

Biologia

PROFESSOR FLÁVIO LANDIM

VITAMINAS



ASSUNTOS DA AULA.

Clique no assunto desejado e seja direcionado para o tema.

- [Vitaminas](#)
- [Características das vitaminas](#)
- [Mícro e macronutrientes](#)
- [Microbiota Intestinal](#)
- [Doenças nutricionais relacionadas a vitaminas](#)
- [Classificação das vitaminas](#)
- [Vitaminas hidrossolúveis](#)
- [Vitaminas lipossolúveis](#)
- [Tabela de resumos](#)

Vem de muito tempo a relação entre certas doenças e alimentação deficiente. Já nos séculos XVIII e XIX notou-se que certas doenças, como o escorbuto e o beribéri, eram causadas pela não ingestão de determinados alimentos em quantidades regulares.

Casimir Funk descobriu uma substância que, caso não estivesse presente na alimentação do indivíduo, conduziria à moléstia conhecida como beribéri. Tal substância mostrou-se de importância vital para o bom funcionamento do organismo de várias espécies de animais, e devido a esta ser quimicamente uma amina, foi denominada **vitamina**, **amina vital** ou **vitamina**, termo que acabou se consagrando para designar os componentes deste grupo, mesmo nem todos sendo aminas.

Vitaminas são substâncias orgânicas especiais, que não se constituem em fonte de energia nem desempenham função estrutural, procedendo frequentemente como coenzimas ou suas precursoras, ativando numerosas enzimas importantes para o metabolismo dos seres vivos.

As vitaminas não têm uma identidade química própria, apesar do significado original do termo ser "amina vital". Algumas são aminas (como a vitamina B1), outras são álcoois (como a vitamina A), outras são ácidos (como a vitamina C) e daí por diante.

CARACTERÍSTICAS DAS VITAMINAS

Os compostos vitamínicos possuem as seguintes características:

VITAMINAS NÃO SÃO FONTES DE ENERGIA

As vitaminas são **alimentos reguladores**, e agem auxiliando a função enzimática. Elas não podem ser utilizadas como combustíveis para a respiração celular, como glicídios, lipídios e proteínas. Sua relação com a produção de energia está no fato de que algumas vitaminas são coenzimas de enzimas que agem no processo respiratório, de modo que este processo é interrompido na ausência delas.

VITAMINAS AGEM EM QUANTIDADES MÍNIMAS

Como as vitaminas agem junto às enzimas, e as enzimas agem em quantidades mínimas, as vitaminas também agem em pequenas concentrações, sendo, pois, consideradas micronutrientes, e correspondendo a menos de 1 % das necessidades dietéticas diárias. Seus requisitos são tão baixos, que muitas vezes, em rótulos de alimentos, não há discriminação das massas das vitaminas em gramas, mas sim em UI (unidades internacionais). O valor da UI representa uma massa padrão de vitamina, e varia de vitamina (ou seja, a UI para a vitamina A não é a mesma UI para a vitamina E).

MICRO E MACRONUTRIENTES

As vitaminas são chamadas de **micronutrientes** porque são necessárias na dieta humana em quantidades de ordem de miligramas ou microgramas por dia. Este termo serve para distingui-los dos macronutrientes, carboidratos, proteínas e gorduras, necessários em grandes quantidades na dieta, em torno de dúzias ou centena de gramas por dia. Os **macronutrientes** são necessários em grandes quantidades por proverem energia, por serem precursores de muitos componentes corporais e fornecerem aminoácidos para a síntese de proteínas. Por outro lado, as vitaminas e demais micronutrientes (como alguns minerais como o cobalto, por exemplo), são necessários em pequenas quantidades porque eles têm ação basicamente enzimática, tornando possível as numerosas transformações dos macronutrientes, que em conjunto nós chamamos metabolismo.

VITAMINAS NÃO SÃO PRODUZIDAS EM ANIMAIS

Vitaminas são compostos essenciais para animais, no sentido de que devem ser obtidas na dieta. São produzidas nas estruturas celulares das plantas, bactérias e fungos unicelulares conhecidos como leveduras. Algumas vitaminas são produzidas inclusive por bactérias da microflora intestinal. Algumas exceções são mamíferos, como ratos e baleias, que produzem vitamina C, ou humanos que produzem vitamina D na pele sob ação dos raios ultravioleta do Sol.

