

VITAMINAS DE A À Z

Fundamentais para a manutenção dos processos biológicos vitais, as vitaminas são compostos orgânicos biologicamente ativos que intervêm em funções básicas dos seres vivos, como o metabolismo, o equilíbrio mineral e a conservação de estruturas e tecidos.

DESCOBERTA E DEFINIÇÃO

A palavra “vitamina” surgiu na língua portuguesa através do termo em inglês *vitamin*, que foi criado em 1912, pelo bioquímico Casimir Funk, a partir da junção do latim *vita*, que significa “vida”, e *amine*, retirada de *aminoacid*, que quer dizer “aminoácido”. Funk usou a palavra latina *vita* (vida) associada a *amine*, pois acreditava que um aminoácido estava presente nessas substâncias orgânicas necessárias à boa saúde. Na verdade, os aminoácidos nada tem a ver com esta história.

Entre 1906 e 1912, o bioquímico inglês Sir Frederick Hopkins descobriu que ratos submetidos a uma dieta de produtos “purificados”, contendo todas as substâncias

consideradas até então necessárias para a nutrição, interromperam o processo de crescimento, o qual foi reiniciado quando os ratos receberam diariamente uma pequena quantidade de leite fresco.

Este e outros estudos semelhantes demonstraram a existência de certas substâncias orgânicas nos alimentos, até então desconhecidas, essenciais para o desenvolvimento animal. Tais substâncias foram chamadas de “fatores acessórios da alimentação”. Suas contribuições para o conhecimento dessas substâncias, que mais tarde seriam chamadas de vitaminas, foram motivo para a obtenção do Prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina em 1929.

Na mesma época, o bioquímico polonês-americano Casimir Funk suspeitava que houvesse doenças que poderiam ser causadas pela falta de nutrientes no organismo. Para verificar essa hipótese, estudou os marinheiros, cujo comportamento alimentar e atividade que realizavam os tornavam fontes ideais para pesquisa: passavam longos períodos em um barco e consumiam substâncias muito semelhantes. Em 1911, Funk pôde verificar, trabalhando com um grupo de marinheiros japoneses, que a casca de arroz continha uma substância que prevenia o beribéri, doença caracterizada, entre outros fatores, pela fraqueza. A substância descoberta seria chamada anos



mais tarde de vitamina B1. Funk propôs nomear estas substâncias de “vitamine”, cuja etimologia já foi mencionada acima. A palavra proposta para a nova substância foi publicada na revista *Journal of State Medicine*. Mais tarde, porém, descobriu-se que nem todas as vitaminas continham aminas; isso aconteceu, particularmente, quando se descobriu a vitamina C. Por esta razão, cientistas ingleses liderados pelo bioquímico Sir Jack Cecil Drummond propuseram eliminar a letra “e”, deixando “*vitamin*” como a palavra em inglês usada para nomear essas substâncias.

Entre 1920 e 1940, foi possível isolar e sintetizar todas as vitaminas, o que foi uma grande contribuição para a ciência e a medicina, permitindo explicar a origem e encontrar o tratamento de um número significativo de doenças por deficiência das mesmas.

A importância de ingerir determinados alimentos para manter a saúde já era valorizada muito antes das vitaminas serem descobertas e identificadas. As vitaminas fazem parte dos micronutrientes. São produtos essenciais da dieta e sua falta gera doenças que podem ser fatais.

As vitaminas são compostos orgânicos e nutrientes essenciais que o organismo necessita em pequenas quantidades. Um determinado composto químico orgânico é denominado vitamina quando o organismo não consegue sintetizar esse composto em quantidades suficientes, devendo ser obtido através da dieta.

Por convenção, o termo vitamina não inclui outros nutrientes essenciais, como os sais minerais, ácidos graxos essenciais ou aminoácidos essenciais (que são necessários em maior quantidade do que as vitaminas), nem o grande número de outros nutrientes que promovem a saúde, mas são necessários em menor frequência.

Até ao século XX, as vitaminas eram obtidas exclusivamente a partir dos alimentos. Na década de 1930, começaram a ser comerciali-

zados os primeiros suplementos de vitaminas D e C. Na segunda metade do século, passaram a estar amplamente disponíveis suplementos multivitamínicos sintéticos e acessíveis.

O UNIVERSO DAS VITAMINAS

Atualmente, são reconhecidas 13 vitaminas. As vitaminas são classificadas de acordo com a sua atividade biológica e química e não pela sua estrutura. Assim, cada vitamina refere-se a uma série de compostos vitâmeros que mostram a atividade biológica associada a uma determinada vitamina. Cada conjunto destes compostos químicos é agrupado em um título de descritor genérico ao qual é atribuída uma letra. Por exemplo, a vitamina A inclui os compostos retinol e quatro carotenóides conhecidos. Estes vitâmeros são convertidos para a forma ativa da vitamina no organismo e, às vezes, são conversíveis entre si.

As vitaminas são classificadas como hidrossolúveis ou lipossolúveis, dependendo do seu modo de dissolução, em água ou em gordura. Das 13 vitaminas existentes, quatro são lipossolúveis (A, D, E e K) e nove são hidrossolúveis (as oito vitaminas do complexo B e a vitamina C). As vitaminas hidrossolúveis dissolvem-se facilmente na água e, em geral, são rapidamente excretadas pelo organismo, ao ponto de o débito urinário ser um indicador do consumo de vitaminas. No entanto, uma vez que estas vitaminas não são armazenadas com facilidade, é importante que

sejam ingeridas de forma consistente. Muitos tipos de vitaminas hidrossolúveis são sintetizadas por bactérias. As vitaminas lipossolúveis são absorvidas no trato intestinal com a ajuda de lipídios. Cada vitamina é geralmente usada em várias reações, sendo que a maior parte desempenha diversas funções.

As principais vitaminas são a A, B, C, D, E e K. A razão pela qual as vitaminas saltam diretamente da E para a K é porque as vitaminas F e J foram reclassificadas ao longo do tempo, descartadas em função de falsos indícios ou renomeadas devido a sua relação com a vitamina B, que se tornou um complexo de vitaminas. Também existe uma série de vitaminas B em falta que foram reclassificadas ou que se determinou não serem vitaminas. Por exemplo, a vitamina B9 é o ácido fólico, dos quais cinco folatos estavam classificados de B11 a B16. Estas formas não eram nutrientes essenciais ou não tinham atividade biológica ou, ainda, eram tóxicas ou não tinham efeitos assinaláveis em seres humanos. Alguns números elevados, como as alegadas vitaminas B21 e B22 não são reconhecidas como vitaminas pela ciência e só são denominadas assim por alguns praticantes da medicina natural. Existem também outras vitaminas D que são reconhecidas como outras substâncias, mas que algumas fontes do mesmo tipo numeram até D7.

As vitaminas são substâncias inorgânicas presentes nos alimentos e absolutamente essenciais para a vida. Cada uma das 13 vitaminas



reconhecidas desempenha uma função específica e insubstituível. A maioria das vitaminas funciona como catalisadores para reações dentro do organismo. Um catalisador é uma substância que permite que uma reação química ocorra usando menos energia e menos tempo do que levaria em condições normais. Se esses catalisadores estiverem faltando, como na carência de vitaminas, as funções normais do organismo podem entrar em colapso, deixando o organismo suscetível a doenças.

As deficiências de vitaminas são classificadas em primárias ou secundárias. Uma deficiência primária ocorre quando um organismo não obtém a quantidade necessária de determinada vitamina através dos alimentos. Uma deficiência secundária pode dever-se a uma condição de saúde que impede ou limita a absorção ou uso da vitamina devido a fatores como o tabagismo, consumo excessivo de bebidas alcoólicas ou uso de medicamentos que interferem com a absorção e uso das vitaminas. É pouco provável que pessoas que consumam uma dieta completa e variada desenvolvam uma deficiência vitamínica grave. Por outro lado, as dietas restritivas têm o potencial de causar deficiências vitamínicas prolongadas. Entre as doenças por deficiência de vitaminas mais comuns estão o beribéri (tiamina), pelagra (niacina), escorbuto (vitamina C) e o raquitismo (vitamina D). Em países desenvolvidos estas deficiências são raras, devido não só ao fornecimento adequado de alimentos, como também pelo acréscimo de vitaminas e sais minerais aos alimentos comuns, ou enriquecimento alimentar.

