

## METABOLISMO DO CÁLCIO: REVISÃO E PERSPECTIVAS

OGUIDO, A.K.\*  
PERERA, A.D.\*\*

### RESUMO

*Revisão de literatura sobre o metabolismo de cálcio, sua importância na dieta, fatores que afetam sua absorção, mecanismos fisiológicos de seu controle e necessidade recomendada para sua ingestão. Ficou evidente a baixa ingestão e falta de padronização sobre a necessidade recomendada. Para minimizar a baixa ingestão sugere-se a adoção de um programa de fortificação de alimentos com cálcio.*

### INTRODUÇÃO

O cálcio é o elemento eletropositivo mais abundante no organismo humano representando em média 1.200 gramas do peso corporal em homens adultos. Desse total 98-99% encontra-se nos ossos e dentes (COPP<sup>(16)</sup>) e o restante distribuído por outros órgãos e tecidos, desempenhando importantes funções em vários mecanismos fisiológicos.

O tecido ósseo, além de manter a integridade do esqueleto, funciona também como o maior reservatório para a manutenção da homeostasia do cálcio. A concentração do íon cálcio no líquido extracelular (LEC) é uma das constantes mais importantes do meio interno, razão pela qual é regulada por mecanismos homeostáticos muito precípicos e sensíveis.

O cálcio tem ação sobre a permeabilidade das membranas celulares, sobre a contração e relaxamento musculares, sobre a excitabilidade dos nervos periféricos, assim como sobre a transmissão de impulsos nervosos (MOUNTCASTLE<sup>(42)</sup>). Além disso, participa no mecanismo da coagulação sanguínea e na ativação de enzimas, tais como a lipase, a fosfatase alcalina, a desidrogenase alcalina e a colinesterase.

O cálcio é fornecido ao organismo somente através de alimentos, sendo, portanto, imprescindível a sua presença na dieta. Os alimentos que constituem boas fontes de cálcio são o leite

123mg/100g) e seus derivados, o pão integral (49mg/100g), frutos cítricos, e os ovos (61mg/100g) (IBGE<sup>(29)</sup>). Dentre esses, o leite é considerado o melhor pela quantidade de cálcio que contém e pela presença de fatores que favorecem a absorção de cálcio no intestino delgado.

O consumo de leite no Brasil situa-se em níveis dos mais baixos do mundo. Pela pesquisa realizada em 1971, o brasileiro consome anualmente 79,7kg de leite/per capita comparado com 656,0 kg/per capita na Holanda; 642,6 kg/per capita na Austrália; 351,9 na União Soviética e 268,4 nos Estados Unidos (VIEGAS<sup>(70)</sup>).

Uma pesquisa sobre o valor nutricional da dieta no Brasil informa que a ingestão de cálcio e riboflavina são baixos, especialmente, em grupos de baixo poder aquisitivo (JANSEN et alii<sup>(30)</sup>). Como o leite é uma boa fonte desses nutrientes, provavelmente o pouco consumo (KON<sup>(33)</sup>), devido a um baixo poder aquisitivo, é a razão das observações feitas pelos autores acima citados.

Além disso, segundo BUCKMAN & BRADY<sup>(9)</sup> os países tropicais e subtropicais apresentam solo pobre em sais minerais, especialmente em cálcio comparado com os países temperados.

Na procura de soluções para resolver os problemas de baixa ingestão de cálcio foi proposta uma revisão do meta-

bolismo do cálcio, sua importância e as perspectivas para melhorar a baixa ingestão, minimizando os graves problemas de desnutrição que assolam o País.

### REVISÃO

A importância do cálcio na nutrição humana é indiscutível, uma vez que o cálcio, na sua forma cristalina, juntamente com fosfato e carbonato, confere ao osso suas propriedades mecânicas e estruturais e, na sua forma iônica, participa de vários processos fisiológicos. Cerca de 99% do cálcio do organismo encontra-se nos ossos e dentes (NORDIN<sup>(46)</sup>) e o restante, representa cerca de 10mg/100 ml no plasma; encontra-se distribuído nos fluidos intra e extracelulares, como íon livre (5,5mg/100ml), ligado às proteínas plasmáticas (4,0mg/100ml) ou formando complexos com ácidos orgânicos ou inorgânicos (0,5mg/100ml) (ROBERTSON et alii<sup>(59)</sup>).

O osso, constituído pela hidroxiapatita, em cuja composição entra o cálcio, funciona como suporte estrutural do organismo e, também, como um tecido, considerado este o maior reservatório de cálcio, o qual contribui primordialmente para a manutenção de integridade do esqueleto (BRONNER<sup>(8)</sup>). Tem sido estimado que 99% de cálcio, 80% de fósforo, 80% de carbonato, 60% de magnésio, 25% de sódio e 9% de água do organismo se encontram nos ossos e

\* Professora do Departamento de Ciências Fisiológicas da FUEL. Mestre em Nutrição, FUEL

\*\* Professora do Departamento de Tecnologia dos Alimentos e Medicamentos da FUEL. Doutora em alimentos e nutrição, Oregon State University, U.S.A.

que essas porcentagens podem depender em parte da natureza da dieta ingerida (NORDIN<sup>(46)</sup>).

O osso pode acumular uma reserva de cálcio, se a dieta contiver o suficiente para o crescimento e manutenção. No entanto, durante o período de ingestão de uma dieta deficiente em cálcio ocorre reabsorção da estrutura óssea para que seja mantida a concentração homeostática de nível de cálcio no plasma (LUTWAK<sup>(36)</sup>).