MICROBIOTA INTESTINAL

Na espécie humana, existe uma comunidade de bactérias espalhadas por toda a superfície de pele e mucosas, denominada de **microbiota**. (Originalmente, se usava o termo **microflora bacteriana intestinal**, mas, como bactérias não são plantas, e o termo “flora” se refere a vegetais, a tendência entre os autores modernos é substituir o termo “microflora” por “**microbiota**”). A principal dessas comunidades bacterianas é a microflora bacteriana intestinal, apesar de haver microfloras na boca, uretra, vagina e qualquer outra região corporal em contato direto com o ar atmosférico.

Entre o humano e as bactérias, estabelece-se uma relação ecológica denominada mutualismo, em que ambos os indivíduos se beneficiam. O corpo humano fornece nutrientes e habitat adequado para as bactérias, que em troca produzem substâncias úteis (como as vitaminas K, B12, ácido fólico e biotina) e impedem a proliferação de bactérias patogênicas (que não conseguem se estabelecer por competição com as bactérias mutualísticas, também ditas indígenas no caso da microflora).

A microflora é adquirida por ocasião do nascimento, quando se passa pelo canal de parto (vagina), uma vez que este ambiente é bastante contaminado por bactérias. Essas bactérias colonizam de início a pele, e depois se instalam em áreas como vagina, uretra e tubo digestivo. Em crianças que nascem por partos cesarianos, a microflora demora mais tempo para se estabelecer (uma vez que a criança não passa pela vagina na hora do parto), sendo adquirida a partir de contatos com a mãe (amamentação, beijos, etc). Isto pode ser um problema, uma vez que a criança que demora mais tempo para formar sua microflora terá deficiências vitamínicas e maiores riscos de desenvolvimento de infecções intestinais que conduzem a diarreias.

O uso prolongado de antibióticos pode destruir parte da microflora, e levar também aos problemas citados logo acima.

A principal das bactérias da microflora é a *Lactobacillus*. Ela é obtida através da ingestão de laticínios como leite e principalmente iogurtes, que contém essas bactérias vivas. A importância da ingestão deste tipo de alimento está na manutenção da microflora, essencial ao bom funcionamento do intestino. Alimentos contendo bactérias para a manutenção ou renovação da microflora, como iogurtes, são chamados de **probióticos**.

MUITAS VITAMINAS TÊM AÇÃO ANTIOXIDANTE E PROTEGEM CONTRA RADICAIS LIVRES

Radicais livres são espécies químicas com elétrons faltando em sua estrutura. Deste modo, elas retiram elétrons de outras moléculas, promovendo sua oxidação. No caso de as moléculas atacadas serem o DNA ou proteínas, os prejuízos são vários. Ao remover elétrons do DNA, os radicais livres podem alterar sua estrutura, causando mutações, que, em determinados genes, desencadeiam cânceres de várias naturezas. Quando atacam proteínas, que são o principal componente estrutural das células, podem levá-las à morte, o que ocasiona o envelhecimento do indivíduo.

Tome nota:

A origem dos radicais livres no corpo humano está principalmente nos processos oxidativos relacionados ao metabolismo energético. Esses processos produzem muitas vezes **água oxigenada (peróxido de hidrogênio, H₂O₂)**, que é responsável pela formação de uma classe de radicais livres conhecidas como **espécies ativas de oxigênio (EAO)**. Assim, na respiração aeróbica, muitas vezes, ocorre produção de água oxigenada na **cadeia respiratória nas mitocôndrias**, bem como, no processo de **β-oxidação dos lipídios**, se dá a formação de água oxigenada nos **peroxissomos**. (Peroxissomos produzem a **enzima catalase** para degradar parte dessa água oxigenada, gerando água e gás oxigênio, utilizado na oxidação de substâncias tóxicas, que são assim destruídas no organismo, num processo de destoxificação.)