Em doses excessivas, algumas vitaminas apresentam efeitos adversos que tendem a ser mais graves quanto maior for a dose. A probabilidade de consumir quantidades excessivas de vitaminas apenas a partir dos alimentos é remota. No entanto, pode ocorrer envenenamento por vitaminas a partir de suplementos vitamínicos. Em doses suficientemente elevadas, algumas vitaminas causam efeitos adversos, como náuseas, vômitos e diarreia.

Nenhum alimento possui todas as vitaminas necessárias para o bom funcionamento do organismo, assim como não há alimento que não possua nenhum tipo de vitamina.

VITAMINA A

A vitamina A foi a primeira vitamina lipossolúvel a ser reconhecida, o que ocorreu em 1913. É constituída por moléculas contendo 20 carbonos em sua estrutura. O termo vitamina A compreende o retinol e todos os carotenóides dietéticos que têm atividade biológica de transretinol. A vitamina A natural ocorre na forma de ésteres de retinil de cadeia longa. As formas metabolicamente ativas incluem os correspondentes

Essa transformação ocorre, principalmente, nas células absorptivas do intestino. A vitamina A pré-formada é encontrada em fontes de origem animal (fígado, gema de ovo e produtos lácteos), enquanto os carotenóides são encontrados, primariamente, em fontes de origem vegetal, como óleos, frutas e vegetais.

Um dos benefícios mais conhecidos da vitamina A é sua atuação na proteção dos olhos e da saúde ocular. De forma geral, atua evitando problemas nas córneas, que são as principais responsáveis por todo o sistema visual. Também exerce função na cornificação da pele e das mucosas, no reforço do sistema imunológico, formação dos ossos,



aldeído (retinal) e ácido (ácido retinóico). O termo retinóides refere-se ao retinol, seus metabólitos e análogos sintéticos que possuem estrutura similar.

Os carotenóides são designados como formas pró-vitamínicas por sua capacidade de bioconversão a retinol. São constituídos por átomos de carbono dispostos em um sistema extensivo de ligações duplas conjugadas, estando presentes nas formas dos isômeros *cis* e *trans*. Existem mais de 600 formas de carotenóides na natureza e diversos possuem atividade pró-vitamina A. O betacaroteno é reconhecido como o mais potente precursor de retinol, podendo ser convertido em retinol pela enzima 15,15'-dioxigenase.

cabelos e unhas. É importante no desenvolvimento embrionário, influencia nas reações imunológicas e age na prevenção de determinados tipos de tumores.

A vitamina A possui função antioxidante, fixando-se aos chamados radicais livres que se originam da oxidação de diversos elementos. Estes teriam um efeito nocivo para as células e são tidos como causadores de arteriosclerose, catarata, tumores, doenças da pele e doenças reumáticas.

As principais fontes de vitamina A são os alimentos de origem animal, como fígado, ovos, leite, atum e queijos; vegetais folhosos verde-escuros; e frutas amarelo-laranjadas e vermelhas.

VITAMINAS DO COMPLEXO B

A vitamina B foi descoberta pelo médico holandês Christiaan Eijkman. À medida que progrediam os estudos sobre as vitaminas, ficou evidente que todo o grupo de substâncias, provenientes da mesma fonte - os levedos - e solúveis em água, deveria ser classificado junto à vitamina B; assim nasceu a denominação de complexo vitamínico B. Algumas vitaminas do complexo foram designadas com números que seguiam a letra (B1, B2, B3, etc.), porém na maioria dos casos receberam nomes específicos.

As vitaminas do complexo B incluem um grupo de oito vitaminas: tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantotênico (B5), piridoxina (B6), biotina (B7), ácido fólico (B9), cianocobalamina (B12). Estas vitaminas são essenciais para a decomposição química de carboidratos em glicose, fornecendo energia para o organismo; para a decomposição química das gorduras e proteínas, ajudando no funcionamento normal do sistema nervoso; e para o tônus muscular no estômago e no trato intestinal; além de serem benéficas para a pele, cabelos, olhos, boca e fígado.

A tiamina (B1) foi a primeira vitamina a ter sua estrutura química determinada, razão pela qual é chamada de vitamina B1. É formada pela ligação de metileno entre uma molécula de pirimidina substituída e um anel tiazol. A

forma fisiologicamente ativa é a tiamina pirofosfato (TPP), coenzima que atua como uma cocarboxilase na descarboxilação oxidativa de alfacetoácidos, como o piruvato e o alfacetooglutarato. Participa também nas reações da transcetolase na via da pentose fosfato, fornecendo ribose para a síntese de nucleotídeos e ácidos nucleicos. Tem papel na síntese de ácidos graxos, por promover a redução da nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADPH). Há evidências que a TPP e a tiamina trifosfato (TT) participam da transmissão do impulso nervoso.

Entre os principais benefícios da tiamina estão a manutenção do sistema nervoso e circulatório; prevenção do envelhecimento; melhora da função cerebral; combate a depressão e a fadiga. Pessoas com deficiência de vitamina B1 apresentam inapetência, baixa aceitação da dieta e consequente perda de peso, confusão mental e fraqueza muscular; em casos mais graves pode haver comprometimento do coração.

Atualmente, a deficiência primária de tiamina é rara, embora possa ser encontrada em populações cuja alimentação é rica em carboidratos. Quadros de deficiência ocorrem em alcoolistas, pacientes submetidos à nutrição parenteral, portadores de má absorção intestinal (incluindo as cirurgias bariátricas disabsortivas) e indivíduos sob tratamento dialítico.

A tiamina é encontrada em quantidades relativamente pequenas em uma ampla variedade de alimentos.

São consideradas fontes ricas de tiamina as leveduras, farelo de trigo, cereais integrais e castanhas. Hortaliças, frutas, ovos, carne de frango, carneiro e boi são fontes intermediárias, enquanto o leite contém quantidades relativamente baixas de tiamina.

A riboflavina (B2) foi isolada do soro de leite em 1879, recebendo o nome de lactocromo. Posteriormente, a vitamina foi isolada em diferentes alimentos ou substâncias, sendo chamada de lactoflavina, ovolavina, hepatoflavina, verdoflavina, uroflavina e vitamina G. Atualmente, é conhecida como vitamina B2, ou riboflavina, nome atribuído devido a cor amarela do grupo flavínico (do latim *flavus*, "amarelo") e a presença de ribose em sua estrutura.

A forma fosforilada da riboflavina foi identificada no extrato de levedura, em 1932. Sua estrutura química foi elucidada em 1933, e sua síntese foi efetuada em 1935. A estrutura da forma fosforilada riboflavina-mono-nucleótido (FMN) foi identificada em 1937. No ano seguinte, pesquisadores isolaram e caracterizaram a riboflavina-adenina dinucleótido adenino da flavina (FAD) e demonstraram a sua participação como coenzima. A determinação das necessidades nutricionais e a biodisponibilidade da riboflavina foi avaliada entre 1940 e 1960. O teste da atividade da glutatona redutase para avaliação dos níveis de riboflavina foi proposto em 1968, sendo utilizado desde então.

A riboflavina é formada por um anel isoaloxazina com uma cadeia ribitol, denominada 7,8 dimetil-10-isoaloxazina. Na natureza, a riboflavina é encontrada na forma livre, como FMN e FAD. Em tecidos biológicos, é encontrada principalmente como FAD, em menor extensão como FMN e como grupos prostéticos de flavoproteínas responsáveis por processos de óxido-redução.

As formas fisiologicamente ativas, FAD e FMN, têm papel vital no metabolismo como coenzimas para uma grande variedade de flavoproteínas respiratórias, algumas das quais contendo metais (como a





xantina oxidase). A riboflavina atua como cofator redox no metabolismo gerador de energia, sendo essencial para a formação dos eritrócitos, a neoglicogênese e na regulação das enzimas tireoideanas.

Entre os benefícios à saúde, destaca-se a prevenção da catarata; reparação e manutenção da pele; e produção do hormônio adrenalina.

