

Cálcio dietético – estratégias para otimizar o consumo

Giselle A. P. Pereira^(1,2), Patrícia S. Genaro^(1,2), Marcelo M. Pinheiro⁽²⁾, Vera L. Szejnfeld⁽²⁾, Lígia A. Martini⁽¹⁾

RESUMO

O cálcio é um nutriente essencial necessário em diversas funções biológicas. Estudos têm demonstrado a associação entre o baixo consumo de cálcio e doenças crônicas, entre elas osteoporose, câncer de cólon, hipertensão arterial e obesidade. Entretanto, grande parte da população brasileira apresenta consumo de cálcio abaixo do recomendado. Este artigo objetiva revisar os fatores endógenos (idade e estado hormonal) e exógenos (fitatos, oxalatos, sódio, compostos bioativos e vitamina D) que influenciam a absorção do cálcio, bem como as principais metodologias utilizadas para avaliar a absorção e biodisponibilidade desse nutriente. Discorre-se sobre os possíveis fatores para o baixo consumo de cálcio: 1) Hábito alimentar – substituição de leite por bebidas com baixo teor de cálcio como o refrigerante, refeições realizadas fora de casa e a não realização de refeições como o café da manhã; 2) Alto custo dos alimentos fontes de cálcio. Além disso, este artigo discute as estratégias para otimizar o consumo do cálcio, que incluem: 1) Aumentar o conhecimento sobre a importância do consumo de cálcio para a saúde e as principais fontes alimentares desse nutriente; 2) Aumentar a disponibilidade de alimentos fortificados com cálcio; 3) Uso de suplementos em grupos específicos – quando e como administrar os sais de cálcio.

Palavras-chave: cálcio, absorção, biodisponibilidade, consumo, sais de cálcio.

INTRODUÇÃO

A necessidade de adequação da ingestão do cálcio tem despertado a atenção de inúmeras pesquisas.¹⁻³ O cálcio é um nutriente essencial necessário em funções biológicas como a contração muscular, mitose, coagulação sanguínea, transmissão do impulso nervoso ou sináptico e o suporte estrutural do esqueleto.⁴ Muitos estudos têm demonstrado que o consumo de cálcio previne doenças como a osteoporose, hipertensão arterial, obesidade e câncer de cólon.^{1,3}

Alguns estudos tentam explicar a relação da ingestão de cálcio com doenças crônicas. Zemel (2001) argumenta que o aumento da ingestão de cálcio atenua a sensibilidade ao sal e reduz a pressão sanguínea, principalmente em indivíduos hipertensos.⁵ A relação cálcio-obesidade é explicada pela $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$, que estimula o influxo do cálcio para dentro

do adipócito, resultando no aumento da lipogênese e inibição da lipólise. Acredita-se que a produção da $1,25(\text{OH})_2\text{D}_3$ varia inversamente com a ingestão de cálcio, portanto, o aumento da ingestão de cálcio levaria à redução da massa gorda.⁵ Quanto ao câncer, evidências indicam que ácidos graxos não absorvidos e bile irritam a mucosa, propiciando a proliferação de células cancerígenas. Nesse contexto, o cálcio pode formar complexos tanto com os ácidos graxos quanto com a bile, tornando-os inofensivos.⁶

Na Tabela 1 estão as recomendações de diversos países para a ingestão de cálcio. A necessidade de cálcio varia conforme a faixa etária, sendo maior em períodos de rápido crescimento como a adolescência (1.300 mg/dia). Nesses períodos, ocorre crescimento ósseo e aumento do depósito mineral, até que o pico de massa óssea seja alcançado por volta da terceira década de vida. Na idade adulta, a necessidade diária de cálcio é em

Recebido em 29/08/2008. Aprovado, após revisão, em 11/01/09. Declaramos a inexistência de conflitos de interesse.

O estudo obteve financiamento do CNPQ nº 401883/2005-1 e Bolsa CAPES de Mestrado aluna GAPP.

1. Departamento de Nutrição – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo

2. Disciplina de Reumatologia da Universidade Federal de São Paulo/ EPM

Endereço para correspondência: Lígia A Martini. Departamento de Nutrição. Avenida Dr. Arnaldo, 715, São Paulo, SP. CEP: 01246-904.

Tabela 1. Recomendação para ingestão de Cálcio em mg/dia, em diversos países

País/ organização	Bebês	Crianças	Adolescentes		Adultos		Idosos
			M	F	M	F	
Austrália	300	700	1.000	800	800	800	800
	550	800	1.200	1.000			
Comunidade Europeia	400	450	1.000	800	700	700	700
		550					
FAO/OMS	300	600	1.300	1.300	1.000	1.000	1.300
	400	700					
México	450	800	1.200	1.200	800	800	800
	600						
Venezuela	210	500	1.300	1.300	1.000	1.000	1.200
	270	800					
Reino Unido	525	350	1.000	1.000	700	700	700
		550					
Food Nutrition Board	210	500	1.300	1.300	1.000	1.000	1.200
	270	800			1.200	1.200	
Países Nórdicos	360	600	900	900	800	800	800
	540	700					

M=masculino; F= feminino; FAO/OMS= *Food and Agriculture Organization of the United Nations*/ Organização Mundial da Saúde; Adaptado da referência 7

torno de 1.000 mg. Nos períodos em que a absorção intestinal de nutriente encontra-se diminuída ou a taxa de reabsorção óssea aumentada, como na pós-menopausa, a necessidade de cálcio novamente se eleva (1.200 a 1.300 mg/dia).⁷

Segundo dados de consumo alimentar obtidos pela Pesquisa BRAZOS (*Brazilian Osteoporosis Study*) de 2007, 90% dos entrevistados ingerem 1/3 (400 mg) do valor preconizado de cálcio pela DRI. O uso de suplemento de cálcio foi referido por apenas 6% dos indivíduos.⁸

Considerando que a dieta da população brasileira tem se mostrado muitas vezes inadequada em relação ao consumo do cálcio, uma melhor compreensão da absorção, biodisponibilidade e dos fatores que podem influenciá-los, além de como otimizar o consumo desse nutriente por meio de fontes alimentares e melhor forma de suplementação, é importante para desenvolver estratégias que possibilitem a maior ingestão de cálcio.