Vitaminas antioxidantes são vitaminas que combatem os radicais livres se oxidando antes que as moléculas da célula o sejam. Assim, elas são sacrificadas para evitar danos aos componentes celulares. São vitaminas antioxidantes complexo B, C, P, A e E, sendo as duas principais C e E. Não são antioxidantes as vitaminas D e K.

As vitaminas antioxidantes, acredita-se, diminuem os riscos de cânceres e retardam o envelhecimento, apesar de não haver comprovação experimental desse efeito.

O efeito de retardo de envelhecimento com o uso de vitaminas antioxidantes nunca foi comprovado experimentalmente. Por enquanto, a única maneira cientificamente comprovada de retardar o envelhecimento é a **restrição calórica**. Apesar de não haver experiências com humanos para verificar tais efeitos (seria antiético...), pesquisas com ratos e vários outros animais apontam por um aumento de até cerca de 50% na expectativa de vida com uma restrição calórica da ordem de 30%. Ou seja, comer menos aumenta o tempo de vida. A explicação é simples: menor ingestão de alimento implica em menor atividade respiratória de oxidação de moléculas orgânicas e conseqüentemente em menor produção dos radicais livres relacionados ao envelhecimento. Só não sei se vale a pena viver mais tempo passando fome...

Algumas enzimas contribuem para esse combate à ação nociva dos radicais livres, como é o caso da **superóxido-dismutase**, encontradas em organelas conhecidas como peroxissomos e que atacam radicais livres derivados de oxigênio.

DOENÇAS NUTRICIONAIS RELACIONADAS A VITAMINAS

Assim, as vitaminas funcionam como componentes de certas enzimas que requerem fatores não proteicos (ou seja, grupos proteicos orgânicos) para sua função catalítica. Em algumas enzimas, o cofator (que pode ser orgânico e chamado coenzima, como as vitaminas, ou inorgânico, como certos íons) atua diretamente no processo catalítico; em outras, ele participa como transportador transitório de algum grupo funcional específico derivado do substrato.

Doenças podem decorrer da **falta (avitaminose)**, **insuficiência (hipovitaminose)** ou **excesso (hipervitaminose)** de certas vitaminas e aparecem devido a perturbações metabólicas decorrentes da pequena atividade das enzimas relacionadas (ou seja, das quais as vitaminas são cofatores), o que pode levar inclusive ao acúmulo de metabólicos tóxicos, ou atividade exagerada das mesmas, inclusive com a possibilidade da própria vitamina em excesso originar algum desses metabólicos tóxicos.

CLASSIFICAÇÃO DAS VITAMINAS

O critério para a classificação das vitaminas diz respeito à sua solubilidade. **Vitaminas hidrossolúveis** são aquelas que se solubilizam em água e outros solventes polares, e **vitaminas lipossolúveis** são aquelas solúveis apenas em óleos, gorduras e outros solventes orgânicos apolares.

Esta divisão em hidro e lipossolúveis acaba permitindo uma outra divisão: vitaminas hidrossolúveis, são encontradas em alimentos ricos em água, como leveduras, frutas e verduras, basicamente, e as lipossolúveis são encontradas em alimentos gordurosos, como óleos e sementes, ou ricos em lipídios carotenoides, como cenoura e beterraba.

Miúdos de carne (fígado, coração, moela, etc), leite e ovos são alimentos bem completos em termos de vitaminas, sendo boas fontes de quaisquer vitaminas.

Vitaminas hidrossolúveis: Complexo B, C e P.
Vitaminas lipossolúveis: A, D, E e K.

As vitaminas lipossolúveis são mais fáceis de armazenar, em particular no **fígado**. Assim, é mais fácil uma hipervitaminose por elas do que pelas hidrossolúveis. De modo semelhante, é mais fácil uma hipovitaminose por vitaminas hidrossolúveis do que pelas lipossolúveis.