Pessoas com baixa ingestão de riboflavina constituem-se no grupo de risco para a deficiência, que são os idosos, as mulheres em uso crônico de contraceptivos orais, as crianças e os adolescentes de baixo nível socioeconômicos. Os quadros de deficiência podem ocorrer em pessoas com baixa ingestão, no alcoolismo, em pacientes com doenças que cursam com estresse orgânico grave (como nas queimaduras e no pós-operatório de grandes cirurgias), além da má absorção intestinal. A deficiência de riboflavina tem sido também observada em pacientes com doenças crônicas debilitantes (infecção pelo HIV, tuberculose, endocardite bacteriana subaguda), diabetes, hipertireoidismo e cirrose hepática. Recém-nascidos sob fototerapia prolongada para tratamento de hiperbilirrubinemia podem apresentar evidências bioquímicas de deficiência de riboflavina, devido à fotólise dessa vitamina.

A distribuição da riboflavina

nos alimentos é ampla, mas a sua concentração é baixa. Entre os alimentos fonte pode-se destacar o leite e seus derivados, carne e vísceras (fígado e rins), vegetais folhosos verdes (couve, brócolis, repolho e agrião), ovos e ervilhas. Nos países em desenvolvimento, as principais fontes de riboflavina são os vegetais verdes; nos países desenvolvidos, os produtos lácteos. Com exceção de leite e ovos, que contêm grandes quantidades de riboflavina livre, a maior parte da vitamina presente nos alimentos encontra-se sob a forma de FMN e FAD ligada a proteínas.

A niacina (B3) é um termo genérico que engloba o ácido nicotínico e a nicotinamida, dois nucleotídeos piridínicos que atuam como precursores da coenzima nicotinamida-adenina-dinucleotídeo (NAD, coenzima I) e de sua forma fosforilada (NADP, coenzima II). Por participarem do ciclo do ácido cítrico, essas coenzimas são essenciais para as reações produtoras de energia celular. Há no mínimo 200 enzimas dependentes de NAD e NADP que atuam no metabolismo dos carboidratos, dos aminoácidos e dos lipídios, além de participarem na síntese de hormônios adrenocorticais a partir da acetil coenzima A (CoA), na deidrogenação do local etílico e na conversão de ácido láctico em ácido pirúvico.

O NAD participa do reparo do DNA e na transcrição, e o NADH, forma reduzida de NAD, é substrato para a NADH desidrogenase da cadeia respiratória mitocondrial. A niacina pode ser sintetizada *in vivo* a partir do aminoácido essencial triptofano em quantidade correspondente a 60:1 (60mg de triptofano pode ser convertido em 1mg de niacina). Em média, 1g de proteína provê 10mg de triptofano ou 0,17mg de equivalente de niacina (NE). A síntese de niacina a partir do triptofano ocorre tanto pela flora intestinal quanto nos tecidos.

Os benefícios à saúde da vitamina B3 incluem redução do triglicérides e colesterol; e auxílio no funcionamento adequado do sistema nervoso e imunológico.

A pelagra clássica é uma doença nutricional caracterizada pela deficiência grave de niacina e associada ou não ao déficit do aminoácido essencial triptofano. A doença pode ser primária (deficiência alimentar) ou secundária a uma enfermidade subjacente. Classicamente, tem sido descrita deficiência primária de niacina em populações com alimentação à base de milho. Além da baixa concentração de niacina no milho, existe elevada concentração de leucina no sorgo, que bloqueia a síntese do ácido nicotínico. O alcoolismo crônico é a principal causa de deficiência de niacina, como resultado de ingestão insuficiente, má absorção intestinal e aumento da excreção urinária.

A nicotinamida e o ácido nicotínico são abundantes na natureza. Há predominância de ácido nicotínico em vegetais, enquanto a nicotinamida predomina nos produtos animais. A alimentação é a principal fonte de niacina, sendo encontrada na carne vermelha, leite e derivados, ovos, fígado, peixe, leveduras, cereais integrais e em vários vegetais (brócolis, tomate, cenoura, aspargo, abacate e batata-doce). A carne vermelha é uma das melhores fontes de equivalentes de niacina, por sua abundância na vitamina pré-formada e em tripto-

fano. A contribuição dos vegetais e frutas depende da quantidade ingerida, visto que tais alimentos não são ricos em niacina. Embora, leite e ovos contenham pequenas concentrações de niacina pré-formada, seu conteúdo em triptofano provê quantidade suficiente para a síntese *in vivo*. A niacina dos alimentos é relativamente resistente ao processo de cozimento. O milho tem grande quantidade de niacina, embora essa vitamina tenha baixa biodisponibilidade no organismo. Por ser componente da função respiratória enzimática, a necessidade de niacina está vinculada ao gasto energético. A estimativa da necessidade de niacina para o organismo também leva em consideração a síntese dessa substância a partir do triptofano.

O ácido pantotênico (B5) foi descoberto em 1933 e assim denominado por estar presente em uma variedade de tecidos, pois em grego, a palavra *panthos* significa “em todos os lugares”. É composto pelo ácido pantóico ligado a uma subunidade beta-alanina, por ligação peptídica.

O ácido pantotênico é um componente da coenzima A (CoA), assumindo papel central nas reações de liberação de energia a partir dos carboidratos. Quando o ácido pantotênico liga-se a um grupo beta-mercaptoetilamina, torna-se panteteína. A fosfopanteteína faz ligação covalente a várias proteínas, particularmente aquelas envolvidas no metabolismo dos ácidos graxos, estando envolvida na síntese de compostos como os hormônios esteroides, o colesterol e os fosfolipídios.

A vitamina B5 auxilia na formação de células vermelhas do sangue e na desintoxicação química; previne degeneração de cartilagens; e ajuda na construção de anticorpos.

Portadores de insuficiência renal submetidos ao tratamento dialítico constituem-se em grupo de risco, assim como os indivíduos alcoolistas. Pessoas idosas e mulheres que usam contraceptivos orais podem

apresentar baixos níveis séricos de ácido pantotênico. O diabetes melito induz aumento da excreção urinária, e síndromes disabsortivas podem cursar com graus variados de deficiência.

O ácido pantotênico dos alimentos ocorre principalmente como CoA. É amplamente distribuído em todos os alimentos, especialmente em carnes de vaca e frango, batata, aveia e outros cereais integrais, tomate, fígado e vísceras, fermento, gema de ovo e brócolis. O processo de cocção destrói 15% a 50% do ácido pantotênico das carnes e 37% a 78% da vitamina presente nos vegetais.

A piridoxina (B6) foi descoberta em 1938, quando pesquisadores distinguiram um fator diferente da riboflavina que determinava doença de pele em ratos. Na ocasião, as pesquisas se concentraram na determinação de sua estrutura química e o termo piridoxina foi primeiramente empregado em 1939. As outras formas naturais da vitamina (piridoxal e piridoxamina) foram demonstradas em 1945. Na década de 1950, apareceram as primeiras evidências de que a vitamina B6 era um nutriente essencial para os seres humanos.

A vitamina B6 é encontrada em três formas biológicas: piridoxina, piridoxal e piridoxamina. A forma c-enzimática é o piridoxal 5-fosfato (PLP) e piridoxamina-5-fosfato. Como coenzima, o piridoxal fosfato está envolvido em várias transformações metabólicas de aminoácidos (incluindo decarboxilação, transaminação e racemização), assim como nas etapas enzimáticas no metabolismo de aminoácidos sulfurados e hidroxilados. Assim, a vitamina B6 está implicada na gliconeogênese, na conversão de triptofano em niacina, na síntese de diversos neurotransmissores, como histamina, dopamina, norepinefrina e ácido γ -aminobutírico (GABA) e na função imune síntese de interleucina-2 e proliferação de linfócitos. As transaminases dependentes de piridoxina são importantes também

na ligação do oxigênio à hemoglobina, de forma que deficiências graves dessa vitamina resultam em anemia. A vitamina B6 é uma das três vitaminas necessárias ao metabolismo da homocisteína (juntamente com o ácido fólico e a vitamina B12), ocorrendo elevação dos níveis séricos desse aminoácido quando há menor disponibilidade de piridoxina.

A vitamina B6 reduz o risco de doenças cardíacas; ajuda na manutenção do sistema nervoso central e no sistema imunológico; e alivia enxaquecas e náuseas.