ABSORÇÃO E BIODISPONIBILIDADE DO CÁLCIO

O cálcio é absorvido pelo trato digestório por meio de transporte ativo, que ocorre predominantemente no duodeno e jejuno proximal, e difusão passiva, localizada principalmente no jejuno distal e no íleo.^{1,9}

O componente ativo é saturável, estimulado pela 1,25(OH) D₃ (calcitriol), regulado pela ingestão dietética e pelas necessidades do organismo. O calcitriol influencia o transporte ativo, aumentando a permeabilidade da membrana, regulando a migração de cálcio através das células intestinais e aumentando o nível de calbindina (proteína transportadora de cálcio – CaBP).^{1,9} A fração de cálcio absorvida aumenta conforme sua ingestão diminui. Trata-se de uma adaptação parcial à restrição de cálcio, resultando no aumento do transporte ativo mediado pelo calcitriol. Portanto, o transporte ativo é caracterizado como principal mecanismo de absorção de cálcio quando a ingestão desse componente é baixa.¹⁰

Conforme a ingestão de cálcio aumenta (> 500 mg/dia), a difusão passiva apresenta maior participação na absorção do cálcio.¹⁰ Em vista disso, o processo passivo pode tornar-se o mecanismo predominante de absorção de grandes doses de cálcio, uma vez que o transporte ativo já está saturado.^{1,9} Componentes da dieta, como as proteínas do leite e a lactose, que aumentam a solubilidade e a osmolaridade do cálcio no íleo, tendem a estimular a difusão passiva. Por outro lado, outros fatores (fosfatos, oxalatos e fitatos) tornam o cálcio insolúvel em pH neutro, dificultando a absorção passiva no íleo.¹

De acordo com Bronner (1993), a biodisponibilidade é caracterizada por uma sequência de eventos metabólicos que inclui digestibilidade, solubilização, absorção, retenção e utilização pelo organismo, transformação enzimática, secreção e excreção.⁹

A biodisponibilidade do cálcio, além de ser influenciada por componentes exógenos que interferem na sua absorção e excreção, também é controlada por fatores endógenos como idade, condições fisiológicas e regulação hormonal.

Fatores exógenos que interferem na absorção e biodisponibilidade do cálcio

Alguns componentes da alimentação, como os fitatos, encontrados em cereais e sementes, os oxalatos (espinafre e nozes) e os taninos (chá), podem formar complexos insolúveis com o cálcio, reduzindo a sua absorção. Entretanto, esses componentes parecem afetar a absorção do cálcio apenas quando a dieta não é balanceada.¹

Outro fator que pode influenciar a biodisponibilidade do cálcio é o sódio, uma vez que a ingestão elevada desse nutriente acarreta aumento da excreção renal de cálcio.¹¹ Segundo equações preditivas, acredita-se que a cada 2 gramas de sódio ingeridos, a excreção de cálcio urinário aumente em média de 30 a 40 miligramas.¹ Entretanto, se a ingestão de sódio for

abaixo de 2.400 mg/dia, não haverá impacto negativo sobre a saúde óssea.¹¹

Atualmente, muitas pesquisas demonstram efeitos benéficos de compostos bioativos em diferentes processos biológicos, inclusive no aumento da absorção de cálcio. Os oligossacarídeos não digeríveis (inulina, frutanos etc.) são resistentes à hidrólise das enzimas alimentares. Uma vez que não são hidrolisados e absorvidos no estômago e intestino delgado, esses componentes sofrem fermentação parcial ou total quando chegam ao intestino grosso.¹²⁻¹⁴ A fermentação leva à produção de ácidos graxos de cadeia curta, que resulta na acidificação do intestino e consequente estimulação da absorção de cálcio.^{12,14}

A deficiência de vitamina D afeta diretamente a absorção de cálcio. A vitamina D₃ (colecalfiferol) é produzida pela síntese cutânea, sendo que a exposição solar é responsável por 80% a 90% dos estoques de vitamina D.¹⁵ A vitamina D também pode ser adquirida pela ingestão de alimentos fontes desse nutriente, nas formas de vitamina D₂ (ergocolecalciferol) e vitamina D₃. Em seguida, a vitamina D, tanto da dieta como da exposição solar, precisa passar por duas hidroxilações para tornar-se funcional em seu papel biológico primário na homeostase do cálcio e fósforo. A primeira hidroxilação ocorre no fígado, onde é metabolizada para 25(OH)D₃, que pode ser estocada ou liberada para a circulação. Quando a demanda fisiológica de cálcio aumenta, a 25(OH)D₃ circulante é hidroxilada nos túbulos renais para sua forma ativa a 1,25(OH)₂D₃.^{16,17} Portanto, o baixo consumo de alimentos fontes de vitamina D e insuficiente exposição solar podem interferir na absorção do cálcio.