VITAMINAS HIDROSSOLÚVEIS

1. COMPLEXO B

O **complexo B** compreende uma série de vitaminas encontradas em fontes semelhantes, como **vegetais folhosos** e **leveduras**, e que atuam como coenzimas ligadas ao processo de **respiração celular**. Assim, a falha nutricional delas leva a males semelhantes, como **dermatites** e **neurites**, resultantes da deficiência enzimática na oxidação da glicose.

As dermatites (inflamação na pele) acontecem porque a pele está em constante descamação (a camada mais externa da epiderme, dita córnea, é composta por células mortas; estas são continuamente eliminadas pelo atrito da pele com outros corpos, como os próprios sabões de banho, por exemplo) e reposição (novas células são produzidas para substituir as que foram perdidas, a fim de manter a integridade da pele). Como a produção de novas células consome energia, a falta desta, ocasionada pela deficiência de complexo B, impede a reposição das células da epiderme e só acontece a descamação, o que causa a inflamação.

As neurites acontecem porque os neurônios dependem exclusivamente da energia proveniente da quebra da glicose. Com a falta do complexo B, este processo fica prejudicado e, conseqüentemente, as células nervosas. Estas neurites causam dores nos nervos, fraqueza muscular e demência.

Tome nota:

1.1. VITAMINA B1 OU TIAMINA

A **tiamina**, **aneurina** ou **vitamina B1** foi a primeira vitamina a ser isolada. É obtida na alimentação na forma de cloridrato de tiamina, mas a forma ativa é a TPP, tiamina pirofosfato, que aparece através da fosforização da tiamina com duas moléculas de ácido fosfórico (H_3PO_4).

O requisito diário de tiamina é, em geral, para o homem, de doses diárias (independentes da idade) entre 1 e 2 mg. As principais fontes são vegetais de folhas verdes, cutícula de arroz (e arroz integral), levedo, legumes, carne de porco, miúdos de carne (fígado, coração, rim) e outros. No homem, os melhores depósitos de TPP (tiamina ativa) são fígado, coração e rins.

Na carência de B1, ocorre distúrbio metabólico na etapa de formação de acetil-coA, com acúmulo anormal de compostos intermediários, o que se expressa clinicamente como o **beribéri** (do japonês "eu não posso, eu não posso"), também chamado *shoshin* (palavra de origem cingalesa que significa debilidade).

O beribéri é uma polineurite generalizada caracterizada pela falta de iniciativa, anorexia, depressão mental, dores nos nervos, fadiga e paralisia dos membros e sintomas fisiológicos decorrentes dos problemas neurológicos.

1.2. VITAMINA B2 OU RIBOFLAVINA

Também é conhecida como **riboflavina**, a vitamina B2 atua na forma de **FAD** (flavina-adenina-dinucleotídeo) em combinação com enzimas desidrogenases (flavoproteínas ou flavinas desidrogenases). Estas enzimas atuam através da oxidação de compostos pela retirada de hidrogênios.

No Ciclo de Krebs, o FAD atua como acceptor intermediário de elétrons/hidrogênios, acumulando energia na forma de elétrons de íons hidreto H^- e passando à forma reduzida $FADH_2$. Na cadeia transportadora de elétrons, no final do processo respiratório, o $FADH_2$ transfere elétrons para o oxigênio através dos citocromos, liberando a energia acumulada para que ela produza ATP e íons H^+ , regenerando o FAD.

A riboflavina é obtida em leite e derivados, folhas verdes, cereais e legumes, ovos e miúdos de carne. A flora bacteriana intestinal produz pequenas quantidades de B2, o que impede formas muito graves de avitaminose. A recomendação diária varia de 0,4 mg para lactentes e 1,9 mg para mulheres que estão amamentando.

A carência de B2 pode resultar em:

- **queilite** ou **estomatite angular** (fissuras do canto da boca e inflamação local, descamação e formação de crostas);
- **glossite** (inflamação da língua);
- **problemas oculares** (córnea anormalmente vascularizada por proliferação e congestão de capilares, fadiga óptica e fotofobia);
- **dermatites** na região do nariz e escroto.