Ocorre aumento da necessidade da vitamina B6 com a ingestão excessiva de proteínas, com o exercício, diálise, gravidez e administração continuada de estrogênios. Os hormônios femininos estão implicados na inibição da atividade da piridoxina no metabolismo do triptofano. O consumo abusivo de álcool aumenta as necessidades da vitamina, pois o acetaldeído (metabólito ativo do etanol) favorece a degradação da piridoxina. Assim, os grupos de risco para a deficiência são os portadores de síndrome disabsortiva, alcoolistas, idosos com baixa ingestão alimentar e pessoas que fazem uso crônico de drogas com efeito antagonista à piridoxina. As drogas mais relacionadas com o antagonismo são a isoniazida, penicilamina, hidralazina, cicloserina e as tiazolidonas. Essas drogas formam complexos com a fração aldeído da vitamina, inibindo sua função.

Os principais alimentos ricos em vitamina B6 são a levedura de cerveja, o fígado e outras vísceras, carne de galinha, cereais integrais, soja e castanhas. Leite, ovos e frutas são fontes com concentrações relativamente baixas. A piridoxina é sensível à oxidação, à radiação ultravioleta, ao aquecimento e ao cozimento. O congelamento de vegetais causa uma redução de até 35%, e a moagem de cereais reduz em 70% a 90% a biodisponibilidade da vitamina. As perdas decorrentes do cozimento e processamento de alimentos podem alcançar os

40% no teor da vitamina B6 nos alimentos.

A biotina (B7) foi descoberta em 1901, por pesquisadores que documentaram um fator essencial para o crescimento de leveduras. A partir dessa época, foram desenvolvidos estudos com animais, até que, em 1927, observou-se que ratos alimentados com clara de ovo cru desenvolviam queda de pelos, lesões de pele e desordens neuromusculares. As formas cristalinas obtidas a partir da gema de ovo e do fígado foram comparadas e identificadas como sendo uma única substância. O papel da biotina como vitamina só foi reconhecido a partir de 1960.

A estrutura da biotina é formada por dois anéis, sendo um com grupo ureído e o outro contendo cadeia lateral formada por átomo de enxofre e ácido valérico na cadeia lateral. Nos alimentos de origem animal ou vegetal e no organismo, a maior parte da biotina encontra-se ligada a enzimas, sendo que apenas uma pequena parte é encontrada na forma livre. Quando ocorre proteólise da enzima, há liberação da biocitina, composto hidrossolúvel metabolicamente ativo.

A biotina age como um cofator essencial para acetil-CoA, propionil-CoA, beta-metilerotonil-Coa e enzimas piruvato carboxilase, importantes na síntese de ácidos graxos, no catabolismo de aminoácidos de cadeia ramificada e na via gliconeogênica. A biotina também tem papel na regulação da expressão gênica.

A biotina (B7) promove o crescimento celular; auxilia na produção de ácidos graxos e na redução de açúcar no sangue; previne a calvície; e alivia dores musculares.

Relatos da deficiência primária de biotina são escassos e ocorrem em populações que consomem grandes quantidades de ovo cru. O quadro é atribuído à presença da avidina, uma glicoproteína presente na clara do ovo não cozida com alta afinidade pela biotina, tor-

nando-a não biodisponível. Sinais similares de deficiência de biotina foram observados em indivíduos com má absorção intestinal, em pacientes submetidos a nutrição parenteral por períodos prolongados, quando a oferta vitamínica por essa via é inadequada.

A biotina é largamente distribuída em alimentos, embora com baixa concentração. A maior fonte alimentar é o fígado bovino. Carnes, cereais, grãos, frutas e vegetais são fontes pobres nessa vitamina.

O termo ácido fólico (B9) se aplica a toda uma família de vitamínicos com atividade biológica equivalente. Outros termos, como folato e folacina, também são empregados indistintamente para designar estes compostos. Em alguns casos, também se utiliza o termo vitamina B9.

A palavra “fólico” deriva do latim *folium*, que significa folha. O ácido fólico foi isolado em 1943, sendo em seguida, determinada sua estrutura química e, em 1945, a síntese do ácido pteroilmonoglutâmico. A identificação do ácido fólico como uma substância capaz de curar a anemia megaloblástica ocorreu em 1945. Desde então, a deficiência de folato é reconhecida como uma das deficiências de vitaminas com maior prevalência em todo o mundo.

Atualmente, além da utilização terapêutica do ácido fólico para tratamento da anemia megaloblástica e da deficiência subclínica desta vitamina, uma nova pesquisa estuda suas potenciais funções na prevenção de defeitos de nascimento, doenças cardiovasculares, câncer e, ainda, a manutenção da função cognitiva durante o processo de envelhecimento e inclusão na presença de sintomas relacionados a doenças neurodegenerativas.

O ácido fólico (B9) promove a saúde dos cabelos e da pele, além de ser essencial na síntese de DNA. Fornece nutrientes para garantir a manutenção dos sistemas imunológico, circulatório e nervoso e ajuda no combate do câncer de mama e de cólon.

O ácido fólico é um nutriente essencial para a vida da célula, de modo que a sua deficiência leva ao desenvolvimento de doenças de gravidade variável. O distúrbio mais comum que ocorre como resultado da deficiência de ácido fólico é anemia macrocítica ou megaloblástica, cujas manifestações clínicas são muito semelhantes as da anemia induzida por vitamina B12.

O ácido fólico é amplamente distribuído na natureza, sendo encontrado praticamente em todos os alimentos naturais na forma de folato. As principais fontes são as vísceras, carnes, verduras com folhas verde-escuras (espinafre, aspargo e brócolis), leguminosas (ervilhas, feijão e lentilha), laranja e gema de ovo.

A cianocobalamina (B12) está funcionalmente relacionada ao ácido fólico. Em 1959, teve sua função bioquímica, bem como sua função como coenzima, estabelecida e, em 1963, descobriu-se sua atuação como cofator na reação de síntese da metionina a partir da metilação da homocisteína. Estabeleceu-se, enfim, as interações metabólicas da vitamina B12 com o ácido fólico e sua associação com a anemia megaloblástica.

A cobalamina é uma substância complexa formada por um átomo de cobalto situado dentro de um anel de corrina, formando um anel tetrapirrólico, de fórmula molecular C₆₃H₈₈CoN₁₄O₁₄P.

A cianocobalamina (B12) age sobre os glóbulos vermelhos, células nervosas, no equilíbrio hormonal e na beleza da pele. É abundante em fígado, rins, carnes, peixes, ovos, leite, queijo. Quando o consumo de alimentos ricos em vitamina B12 é pequeno, deve-se tomar um suplemento alimentar dessa vitamina para evitar a anemia e outras complicações.

A falta de vitamina B12 pode provocar alterações neurológicas e anemia megaloblástica.

As fontes usuais de cobalamina são peixes, mariscos, carnes, ovos (gema), leite e derivados.

VITAMINA C

A vitamina C, ou ácido ascórbico, é a mais conhecida das vitaminas. O nome químico ácido ascórbico representa as duas propriedades da substância, uma química e a outra biológica. Primeiro, é um ácido, mas não pertence à classe dos ácidos carboxílicos. Segundo, a palavra ascórbico reflete o seu valor biológico na proteção contra a doença escorbuto.

Atualmente, a vitamina C é também conhecida como ácido ascórbico, L-ácido ascórbico, ácido

deidroascórbico, ascorbato e vitamina antiescorbútica. Sua importância cresceu ao longo do tempo devido à descoberta de seu potencial antioxidante.

A vitamina C corresponde ao grupo das vitaminas hidrossolúveis e, como a maioria delas, não se armazena no organismo, sendo eliminada em pequenas quantidades através da urina. Por este motivo, é importante a sua administração diária, já que é mais fácil que se esgotem as suas reservas do que as das outras vitaminas (lipossolúveis). É uma substância de cor branca, estável na sua forma seca. No entanto, oxida-se com facilidade em solução e, ainda, mais facilmente quando exposta ao calor. O pH alcalino acelera a oxidação do cobre e do ferro.

Todas as moléculas que possuam exatamente seis átomos de carbono, seis átomos de oxigênio e oito átomos de hidrogênio, formam uma molécula de vitamina C. Mas, é essencial que os átomos estejam organizados em um determinado arranjo molecular, incluindo os átomos de carbono específicos, quirais. Toda a molécula que tenha esta estrutura e possua esta determinada quiralidade é uma molécula vitaminada.