HENRIKSON et alii<sup>(28)</sup> verificaram um decréscimo de cálcio na **mandíbula e rádio**, com a idade avançada, e que esse fato ocorria mais cedo nas mulheres que nos homens. Mais tarde, foi sugerido por ALBANESE<sup>(1)</sup>, que a reabsorção óssea do alvéolo podia ser agravada por uma ingestão inadequada de cálcio na dieta.

O cálcio do plasma assegura a integridade e permeabilidade das substâncias intracelulares, controla a excitabilidade e propriedades mecânicas dos nervos periféricos e músculos (EBASHI & ANDO<sup>(20)</sup>), auxilia no controle normal de sua contração e relaxamento, mantém o ritmo e a tensão cardíaca (LANGER<sup>(34)</sup>) e evita várias enzimas envolvidos na coagulação sanguínea e nos processos secretórios (WILLIAMS<sup>(74)</sup>).

Existem poucas evidências convincentes de que a composição e a densidade física do osso sejam prejudicadas por uma baixa ingestão de cálcio, especialmente quando o nível de vitamina D é adequado (CALCIUM<sup>(12)</sup>). Entretanto, a osteoporose, doença muito comum em idade avançada (GOODHART<sup>(23)</sup>), está muitas vezes associada com a deficiente absorção de cálcio. WHELDON<sup>(73)</sup> admitiu que a osteoporose seja causada ou favorecida pela deficiência de cálcio.

O cálcio é absorvido ao longo do intestino delgado, principalmente no duodeno e jejuno. Esse cálcio é transportado ativamente contra um gradiente de concentração e existem evidências, em animais, de que sua absorção depende da vitamina D, das necessidades e do nível de cálcio na dieta (WERGEDAL & BZYLINK<sup>(72)</sup>).

A ação da vitamina D no transporte de cálcio parece ser mediada por uma proteína que se liga ao cálcio e, possivelmente, a uma ATPase sensível ao cálcio (MELANCON & DELUCA<sup>(40)</sup>).

WILLS<sup>(75)</sup> verificou que o sistema de transporte de cálcio no intestino parece envolver o sistema vitamina D-

cálcio proteína (CaBP), porém, OMDAHL & DELUCA<sup>(48)</sup> admitiram a existência de dois sistemas CaBP no intestino delgado humano. Entretanto, não se conhece ainda em que extensão o sistema CaBP participa da mobilização de cálcio.

A vitamina D, atuando como hormônio, é o fator preponderante na absorção de cálcio. As duas formas de vitamina D são o ergocalciferol (vit. D<sub>2</sub>) e o colecalciferol (vit. D<sub>3</sub>). O ergocalciferol é a forma sintética da vitamina D e a colecalciferol é a forma anti-raquítica armazenada no homem. Esta última é sintetizada na pele pela radiação ultravioleta sobre o 7-deidrocolesterol, que é o precursor fisiológico (DELUCA<sup>(17)</sup>). Dessa maneira, a exposição aos raios solares ou à radiação ultravioleta influencia a síntese do colesterol endógeno e a subsequente absorção de cálcio. Na hipovitaminose D, a absorção de cálcio fica prejudicada (SOMERVILLE et alii<sup>(64)</sup>).

A relação de Ca:P na dieta exerce efeito marcado sobre o crescimento, reprodução, conteúdo de cinza nos ossos e na quantidade de cálcio e fósforo do plasma sanguíneo (BERHART et alii<sup>(6)</sup>).

BETHKE et alii<sup>(7)</sup>, estudando o efeito da relação Ca:P sobre o crescimento, calcificação e composição de sangue em ratos, verificaram que a relação Ca:P na dieta era mais importante do que os níveis desses elementos na ração e que o quociente entre 1 e 2 de Ca:P promovia bom crescimento e formação óssea adequada.

CLARK<sup>(14)</sup> estudou a importância da relação Ca:P na dieta e verificou que quando a dieta era nutricionalmente adequada em relação a cálcio e fósforo, e se, a atividade das glândulas paratireóides não estivesse deprimida, existia uma correlação linear entre o Ca:P absorvido no intestino e o Ca:P encontrado no plasma.

ANDERSON & DRAPER<sup>(4)</sup> estudaram os efeitos de várias relações de Ca:P e concluíram que o excesso de fósforo na dieta ou relação de Ca:P menor do que 2/1, acelerava a velocidade de reabsorção de ossos.

Atualmente é recomendado um quociente de Ca:P entre 1 e 1,5 pela NAS<sup>(44)</sup> durante o período de rápido crescimento dos animais, entretanto, a necessidade de manutenção ainda não foi estabelecida. De acordo com o DRAPER<sup>(19)</sup> a relação de 2/1 entre cálcio e fósforo é superior a 1:1 para a prevenção de osteoporose.

O efeito da ingestão de proteína sobre o metabolismo cálcio é bastante controverso.

Alguns investigadores constataram que a ingestão elevada de proteína aumentava a excreção urinária (HAWKS et alii<sup>(27)</sup>) e SCHOFIELD & MORREL<sup>(62)</sup>, sendo que, alguns atribuíram esse aumento ao aumento da absorção (MCCANCE et alii<sup>(39)</sup>).

Outros como HAWKS et alii<sup>(27)</sup> notaram que a absorção de cálcio não foi aumentada com uma ingestão elevada de proteína.

Pelos estudos realizados por SPENCER et alii<sup>(65)</sup>, a baixa (0,5g/kg) ou elevada (2g/kg) ingestão de proteína não mudou significativamente a absorção intestinal de cálcio determinada durante a ingestão proteica de 1g/kg (controle). Além disso, LINKSWILER et alii<sup>(35)</sup> demonstraram que a absorção de cálcio não se modificou quando foi diminuída a ingestão proteica, independentemente da ingestão de cálcio.

