

# Cá LCIO

## BIODISPONIBILIDADE E PRINCIPAIS FONTES

O teor e a biodisponibilidade do cálcio variam muito nos diversos alimentos, sendo que um grande número de fatores influencia no aproveitamento do elemento presente nas refeições. O leite de vaca e derivados constituem as fontes mais ricas e com maior percentual de absorção deste mineral.



## O CÁLCIO E SUAS PRINCIPAIS FONTES

O cálcio é um elemento fundamental ao organismo e sua importância está relacionada às funções que desempenha na mineralização óssea, principalmente na saúde óssea, desde a formação, manutenção da estrutura e rigidez do esqueleto.

O papel deste mineral na alimentação tem sido estabelecido em todas as etapas da vida, exercendo funções fisiológicas como componente do tecido ósseo, de cofator enzimático ou como mensageiro celular, além disso esse mineral tem sido estudado como fator dietético que age na redução do risco de enfermidades degenerativas.

As recomendações nutricionais para o cálcio variam conforme a faixa etária e as condições clínicas dos indivíduos. Em geral, são de 1.200mg/dia para indivíduos acima de 51 anos e de 1.000mg para indivíduos adultos entre 19 a 50 anos.

Os produtos lácteos são reconhecidos como excelentes fontes de nutrientes essenciais, de forma geral e, em particular, de cálcio. Na dieta norte-americana, os produtos lácteos representam aproximadamente 75%, ou mais, da ingestão diária de cálcio, sendo o restante proveniente de vegetais, grãos e frutas.

O teor de cálcio dos diferentes produtos lácteos varia consideravelmente, de 60mg/100g, no queijo Cottage, para 110mg a 120mg/100g, em vários leites e iogurtes líquidos, e de 500mg a 700mg/100g, em diversos produtos derivados do queijo. O queijo Cottage preparado a partir do leite desnatado,

sem adição de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), possui apenas 9mg/100g. A adição de  $\text{CaCl}_2$  ao leite fresco resulta em uma mudança do cálcio líquido nas micelas da caseína; portanto, a adição de  $\text{CaCl}_2$  para promover a ação de coalho, aumenta o teor de cálcio do produto. Em comparação, o leite de soja e produtos de tofu contêm 21mg e 105mg/100g, respectivamente. Este exemplo é importante para compreender como a distribuição de cálcio varia em diferentes produtos lácteos e, além disso, como a distribuição de cálcio pode influenciar na biodisponibilidade desse mineral.

Além do fato dos produtos lácteos representarem excelentes fontes de cálcio na dieta, é importante notar que a biodisponibilidade de cálcio também é elevada nesses sistemas alimentares. Estudos realizados em ratos relataram a aparente eficiência da absorção de cálcio, que varia de 54% a 75%, a qual é equivalente ou superior à eficiência obtida com suplementos de cálcio. Em humanos adultos, a absorção radioisotópica de cálcio variou de 25% a 35%. A absorção de cálcio em recém-nascidos prematuros pode atingir até 82% da ingestão de cálcio. O “fator leite” tem sido relatado para facilitar a solubilidade de cálcio, zinco e ferro na presença de fibras de cereais e fitato de sódio. Isso explica, parcialmente, a melhora na absorção de cálcio observada em indivíduos que consomem leite contendo



do cereal de farelo de trigo. Além disso, outros estudos com humanos analisaram a absorção relativa de cálcio dos diferentes alimentos, relatando que produtos lácteos, como o leite e o queijo, fornecem relativamente maior biodisponibilidade de cálcio do que o espinafre, por exemplo.

O conjunto desses resultados mostra a importância dos componentes presentes no leite, que podem incluir a lactose ou produtos associados a hidrólise e proteínas lácteas; esses componentes podem contribuir para

aumentar a absorção de cálcio, facilitando a solubilidade.