A vitamina C, ou ácido ascórbico, tem uma estrutura que lembra a dos açúcares, com seis átomos de carbono. É constituída por um ciclo de lactona, carregando uma função ene-diol e duas funções álcool.

Existem duas formas, levógira (L) e dextrogira (D), mas somente a forma levógira ou ácido



L-ascórbico é ativa. O elemento funcionalmente importante é a função ene-diol que, por oxidação, cria o ácido deidroascórbico (DHAA).

A vitamina C participa de diversos processos metabólicos, dentre eles, estão a formação do colágeno e síntese de epinefrina, corticoesteróides e ácidos biliares. Além de cofator enzimático, participa dos processos de óxido-redução, aumentando a absorção de ferro e a inativação de radicais livres. Desempenha, ainda, funções em muitas reações e processos celulares e está envolvida em muitas etapas bioquímicas. Esta vitamina é necessária também no metabolismo de vários outros aminoácidos, além de ser um cofator muito importante nas reações de hidroxilação, onde o cobre e o ferro devem permanecer reduzidos. A presença da vitamina C aumenta a absorção do ferro não heme, mesmo na presença de fatores inibidores (fitatos, polifenóis, fosfatos, carbonatos e taninos) nas refeições.

A deficiência de vitamina C exerce ação sobre a mobilização das reservas de ferro do baço, mas não sobre suas reservas hepáticas. A suplementação de vitamina C acelera a mobilização do ferro. As propriedades dessa vitamina são importantes na prevenção da anemia. Nos ossos, a ausência desta vitamina, impede a produção, ou quando produzida é escassa e imperfeita, da porção orgâ-

nica da matriz óssea ou osteóide e, embora continue a haver deposição cálcica, as alterações do osteóide impedem o processo de ossificação normal.

A vitamina C é essencial para seres humanos, age como antioxidante, varredor de radicais livres e nutre as células, protegendo-as de danos causados pelos oxidantes, da mesma forma que o α -tocoferol e o betacaroteno. Em humanos, vários fatores podem regular a biodisponibilidade do ácido ascórbico para os tecidos: o consumo dietético, sua ligação a uma proteína no soro ou no plasma, e a forma em que este se encontra.

A vitamina C participa na hidroxilação da prolina para formar hidroxiprolina na síntese do colágeno e para a integridade do tecido conjuntivo, das cartilagens, da matriz óssea, da dentina, da pele e dos tendões. Está também envolvida na cicatrização, fraturas, contusões, hemorragias puntiformes e sangramentos gengivais. Também reduz a suscetibilidade às infecções.

O ácido ascórbico acelera a absorção intestinal dos íons de ferro e sua mobilização, influenciando sua distribuição dentro do organismo.

A vitamina C está envolvida em diversas funções do sistema imunológico, como motilidade leucocitária, quimiotaxia, atividade bactericida e transformação linfocítica.

A vitamina C aumenta a produção de glóbulos brancos, células que fazem parte do sistema imunológico e que tem a função de combater microorganismo e estruturas estranhas ao organismo. O nutriente também aumenta os níveis de anticorpos no organismo, fortalecendo o sistema imunológico. Assim, um nível de vitamina C adequado é essencial para a função imunológica normal.

A vitamina C em doses de 1g/dia reduz a duração e a severidade do resfriado. Há evidências de que doses terapêuticas elevadas de vitamina C iniciadas tão logo o episódio de resfriado se instale, reduzem significativamente a severidade dos sintomas.

O ácido ascórbico desempenha papel essencial na síntese de colágeno funcionalmente ativo, portanto, é fundamental para a reparação de tecido conectivo e a cicatrização de feridas. Uma pesquisa publicada no *Archives of Otolaryngology - Head* observou que o uso tópico de vitamina C diminui os danos na pele causados pelo sol.

Os níveis plasmáticos de vitamina C parecem modular a ação da insulina em pacientes diabéticos, bem como em pacientes idosos saudáveis, contribuindo para o controle da glicemia.

A suplementação de vitamina C é efetiva na redução do acúmulo de sorbitol nos eritrócitos de portadores de Diabetes Mellitus insulino dependentes. A administração regular de vitamina C tem efeitos benéficos sobre o metabolismo da glicose e dos lipídios em diabéticos idosos não insulino dependentes (tipo II).

Com relação a doença cardíaca, a vitamina C reduz o endurecimento arterial e a agregação plaquetária. Estudos sugerem que níveis plasmáticos elevados de vitamina C podem reduzir a aterogênese.

A deficiência de vitamina C está associada a sintomas de asma. Além disso, a ingestão de vitamina C apresenta efeito protetor para a função pulmonar, podendo reduzir os sintomas de asma na infância.

Algumas pesquisas também re-

lacionam a suplementação regular com vitamina C na redução do risco de aparecimento de catarata, através de seu efeito antioxidante nas células do cristalino.

Atualmente, novas visões sobre as funções das vitaminas e seus efeitos sobre a saúde têm sido evidenciadas. Alguns pesquisadores têm sugerido que a suplementação de vitamina pode servir para evitar câncer, doença cardíaca e para retardar a formação de catarata. De acordo com pesquisas, a partir de uma revisão da literatura, populações que consomem a longo prazo níveis de vitamina C maiores que os recomendados, seja na alimentação e/ou em suplementos, têm reduzido os riscos de vários tipos de cânceres, doenças cardiovasculares e catarata.

As principais fontes de vitamina C são acerola, melão, brócolis, manga, kiwi abacaxi, morango, limão, laranja, maracujá.

VITAMINA D

Inicialmente, a vitamina D foi identificada como vitamina tradicional, ou seja, uma substância essencial que o nosso organismo não pode produzir, e que podemos obter somente a partir dos alimentos. Mas, ao contrário de vitaminas essenciais como A, E e C, que os seres humanos têm de obter diretamente dos alimentos, a vitamina D pode ser produzida pelo organismo, por meio de uma reação fotossintética ao expor a pele à luz solar (5).

Vitamina D é um nome genérico e indica uma molécula composta por 4 anéis (A,B,C e D) com

diferentes cadeias laterais. Os anéis são derivados do colesterol, que forma a estrutura básica dos esteroides. Tecnicamente, a vitamina D é classificada como um seco-esteroide, pois apresenta um dos anéis clivados (6).

A vitamina D é encontrada em duas formas (figura 1): como ergocalciferol (vitamina D2), produzida pelas plantas, e como colecalciferol



(vitamina D3), produzida no tecido animal pela ação da luz ultravioleta (290 a 310nm) no 7-deidrocolesterol na pele humana. Estima-se que 80% a 90% da vitamina D corpórea seja adquirida pela síntese cutânea, e o restante pela ingestão de alimentos que contenham essa vitamina (5).

A vitamina D é um pró-hormônio biologicamente inativo que, para se tornar ativo, deve passar por duas sucessivas hidroxilações: primeiro no fígado, formando a 25-hidroxivitamina D (25-OHD3), denominada calcidiol; depois nos rins, formando seus dois principais metabólitos: a 1 α ,25-dihidroxivitamina D [1 α ,25-(OH)2D3], conhecida como calcitriol, e o 24R,25-dihidroxivitamina D3 [24R,25(OH)2D3], também conhecido como 24-hidroxicalcidiol (4,6). Já foram isolados e quimicamente caracterizados 37 diferentes metabólitos da vitamina D3, entretanto suas funções ainda não estão bem esclarecidas (4).

O ponto mais importante na regulação do sistema endócrino da vitamina D ocorre no rim, por meio do controle rigoroso da atividade da enzima 1-hidroxilase. A produção do calcitriol pode ser modulada de acordo com as concentrações de cálcio e outras necessidades endócrinas do organismo. Os principais fatores que regulam a produção do calcitriol são a própria concentração da 1 α ,25-(OH)2D3, o paratormônio (PTH), e as concentrações séricas do cálcio e fosfato. O calcitriol também pode ser produzido em diversos outros tecidos do organismo. Os efeitos biológicos da 1 α ,25(OH)2D são mediados pelo fator de transcrição nuclear conhecido como receptor de vitamina D (VDR) (4-8). O metabolismo da vitamina D, de forma resumida, está ilustrado na figura 2.

A vitamina D age com um hormônio na regulação do cálcio nos ossos e sangue, com influências sobre a homeostase mineral do organismo. É necessária para a absorção de cálcio e fósforo no intestino delgado, distribuição para os ossos e sua reabsorção nos rins.