JOHNSON et alii<sup>(31)</sup> constataram que, quando aumentada a ingestão de proteína de 48 para 141g/dia em adultos, houve um aumento significativo de cálcio urinário, porém, a absorção aumentada de cálcio não foi estatisticamente significativa em indivíduos que receberam alto teor de proteína. Comprovou ainda que, a ingestão de proteína não teve efeito sobre o cálcio plasmático.

NAKAMOTO & MILLER<sup>(43)</sup>, pesquisando sobre o efeito de má nutrição calórico-proteica sobre o desenvolvimento dos ossos longos e da mandíbula em ratos recém-nascidos, admitiram que a **eficiência de calcificação por miligrama de matriz complexa de cálcio (cálcio ligado à proteína mais cálcio dos sais inorgânicos)** foi quase a mesma nos grupos-controle e mal nutridos, sugerindo que o acúmulo de cálcio ocorre paralelamente à formação da matriz óssea apesar das condições nutricionais.

CONDON et alii<sup>(15)</sup> constataram que a ingestão de lactose aumentava a absorção de cálcio em indivíduos tolerantes, mas não em indivíduos não tolerantes, demonstrando que a absorção aumentada dependia da atividade normal da lactase intestinal.

EVANS & ALI<sup>(21)</sup> concluíram que ratos tratados com dietas contendo lactose apresentavam retenção de cálcio aumentada e boa calcificação, e, que o efeito benéfico da lactose era mais pronunciado quando a dieta continha

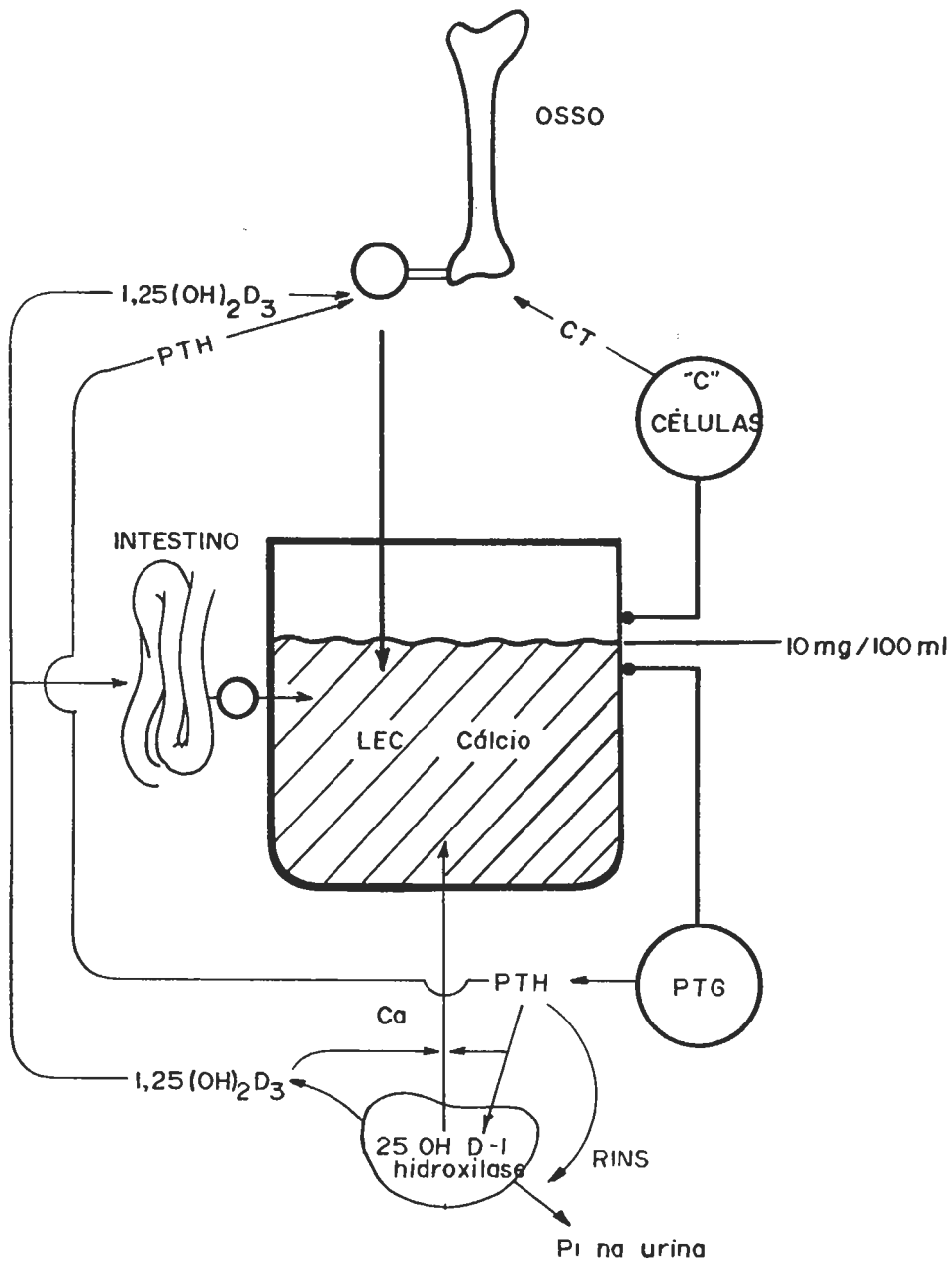


FIGURA - 01

MECANISMOS FISIOLÓGICOS DE  
MANUTENÇÃO DA HOMEOSTASIA  
DE CÁLCIO

quantidade limitada de cálcio. Por outro lado, PANSU<sup>(49)</sup> constatou que a presença de lactose na dieta aumentava a permeabilidade da mucosa nos processos de difusão de cálcio. Entretanto, não se sabe ainda se o efeito da lactose é diretamente dependente de outras variáveis. Apesar de todos os trabalhos acima citados confirmarem a ação benéfica da lactose, URBAN & PENNA<sup>(69)</sup> concluíram, baseados na técnica de **perfusão intestinal**, que a presença da lactose na luz intestinal não teve influência na absorção de cálcio in vivo.