A proteína do leite contém um certo número de peptídeos com atividade biológica potencialmente ativa que contribuem, ou modulam um número específico de mecanismos fisiológicos que regulam a homeostase metabólica. Estudos têm demonstrado que os peptídeos da caseína soltos no duodeno apresentam a função fisiológica de regular a secreção gástrica e pancreática, proporcionando atividades de imunestimulação e atuando no transporte do cálcio. Um trabalho considerável tem sido dedicado à descoberta e caracterização dos fosfopeptídeos bioativos do leite, que são considerados facilitadores da absorção intestinal de cálcio e solubilizadores de fosfato de cálcio. Caracterizar as estruturas primária e secundária dos fosfopeptídeos derivados das caseínas é um passo importante na compreensão do significado biológico desses peptídeos para o metabolismo do cálcio. Além disso, essa informação é fundamental para a geração de alimentos derivados fisiologicamente dos componentes ativos das fontes de proteínas do leite com aplicações comerciais. Alguns produtos alimentícios e outros contendo caseinofosfopeptídeos foram desenvolvidos na Europa e no Japão com a intenção de fornecer um nutracêutico destinado a aumentar a biodisponibilidade dos minerais suplementados nos alimentos.



## OS CASEINOFOSFOPEPTÍDEOS

O termo caseinofosfopeptídeo (CPP) foi introduzido na década de 50 para descrever peptídeos fosforilados derivados da caseína que apresentavam a propriedade de melhorar a calcificação de crianças portadoras de raquitismo. Essa influência de peptídeos no metabolismo mineral foi observada após incubação de caseína com pepsina e suco pancreático, o que permitia a obtenção de uma fração peptídica resistente à degradação posterior por outras enzimas.

Os peptídeos obtidos apresentavam elevado conteúdo de resíduos fosforilados e aumentavam o balanço de cálcio de 39% a 78% em neonatos raquíticos. Desde então, verificou-se cientificamente que os caseinofosfopeptídeos possuem a habilidade de ligar micro elementos, como Ca, Mg e Fe, e também elementos-traço, como Zn, Ba, Cr, Ni, Co e Se.

Os primeiros estudos sobre a hidrólise da caseína, em 1895, já demonstravam que compostos fosforilados derivados da

caseína formavam sais insolúveis com vários metais, sendo denominados fosfopeptonas. A partir da caseína, e com o uso de tripsina, foi obtido um polipeptídeo com relação nitrogênio:fósforo (N:P) de 4:1, indicando que os peptídeos apresentavam alta fosforilação. A caracterização desta fosfopeptona foi realizada pelos métodos então disponíveis, revelando a presença de serina e um ácido dicarboxílico, que aparentemente seria o ácido hidroxiglutâmico.

Estudos subsequentes verificaram que os caseinofosfopeptídeos consistem em uma mistura de peptídeos de diferentes pesos moleculares formados, *in vivo*, quando a caseína é degradada pelas enzimas proteolíticas no trato digestivo. Esses peptídeos, em sua estrutura primária, apresentam uma sequência de aminoácidos carregados negativamente em pH fisiológico, constituída por resíduos de ácido glutâmico e serina fosforilada (Ser(P)-Ser(P)-Ser(P)-Glu-Glu).

A partir de então, vários estudos têm demonstrado que a digestão da caseína

eleva a biodisponibilidade do cálcio. Os caseinofosfopeptídeos formam complexos solúveis com fosfato de cálcio em pH alcalino. Esses complexos previnem a precipitação do fosfato de cálcio e aumentam a concentração do cálcio solúvel *in vitro* e no lúmen do intestino delgado.

A elevada afinidade das moléculas de caseína por cátions di e trivalentes é atribuída à sua fosforilação. A extensão da fosforilação das caseínas é dependente do tipo de caseína em questão. Por exemplo, a caseína bovina  $\alpha_2$  possui 13 grupos fosfato, enquanto a  $\kappa$ -caseína apresenta somente um grupamento. O fósforo aparece ligado às caseínas através de ligações monoéster nos resíduos serina, criando um domínio ácido favorável à ligação com metais.

A presença de sítios fosforilados conduz a um aumento na hidrofiliabilidade e na mobilidade daquele determinado sítio peptídico. Aproximadamente 80% das regiões fosforiladas da caseína se apresentam com a estrutura  $\beta$ -pregueada.

## ABSORÇÃO DO CÁLCIO

A absorção intestinal de cálcio pode ser dividida em duas partes: uma ativa saturável, a qual é mediada pela vitamina D e envolve a proteína ligadora de cálcio (Ca-Bp), e uma passiva, que pode corresponder a difusão simples ou facilitada (carreador-mediada).