Fatores endógenos que interferem na absorção e biodisponibilidade do cálcio

A eficiência da absorção do cálcio é influenciada, entre outros fatores, pela idade, genética e estado hormonal.¹⁸

O hormônio do crescimento (GH) pode promover a absorção do cálcio indiretamente, ativando a 1 α hidroxilase renal e elevando a concentração sérica da 1,25(OH)₂D₃.¹⁹ Trata-se de um mecanismo importante durante a fase de crescimento, na qual o ganho de massa óssea é bastante rápido (estirão pubertário).^{19,20}

Durante a gestação e lactação, a demanda fisiológica aumenta de 200 a 300 mg de cálcio por dia.²¹ Com isso, ocorre aumento da concentração sérica da 1,25(OH)₂D₃ e, consequentemente, da absorção do cálcio, como mecanismo compensatório ao aumento da remodelação óssea materna.²² No decorrer da lactação, a absorção de cálcio não é alterada, entretanto, ocorre redução da excreção.^{19,22}

A absorção do cálcio pode ser prejudicada durante a menopausa devido à redução do estrogênio.¹⁹ Existem evidências de que esse hormônio apresenta efeito direto na absorção do cálcio.²³ Segundo Gennari (1990), o estrogênio preserva a resposta intestinal à 1,25(OH)₂D₃.²⁴ Alguns estudos sugerem que a sua deficiência pode reduzir o número de receptores de vitamina D (VDR).^{25,26} Por outro lado, níveis reduzidos de estrogênio diminuem a excreção renal do cálcio.¹⁹

Adicionalmente, a absorção de cálcio declina com a idade e é mais intensa após os 75 anos.²⁷ Aparentemente, essa redução está relacionada ao estado de suficiência de vitamina D, que pode estar comprometido em virtude da redução da absorção intestinal da vitamina D, bem como da síntese cutânea e da hidroxilação hepática e renal da vitamina D.^{18,27,28}

MÉTODOS UTILIZADOS PARA AVALIAR A BIODISPONIBILIDADE DO CÁLCIO

A absorção do cálcio proveniente da dieta, alimento fortificado ou suplemento dietético, tem sido estudada por diversos métodos. Considerando que a biodisponibilidade desse nutriente é alterada por diversos fatores, a compreensão dos métodos disponíveis é fator crucial. Segundo Heaney (1991), afirmações de que um produto é superior baseado em um desses métodos requer entendimento sobre o que é medido, quais são os requisitos e suas limitações.²⁹ É importante notar que não existe um método ideal para avaliar a biodisponibilidade do cálcio; a escolha do método dependerá do objetivo do estudo, do tempo e dos recursos disponíveis.

Balanço Metabólico

O balanço metabólico estima a diferença entre a ingestão oral e a excreção fecal do cálcio.²⁹ Portanto, refere-se ao balanço intestinal e não ao balanço total do corpo.³¹ O balanço metabólico é um método impreciso, caro, trabalhoso e demorado.^{1,29,30} A validade dos resultados obtidos depende da acurácia dos parâmetros utilizados para avaliar a ingestão e excreção. Além disso, esse método fornece resultados mais satisfatórios em modelos animais do que em humanos.³¹ A principal desvantagem deve-se ao fato desse método abranger o cálcio que não foi absorvido no trato gastrointestinal e o cálcio que já foi absorvido e é re-secretado com o suco gástrico, também conhecido como a perda fecal endógena do cálcio.^{29,32}

Isótopos estáveis e radioativos

Um isótopo estável de cálcio é adicionado ao alimento ou suplemento que será testado. Parte-se da premissa de que o

isótopo é completamente trocado com o cálcio intrínseco do alimento ou suplemento e que é absorvido e metabolizado nas mesmas proporções.^{30,33}

Os métodos mais acurados são: medida direta da retenção do cálcio radioisótopo do corpo total, que apresenta alta precisão e requer pouco dos participantes; administração de dois isótopos, um oral e outro parenteral, em que a absorção do cálcio é estimada pela urina e sangue. Esse método mostrou-se altamente preciso e reprodutível.^{29,30,33}

Entretanto, a principal limitação é a marcação do isótopo, que deve ser preferencialmente intrínseco. Além disso, todos os átomos e moléculas do alimento testado devem ter a mesma probabilidade de conter o isótopo.³⁰ A marcação também pode ser realizada extrinsecamente, porém alimentos como vegetais, que contêm fitatos e oxalatos, não conseguem fazer a troca com os isótopos.¹ Outra limitação é a radiação ionizante, que não deve ser utilizada em crianças, gestantes e lactantes; nesses casos, o isótopo estável é o mais indicado.³³ O método com os isótopos revela a quantidade absoluta absorvida, *gross absorption*, ou seja, o fluxo unidirecional para fora do lúmen e para dentro da circulação.³⁰

Cálcio sérico

É medida a concentração sérica do cálcio após a ingestão de alta dose desse nutriente. Assim, os resultados refletem a absorção instantânea. Porém, o incremento observado tende a ser pequeno, uma vez que a homeostase do cálcio impede grandes mudanças. Portanto, esse método apresenta baixa sensibilidade.³⁰

Excreção urinária de cálcio

A excreção urinária de cálcio é medida de 3 a 4 horas após a ingestão de determinada quantidade de cálcio (cerca de 500 mg), refletindo a efetividade de sua absorção.^{1,30} No entanto, os resultados refletem a absorção momentânea e dependem de diversos fatores dietéticos que podem afetar a excreção de cálcio, como ingestão de fósforo, sódio e proteína.^{1,29} Trata-se de um método simples, barato e rápido, porém impreciso, uma vez que apresenta variabilidade interpessoal causada pela própria depuração renal.^{1,30}

Estudos cinéticos

Constitui a combinação dos isótopos com os estudos de balanço metabólico e proporciona o índice de transformação entre os compartimentos do corpo. São usados para avaliar as mudanças na relação da absorção do cálcio, excreção e

remodelação óssea. Estudos cinéticos mostraram, por exemplo, como a absorção e remodelação óssea se alteram com a ingestão de cálcio.³¹

Testes *in vitro*

Esse método é utilizado principalmente para identificar formulações farmacêuticas de suplementos. Seu maior atrativo é o baixo custo.³⁰ O primeiro passo para absorção do suplemento de cálcio é a sua desintegração e dissolução no estômago e posterior liberação da substância ativa. O teste é realizado seguindo os parâmetros descritos pela *United States Pharmacopeia* (USP), que usa um teste cinético de dissolução em ácido clorídrico ou em ácido acético.^{1,34} A maior limitação desse método é o fato de não representar as condições encontradas no trato gastrointestinal, uma vez que não considera os fatores nutricionais e fisiológicos que podem influenciar a absorção.^{1,30}

CÁLCIO DIETÉTICO

Os principais motivos para a baixa ingestão de cálcio na população brasileira devem-se, provavelmente, ao elevado custo, hábitos culturais e alimentares.