Outros componentes também afetam a absorção de cálcio, tais como os sais biliares e gordura que diminuem a disponibilidade de cálcio pela formação de sais insolúveis, ou também pela diminuição de colecalciferol exógeno (WILLS<sup>(75)</sup>) e vegetais verdes, ricos em oxalatos, que formam precipitados insolúveis de cálcio (PINGLE et alii<sup>(53)</sup>). Com relação ao magnésio, as afirmações são conflitantes, pois KEYNES et alii<sup>(32)</sup> dizem que ocorre um aumento de absorção enquanto que SCHWARTZ et alii<sup>(63)</sup> afirmam que tal não ocorre.

Existem fatores fisiológicos que também afetam a absorção de cálcio. É o caso de estado nutricional de indivíduos ou a necessidade do organismo para o cálcio, como na gestação, lactação ou rápido crescimento. O estado emocional, como "stress", tensão, ansiedade, prejudicam a absorção. Além disso, medicamentos como antiácidos, tetraciclina, laxativos, diuréticos e heparina, diminuem a absorção intestinal (ALBANESE<sup>(2)</sup>).

A regulação do metabolismo de cálcio é determinada pela relação entre a absorção intestinal, a excreção renal e o movimento de cálcio dentro e fora do esqueleto. Esse processo é influenciado pelo paratormônio (PTH) e derivados do metabolismo renal de vitamina D, notadamente o 1,25-dihidroxicolecalciferol (DELUCA<sup>(17)</sup>).

Além da calcitonina endógena, a tiroxina, a somatotropina e os esteróides da adrenal e das gônadas influenciam o metabolismo de cálcio.

Os fatores que controlam o nível de cálcio no sangue estão representados na FIGURA 1.

A concentração de cálcio no plasma de 10mg/100ml é controlada rigidamente pelo mecanismo de retroalimentação negativa. A calcemia é a resultante de 3 vetores representados pelo cálcio transportado ativamente através das paredes do intestino, cálcio perdido nos

rins e cálcio reabsorvido dos ossos (SAMMON et alii<sup>(61)</sup>).

A glândula paratireóide (PTG) secreta o PTH em resposta à hipocalcemia. O PTH inibe a reabsorção tubular de fosfato (ação fosfatúrica) e estimula a reabsorção tubular de cálcio. Além disso, ele estimula a 25-OH-D<sub>3</sub>-1-hidroxilase a produzir o 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub>. No osso, o PTH age conjuntamente com 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> para mobilizar o cálcio do compartimento ósseo, e a nível de intestino delgado, 1,25(OH)<sub>2</sub>D<sub>3</sub> aumenta a absorção (RIBOVICH & DELUCA<sup>(58)</sup>). Dessa maneira a calcemia volta ao seu nível normal, diminuindo, em consequência, a secreção do PTH. Quando o nível de cálcio aumenta além do normal, as células parafoliculares (células "C") tireóide respondem, secretando a calcitonina (CT). A CT, hormônio péptico, atua no osso, inibindo a mobilização de cálcio do compartimento ósseo, e, portanto, diminuindo a concentração de cálcio no plasma (TALMAGE et alii<sup>(67)</sup>).

As exigências do organismo em relação ao cálcio vêm sendo estudadas há muito tempo. Embora seja óbvia a necessidade desse elemento na formação óssea, não parece ter sido conseguido ainda um processo adequado à determinação exata do mínimo necessário.

Ao contrário de outros nutrientes, é difícil estimar uma quantidade fixa de cálcio a partir do nível de ingestão que cure ou previna as "deficiências", devidos às diferenças individuais em se adaptar a uma ingestão de cálcio (WALLING & ROTHMAN<sup>(71)</sup>). Tanto isso é verdade que necessidades recomendadas de cálcio em vários países são diferentes: nos Estados Unidos é de 800mg por dia para adultos (THE RECOMMENDED<sup>(56)</sup>), no Canadá e Inglaterra é de 500mg por dia (REPORT<sup>(57)</sup>) e 400 a 500 mg por dia é recomendado por PASSMORE<sup>(50)</sup>. A tabela I mostra a variabilidade na ingestão recomendada pelas diferentes organizações em diferentes idades.

A grande variabilidade de níveis de cálcio é devido ao método de estudo utilizado. Normalmente as determinações das necessidades são baseadas principalmente nos resultados de estudo de balanço, que têm recebido várias críticas pelo alto custo do método e pela grande variabilidade nos resultados (ALBANESE<sup>(2)</sup>).

Diferentes pesquisadores já sugeriram a hipótese sobre a capacidade de os indivíduos em geral adaptarem-se às dispo-

nibilidades (MALM<sup>(38)</sup>), embora alguns indivíduos possam não demonstrá-la (NORDIN<sup>(46)</sup>).

Uma baixa ingestão de cálcio pode provocar manifestações de sua deficiência como raquitismo, osteomalácia e osteoporose (CALCIUM<sup>(11)</sup>) e ARNSTEIN et alii<sup>(5)</sup>.

PETTIFOR et alii<sup>(52)</sup> afirmam que a etiologia do raquitismo em crianças de origem rural na África do Sul estava relacionada com a baixa ingestão de cálcio na dieta contendo pouca ou grande quantidade de oxalato.

LUTWAK et alii<sup>(37)</sup> postularam que a necessidade recomendada de 800 a 1000mg/dia pode ao longo dos anos evitar a osteoporose.