Provavelmente, todo o intestino é capaz de absorver cálcio. Contudo, sob condições normais, acredita-se que apenas o intestino delgado participe nessa absorção. O local onde a maior parte da absorção do elemento ocorre depende da capacidade absorptiva, do comprimento do segmento intestinal, do tempo de trânsito, da biodisponibilidade e da concentração intraluminal de cálcio. O duodeno possui a maior capacidade absorptiva por unidade de comprimento, mas a maioria do cálcio é absorvido no jejuno devido ao seu maior comprimento total.

A absorção intestinal ativa de cálcio é primariamente regulada pela

1,25-dihidroxitamina D. Outros hormônios também podem influenciar esta absorção, aumentando-a (paratormônio-PTH, hormônio do crescimento - GH) ou diminuindo-a (glicocorticoides, excesso de hormônios tireoidianos e, possivelmente, calcitonina), via interação com a conversão renal de 25-hidroxitamina D (25-OHD) a 1,25(OH)2D ou com o efeito da 1,25(OH)2D sobre o intestino, ou ainda, por uma ação hormonal direta.

Por outro lado, uma série de cátions, ânions, proteínas, carboi-

dratos, gorduras e drogas influenciam na absorção intestinal de cálcio. Contudo, com exceção das gorduras e algumas drogas, esses compostos têm



pouca importância prática na vida diária.

O cálcio é continuamente perdido no lúmen intestinal devido à secreção do suco digestivo. Uma parte deste é reabsorvido e o restante é excretado nas fezes.

A absorção e os requerimentos de cálcio variam conforme a faixa etária e as condições clínicas dos indivíduos. Em geral, quanto maior a necessidade e menor o fornecimento dietético, mais eficiente será a absorção. O aumento das necessidades do elemento encontrado em situações como crescimento, gravidez, lactação, deficiência de cálcio e na atividade física que resulta em alta densidade óssea, intensifica a absorção de cálcio.

Na infância, o cálcio é necessário para a mineralização e crescimento ósseo adequados. A quantidade real de cálcio necessária depende, além da idade da criança, das taxas individuais de absorção e de outros fatores dietéticos. Também a retenção de cálcio é variável nos indivíduos. Nas crianças entre dois e oito anos de idade, por exemplo, totaliza aproximadamente 100mg/dia. Como a ingestão de cálcio tem pouca influência sobre seu grau de excreção urinária, durante períodos de crescimento rápido as crianças precisam de duas a quatro vezes mais cálcio por kg de peso do que os adultos. Como o leite e outros produtos lácteos são as fontes principais do elemento, as crianças que não os consomem, ou os ingerem em quantidades limitadas, estão em risco de deficiência de cálcio.

Na gestação ocorrem mudanças no metabolismo de cálcio que favorecem a transferência deste elemento para o feto, incluindo alterações nos hormônios reguladores de cálcio. A taxa de absorção intestinal é aumentada, principalmente a partir do 2º trimestre, de 27% (em mulheres não gestantes) para 54% no 5º ou 6º mês de gestação, sendo de 42% ao término (40ª semana gestacional). Também estão aumentados a reabsorção renal e o *turnover* do cálcio ósseo, favorecendo o atendimento dos requerimentos de cálcio e a mineralização óssea fetais. Na gestação, também é observado um aumento de cálcio urinário, provavelmente devido ao



aumento da taxa de filtração glomerular. Depois do parto, a absorção de cálcio e a excreção urinária do mesmo voltam aos níveis pré-gravídicos.

A absorção de cálcio, particularmente a absorção ativa, declina com a idade. Esse declínio pode ser causado por deficiência dietética e diminuição endógena na produção de vitamina D. Essa diminuição da produção é devida, em parte, à menor exposição solar nos grupos etários mais avançados. Além disso, com o processo de envelhecimento, ocorre piora da função renal e diminuição da produção de vitamina D, com consequente hiperparatireoidismo secundário.

Nas mulheres, a diminuição estrogênica observada após a menopausa também reduz a produção renal de 1,25(OH)2D. Por outro lado, o alto *turnover* ósseo que ocorre nos primeiros anos da menopausa pode inibir a absorção intestinal de cálcio, devido à mobilização do osso mineral, com diminuição da secreção do PTH e da 1-hidroxilação da 25-OHD.

### TEOR E BIODISPONIBILIDADE DO CÁLCIO

O cálcio é encontrado em maiores ou menores concentrações, dependendo do alimento, sendo geralmente mais abundante e biodisponível no leite bovino e derivados.