Levy-Costa *et al.* (2005) analisaram a evolução das aquisições de alimentos e bebidas para consumo familiar nas áreas metropolitanas do país no período de 1974-2003, para a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF).³⁵ Nessa pesquisa, o consumo de alimentos como leite e derivados, frutas, verduras e legumes mostrou associação positiva com o rendimento das famílias, revelando que os alimentos ricos em cálcio podem onerar o orçamento das famílias de menor renda. Nas áreas metropolitanas, a participação do leite e derivados aumentou 36%, ao passo que o refrigerante teve incremento de 400%. Porém, nota-se que o acréscimo de leites e derivados ocorreu principalmente entre 1974 e 1988; depois disso quase não houve alteração. Por outro lado, a participação dos refrigerantes vem crescendo progressivamente.^{35,36}

Atualmente, o cálcio tem recebido destaque especial no que diz respeito às questões de políticas de saúde pública, visto que é de fundamental importância para a saúde óssea e global. Mesmo em populações de países desenvolvidos, como os Estados Unidos, observa-se consumo dietético de cálcio abaixo do recomendado.³ Um dos principais fatores que influenciam o consumo do cálcio é exatamente a substituição do leite pelo refrigerante.⁴ O *National Institute of Health* (2000) atribuiu o baixo consumo de cálcio ao limitado consumo de leite e derivados, baixa ingestão de frutas e vegetais e elevado consumo

de bebidas com baixo teor de cálcio, como os refrigerantes.³⁷ Um panorama bem parecido ao encontrado no Brasil pela POF 2002-2003 e um indício de que aqui também está ocorrendo uma substituição das bebidas lácteas pelo refrigerante, uma vez que o seu consumo aumentou consideravelmente nos últimos anos.

Outro fator que influencia o consumo de alimentos ricos em cálcio é o crescente número de refeições realizadas fora de casa. Dados indicam que a quantidade de cálcio ingerida em casa é maior do que a realizada em restaurantes e *fast foods*.⁴ A menor disponibilidade de leite e maior disponibilidade de outras bebidas, como sucos e refrigerantes, nesses estabelecimentos contribui para refeições com menor quantidade de cálcio.^{4,38}

Além disso, a omissão de refeições como o café da manhã também pode comprometer a ingestão de cálcio, caso não haja cuidado em consumir a quantidade suficiente desse nutriente ao longo do dia.⁴ Ortega *et al.* (1999) demonstraram que crianças que não tomavam o café da manhã consumiam menos cálcio e comprometiam a qualidade da dieta.³⁹

Os indivíduos com intolerância à lactose podem apresentar baixa ingestão de cálcio, mas também de outros nutrientes, como vitamina A e D, riboflavina e fósforo.^{40,41} Estudos destacam que esses indivíduos podem consumir leite sem apresentar sintomas, especialmente se forem ingeridos espaçadamente durante o dia e combinados com alimentos que não contêm lactose. Os queijos envelhecidos e duros, como suíço e parmesão, costumam ser mais bem tolerados, bem como o iogurte, principalmente aqueles com culturas ativas, pois ajudam a quebrar as moléculas da lactose.⁴ É importante verificar a tolerância individual, começando com a oferta de porções pequenas e realizando aumento gradual delas. Aparentemente, a exposição incrementada ou contínua a quantidades crescentes de açúcar fermentável pode levar à tolerância, não como uma consequência de produção aumentada da enzima lactase, mas talvez pela flora colônica aumentada.^{4,40,41}

Otimizando o Consumo de Cálcio

O consumo de cálcio pode ser otimizado de três maneiras: mudanças do comportamento alimentar, incluindo aumento do consumo de alimentos naturalmente ricos em cálcio; consumo de alimentos fortificados com cálcio; ou com a utilização de suplementos.⁴²

A prioridade deve ser dada à adequação da ingestão de cálcio com a alimentação.⁴ Entretanto, é um desafio concretizar mudanças do comportamento alimentar em grandes populações. Algumas estratégias podem ser tomadas, como aumentar

a difusão de conhecimento sobre a importância do consumo de cálcio para a saúde, bem como as principais fontes alimentares desse nutriente (Tabela 2).^{4,42}

A principal fonte alimentar de cálcio para a maioria das pessoas é o leite e seus derivados. Nos Estados Unidos, ele representa 72% do cálcio total ingerido.⁴³ A ingestão de quatro copos (240 mL) de leite é suficiente para atingir as recomendações para indivíduos acima de 50 anos. O iogurte e o queijo também são boas fontes de cálcio. Os alimentos com gordura reduzida são normalmente recomendados, e é importante notar que há pouca diferença na quantidade de cálcio quando comparados aos integrais; os desnatados apresentam quantidade um pouco maior.⁴⁴ As verduras verde-escuras como brócolis e couve são fontes alternativas de cálcio, porém a quantidade e biodisponibilidade do cálcio nesses alimentos é menor quando comparadas ao leite e seus derivados.³¹

Tabela 2

Quantidade de cálcio em alguns alimentos – quantidade por porção normalmente consumida⁴⁶

Alimento	Porção	Peso (g)	Cálcio (mg)
Leite enriquecido com cálcio*	1 copo	240	384
Queijo fresco	2 pedaços	56	324
Leite desnatado	1 copo	240	322
Leite integral	1 copo	240	295
Sardinha assada	2 unidades	50	219
Espinafre cozido	1 xícara	190	213
Queijo mussarela*	1 pedaço	30	140
Iogurte com frutas	1 potinho	130	130
Feijão rosinha cozido	1 ½ concha	160	109
Requeijão cremoso	1 colher de sopa	30	78
Laranja lima	1 unidade	180	56
Tofu	2 fatias	56	45
Pão de queijo	2 unidades médias	40	41
Bebida à base de soja	1 copo	240	40

Adaptado: Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – TACO Versão II, 2ª edição, 2006. *Informação obtida pelos fabricantes.