Por outro lado, SPENCER et alii<sup>(66)</sup> constataram que pacientes idosos com osteoporose tinham a capacidade diminuída de absorver cálcio suplementado, comparados com indivíduos da mesma idade, mas sem osteoporose e que, portanto, quantidades maiores de ingestão de cálcio foram necessárias para atingir balanço positivo de cálcio.

ALBANESE et alii<sup>(2)</sup> sugeriram que o metabolismo se modificava em idade avançada e que a reabsorção óssea e a excreção urinária de cálcio ficavam aumentadas, geralmente em mulheres em menopausa. Outro fato comprovado é que ocorre um declínio progressivo na absorção de cálcio, após 60 anos de idade em ambos os sexos (BULLAMORE et alii<sup>(10)</sup>).

As necessidades de cálcio são diferentes para as diferentes fases da vida. (tabela I). Durante a infância e a adolescência a necessidade recomendada para o cálcio é maior do que em outras fases porque esse período se caracteriza por um rápido crescimento ósseo, muscular e transformações endócrinas e emocionais. Durante a gravidez e lactação é recomendada uma maior ingestão, a fim de satisfazer a demanda criada pelo crescimento e desenvolvimento do feto e a perda de cálcio através do aleitamento.

É difícil estabelecer a necessidade de cálcio na velhice devido à desmineralização do osso associada à idade e à prevalência de osteoporose (CALCIUM<sup>(13)</sup>). Vários fatores associados com a idade como a síndrome de má absorção, alterações hormonais, mudanças na emoção e inatividade podem afetar a utilização de cálcio.

Na última década a disponibilidade biológica de nutrientes tem sido estudada extensivamente. Existem muitos experimentos sobre ferro e zinco em

pães fortificados (RANHOTRA et alii<sup>(55)</sup>) e MILLER<sup>(41)</sup>) e as técnicas mais comumente utilizadas nesses trabalhos são as respostas no sangue e tecidos, como índices de disponibilidade.

A eficiência na utilização de cálcio nos alimentos suplementados é pouco estudada, e existem alguns trabalhos comparando a disponibilidade biológica de diferentes fontes de cálcio.

FORBES et alii<sup>(22)</sup> constataram que os suínos em crescimento alimentados com pedra calcárea pulverizada, carbonato de cálcio precipitado, farinha de osso vaporizada, retiveram 50 a 70% de cálcio e não detectaram nenhuma diferença no uso de diferentes suplementos, nem nos estudos de balanço e nem nos testes de crescimento.

DRAKE et alii<sup>(18)</sup> compararam a retenção de cálcio de diferentes fontes nos ratos em crescimento e encontraram as seguintes porcentagens de cálcio retido: leite integral, 93; carbonato de cálcio, 79,6; ossos cozidos, 86,1; torta de osso seco, 83,2; ossos cozidos comercialmente preparados, 73,3; carne mais 12% de osso, 85,1.

PATTON & SUTTON<sup>(51)</sup> testaram a utilização de sais de lactato, gluconato, sulfato e carbonato em mulheres jovens e constataram que o gluconato de cálcio não foi tão bem utilizado quanto o carbonato, sulfato e lactato de cálcio.

Extensos programas de fortificação de nutrientes têm sido desenvolvidos desde 1940, após a descoberta de algumas doenças causadas pelas deficiências de vitaminas nos Estados Unidos. A importância de programas de fortificação já foi comprovada na erradicação de beri-beri e pelagra com a adição de vitamina B aos cereais; de bócio, com a adição de iodo ao sal; de raquitismo, com a fortificação do leite com a vitamina D (NAS<sup>(45)</sup>).

Os grãos de cereais e seus produtos ou derivados são considerados os veículos ideais para adição de nutrientes à dieta dos indivíduos pelo seu grande consumo. Dentre os grãos, o mais consumido no mundo é o trigo (cerca de 30%) e, cerca de 82% nos Estados Unidos (HARLAN<sup>(25)</sup>) e TOPFER et alii<sup>(62)</sup>).

Tecnologicamente o programa de fortificação de cereais é viável, porém, é necessário ater-se à uniformidade de distribuição dos nutrientes, à sua estabilidade durante a preparação e estocagem, à disponibilidade dos nutrientes e à aceitação pelos consumidores dos produtos preparados (HARTMAN JR.<sup>(26)</sup>). Um estudo recente de proprie-

dades físicas, químicas e organolépticas em pão fortificado com lisina HCl foi realizado por SAAB<sup>(60)</sup>. Quanto à disponibilidade dos nutrientes, OGUIDO<sup>(47)</sup> testou a bioviabilidade de 3 fontes de cálcio, fortificados em pão e constatou que o fosfato apresentou melhores resultados nas variáveis estudadas comparadas com o carbonato e lactato.

PERSPECTIVAS

Com as constatações de diminuição das reservas de cereais a partir do fim da 2a. Guerra Mundial e dos níveis elevados de preços dos alimentos, a alimentação apresenta-se como um sério problema e desafio do presente século.

A população mundial cresce incessantemente e portanto, faz-se mister lembrar que é imperativo a preocupação em produzir alimentos em quantidade e qualidade e a baixos custos.

A nutrição adequada da população exige alimentos de alto valor nutricional e de um balanço global de todos os nutrientes para manter um bom estado de saúde.

Em muitos países desenvolvidos, além da má nutrição calórica proteica, ainda existem deficiências devido à baixa ingestão de vitaminas e sais minerais, constituindo problema de Saúde Pública. No Brasil a baixa ingestão de cálcio é patente e confirmada pela pesquisa realizada por JANSEN et alii<sup>(30)</sup>.