Embora alguns alimentos tenham teores razoáveis de cálcio, sua absorção pode ser bastante variável. No ano 2000, um estudo comparou a biodisponibilidade do cálcio do leite de soja enriquecido com leite de vaca, demonstrando que a biodisponibilidade do primeiro correspondia a apenas 75% da biodisponibili-

dade do segundo. O estudo sugeriu que para se atingir uma equivalência entre os dois leites, seria necessário que o de soja fosse enriquecido com 500mg de Ca/porção e não apenas com os atuais 300mg/porção referidas pela maioria dos fabricantes.

O leite de outros animais também teve a sua absorvabilidade averiguada. Em 1995, um estudo comparando os leites de ovelha e cabra com o de vaca não encontraram diferenças na biodisponibilidade de cálcio dos mesmos.

A eficiência da absorção de cálcio é afetada pela presença intraluminal de outros componentes dietéticos. Cerca de 30% do cálcio dietético está biodisponível nos alimentos. Esta biodisponibilidade refere-se à digestibilidade e absorção do elemento. A digestibilidade pode ser comparada com a solubilidade ou, mais precisamente, com a solubilização. Aminoácidos e pequenos peptídeos presentes na dieta não costumam alterá-las. Por outro lado, muitas gorduras, carboidratos complexos e alguns minerais podem influenciar tanto na digestibilidade como na biodisponibilidade do cálcio. Já alguns produtos industrializados e enriquecidos, como por exemplo, a farinha de trigo, apesar de poder conter cálcio, apresentam uma pior biodisponibilidade quando comparados ao leite.

A ação da vitamina D é necessária para que ocorra uma adequada absorção intestinal de cálcio. Como esse nutriente também está disponível a partir da ação da luz solar nos tecidos subcutâneos, a quantidade necessária a partir de fontes dietéticas depende de fatores não dietéticos.

Nos últimos anos, vem sendo aumentada a indicação de alimentos ricos em fibras na dieta. Embora isso seja interessante do ponto de vista das dislipidemias, constipação e diabetes Mellitus, pode prejudicar a absorção de diversos minerais, entre os quais o cálcio. Um estudo realizado em pacientes submetidos à dieta para perda de peso, com elevados teores diários de cálcio (em torno de 1.302mg/dia) e de fibras, mostrou uma redução no balanço corpóreo de cálcio, que passou de +32 para -77mg/dia. Além disso, em pacientes submetidos a uma dieta geral, o simples acréscimo de



frutas e vegetais, apesar de causar um aumento da ingestão de cálcio de 1.070 para 1.166mg/dia, também provocou uma queda no balanço do elemento, que passou de +72 para -122mg/dia. Sendo assim, altas fontes dietéticas de fibras e vegetais contribuem consideravelmente para diminuir a absorção de cálcio.

Enquanto alguns pesquisadores insistem no papel das fibras como fator principal na diminuição da biodisponibilidade de cálcio, outros defendem que os efeitos observados diretamente na absorção do cálcio parecem ser devidos mais a outros fatores alimentares do que às fibras propriamente ditas. Alimentos ricos em fibras frequentemente contêm também fitatos ou ácido oxálico, substâncias que interagem com o cálcio. Contudo, estudos sobre o efeito dos oxalatos e fitatos no metabolismo do cálcio em humanos são poucos e os resultados contraditórios.

Já os carboidratos, de forma geral, aumentam a absorção de cálcio. Nesse aspecto, a lactose seria a mais eficiente dentre eles.

Durante o decorrer de 50 anos, muitos estudos têm sido publicados sobre a importância da suplementação de lactose na absorção de cálcio em dietas de animais. Também em humanos, inúmeros pesquisadores têm estudado a sua eficácia em uma variedade de experimentos. Alguns, inclusive, têm sugerido que a osteoporose seria mais prevalente na deficiência de lactase. Até o momento, contudo, as afirmações sobre a importância do açúcar do leite na absorção do cálcio têm sido controversas.

adultos com dietas ricas e pobres em gorduras, não foram observadas alterações na absorção de cálcio.

Já os suplementos proteicos ou alimentos enriquecidos com proteína têm um potencial impacto sobre o balanço de cálcio. Alguns pesquisadores defendem uma associação entre aumento da ingestão proteica e a piora do metabolismo do cálcio, enquanto outros não demonstraram essa relação.