O organismo humano é capaz

de sintetizar a vitamina D a partir do colesterol, por isso, poderia deixar de ser considerada uma vitamina segundo a definição das mesmas. Nas regiões em que há pouca radiação solar o corpo humano tem a necessidade de complementar as carências alimentares e/ou ambientais.

A carência de vitamina D provoca, nas crianças, o raquitismo e nos adultos a osteomalácia (amolecimento dos ossos). Nos idosos leva à osteoporose.

As principais fontes são fígado, óleos de peixes e gema de ovos.

VITAMINA E

Dentre as várias classes de vitaminas conhecidas, a vitamina E tem sido descrita como a vitamina da fertilidade, segundo observações científicas em animais.

Descoberta no ano de 1922, quando cientistas observaram que a ausência de um fator alimentício lipossolúvel na dieta, presente nas folhas verdes e sementes de trigo, resultava, no rato fêmea grávida, na reabsorção ou morte fetal, enquanto a ovulação e concepção continuava a ser realizada normalmente. A deficiência em ratos machos resultou em uma alteração do epitélio seminífero.

Essa substância, conhecida como vitamina E, também recebe o nome de tocoferol, das palavras gregas

tocos, que significa nascimento, e *pherein*, que significa transportar.

Em 1936, as primeiras formulações de vitamina E foram obtidas pela extração do óleo de gérmen de trigo, sendo sua síntese realizada posteriormente, em 1938.

Somente após a reprodução da molécula pela síntese é que os efeitos do complexo da vitamina E foram destacados, primeiro em animais e posteriormente em seres humanos.

Em 1968, a vitamina E foi reconhecida como um nutriente essencial para os seres humanos pela *Food and Nutrition Board do National Research Council*, dos Estados Unidos.

A vitamina E não é um único composto, mas vários compostos diferentes, todos com a atividade da vitamina E. Na verdade, a vitamina E natural é composta por oito substâncias diferentes, as quais pertencem a dois grupos de compostos. O primeiro grupo é derivado do tocol e apresenta uma cadeia lateral saturada contendo 16 átomos de carbono. Esse grupo inclui quatro dos oito compostos, sendo eles o α -tocoferol, β -tocoferol, γ -tocoferol e o δ -tocoferol. A diferença entre essas moléculas reside na quantidade de grupos metil que substituem o anel aromático do tocol.

O segundo grupo de substâncias com atividade biológica da vitamina E são derivadas do tocotrienol e inclui as restantes quatro moléculas



que fazem parte da vitamina E, sendo elas o α -tocotrienol, β -tocotrienol, γ -tocotrienol e o δ -tocotrienol. A diferença entre essas moléculas e as suas homólogas anteriores é o fato destas possuírem uma cadeia lateral insaturada contendo 16 átomos de carbono. Da mesma forma, a diferença entre os vários isômeros de posição (α , β , γ e δ) reside apenas no fato das substituições de grupos metil serem feitas em locais diferentes do anel aromático.

A maioria dos benefícios da vitamina E é resultado de suas qualidades antioxidantes. Isso significa que essa vitamina se associa ao oxigênio e destrói os radicais livres. Ela impede que as gorduras poliinsaturadas e outros compostos sensíveis ao oxigênio, como a vitamina A, sejam destruídos pelas reações prejudiciais da oxidação.

As propriedades antioxidantes da vitamina E também são importantes para as membranas celulares. Por exemplo, a vitamina E protege as células do pulmão que estão em contato constante com o oxigênio e os glóbulos brancos, que ajudam a combater doenças. Existem evidências significativas de que a vitamina E oferece proteção contra a doença cardíaca, além de desacelerar a

deterioração associada ao envelhecimento.

Sendo um antioxidante extremamente potente, a vitamina E ajuda a prevenir câncer, doença cardíaca, derrame, catarata e, possivelmente, alguns sinais do envelhecimento.

A vitamina E protege as paredes das artérias e impede que o colesterol LDL seja oxidado. A oxidação do colesterol LDL marca o começo das artérias obstruídas. A vitamina E também mantém o sangue sem coágulos, evitando o acúmulo de plaquetas. Níveis elevados de vitamina E no organismo diminuem o risco de um infarto ou derrame não fatal na maioria das pessoas.

Agente dinâmico no combate ao câncer, a vitamina E protege as células e o DNA contra lesões que possam se tornar cancerosas. Diminui o crescimento de tumores, além de melhorar o funcionamento imunológico e evitar que substâncias pré-cancerosas transformem-se em carcinógenos. Estudos com camundongos mostram que a vitamina E aplicada à pele pode ajudar a prevenir o câncer decorrente da exposição à radiação ultravioleta.

As mulheres que sofrem de displasia mamária geralmente sentem alívio com a suplementação de vitamina E. A displasia caracteriza-se por dores nas mamas, às vezes, com nódulos benignos ou inchaço, normalmente essas dores começam alguns dias antes do período menstrual. Pesquisadores não sabem ao certo por que a vitamina E ajuda nesse problema, mas vários estudos indicam que ela realmente o faz.

A vitamina também pode ser benéfica às pessoas com diabetes, melhorando a ação da insulina e o metabolismo da glicose no sangue,

diminuindo o estresse oxidativo.

Esse modesto nutriente mantém o sistema nervoso saudável, protegendo as camadas de mielina que cercam os nervos. Aparentemente, também previne a degeneração mental que ocorre com o envelhecimento, incluindo, possivelmente, a doença de Alzheimer.

Os atletas precisam ingerir quantidade adequada de vitamina E. O próprio metabolismo do organismo cria radicais livres durante o exercício aeróbico em excesso. As reservas de vitamina E garantem que esses radicais livres não saiam do controle nem causem problema. A terapia com vitamina E também trata dores da claudicação nos músculos da panturrilha que ocorrem à noite ou durante a prática de exercícios.

Os bebês prematuros recebem a vitamina E para diminuir ou impedir que o oxigênio prejudique a retina do olho, como consequência da ventilação mecânica.

Estudos existentes feitos com animais sugerem que a vitamina E pode limitar a lesão pulmonar causada pela poluição do ar. Aparentemente, a vitamina E pode diminuir a atividade desses poluentes comuns do ar, como ozônio e dióxido de nitrogênio.

A vitamina E aplicada em cortes pode acelerar a cicatrização, pois minimiza as reações de oxidação no ferimento e o mantém úmido.

Muitas mulheres relatam que a vitamina E ajuda a diminuir as ondas de calor e outros sintomas da menopausa.

Embora a vitamina E possa retardar a oxidação das gorduras que ocorre no envelhecimento, estudos experimentais não provaram que ela aumenta a expectativa de vida dos animais. Nem que controla as marcas do envelhecimento, como pele enrugada ou cabelos grisalhos.

Entretanto, a vitamina pode, de fato, retardar ou prevenir algumas doenças ou a perda do funcionamento relacionado ao envelhecimento. Estudos recentes relataram melhora da memória de curto prazo em idosos que tomam suplemento de



vitamina E. Embora a vitamina E não possa fazê-lo viver mais, ela pode ajudá-lo a viver um pouco melhor conforme for envelhecendo.

A vitamina E também age como um antioxidante nos alimentos. Nos óleos vegetais, ajuda a evitar que eles sejam oxidados e estraguem. Da mesma maneira, impede que a vitamina A dos alimentos oxide. Isso torna a vitamina E um conservante de alimentos muito útil.

É abundante em grãos integrais, amêndoas, óleo de milho, óleo de soja, nozes, gérmen de trigo.

VITAMINA K

A vitamina K foi descoberta por Henrik Dam em 1929, como um fator anti-hemorrágico, capaz de restabelecer perturbações sanguíneas observadas em galinhas, alimentadas com dieta livre de gordura (Suttie, 1992). Em 1939, Dam na Dinamarca e Doisy em St. Louis isolaram a vitamina K1 da alfafa e determinaram sua exata estrutura: 2-metil-3-phytyl-1,4 naftoquinona. As formas naturais de vitamina K são a filoquinona e as menaquinonas. A vitamina K1, hoje chamada de filoquinona, é o único análogo da vitamina presente em plantas; é encontrada em hortaliças e óleos vegetais, os quais representam a fonte predominante da vitamina. A forma sintetizada por bactérias, as menaquinonas, originalmente chamadas de K2, foram subsequentemente caracterizadas (Dowd et al., 1995). A família das menaquinonas constitui-se numa série de vitaminas designadas MK-n, onde o n representa o número de resíduos isoprenóides na cadeia lateral. As menaquinonas naturais variam de MK-4 a MK-13 (Vermeer et al., 1995). A menadiona, (2-metil-1,4 naftoquinona), é um composto sintético normalmente utilizado como fonte da vitamina para a alimentação animal (Suttie, 1996), (Figura 1).