Tome nota:

1.3. VITAMINA PP OU B3 OU NICOTINAMIDA

A vitamina B3 ou **nicotinamida** foi isolada no início do século a partir do tabaco. Ela recebeu o nome alternativo de niacinamida para evitar que as pessoas pensem que o tabaco é nutritivo. O termo PP significa "preventivo da pelagra".

A nicotinamida ou niacinamida é componente de duas importantes coenzimas, o **NAD** (nicotinamida-adenina-dinucleotídeo) e o NADP (NAD + fosfato). Estas coenzimas se apresentam nas formas oxidadas (NAD⁺ e NADP⁺) e reduzidas (NADH e NADPH). O componente nicotinamida destas coenzimas atua como aceptores intermediários de hidrogênio/ elétrons, na forma de íons hidreto H⁻ (o que os faz também aceptores intermediários de elétrons, como o FAD da vitamina B2). Isto se dá através da interconversão entre a forma oxidada e a reduzida. Os íons são enzimaticamente removidos de substratos orgânicos através de enzimas ditas desidrogenases.

As fontes básicas de PP são fígado, carne, peixe, cereais e legumes. Os requisitos diários variam entre 5 mg para lactentes e 20 mg para indivíduos adultos do sexo masculino.

A carência da nicotinamida acarreta a doença **pelagra** (do italiano "pele grossa"). O termo PP, inclusive, significa "preventivo da pelagra". Por isso, muitas vezes utiliza-se o termo PPF (*Pellagra Preventive Factor*) como sinônimo de vitamina PP.

Não se conhece exatamente o mecanismo pelo qual a carência de vitamina PP origina a pelagra, cujos sintomas formam um quadro por vezes chamados "os três D":

- **dermatite generalizada** (formação de vesículas e subseqüentes crostas e cicatrização, daí o termo "pele grossa"; vermelhidão intensa; descamação em casos prolongados), em especial nas regiões do corpo expostas à luz solar ou trauma mecânico;

- **diarreia** (devido ao mau funcionamento das glândulas digestivas, o que também provoca náuseas e vômitos; é acompanhada de lesão na mucosa e ardência no trato digestivo);

- **demência** (debilidade mental e distúrbios no sistema nervoso central). Caso quantidades adequadas de PP sejam administradas, o doente de pelagra apresenta uma cura surpreendente.

O organismo humano pode produzir PP a partir do aminoácido triptofano, o que ocorre através da vitamina B6. A cura da pelagra pode ser realizada também através de quantidades adequadas de triptofano, que no nosso organismo passa a PP.

1.4. VITAMINA B5 OU ÁCIDO PANTOTÊNICO

Formado pela união do ácido pantóico com o aminoácido alanina, o **ácido pantotênico**, também conhecido como vitamina B5, é um componente da coenzima A, uma coenzima essencial envolvida na acetilação (daí o termo "A") de carboidratos, gorduras e aminoácidos.

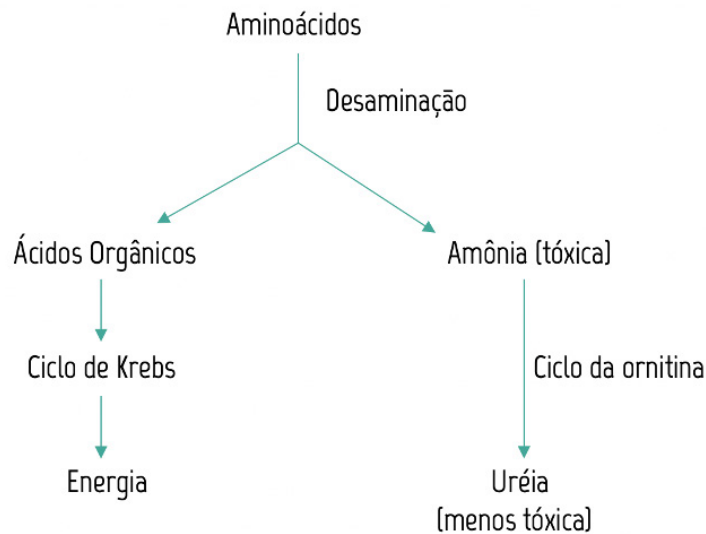
O nome pantotênico significa "derivado de qualquer lugar", devido ao fato desta vitamina ser encontrada em praticamente qualquer fonte, animal ou vegetal. Boas fontes são fígado, coração, rim, gema de ovo, amendoim, verdura e cereais. Carne, leite e frutas contêm quantidades apenas moderadas. O requisito diário é de cerca de 5 a 10 mg.