Pais e mães possuem influência importante nas crianças com relação a escolhas e consumo de alimentos ricos em cálcio, e por isso devem dar exemplo de hábitos alimentares saudáveis.⁴ Um estudo de Fisher *et al.* (2001) indicou que o consumo do leite pelas mães foi preditor da ingestão de leite em suas filhas.⁴⁵

Considerando a crescente tendência em realizar refeições fora de casa, é importante desenvolver estratégias que ajudem os consumidores a fazer escolhas mais saudáveis, especialmente por alimentos ricos em cálcio.⁴

As mensagens de educação nutricional voltadas às crianças e seus pais devem encorajar a limitação do consumo de refrigerantes. Políticas de restrições dessa bebida nas escolas também devem ser implementadas, tendo como pressupostos as diretrizes para a Promoção da Alimentação Saudável nas escolas e as diretrizes do Programa Nacional de Alimentação Escolar.^{47,48}

Os alimentos fortificados com cálcio fornecem uma escolha adicional para atingir as recomendações. Entretanto, atenção especial deve ser dedicada na seleção de produtos que serão fortificados, para que se possa atingir os grupos específicos que apresentam maior dificuldade em alcançar as recomendações de cálcio.⁴² Países como Estados Unidos e Canadá apresentam políticas de fortificação de alimentos. Sucos de laranja e maçã podem ser fortificados com cálcio, e eles mostraram ser tão biodisponíveis como o cálcio do leite.^{44,49} Cereais matinais também são frequentemente fortificados com diversos minerais, incluindo o cálcio.⁴⁴

O uso de suplementos também pode ser efetivo na otimização do consumo de cálcio em indivíduos que não alcançam a recomendação, porém sua efetividade é limitada em estudos populacionais.⁴²

No Brasil, dentre as políticas públicas que contribuem para a otimização da ingestão de cálcio estão: programa nacional de distribuição de leite; merenda escolar; e a inclusão do carbonato de cálcio na lista do RENAME (Relação Nacional de Medicamentos Essenciais) de 2008, que norteia a oferta e prescrição de medicamentos no Sistema Único de Saúde (SUS). Entretanto, estudos que avaliem a efetividade desses programas quanto ao aumento na ingestão de cálcio são necessários.

SAIS DE CÁLCIO

Embora os indivíduos devam ser encorajados a ingerir o cálcio através da dieta, a suplementação desse nutriente pode ser necessária em indivíduos que restringem ou eliminam o leite e seus derivados da dieta; em indivíduos com doenças que envolvam o metabolismo ósseo; na alergia alimentar;

entre outros.⁴ Há um debate se as formas da suplementação de cálcio têm efeitos diferentes, principalmente, em grupos com alto risco para fraturas.⁵⁰⁻⁵² A seguir, serão abordados os dois tipos de sais de cálcio mais comuns no Brasil – o carbonato de cálcio e o citrato de cálcio – bem como a melhor forma de realizar a suplementação.

Composição e Solubilidade

Uma das diferenças encontradas nos diversos tipos de suplemento é a proporção de cálcio elemento presente em cada sal. A Tabela 3 apresenta a porcentagem de cálcio elemento presente em alguns sais de cálcio. O carbonato de cálcio é o sal com maior porcentagem de cálcio biodisponível (40%), seguido pelo fosfato tricálcico (38%) e citrato de cálcio (21%).^{31,34} A maior porcentagem de cálcio elemento implica em número menor de comprimidos ingeridos para atingir as necessidades diárias.

Diversos sais de cálcio foram comercializados como fontes superiores com base em sua solubilidade. Assim, acreditava-se que quanto melhor a solubilidade, melhor absorvido seria o cálcio.^{31,51} Segundo Heaney (1990), a solubilidade da fonte do cálcio tem uma influência mínima na sua absorvabilidade.⁵³ O carbonato de cálcio é um sal relativamente insolúvel, enquanto o citrato de cálcio é substancialmente mais solúvel. Porém, quando avaliados quanto ao seu grau de absorção, o carbonato de cálcio e o citrato de cálcio apresentaram resultados semelhantes.⁵¹

Administração do Cálcio

É importante considerar a forma de administração do suplemento, uma vez que ela pode influenciar a sua biodisponibilidade. A eficácia da absorção do cálcio diminui com o aumento da ingestão. Entretanto, o cálcio total absorvido continua sendo maior conforme o aumento da dose.³¹

Tabela 3

Porcentagem de cálcio presente em diferentes sais

Sais de Cálcio	%
Carbonato de cálcio	40
Fosfato tricálcico	38
Citrato de cálcio	21
Citrato malato de cálcio	13
Lactato de cálcio	13

Weaver e Heaney, 2006

Adicionalmente, estudos demonstram que, dependendo do suplemento, quanto maior o fracionamento da suplementação durante o dia, melhor será a absorção do cálcio. Observa-se que doses acima de 500 mg por dia podem diminuir a eficiência da absorção.^{29,31,54} O estado do cálcio do indivíduo, determinado pela ingestão habitual de cálcio, influencia a eficácia da absorção do cálcio.³¹ Abraham (2004) demonstrou que meninas com baixa ingestão de cálcio apresentaram maior eficiência na sua absorção. Porém, a habilidade para adaptar a baixa ingestão crônica de cálcio foi insuficiente para proteger os ossos na maioria dos indivíduos.⁵⁵