É composta de 3 tipos, a K1 (fitomenadione), a K2 (menaquinonas) e a K3 (menadione). Em 1929, Henrik Carl Peter Dam (1895-1976)



observou que pintos alimentados com certas rações apresentavam sangramentos decorrentes da diminuição dos níveis de protrombina no sangue. Seis anos depois verificou que uma substância desconhecida, solúvel em gorduras, combatia as hemorragias e deu-lhe o nome de vitamina K (Koagulation vitamin).

Na mesma época, outros investigadores, observando pacientes ictericos e pesquisando as causas da diminuição da coagulação sanguínea, verificaram ser a diminuição de protrombina o fator responsável. Em 1936 verificaram que animais com fístulas biliares, em que a bile não chegava ao intestino, apresentavam o mesmo problema e verificaram que podiam corrigi-lo acrescentando sais biliares à alimentação. Em 1939, Edward Adelbert Doisy (1893-1986) realiza sua síntese.

As vitaminas K1 e a K2 praticamente não têm atividade farmacodinâmica em pessoas normais. A vitamina K atua na produção de protrombina, fator importante na coagulação do sangue. Age na prevenção de osteoporose em idosos e mulheres após a menopausa.

Vitamina K pode ser encontrada em verduras, ovos, queijo e fígado. Em adultos a vitamina K2 é formada

no próprio intestino por ação de bactérias sobre o conteúdo intestinal. Em recém-nascidos isso não acontece, motivo pelo qual alguns pediatras costumam administrar seu uso logo após o nascimento, a fim de evitar as conseqüências de uma carência e possíveis sangramentos. A vitamina K1 é encontrada nos vegetais.

Em adultos, sua carência é extremamente rara e pode ser a conseqüência de doenças que causem a má função do fígado, má absorção intestinal, alterações da flora intestinal (uso prolongado ou intensivo de antibióticos), uso de medicamentos fortes ou desnutrição. A carência manifesta-se principalmente pela tendência à hemorragias.

Ainda não estão determinadas as doses mínimas diárias necessárias para manter a normalidade da coagulação.

Admite-se como sendo 0,5 a 1 micrograma por quilo de peso o mínimo necessário. Pessoas deficientes em vitamina K são tratadas com 0,03 microgramas por quilo de peso.

Pode ser encontrada em alimentos verdes, como vegetais de folhas e legumes, como couve, couve de Bruxelas, brócolis, salsa.

FORTIFICAÇÃO E SUPLEMENTOS VITAMÍNICOS

Em decorrência das mudanças no estilo de vida e, conseqüentemente, no padrão alimentar, os suplementos vitamínicos e os alimentos enriquecidos tornam-se veículos práticos de ingestão de vitaminas.

Segundo a Portaria no 32/1998 da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde (SVS/MS), “suplementos vitamínicos são alimentos que servem para complementar com estes nutrientes a dieta diária de uma pessoa saudável, em casos onde sua ingestão, a partir da alimentação, seja insuficiente ou quando a dieta requerer. Devem conter um mínimo de 25% e no máximo até 100% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) de vitaminas e/ou minerais, na porção diária indicada pelo fabricante, não podendo substituir os alimentos, nem serem considerados como dieta exclusiva”.

A Portaria no 32/1998 tem como referência as normas do Codex Alimentarius que define suplementos de vitaminas e minerais como fontes de nutrientes na forma concentrada, isolados ou em combinação, comercializados em cápsulas, comprimidos, pós, soluções etc., que são formulados para serem ingeridos em pequenas quantidades, diferindo de alimentos convencionais e cujo propósito seja suplementar a ingestão de vitaminas e/ou minerais na dieta normal. Essa norma estabelece que o teor mínimo de vitaminas e minerais em suplementos, na porção diária sugerida pelo fabricante deve ser de 15% da IDR; já a quantidade máxima deve ser estabelecida tendo como critérios níveis seguros de vitaminas e minerais determinados por avaliações de risco baseados em dados científicos e ingestão diária de vitaminas e minerais de outras fontes dietéticas.

Há algum tempo, a importância das vitaminas era atribuída somente

às funções nutritivas e de prevenção de doenças decorrentes de sua deficiência. Recentemente, diversas pesquisas têm se concentrado no papel que esses micronutrientes desempenham na manutenção da saúde, especificamente na redução do risco de desenvolvimento de patologias crônicas, como doenças coronarianas, câncer e diabetes. Muitas dessas pesquisas têm como foco os alimentos que contêm vitaminas C e E, além de betacaroteno, precursor da vitamina A, reconhecidos por apresentarem atividade antioxidante, exercendo importante função de defesa do organismo contra os radicais livres. Hoje, é comum observar no mercado uma categoria de suplementos vitamínicos com apelo comercial de antioxidantes.

Assim como as vitaminas antioxidantes, a vitamina D também tem sido alvo de muitas pesquisas nos últimos anos. Embora sua função de manter o metabolismo do cálcio e de prevenir o raquitismo tenha sido descrita pela primeira vez há cerca de cem anos, estudos atuais têm relacionado a deficiência de vitamina D com o desenvolvimento de várias doenças, como diabetes tipo II, esclerose múltipla, doença inflamatória intestinal, lúpus eritematoso sistêmico e artrite reumatoide. Nos últimos anos, a deficiência de vitamina D tem aumentado em virtude dos hábitos da vida moderna e principalmente por causa do tempo limitado de exposição ao sol, a fim de evitar câncer de pele. Seguindo essa tendência, foram lançados diversos suplementos à base de vitamina D no mercado, alguns específicos para o público infantil e outros destinados ao uso adulto.

Durante várias décadas, defendeu-se a utilização de suplementos de cálcio para prevenção e tratamento da osteoporose, porém estudos recentes demonstraram que esse uso pode aumentar o risco de eventos cardiovasculares, formação de cálculos renais e causar problemas gastrointestinais. Após revisar mais de mil estudos sobre suplementação com cálcio e

vitamina D e os possíveis efeitos adversos do consumo em excesso, o Institute of Medicine (Estados Unidos) publicou, em 2010, novas recomendações de cálcio e vitamina D. Pesquisas demonstraram que indivíduos saudáveis que ingerem as recomendações de cálcio e vitamina D na dieta e se expõem ao sol não necessitam de suplementos para manter a saúde óssea; no entanto, a dieta da população brasileira tem se mostrado muitas vezes inadequada com relação ao consumo de cálcio e vitamina D, levando à necessidade de suplementação. O cálcio com a vitamina D é uma das associações mais comuns de nutrientes em suplementos, já que esta vitamina age como um hormônio fundamental para a homeostase do cálcio e para o desenvolvimento saudável do sistema ósseo.

A fortificação de alimentos tem sido utilizada para corrigir a manifestação de deficiências e assegurar que a ingestão de vitaminas e minerais atinja os níveis recomendados. Os novos conceitos de otimizar funções fisiológicas e prevenir doenças crônicas, associado ao fato da sociedade moderna preocupada com a saúde física, resultam em um aumento na produção e comercialização dos alimentos fortificados.

A fortificação de alimentos com vitaminas leva em consideração a solubilidade da vitamina, ou seja, se são lipossolúveis ou hidrossolúveis. A vitamina pode ser incorporada nos alimentos na forma de éster de retinil (palmitato ou acetato), somente em produtos que contêm gorduras, como leite integral e seus derivados, recheios de biscoitos, formulações para achocolatados e outros.

Os leites vitaminados hoje existentes no mercado são enriquecidos com diferentes vitaminas e concentrações, dependendo do fabricante. Entre as vitaminas mais frequentemente utilizadas para o enriquecimento do leite pode-se destacar as vitaminas A, B6, B12, C, D e E, além de elementos como o ácido fólico e a nicotinamida.