A síndrome resultante da hipovitaminose caracteriza-se por torpor, apatia, depressão, instabilidade cardiovascular, distúrbios adrenais e neuromotores, além de síntese prejudicada de anticorpos.

1.5. VITAMINA B6 OU PIRIDOXINA

O grupo da vitamina B6 consiste em três compostos intimamente relacionados, **piridoxina**, **piridoxal** e **piridoxamina**, os quais são biologicamente facilmente interconvertíveis. A forma ativa é o piridoxal-fosfato, podendo ocorrer também na forma amina, piridoxamina-fosfato.

A vitamina B6 age no metabolismo de aminoácidos no fígado, nos processo de **transaminação** e **desaminação**. Transaminação, para quem não lembra, é a produção de aminoácidos naturais no corpo a partir dos aminoácidos essenciais obtidos na dieta. Já a desaminação é a remoção de grupos amina dos aminoácidos, para que eles possam ser utilizados na atividade respiratória. É mais ou menos assim:



A informação referente ao conteúdo de piridoxina nos alimentos é ainda incompleta, devido às dificuldades de análise. Boas fontes são fígado, carne, cereais integrais, soja, milho e outros vegetais. O requisito diário de B6 está entre 1,5 e 2 mg para adultos.

Os sintomas mais comuns da carência são:

- a dermatite seborreica ao redor dos olhos, nariz, boca e atrás das orelhas;
- dores nas extremidades do corpo, seguida de prejuízo motor, a **acrodinia**;
- além disto, a deficiência na transaminação dos aminoácidos levam a uma desaminação (retirada do grupo amina) excessiva dos mesmos, provocando um aumento na produção de ureia (derivada da desaminação de aminoácidos), que é tóxica.

Tome nota:

1.5. VITAMINA B6 OU PIRIDOXINA

A vitamina H, também chamada **biotina**, foi primeiramente isolada a partir do ovo como um fator de crescimento necessário para as células de levedura e cobaias.

Os miúdos de carne, amendoim, chocolate, gema de ovo, couve-flor e cogumelos são as melhores fontes de biotina. A flora bacteriana intestinal parece fornecer a maior parte do requisito diário de biotina, entre 150 e 300 mg por dia.

A carência de biotina resulta em dermatite descamativa (**seborreica**), inclusive com queda de cabelos (**alopecia**), e outros sintomas como palidez, anorexia, ligeira insônia, anemia e dores musculares. A carência espontânea de biotina no homem parece pouco provável, desde que os estudos indicam que essa substância é sintetizada pela flora intestinal humana em quantidades suficientes que tornam desnecessária uma fonte exógena.

1.7. VITAMINA B9 OU ÁCIDO FÓLICO

A **vitamina B9** ou **ácido fólico**, também conhecido como ácido pteroilglutâmico, é quimicamente constituído por três partes: o aminoácido ácido glutâmico, ácido para-amino-benzóico (PABA) e a pteridina (derivada de um composto heterocíclico contendo nitrogênio).

O principal papel do ácido fólico (que atua no ser humano na forma ativa de ácido tetraidrofólico) está relacionado a enzimas que entram na síntese de ácidos nucleicos e certos aminoácidos. Além disto, atua ao lado de B12 na produção de eritrócitos na hematopoiese.

Quantidades apreciáveis de ácido fólico podem ser encontradas no fígado, vegetais de folhas verdes, cereais, etc. As necessidades diárias estão entre 0,05 mg para lactentes e 0,8 mg para mulheres grávidas.