Outro fator importante a ser considerado é o momento em que o suplemento deve ser ingerido. As preparações relativamente insolúveis, como o carbonato de cálcio, não são absorvidas adequadamente quando o cálcio é administrado em jejum. Em contrapartida, em sais mais solúveis, como o citrato de cálcio, a absorção não é tão prejudicada e por isso é o suplemento mais indicado para indivíduos com acloridria.^{1,56} O cálcio ingerido em conjunto com a alimentação é mais bem absorvido. A refeição provoca maior secreção de ácido gástrico e esvaziamento gástrico mais lento, permitindo melhor dispersão, dissolução e absorção das preparações menos solúveis.^{9,54,56} A suplementação junto com a refeição se mostrou importante não somente para o carbonato de cálcio, mas também para os sais de cálcio com uma maior solubilidade, como o citrato de cálcio.⁵⁶

Apesar da possibilidade de efeitos negativos da administração concomitante do suplemento com a refeição (formação de ácido fítico e ácido oxálico), uma refeição leve aumenta de 20% a 25% a absorção dos sais de cálcio.^{29,56} Quando ingeridos com a refeição, o carbonato de cálcio e o citrato de cálcio apresentam absorção semelhante.^{51,56}

Absorção e Biodisponibilidade

A absorção dos diferentes sais de cálcio e do leite é similar.¹ Embora pequenas diferenças sejam observadas, os achados são inconsistentes e devem-se às diferentes metodologias utilizadas para avaliação da absorção do cálcio.^{4,29,51,54}

É importante ressaltar que a absorção intestinal não reflete necessariamente a biodisponibilidade do cálcio para o organismo, pois o cálcio deve ser armazenado e usado para formação e mineralização óssea.¹ Mortensen e Charles (1996) demonstraram que a biodisponibilidade do carbonato de cálcio foi tão boa quanto o cálcio do leite.⁵⁴ Por outro lado, Martini e Wood (2002) avaliaram a biodisponibilidade do cálcio proveniente do leite, suco de laranja fortificado com cálcio e suplemento de carbonato de cálcio, e as três fontes de cálcio apresentaram

biodisponibilidades equivalentes, quando utilizadas por tempo prolongado.⁴⁹

Kenny (2003) comparou os efeitos da suplementação do carbonato de cálcio e o citrato de cálcio sobre o metabolismo ósseo em mulheres idosas e ambos os suplementos aumentaram a excreção urinária de cálcio e diminuíram a concentração sérica de PTH, porém nesse estudo o citrato de cálcio mostrou-se mais eficiente na diminuição dos marcadores de reabsorção óssea.⁵²

Mais importante do que a solubilidade, a absorção e a biodisponibilidade do sal de cálcio é a qualidade da formulação do suplemento. Produtos mal formulados não desintegram quando submetidos às secreções gástricas, portanto, são pouco absorvidos.²⁹ A biodisponibilidade de um determinado sal de cálcio pode variar de preparação para preparação.⁵⁴ Em um estudo realizado no Brasil por Reis et al. (2003), descobriu-se que três dos quatro comprimidos de carbonato de cálcio estudados, disponíveis no mercado farmacêutico nacional, não seguiam a especificação de dissolução preconizada pela *United States Pharmacopeia* (USP), um dado preocupante que deve ser considerado na prescrição do suplemento.³⁴

Dentre os possíveis efeitos adversos da suplementação de cálcio estão a formação de cálculo renal e câncer de próstata. O estudo WHI (*Women's Health Initiative*) de 2006 descobriu um aumento significativo (IC 1,02-1,32) de 17% do risco de cálculo renal no grupo que recebeu 1.000 mg de cálcio e 400 UI de vitamina D por dia, comparado ao grupo placebo.⁵⁷ Entretanto, a ingestão inicial das participantes que receberam a suplementação já era elevada e aparentemente resultava em uma ingestão total de cálcio de aproximadamente 2.000 mg/dia. Outro estudo, o *Health Professionals Follow-up Study*, descobriu maior risco de câncer de próstata em indivíduos com ingestão superior a 2.000 mg/dia.⁵⁸ Portanto, é importante avaliar a ingestão basal de cálcio do indivíduo antes de recomendar a suplementação. Além disso, a suplementação de cálcio é contra-indicada para pacientes com hipercalcemia e litíase renal.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando o importante papel do cálcio sobre a saúde óssea, bem como a sua relação com doenças crônicas não transmissíveis, é necessário cuidado especial para atingir as recomendações da ingestão desse nutriente. Este artigo procurou descrever os fatores que podem influenciar na absorção de cálcio, as metodologias utilizadas para avaliar a absorção e biodisponibilidade do cálcio e as melhores formas de otimizar o consumo desse nutriente.

É importante enfatizar que uma melhor compreensão das diferentes metodologias utilizadas para avaliação da absorção e biodisponibilidade do cálcio pode explicar as diferenças encontradas nos diversos estudos que comparam fontes de cálcio também diferentes. Além disso, é importante analisar os fatores endógenos e exógenos que possam interferir na absorção e biodisponibilidade do cálcio, para que as intervenções realizadas sejam mais eficazes.

Vale ressaltar que a melhor forma de conseguir uma boa saúde é por meio de alimentação diversificada. Além disso, a ingestão de alimentos, como o leite e seus derivados, fornecem não somente o cálcio, como outros nutrientes importantes para o organismo. Diversas estratégias podem ser utilizadas para maximizar a ingestão de cálcio, principalmente com mensagens de educação nutricional que enfatizem melhor

conhecimento sobre a importância do consumo de cálcio para a saúde, bem como as principais fontes alimentares desse nutriente. Outro passo importante é a criação de políticas públicas que favoreçam a fortificação de alimentos com cálcio.