VITAMINAS DE LA A HA LA Z

La palabra “vitamina” surgió en la lengua portuguesa por el término en inglés *vitamin*, que fue creada en 1912 por el bioquímico Casimir Funk, desde la confluencia del latín *vita*, que significa “vida”, y *amine*, retirada de *aminoacid*, que significa “aminoácido”. Funk utilizó la palabra latina *vita* (vida) asociada a *amine*, pues creía que un aminoácido estaba presente en esas sustancias orgánicas necesarias para la buena salud. En realidad, los aminoácidos no tienen nada que ver con esta historia, pues se descubrió que no todas las vitaminas contenían aminas. Por esta razón, científicos ingleses liderados por el bioquímico Sir Jack Cecil Drummond propusieron eliminar la letra “e”, dejando “*vitamin*” como la palabra en inglés usada para nombrar esas sustancias.

Entre 1920 y 1940, fue posible aislar y sintetizar todas las vitaminas, lo que fue una gran contribución a la ciencia y la medicina, permitiendo explicar el origen y encontrar el tratamiento de un número significativo de enfermedades por deficiencia de las mismas.

La importancia de ingerir ciertos alimentos para mantener la salud ya se valoraba mucho antes de que las vitaminas fueran descubiertas e identificadas. Las vitaminas forman parte de los micronutrientes; son productos esenciales de la dieta y su falta genera enfermedades que pueden ser fatales.

Las vitaminas son compuestos orgánicos y nutrientes esenciales que el organismo necesita en pequeñas cantidades. Un determinado compuesto químico orgánico se denomina vitamina cuando el organismo no

puede sintetizar ese compuesto en cantidades suficientes, debiendo ser obtenido a través de la dieta.

Por convención, el término vitamina no incluye otros nutrientes esenciales, como las sales minerales, ácidos grasos esenciales o aminoácidos esenciales (que son necesarios en mayor cantidad que las vitaminas), ni el gran número de otros nutrientes que promueven la salud, pero son necesarios en menor frecuencia.

Hasta el siglo XX, las vitaminas se obtienen exclusivamente a partir de los alimentos. En la década de 1930 comenzaron a comercializarse los primeros suplementos de vitaminas D y C. En la segunda mitad del siglo, pasaron a estar ampliamente disponibles suplementos multivitamínicos sintéticos.

Actualmente, se reconocen 13 vitaminas, las cuales se clasifican de acuerdo con su actividad biológica y química y no por su estructura. Así, cada vitamina se refiere a una serie de compuestos vitámeros que muestran la actividad biológica asociada a una determinada vitamina. Cada conjunto de estos compuestos químicos se agrupa en un título de descriptor genérico al que se asigna una letra. Por ejemplo, la vitamina A incluye los compuestos retinol y cuatro carotenoides conocidos. Estos vitámeros se convierten a la forma activa de vitamina en el organismo y, a veces, son convertibles entre sí.

Las vitaminas se clasifican como hidrosolubles o liposolubles, dependiendo de su modo de disolución,

en agua o en grasa. De las 13 vitaminas existentes, cuatro son liposolubles (A, D, E y K) y nueve son hidrosolubles (las ocho vitaminas del complejo B y la vitamina C).

Las principales vitaminas son la A, B, C, D, E y K. La razón por la cual las vitaminas saltan directamente de E a la K es porque las vitaminas F a J se reclassificaron a lo largo del tiempo, descartadas en función de falsos



indicios o renombradas debido a su relación con la vitamina B, que se ha convertido en un complejo de vitaminas. También existe una serie de vitaminas B que se han reclasificado o que se ha determinado que no son vitaminas. Hay también otras vitaminas D que se reconocen como otras sustancias, pero que algunas fuentes del mismo tipo numeran hasta D7. Cada una de las 13 vitaminas reconocidas desempeña una función específica e insustituible. La mayoría de las vitaminas funcionan como catalizadores para reacciones dentro del organismo. Si estos catalizadores faltan, como en la carencia de vitaminas, las funciones normales pueden colapsar, dejando el organismo susceptible a enfermedades.

Las deficiencias de vitaminas se clasifican en primarias o secundarias. Una deficiencia primaria ocurre cuando un organismo no obtiene la cantidad necesaria de determinada vitamina a través de los alimentos. Una deficiencia secundaria puede deberse a una condición de salud que impide o limita la absorción o el uso de la vitamina debido a factores como el tabaquismo, el consumo excesivo de bebidas alcohólicas o el uso de medicamentos que interfieren con la absorción y el uso de las vitaminas. Entre las enfermedades por deficiencia de vitaminas más comunes están el beriberi (tiamina), pelagra (niacina), escorbuto (vitamina C) y el raquitismo (vitamina D). En países desarrollados estas deficiencias son raras, debido no sólo al suministro adecuado de alimentos, sino también al aumento de vitaminas y minerales a los alimentos comunes, o enriquecimiento alimentario.

En dosis excesivas, algunas vitaminas presentan efectos

adversos que tienden a ser más graves cuanto mayor sea la dosis. La probabilidad de consumir cantidades excesivas de vitaminas sólo a partir de los alimentos es remota. Sin embargo, puede ocurrir envenenamiento por vitaminas a partir de suplementos vitamínicos. En dosis suficientemente elevadas, algunas vitaminas causan efectos adversos, como náuseas, vómitos y diarrea.

Ningún alimento posee todas las vitaminas necesarias para el buen funcionamiento del organismo, así como no hay alimento que no tenga ningún tipo de vitamina.

Como ya se ha mencionado anteriormente, las principales vitaminas son la A, B, C, D, E y K. La vitamina A o retinol tiene un papel muy importante en la visión, crecimiento, desarrollo, mantenimiento de la piel e inmunidad.

Se puede encontrar en alimentos de origen animal (hígado, huevos, leche, atún, quesos), vegetales de hoja verde oscuro, frutas amarillentas y rojas.

Las vitaminas del complejo B son un grupo de ocho vitaminas: tiamina (B1), riboflavina (B2), niacina (B3), ácido pantoténico (B5), piridoxina (B6), biotina (B7), ácido fólico (B9), cianocobalamina (B12). Estas vitaminas son esenciales para la descomposición química de los carbohidratos en la glucosa, proporcionando energía al organismo; para la descomposición química de las grasas y proteínas, ayudando en el funcionamiento normal del sistema nervioso; y para el tono muscular en el estómago y en el tracto intestinal; además de ser beneficioso para la piel, el cabello, los ojos, la boca y el hígado. Se encuentran en la levadura de cerveza, hígado, granos de cereales integrales, arroz, nueces, leche, huevos, carnes, pescado, frutas, hortalizas verdes y muchos otros alimentos.

La vitamina C, o ácido ascórbico, es la más conocida de las vitaminas

y está directamente ligada a la formación de colágeno, mantenimiento e integridad de las paredes capilares, formación de los glóbulos rojos de la sangre, además de actuar en el metabolismo de algunos aminoácidos y vitaminas del complejo B y auxiliar en la facilitación de la absorción del hierro, en la formación de los dientes y huesos y favorecimiento de la cicatrización de quemaduras, además de actuar contra radicales libres, promoviendo resistencia a infecciones. Se puede encontrar en acerola, melón, brócoli, mango, kiwi, piña, fresa, limón, naranja, maracuyá.

La vitamina D es fundamental en el metabolismo de los huesos, ayudando en la prevención de enfermedades como raquitismo, osteomalacia y osteoporosis. Se puede encontrar en aceite de hígado de pescado, mantequilla, nata, yema de huevo y salmón.

La vitamina E presenta una importante función antioxidante, con una excelente característica de defensa contra los efectos nocivos de los radicales libres. Está relacionada a la prevención de condiciones asociadas al estrés oxidativo, tales como envejecimiento, cáncer, enfermedad cardiovascular, entre otras. Es abundante en granos enteros, almendras, aceite de maíz, aceite de soja, nueces, germen de trigo.

La vitamina K es importante para una buena coagulación sanguínea, estando presente en la grasa de los alimentos especialmente de origen vegetal, siendo una vitamina liposoluble. Puede ser encontrada en alimentos verdes, como vegetales de hojas y verduras, como col, coles de Bruselas, brócoli, salsa.

Las vitaminas se pueden ingerir a través de los alimentos, los suplementos vitamínicos y los alimentos enriquecidos.