O ácido fólico é fator de crescimento para uma série de bactérias. Algumas delas podem sintetizá-lo a partir de seus constituintes, caso disponham de uma fonte externa de PABA, uma vitamina para tais bactérias. Esta foi uma descoberta valiosa, pois permitiu esclarecer o modo de ação da sulfanilamida, um importante medicamento que impede o crescimento de bactérias patogênicas dependentes de PABA. A semelhança entre PABA e sulfanilamida provoca uma inibição competitiva na enzima que produz o ácido fólico.

A flora bacteriana intestinal produz tal vitamina a partir do PABA, sendo também fonte desta vitamina. Em compensação, ela também é sensível à ação das sulfas.

Na espécie humana, a carência dietética de ácido fólico produz uma anemia semelhante à anemia perniciosa, acompanhada de glossite, lesões gastrintestinais e diarreia. Em mulheres grávidas, a falta de ácido fólico pode acarretar más-formações do embrião, em particular **espinha bífida**, que consiste no não fechamento do tubo nervoso na região dorsal, condição muitas vezes letal para a criança, ou **anencefalia**, situação em que o não fechamento do tubo nervoso na região dorsal se dá na parte mais anterior do corpo, resultando em má-formação do encéfalo. Não se recomenda bronzeamento artificial para mulheres grávidas, uma vez que a radiação ultravioleta destrói o ácido fólico da pele. Evolucionistas acreditam que a maior vantagem da grande quantidade de melanina nas populações de origem africana está na proteção contra o excesso de raios ultravioleta mais para proteger o ácido fólico do que para evitar câncer de pele (entenda: a expectativa de vida das populações humanas primitivas era muito pequena, menor que 30 anos provavelmente, e o câncer é uma doença que aparece em idades mais avançadas; se os primeiros humanos não atingiam essas idades mais avançadas, não havia risco de câncer de pele, não havendo, pois, necessidade de se proteger contra os raios ultravioleta para esse objetivo).

1.8. VITAMINA B12 OU CIANOCOBALAMINA

A **vitamina B12** ou **cobalamina** é a mais complexa dentre as vitaminas e a única que possui um elemento mineral a ela ligado, o cobalto. Apresenta-se como um grupo de vários compostos, sendo o principal deles a cianocobalamina (apresenta um grupo cianeto).

Dentre outras coisas, B12 toma parte da formação das bases pirimidinas e no metabolismo das purinas, além de estar envolvida na síntese da desoxirribose do DNA. Devido a isto, ela desempenha papel na síntese de ácidos nucleicos e nucleoproteínas. Sua atuação no metabolismo do DNA a faz atuar também na formação dos glóbulos vermelhos sanguíneos (com auxílio da vitamina ácido fólico, cujo metabolismo também depende de B12).

A vitamina B12 não é sintetizada por plantas ou animais, mas por certos microorganismos (como os levedos *Streptomyces griseus* e *Streptomyces venezuelae*). A fonte pela qual a obtemos é provavelmente a fermentação bacteriana no trato intestinal de animais, particularmente herbívoros. O ser humano, aparentemente, não extrai B12 suficiente de sua flora bacteriana, requerendo um

fornecimento da vitamina pré-formada em sua dieta (fígado e rins, principalmente; a maioria dos cereais são fontes muito pobres). O requisito humano diário ainda não foi determinado com precisão, mas ingestão de 0,6 a 1,2 mg é adequada para manter saúde e hematopoiese (produção de sangue) em indivíduos adultos normais.

A carência de B12 prejudica a hematopoiese (particularmente em relação aos eritrócitos), provocando uma doença conhecida como **anemia perniciosa (de Addison)**, caracterizada por um baixíssimo nível de hemácias no sangue. Além disto, B12 é uma vitamina necessária ao crescimento de vários microorganismos.

Uma vez que a vitamina B12 é adquirida pela microflora bacteriana intestinal, sua falta está mais relacionada à impossibilidade de absorvê-la no trato digestivo. Fato, porque sua absorção depende de uma substância chamada de **fator intrínseco antianêmico (FIA)**, produzido pela mucosa gástrica. Assim, lesões no estômago, como úlceras pépticas, podem prejudicar a produção de FIA e conseqüentemente a absorção de vitamina B12, o que pode levar à anemia perniciosa.