Todavia, existem algumas situações em que a alimentação não será uma fonte suficiente de cálcio, devendo-se nesse caso considerar a suplementação. Verifica-se que os sais de cálcio, quando não ingeridos em jejum, apresentam absorvabilidade semelhantes. O maior fracionamento da dose do suplemento melhora a absorção do cálcio, por isso ele deve ser ingerido ao longo do dia em doses máximas de 500 mg cada. Além disso, o suplemento deve ser ingerido juntamente com uma refeição leve para otimizar a sua absorção, especialmente no caso do carbonato de cálcio.

REFERÊNCIAS

REFERENCES

1. Guéguen L, Pointillart A. The Bioavailability of Dietary Calcium. *J Am Coll Nutr* 2000;19(2):119S-36S.
2. Nordin BEC. Calcium requirement is a sliding scale. *Am J Clin Nutr* 2000;71(6):1381-3.
3. Heaney RP. Calcium Intake and Disease Prevention. *Arq Bras Endocrinol Metab* 2006;50:685-93.
4. Miller GD, Jarvis JK, McBean. The Importance of Meeting Calcium Needs with Foods. *J Am Coll Nutr* 2001;20(2):168S-85S.
5. Zemel MB. Calcium modulation of hypertension and obesity: mechanisms and implications. *J Am Coll Nutr* 2001;20(5):428S-35S.

6. Holt PR: Calcium, vitamin D, and cancer. In: Weaver CM, Heaney RP, editors. *Calcium in Human Health*, New Jersey, Humana Press, 2006. p.387-400.
7. Looker AC: Dietary calcium: Recommendation and intakes around the world. In: Weaver CM, Heaney RP, editors. *Calcium in the Human Health*, 1.ª ed, Totowa, New Jersey, Humana Press, 2006. p.105-27.
8. Pinheiro MM, Jacques NO, Genaro PS, Ciconelli RM, Ferraz MB, Martini LA. Nutrient intakes related to osteoporotic fractures in men and women – The Brazilian Osteoporosis Study (BRAZOS). *Nutrition Journal* [aceito para publicação], 2008.
9. Bronner F, Pansu D. Nutritional aspects of calcium absorption. *J Nutr* 1999;129(1):9-12.
10. Dawson-Hughes B, Harris SS, Finneran S. Calcium Absorption on High and Low Calcium Intakes in Relation to Vitamin D Receptor Genotype. *J Clin Endocr Metab* 1995;80(12):3657-61.
11. Nieves JW. Osteoporosis: the role of micronutrients. *Am J Clin Nutr* 2005;81:1232S-9S.
12. Van den Heuvel EGHM, Muys T, van Dokkum W, Schaafsma G. Oligofructose stimulates calcium absorption in adolescents. *Am J Clin Nutr* 1999;69:544-8.
13. Cherbut C. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept. *Brit J Nutr* 2002;87(2):S159-62.
14. Maki KC, Dicklina MR, Cyrowskia M, Umporwic DM, Nagata Y, Moon G, *et al*. Improved calcium absorption from a newly formulated beverage compared with a calcium carbonate tablet. *Nutr Res* 2002;22:1163-1176.
15. Holick MF: Vitamin D. In Shills M, Olson JA, Shike M, Ross CA. *Modern Nutrition in Health and Disease*, 9th ed, Baltimore, Williams & Wilkins 1999. p.329-45.
16. DeLuca HF. Overview of general physiologic features and functions of vitamin D. *Am J Clin Nutr* 2004;80:1689S-96S.
17. Calvo MS, Whiting SJ, Barton CN. Vitamin D intake: a global perspective of current status. *J Nutr* 2005;135:310-5.
18. Dawson-Hughes B: Calcium Throughout the Life Cycle – The Later Years. In: Weaver CM, Heaney RP, editors. *Calcium in Human Health*, Totowa, Human Press Inc, 2006. p.371-86.
19. Fleet JC: Molecular Regulation of Calcium Metabolism. In: Weaver CM, Heaney RP, editors. *Calcium in Human Health*, Totowa, Human Press Inc, 2006. p.163-90.
20. Bailey DA, McKay HA, Mirwald RL, Crocker PR, Faulkner RA. A six-year longitudinal study of the relationship of physical activity to bone mineral accrual in growing children: the university of Saskatchewan bone mineral accrual study. *J Bone Miner Res* 1999;14(10):1672-9.
21. Institute of Medicine (U.S.). Subcommittee on Nutrition During Lactation. *Nutrition during lactation*. Washington, DC: National Academy Press, 1991.
22. Ritchie LD, Fung EB, Halloran BP, Turlund JR, Van Loan MD, Cann CE, *et al*. A longitudinal study of calcium homeostasis during human pregnancy and lactation and after resumption of menses. *Am J Clin Nutr* 1998; 67: 693-701.
23. Cifuentes M, Morano AB, Chowdhury HA, Shapses SA. Energy restriction reduces fractional calcium absorption in mature obese and lean Rats. *J Nutr* 2002;132:2660-6.
24. Gennari C, Aqnusdei D, Nardi P, Civitelli R. Estrogen preserves a normal intestinal responsiveness to 1,25-dihydroxyvitamin D3 in oophorectomized women. *J Clin Endocrinol Metab* 1990;71(5):1288-93.
25. Liel Y, Shany S, Smirnoff P, Schwartz B. Estrogen increases 1,25-dihydroxyvitamin D receptors expression and bioresponse in the rat duodenal mucosa. *Endocrinology* 1999;140(1):280-5.
26. Colin EM, Van dem Bemd JG, Van Aken M, Christakos S, De Jonge HR, Deluca HF, *et al*. Evidence for involvement of 17beta-estradiol in intestinal calcium absorption independent of 1,25-dihydroxyvitamin D3 level in the Rat. *J Bone Miner Res* 1999; 14(1): 57-64.
27. Nordin BEC, Need AG, Morris HA, O'Loughlin PD, Horowitz M. Effect of age on calcium absorption in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2004;80:998-1002.
28. Feskanich D, Willet WC, Colditz GA. Calcium, vitamin D, milk consumption, and hip fractures: a prospective study among postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 2003;77:504-11.
29. Heaney RP. Calcium Supplements: Practical Considerations. *Osteoporosis Int* 1991;1:65-71.
30. Heaney RP. Factors Influencing the Measurement of Bioavailability, Taking Calcium as a Model. *J Nutr* 2001;131:1344S-8S.
31. Weaver CM, Heaney RP: Food Sources, Supplements, and Bioavailability. In: Weaver CM, Heaney RP, editors. *Calcium in Human Health*, Totowa, Human Press Inc, 2006. p.129-42.
32. Griffin IJ, Abrams SA. Methodological considerations in measuring human calcium absorption: relevance to study the effects of inulin-type fructans. *J Brit Nutr* 2005;93:S105-S110.
33. Beck AB, Bügel S, Stürup S, Jensen M, Molgaard C, Hansen M, *et al*. A novel dual radio- and stable-isotope method for measuring calcium absorption in humans: comparison with the whole-body radioisotope retention method. *Am J Clin Nutr* 2003;77:399-405.
34. Reis AMM, Campos LMM, Pianetti GA. Estudo da biodisponibilidade de comprimidos de carbonato de cálcio. *Rev. Bras. Farm* 2003; 84(3): 75-79.
35. Levy-Costa RB, Sichieri R, NS Pontes, CA Monteiro. Disponibilidade domiciliar de alimentos no Brasil: distribuição e evolução (1974-2003). *Rev Saúde Pública* 2005;39(4):530-40.
36. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE): Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro, 2004.
37. National Institute of Health. Consensus Development Program: "Consensus Statements. Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy 2000;17(1):27-9.
38. Lin B-H, Guthrie J, Frazao E. Nutrient contribution of food away from home. In Frazao E (ed): "America's Eating Habits: Changes and Consequences." *Agriculture Information Bulletin No. 750*. Washington DC: US Department of Agriculture, Economic Research Service, Food and Rural Economics Division, pp 213-242, 1999. Disponível em [http://www.ers.usda.gov/publications/aib750/aib750l.pdf].
39. Ortega RM, Requejo AM, Lopez-Sobaler AM, Andrés P, Quintas E, Navia B, *et al*. The importance of breakfast in meeting daily recommended calcium intake in a group of school children. *J Am Coll Nutr* 1998;17:19-24.