Além dos já citados, outros componentes podem influenciar a absorção do cálcio. Existem evidências, por exemplo, de que vários oligossacarídeos não digeríveis melhoram a absorção de cálcio em adolescentes e adultos. Em contrapartida, alguns estudos têm mostrado que a adição de gordura pode produzir má absorção, ou esteatorréia, reduzindo a absorção de cálcio. Alguns estudos deixam claro que a ingestão de gordura tem um impacto negativo sobre o balanço de cálcio somente durante a esteatorréia. Geralmente, isso é o resultado da precipitação do cálcio com ácidos de gorduras devido à presença de sabões insolúveis no lúmen do intestino. A quantidade de sabões formados, paralelamente, é importante para ionizar os ácidos de gordura, ao mesmo tempo em que reduz a concentração de cálcio. Paradoxalmente, comparando o balanço de cálcio de

Estudos epidemiológicos indicam que há uma relação inversa entre proteína dietética e saúde óssea. Isso poderia ser evidenciado pela associação positiva entre fratura de quadril e ingestão proteica e pela estimulação da calciúria pelas proteínas. Aliás, um dos aspectos mais pesquisados da interação da ingestão proteica com o metabolismo do cálcio se refere ao aumento na excreção de cálcio na urina. Estima-se que haja um aumento da calciúria em 60 mg/dia para cada 50g de proteína ingerida. Cada grama de proteína metabolizada aumentaria as concentrações urinárias de cálcio em cerca de 1,75mg. Assim, duplicar a quantidade de proteínas dietéticas purificadas ou aminoácidos na dieta aumentaria o cálcio urinário em cerca de 50%. O mecanismo que induz a hipercaliúria envolve uma redução na reabsorção renal de cálcio. O balanço negativo do elemento induzido

pelas proteínas não seria prevenido pelo aumento das fontes de cálcio.

Existem muitas controvérsias sobre a influência da cafeína na biodisponibilidade do cálcio e no aumento da perda mineral óssea. Um estudo realizado em mulheres menopausadas, verificou que uma ingestão maior que 300mg de cafeína por dia causaria uma perda de cálcio a nível ósseo. Contudo, a maioria dos estudos não é conclusiva sobre a influência da cafeína na biodisponibilidade do cálcio dietético, mas sugere que a mesma exerceria um efeito semelhante ao álcool, causando uma maior estimulação da excreção do cálcio a nível renal e uma maior desmineralização óssea.

Já com relação aos fosfatos, estes estão disponíveis em praticamente todos os alimentos, podendo ser citados como fontes consideráveis o leite, os ovos e as carnes, além das leguminosas e nozes, entre outros alimentos. O simples ato de alimentar-se propicia uma quantidade bastante constante de fosfato (aproximadamente 1.000mg a 1.200mg/dia para mulheres adultas e 1.200mg a 1.400mg/dia para homens). Já quantidades proporcionais de cálcio não são consumidas se não houver um esforço consciente no sentido de selecionar porções suficientes de alguns alimentos ricos no elemento. Cerca de 70% do fósforo ingerido é absorvido a nível intestinal (jejuno, preferencialmente). A absorção depende da vitamina D e do pH intestinal, sendo favorecida pela acidez do meio. O cálcio também influi na absorção de fosfato, estimando-se que a absorção de ambos os elementos chega a ser ótima quando a relação

cálcio/fósforo é igual a 1.

Proporções semelhantes de íons de cálcio e fosfato são também necessárias para que ocorra uma adequada mineralização dos ossos. Tanto a ingestão excessiva de fósforo como o baixo consumo de cálcio podem alterar a proporção cálcio/fósforo. O excesso de fosfato em relação ao cálcio estimula o PTH e, se este padrão de consumo for crônico, segue-se a perda óssea.