Com base na literatura citada, nota-se que existem várias pesquisas relativas ao cálcio, sua importância na dieta, fatores que afetam a sua absorção e necessidade de cálcio no organismo. Entretanto, existem poucas informações quanto à disponibilidade desse nutriente e até hoje não se tem fixado a necessidade desse elemento em vários países, pela dificuldade na metodologia empregada

para a determinação do estado nutricional dos indivíduos.

Em países como o Japão, Índia e Brasil, onde ocorre uma elevada predominância de osteoporose, a fortificação da dieta com cálcio poderia ser uma das maneiras para diminuir a baixa ingestão de cálcio. Desde que a fortificação de alimento não seja considerada uma panacéia, existem várias possibilidades para sua aplicação em larga escala.

A fortificação de lisina nos alimentos é relativamente recente e coincide com o desenvolvimeto dos métodos para a produção de L-lisina a baixos custos (ALTSCHUL<sup>(3)</sup>). O interesse na fortificação de amino-ácidos está em ascensão, porém, outros nutrientes como o cálcio não devem ser relegados a um segundo plano.

O efeito de fortificação de cálcio em mães desnutridas foi estudada durante a gestação por RAMAN et alii<sup>(54)</sup>, os quais encontraram um aumento significativo na densidade óssea dos recém-nascidos. Portanto, um programa de fortificação poderia minimizar a incidência de raquitismo e osteoporose que são patologias causadas por falta de ingestão de cálcio, além de outros fatores.

A maneira como deve ser aplicado um programa de fortificação de cálcio exige ainda estudos profundos e portanto, antes de se investir recursos para este tipo de programa, devem ser considerados todas as alternativas e problemas (tecnológicos e biológicos) e onde quer que seja praticada deve fazer parte de um programa regional ou nacional de alimentação e nutrição.

Assim, realizado, um programa de fortificação promoveria uma distribuição melhor de recursos para uma dieta mais barata, adequada e completa para todos.

TABELA 1. Ingestão recomendada de cálcio

IDADE	FAO/WHO* mg/dia	CANADÁ** mg/dia	ESTADOS UNIDOS*** mg/dia
0 - 12 meses	500 - 600	500	400 - 600
1 - 9 meses	400 - 500	700 - 1000	700 - 1000
10 - 15 anos	600 - 700	1200	1200 - 1400
16 - 19 anos	500 - 600	900	800
adulto	400 - 500	500	800
gravidez e lactação	1000 - 1200	1200	1300

\* PASSMORE, 1974.  
\*\* REPORT..., 1975.  
\*\*\* RECOMMENDED..., 1979.