40. Swagerty DL, Walling AD, Klein RM. Lactose Intolerance. *Am Fam Physician* 2002;65(9):1845-50.
41. Mahan K, Escott-Stump S: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia, 11ª ed, São Paulo, Roca, 2005.
42. Cashman KD. Calcium intake, calcium bioavailability and bone health. *Brit J Nutr* 2002;87(2):S169-S77.
43. Gerrior S, Bente L. Nutrient Content of the US Food Supply 1909–97. Washington DC: US Department of Agriculture, Center for Nutrition Policy and Promotion; 2001. Home Economics Research Report 54.
44. Greer FR, Krebs NF, Committee on Nutrition. Optimizing Bone Health and Calcium Intakes of Infants, Children, and Adolescents. *Pediatrics* 2006;117:578-85.
45. Fisher JO, Mitchell DC, Smiciklas-Wright H, Birch LL. Maternal milk consumption predicts the tradeoff between milk and soft drinks in young girls' diets. *J Nutr* 2001;131:246-50.
46. Tabela brasileira de composição de alimentos. NEPA-UNICAMP. Versão II. 2ª ed, Campinas, SP, 2006.
47. Ministério da Saúde. Portaria Interministerial (Ministérios da Saúde e da Educação) nº 1.010, de 08 de maio de 2006.
48. Ministério da Educação. Resolução CD/FNDE nº 32 de 10 de agosto de 2006.
49. Martini L, Wood RJ. Relative bioavailability of calcium-rich dietary sources in the elderly. *Am J Clin Nutr* 2002;76:1345-50.
50. Dawson-Hughes B. Osteoporosis treatment and the calcium requirement. *Am J Clin Nutr* 1998 67:5-6.
51. Heaney RP, Dowell MS, Barger-Lux MJ. Absorption of Calcium as the Carbonate and Citrate Salts, with Some Observations on Method. *Osteoporosis Int* 1999;9:19-23.
52. Kenny AM, Prestwood KM, Biskup B, Robbins B, Zayas E, Kleppinger A, *et al.* Comparison of the effects of calcium loading with calcium citrate or calcium carbonate on bone turnover in postmenopausal women. *Osteoporosis Int* 2004;15(4):290-4.
53. Heaney RP. Absorbability of calcium sources: the limited role of solubility. *Calcif Tissue Int* 1990;46(5):300-4.
54. Mortensen L, Charles P. Bioavailability of calcium supplements and the effect of vitamin D: comparisons between milk, calcium carbonate, and calcium carbonate plus vitamin D13. *Am J Clin Nutr* 1996;63:354-7.
55. Abraham S, Griffin J, Hicks PD, Gunn SK. Pubertal girls only partially adapt to low calcium intakes. *JBMR* 2004;19:759-63.
56. Heaney RP, Smith KT, Recker RR, Hinders SM. Meal effects on calcium absorption. *Am J Clin Nutr* 1989;49:372-6.
57. Jackson RD, La Croix AZ, Gass M, Wallace RB, Robbins J, Lewis CE, *et al.* Women's Health Initiative Investigators. Calcium plus vitamin D supplementation and the risk of fractures. *N Engl J Med* 2006;354:669-83.
58. Giovannucci E, Lui Y, Stampfer MJ, Willett WC. A prospective study of calcium intake and incidence of fatal prostate cancer. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2006;15:203-10.