### CARÊNCIAS NUTRICIONAIS E A BIODISPONIBILIDADE DO CÁLCIO

A eficiência da absorção de cálcio aumenta se o indivíduo é mantido com uma dieta deficiente de cálcio, provavelmente porque o processo de transporte saturável, vitamina D-dependente, está aumentado. Não está claro, contudo, quanto tempo é necessário para que a adaptação à mudança de ingestão ocorra. A maioria dos estudos de adaptação em humanos foi feita com indivíduos adaptados a uma baixa ingestão de cálcio por várias semanas e a pouca informação disponível de estudos mais profundos é confusa. Pesquisas mostraram que a quantidade de cálcio (entre 12mg e 400mg) consumida em uma refeição, 2,5 horas antes da administração oral de 47mg de cálcio, teve efeito significativo sobre o aparecimento plasmático (absorção) do isótopo. Todavia, a infusão intravenosa de hormônio paratireoide não teve efeito sobre a absorção de cálcio por, no mínimo, quatro a cinco horas, no mesmo experimento. Outro estudo com indivíduos colocados em uma dieta deficiente de cálcio por oito semanas, pesquisou se o jejuno poderia se adaptar rapidamente à concentração intraluminal de cálcio. A conclusão foi de que este não reduz sua taxa de absorção imediatamente (em 1:30 horas) em resposta à alta concentração intraluminal de cálcio.

Pode parecer, pelos dados acima, que são necessárias muitas horas antes que a taxa de absorção se adapte à mudança no cálcio intraluminal. Além da concentração do cálcio intraluminal, a ingestão habitual do elemento afeta a eficiência de absorção, mostrando que um mecanismo

adaptativo de longo prazo também atua.

A absorção de cálcio pelo cólon contribui significativamente para a absorção total do elemento em pacientes com pequenas ressecções intestinais. O cólon também pode ser importante na recuperação do cálcio liberado de complexos da dieta (fitatos, ácido urônico e pectina) no intestino grosso pelas bactérias colônicas.

Já que o intestino pode se adaptar às baixas ingestões de cálcio, acredita-se comumente que a deficiência dietética do elemento não leva à desmineralização óssea. Todavia, evidências consideráveis demonstram que, em algumas situações, a adaptação à baixa ingestão pode não ser suficiente para prevenir o balanço negativo de cálcio. Pesquisas demonstraram que há um limite inferior de ingestão de cálcio, abaixo do qual a absorção não pode se adaptar suficientemente para manter o balanço do elemento. Em outra pesquisa, que estudou o balanço de cálcio em adultos, foram encontradas altas taxas de balanços negativos quando a ingestão do elemento era de 600mg/dia, concluindo-se que eram necessários 950mg/dia para atingir um equilíbrio em 95% dos pacientes.

Até alguns anos atrás, acreditava-se que várias regiões do mundo consumiam consideravelmente menos cálcio do que nos Estados Unidos, sem efeitos prejudiciais sobre o crescimento ou mineralização óssea. Evidências mais recentes contradizem esta crença. Um estudo realizado em crianças sul-africanas mostrou que as que ingeriam uma média de 125mg/dia de cálcio apresentavam hipocalcemia e elevação da fosfatase alcalina, enquanto que as que ingeriam 337mg/dia não apresentavam. Outro estudo, realizado com iugoslavos, pesquisou a mineralização óssea em dois grupos de indivíduos: um com ingestão de cálcio de 400mg/dia e outro de 900mg/dia. O grupo com menor teor de ingestão de cálcio na dieta teve menor mineralização óssea, aos 30 anos de idade, e maior taxa de fraturas.

Aparentemente a absorção de cálcio se adapta às baixas ingestões do elemento. Contudo, essa adaptação não é suficiente para evitar o balanço negativo quando a ingestão, em longo prazo, é igual ou inferior a 400mg/dia.



# CÁLCIO BIODISPONIBILIDAD Y PRINCIPALES FUENTES

El calcio es un elemento clave para el organismo y su importancia está relacionada con las funciones que desempeña en la mineralización ósea, principalmente en la salud ósea, desde la formación y el mantenimiento de la estructura y la rigidez del esqueleto.

Las recomendaciones nutricionales de calcio varían según el grupo de edad y de las condiciones clínicas de los individuos. En general son de 1.200 mg / día para las personas mayores de 51 años y 1.000 mg para personas adultos entre 19 y 50 años.

Los productos lácteos son reconocidos como excelentes fuentes de nutrientes esenciales, en general y, en particular, de calcio. Además del hecho de que los productos lácteos representan excelentes fuentes de calcio en la dieta, es importante tener en cuenta que la biodisponibilidad de calcio es también alta en estos sistemas alimentarios.

El calcio se encuentra en concentraciones más altas o más bajas, dependiendo del alimento es generalmente más abundante y biodisponible en la leche bovina y derivados.