## ABSTRACT

This study presents calcium metabolism review: the importance in the diet, the factors that affect the absorption, physiological mechanism control and dietary necessity. The low intake was evident and standartization of recommended needs must be made. Fortification program is suggested to minimize the low intake of calcium.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALBANESE, A.A. Bone loss: causes, detection and therapy. *Ann. Clin. Lab. Sci.*, 5: 176, 1975.
2. ALBANESE, A.A.; EDELSON, A.H.; LORENZE, E.J.; WEIN, E.H.; McBEAN, L.D. *Calcium throughout the life cycle*. New York, National Dairy Council, 1978. 40 p.
3. ALTSCHUL, A.M. Fortification of foods with amino acids. *Nature*, 243: 643, 1974.
4. ANDERSON, G.H. & DRAPER, H.A. Effect of dietary phosphorus on calcium metabolism in intact and parathyroidectomized adult rats. *J. Nutr.*, 102: 1123, 1972.
5. ARNSTEIN, A.R.; FRAME, B.; FROST, H.M. Recent progress in osteomalacie and rickets. *Ann. intern. Med.*, 67: 1296, 1967.
6. BERNHART F.W.; SAVINI, S.; TOMARELLE, R.M. Calcium and phosphorus requirements for maximal growth and mineralization of the rat. *J. Nutr.*, 98: 443, 1969.
7. BETHKE, R.M.; KICK, C.H.; WILDER, W. The effect of the calcium and phosphorus relationship on growth, calcification and blood composition on the rat. *J. biol. Chem.*, 98: 389, 1932.
8. BRONNER, F. Dynamics and function of calcium. In: COMAR, C.L. & BRONNER, F., eds. *Mineral metabolism*. New York, Academic Press, 1964. v. 2 p. 125-65.
9. BUCKMAN, H.D. & BRADY, N.C. *Natureza e propriedade do solo*. 6.ed. New York, Macmillar, 1960. 567 p.
10. BULLAMORE, J.R.; GALLAGHER, J.C.; WILKINSON, R.; NORDIN, B.E.C.; MARSHALL, H. Effect of age on calcium absorption. *Lancet*, 2: 535, 1970.
11. CALCIUM in bone health. *Dairy Council Digest*, 47 (6): 31, 1976.
12. CALCIUM requirements. Rome, FAO, 1961. (FAO nutrition Meetings Report Series, 30; WHO Technical Report Series, 230).
13. CALCIUM: utilization and requirement. *Dairy Council Digest*, 44 (5): 25, 1973.
14. CLARK, I. Importance of dietary Ca:PO<sub>4</sub> rations on skeletal Ca, Mg and PO<sub>4</sub> metabolism. *Am. J. Physiol.*, 217: 865, 1969.
15. CONDON, J.R.; NASSIN, J.R.; HILBE, A.; MILLARD, F.J.C.; STAINTHORPE, E.M. Calcium and phosphorus metabolism in relation to lactose tolerance. *Lancet*, 1: 1027, 1970.
16. COPP, D.H. Calcium and phosphorus metabolism. *Am. J. clin. Nutr.*, 30: 955, 1977.
17. DELUCA, H.F. The vitamin D system in the regulation of calcium and phosphorus metabolism. *Nutr. Rev.*, 37 (6): 161, 1979.
18. DRAKE, T.G.H.; JACKSON, S.H.; TISDALL, F.F.; JOHNSTONE, W. M.; HWIST, L.M. The biological availability of bone. *J. Nutr.*, 37: 369, 1949.
19. DRAPER, H.H.; SIE, T.L.; BERGAN, J.G. Osteoporosis in aging rats induced by high phosphorus diets. *J. Nutr.*, 102: 1133, 1972.
20. EBASHI, S. & AND, M. Calcium ion and muscle contraction. *Prog. Biophys. mol. Biol.*, 18: 123, 1968.
21. EVANS, J.L. & ALI, R. Calcium utilization and feed efficiency in the growing rat as affected by dietary calcium buffering capacity, lactose and EDTA. *J. Nutr.* 92: 417, 1967.
22. FORBES, E.E.; HALVERSON, J.O.; SCHULZ, J.A.; WELLS, E.B. The utilization of calcium compounds in animal nutrition. *Ohio Agric. Exp. Sin. Bull.*, 12: 347, 1921.
23. GOODHART, R.S. & SHILLS, M.E., eds. *Modern nutrition in health and disease: dietotherapy*. 5.ed. Philadelphia, Lea & Febiger, 1975. p. 268-86.
24. GUIDE for care and use of laboratory animals. Washington, DC, U.S. Department of Health, Education and Welfare, 1978. (DHEW Publication, 78-23).
25. HARLAN, J.R. The plants and animals that nourish man. *Scient. Am.*, 235 (3): 89, 1976.
26. HARTMAN JR., G.H. Technological problems in fortification with minerals. In: NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. *Technology of fortification of foods: proceedings of a workshop*. Washington, 1975. p. 8-18.
27. HAWKS, J.E.; BRAY, M.M.; WILDE, M. D.; DYE, M. The interrelationship of calcium, phosphorus and nitrogen in the metabolism of pre-school children. *J. Nutr.*, 24: 283, 1942.
28. HENRIKSON, P.A.; WALLENIUS, K.; ASTRAND, K. The mandible and osteoporosis (2). Method for determining mineral content of mandible and radius. *J. oral. Rehabil.*, 1 (1): 75, 1974.
29. IBGE. *Tabelas de composição de alimentos*. Rio de Janeiro, 1977. (Estudo Nacional de Despesa Familiar - ENDEF, v. 1).
30. JANSEN, E.R.; JANSEN, N.B.; SHIGETOMI C.T.; HARPER, J.M. Effect of income and geographic region on the nutrition value of diets in Brazil. *Am. J. clin. Nutr.*, 30: 955, 1977.
31. JOHNSON, E.; ALCANTARA, E.N.; LINKSWILLER, H. Effect of level of protein intake on urinary and fecal calcium and retention of young adult males. *J. Nutr.*, 100: 1425, 1970.
32. KEYNES, W.M.; BARNES, B.A.; COPE, O. Urinary excretion of calcium and magnesium in man using a diet with a vary content of these minerals. *Proc. R. Soc. Med.*, 64: 152, 1971.
33. KON, S.K. *Milk and milk products in human nutrition*. 2.ed. Rome, FAO, 1972. (FAO Nutritional Studies, 27).
34. LANGER, G.A. Ion fluxes in cardiac excitation and contraction and their relation to myocardial contractility. *Phydiol. Rev.*, 48: 708, 1968.
35. LINKSWILLER, H.M.; JOYCE, C.L.; ANAND, C.R. Calcium retention of young adult males as affected by level of protein and calcium intake. *Trans. N. Y. Acad. Sci.*, 36: 333, 1974.
36. LUTWAK, L. Metabolic and biochemical considerations of bone. *Ann. clin. Lab. Lab. Sci.*, 5 (3): 185, 1975.
37. LUTWAK, L.; KOOK, L.; HENRIKSON, P.A.; URIS, R.; WALLEN, J.; COULSTON, A.; LESSER, G. Calcium deficiency and human periodontal disease. *Isr. J. Med. Sci.*, 7: 504, 1971.
38. MALM, O.J. *Calcium requirements and adaptation on adult man*. Oslo Oslo University Press, 1958.
39. McCANCE, R.A.; WINSOWSON, E.M.; LEHMANN, H. The effect of protein

- intake on the absorption of calcium and magnesium. *Biochem. J.*, 36: 686, 1942.
40. MELANCON JR., M.J. & DELUCA, H.F. Vitamin D stimulation calcium dependent adenosin-triphosphatase in clek intestinal brush borders. *Biochemistry*, 9: 1658, 1970.
41. MILLER, J. Utilization of iron from enriched wheat bread by normal and anemic rats. *Cereal Chem.*, 53: 33, 1976.
42. MOUNTCASTLE, V.B. *Fisiologia Médica*. 13.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1978. v. 2.
43. NAKAMOTO, T. & MILLER, S.A. The effect of protein-energy malnutrition on the development of bones in newborn rats. *J. Nutr.*, 109: 1469, 1979.
44. NAS. Nutrient requirements of the laboratory rat. IN: \_\_\_\_\_. *Nutrients requirements of domestic animals*. Washington, D.C., 1978. p. 7-37. (Nutrient requirements of laboratory animals, 10).
45. NAS. *Proposed fortification policy for cereal - grain products*. Washington, D.C., 1974. 36 p.
46. NORDIN, B.E.C. *Calcium phosphate and magnesium metabolism*. New York, Churchill, Livingstone, 1976. p. 1-35.
47. OGUIDO, A.K. *Comparação de disponibilidade de diferentes fontes de cálcio através de fortificação em pães*. Londrina, Universidade de Londrina, 1980. 61 p. Tese (Mestrado) Univ. Est. Londrina.
48. OMDAHL, J.L. & DELUCA, H.F. Regulation of vitamin D metabolism and function. *Physiol. Rev.*, 53: 327, 1973.
49. PANSU, D.; BELLATON, C.; BRONNER, F. Effect of lactose on duodenal calcium absorption. *J. Nutr.*, 109: 508, 1979.
50. PASSMORE, R.; NICOL, B.M.; RAO, M.R. *Handbook on human nutritional requirements*. Rome, FAO, 1974. p. 49-52. (FAO nutritional Studies 28: WHO monograph Series, 61).
51. PATTON, M.B. & SUTTON, T.S. The utilization of calcium from lactate, gluconate, sulphate and carbonate salts by young college women. *J. Nutr.*, 48: 443, 1952.
52. PETTIFOR, J.; WANG, J.; COUPER-SMITH, J. Rickets in children of rural origin in South Africa: is low dietary calcium a factor? *J. Pediatr.*, 92 (2): 320, 1978.
53. PINGLE, U. & RAMASASTRI, B.V. Absorption of calcium from a leafy vegetable rich in oxalates. *Br. J. Nutr.*, 39 (1): 119, 1978.
54. RAMAN, L.; RAJALAKSHMI, K.; KRISHNAMACHARI, K.A.V.R.; SASTRY, J.G. Effect of calcium supplementation to undrnourished mothers during pregnancy on the bone density of the neonates. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31: 466, 1978.
55. RANHOTRA, G.S.; HEPBURN, E.N.; BRADLEY, W.B. Availability of iron in enriched bread. *Cereal Chem.*, 48: 377, 1971.
56. THE RECOMMENDED dietary alloances. Pt. I: The new recommended dietary allowances. *Nutrition Today*, 14 (5): 10, 1979.
57. REPORT of Commitee on International Dietary Allowances of the International Union of Nutrition Science. *Nutr. Abs Abstr. Rev.*, 45: 9, 1975.
58. RIBOVICH, M.L. & DELUCA, H.F. Intestinal calcium transport: parathyroid hormone and adaptation to dietary calcium. *Archs. Biochem. Biophys.*, 175: 256, 1976.
59. ROBERTSON, V.G.; MORGAN, D.B.; FLEISCH, H. The effects of diphosphonates on the exchangeable and non-exchangeable calcium and phosphate of hydroxyapatite. *Biochem. Biophys. Acta.*, 261: 517, 1971.
60. SAAB, R.M.G.B. *O enriquecimento do pão francês com lisina HCl: estudo de propriedades físicas, químicas e organolépticas*. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1979. 57 p. Tese. Univ. São Paulo.
61. SAMMON, P.J.; STACEY, R.; BRONNER, F. Role of parathyroid hormone in calcium homeostasis and metabolism. *Am. J. Physiol.*, 218 (2): 479, 1970.
62. SCHOFIELD, F.A. & MORREL, E. Calcium phosphorus and magnesium. *Fedn. Proc.*, 19: 1014, 1960.
63. SCHWARTZ, R.; WOODKOK, N.A.; BLAKELY, J.D.; MAKELLAR, I. Metabolic responses of adolescent boys to two levels of dietary magnesium and protein level on calcium balance. *Am. J. clin. Nutr.*, 26: 519, 1973.
64. SOMERVILLE, P.J.; LIEN, J.W.; KAYE, M. The calcium and vitamin D status in an elderly female population and their response to administred supplemental vitamin D<sub>3</sub>. *J. Geront.*, 32 (6): 659, 1977.
65. SPENCER, H.; KRAMER, L.; OSIS, D.; NORRIS, C. Effect of high protein (meat) intake on calcium metabolism in man. *Am. J. Clin. Nutr.*, 31: 2167, 1978.
66. SPENCER, H.; MENCZEL, J.; LEWIN, J.; SAMACHON, J. Absorption of calcium in osteoporosis. *Am. J. Med.*, 37: 223, 1964.
67. TALAMAGE, R.V.; OWEN, M.; PARSOSN, J.A. *Calcium regulating hormones*. Amsterdam, Excerpta Medica, 1975. p. 284-96.
68. TOEPFER, E.W.; POLANSKY, M.M.; EHEART, J.F.; SLOVER, H.T.; NORRIS, E.R.; HEPBURN, E.N.; QUACKEN-BUSCH, F.W. Nutrient comparison of selected wheats and wheat products. XI. Summary. *Cereal Chem.*, 49: 173, 1972.
69. URBAN, E. & PENA, M. The effect of lactose in vivo transport in the rat. *Am. J. clin. Nutr.*, 28: 43, 1975.
70. VIEGAS, J.A. Leite III: o brasileiro consome pouco leite. *Folha de Londrina*, Londrina, 14 maio 1977. p. 24.
71. WALLING, M.W. & ROTHMAN, S.S. Apparent increase in carrier affinity for intestinal calcium transport following dietary calcium restriction. *J. biol. Chem.*, 245: 5007, 1970.
72. WERGEDAL, J.E. & BZYLINK, D.J. Factor affecting bone enzymatic activity in vitamin D deficient rats. *Am. J. Physiol.*, 22 (2): 406, 1971.
73. WHEDON, G.B. Effects of high calcium intakes on bones, blood and soft tissue; relationship of calcium intake to balance in osteoporosis. *Fedn. Proc.*, 18: 1112, 1959.
74. WILLIAMS, R.J.P. Catalysis by metal enzymes. *Inorg. Acta Rev.* 5: 137, 1971.
75. WILLS, M.R. Intestinal absorption of calcium. *Lancet*, 1: 820, 1973.