Aunque algunos alimentos tienen niveles razonables de calcio, su absorción puede ser muy variable.

La eficiencia de la absorción del calcio se ve afectada por la presencia de otros componentes de la dieta intraluminal. Aproximadamente el 30% del calcio dietético es biodisponible en los alimentos. Esta biodisponibilidad se refiere a la digestibilidad y absorción del elemento. La digestibilidad puede ser comparado con la solubilidad o, más precisamente, con la solubilización. Aminoácidos y pequeños péptidos presentes en la dieta tienden a no cambiar. Por otra parte, muchas grasas, carbohidratos complejos y algunos minerales puede influir tanto en la digestibilidad como en la biodisponibilidad del calcio. Ya

algunos productos industriales y enriquecidos, como, por ejemplo, harina de trigo, aunque puede contener calcio, presenta una peor biodisponibilidad cuando comparada con la leche.

La acción de la vitamina D es necesaria para causar una absorción intestinal adecuada de calcio. Como este nutriente también está disponible de la acción de la luz solar en los tejidos subcutáneos, la cantidad necesaria de fuentes dietéticas depende de factores no dietéticos.

En los últimos años, se ha incrementado la indicación de alimentos ricos en fibra en la dieta. Aunque esto es interesante desde el punto de vista de las dislipidemias, estreñimiento y diabetes mellitus, puede perjudicar la absorción de varios minerales, entre ellos el calcio.

Aunque algunos investigadores insisten en el papel de las fibras como principal factor en la reducción de la biodisponibilidad de calcio, otros argumentan que los efectos observados directamente en la absorción de calcio parece deberse más a factores distintos de los alimentos a las fibras.

Ya que los carbohidratos, en general, aumenta la absorción de calcio. En este aspecto, la lactosa sería la más eficaz entre ellos.

Además de los mencionados, otros elementos pueden influir en la absorción del calcio. Hay evidencia, por ejemplo, que varios oligosacáridos no digeribles mejora la absorción de calcio en adolescentes y adultos. Por otro lado, algunos estudios han demostrado que la adición de grasa puede producir mala absorción o esteatorrea, reducir la absorción de calcio. Algunos estudios ponen de manifiesto que la ingesta de grasa tiene un impacto negativo en el equilibrio del calcio solo durante la esteatorrea.

Ya el suplemento proteico o alimentos fortificados con proteínas tienen un impacto potencial sobre el equilibrio del calcio. Algunos investigadores defienden una asociación entre el aumento de la ingesta de proteínas y el empeoramiento del

metabolismo del calcio, mientras que otros no han demostrado esta relación.

Hay mucha controversia acerca de la influencia de la cafeína sobre la biodisponibilidad de calcio y en el aumento de la pérdida de mineral óseo. Sin embargo, la mayoría de los estudios no son concluyentes sobre la influencia de la cafeína en la biodisponibilidad de calcio en la dieta, pero sugiere que el mismo podría tener un efecto similar al del alcohol, causando una mayor estimulación de la excreción de calcio renal y un mayor nivel de desmineralización ósea.

Ya con respecto a los fosfatos, éstos están disponibles en prácticamente todos los alimentos y pueden citarse como fuente importante la leche, los huevos y carne, además de las legumbres y nueces, entre otros alimentos.

El simple acto de comer proporciona una cantidad relativamente constante de fosfato (aproximadamente 1.000mg a 1.200mg/día para mujeres adultas y 1.200mg a 1.400mg/día para los hombres). Ya cantidades proporcionales al calcio no se consumen si no hay un esfuerzo consciente para seleccionar porciones suficientes de algunos alimentos ricos en este elemento. Aproximadamente el 70% del fósforo ingerido es absorbido nivel intestinal (yeyuno, preferiblemente). La absorción depende de la vitamina D y el pH intestinal, siendo favorecido por la acidez del medio. El calcio también influye en la absorción de fosfato, se estima que la absorción de ambos elementos vienen a ser óptima cuando la relación calcio/fósforo es igual a 1.

Proporciones similares de iones calcio y fosfato son también necesarias para que se produzcan apropiada mineralización de los huesos. Tanto la excesiva ingesta de fósforo como el bajo consumo de calcio puede cambiar la proporción de calcio y fósforo. El exceso de fosfato en relación al calcio estimula la PTH, y si este patrón de consumo es crónica, se deduce la pérdida ósea.