2. VITAMINA C OU ÁCIDO ASCÓRBICO

A mais popular das vitaminas, também conhecida como **ácido ascórbico**, a **vitamina C** desempenha papel fundamental na formação da proteína colágeno de tecidos conjuntivos em geral (ósseo, cartilaginoso, etc.) e na defesa contra a oxidação prejudicial de certas moléculas corporais.

Quimicamente, tem fórmula molecular $C_6H_8O_6$. Logo que o ácido ascórbico é absorvido, ele é oxidado a ácido deidroascórbico por desidrogenação, numa reação facilmente reversível em condições celulares.

A vitamina C é cofator essencial na conversão do aminoácido prolina em uma versão hidroxilada dele, a **4-hidroxi-prolina**, que é um aminoácido não codificado pelo código genético dos seres vivos. Assim, as proteínas que contêm este aminoácido especial são produzidas com prolina normal, e a vitamina C age no processo que o converte em 4-hidroxi-prolina. A principal proteína humana com esse aminoácido especial é o colágeno. O colágeno é o principal componente das fibras que constituem a maior parte da substância intercelular abundante existente em tecidos conjuntivos. Tais fibras constituem uma matriz sobre a qual serão depositados os demais constituintes destes tecidos conjuntivos como as células e, no caso do tecido ósseo, os sais minerais que lhe confere rigidez. Assim, a vitamina C é fundamental para a manutenção destes tecidos e, conseqüentemente de todo o organismo, pois sem ela o colágeno não pode ser produzido.

A capacidade do ácido ascórbico de se oxidar facilmente também faz com que C tenha outra essencial atuação junto aos tecidos conjuntivos. O colágeno se oxida com facilidade, o que provoca sua destruição e, portanto, do tecido conjuntivo ao qual ele serve de base. Isto não acontece normalmente porque o ácido

ascórbico funciona como uma barreira de proteção ao colágeno, oxidando-se a ácido deidroascórbico antes que a oxidação afete os tecidos, preservando-os íntegros.

Não se sabe exatamente como, mas o ácido ascórbico também parece aumentar a resistência do organismo contra danos causados por queimaduras e toxinas bacterianas, apesar de haver questionamentos a respeito dessa ação.

Os alimentos mais ricos em vitamina C são as frutas cítricas e certas verduras e legumes. Excelentes fontes são acerola, quiuí, caju, pimentão, limão, laranja, tomate, batata e verduras pouco cozidas. Como a vitamina C é muito sensível à oxidação, as condições de armazenamento e métodos de preparo influenciam significativamente no teor final de vitamina nos alimentos. O congelamento em si e seu armazenamento neste estado é acompanhado de pequena perda, mas lavagem (perda mecânica), exposição prolongada à temperatura ambiente e cozimento pode conduzir a perdas de até 50%.

Existem razoáveis controvérsias nas recomendações de uma ingestão diária satisfatória de vitamina C. O requisito diário parece estar em cerca de 45 mg por dia para adultos, recomendando-se quantidades pouco maiores para gestantes e menores para lactentes. No organismo humano, o armazenamento ocorre em órgãos como o fígado, pâncreas e glândulas suprarrenais.

A hipovitaminose de vitamina C acarreta uma doença conhecida como **escorbuto**. Atualmente raro, o escorbuto em sua forma clássica era comum em marinheiros e exploradores que dependiam de dietas baseadas em biscoitos e carnes salgadas, isentas de vegetais e frutas frescas.

O defeito básico na carência de vitamina C é o prejuízo na formação de colágeno e dificuldade na manutenção da integridade do mesmo, pois ele tende a se oxidar. Desta maneira, a substância fundamental dos tecidos conjuntivos começa a se degradar, acarretando na destruição dos mesmos. Os sintomas decorrentes são vários:

- **Hemorragias** aparecem, devido à degradação do tecido conjuntivo dos vasos. Tais hemorragias são principalmente cutâneas (na pele), periarticulares (o que provoca dor nos movimentos relacionados a estas articulações) e gengivais.

- Com a falta de colágeno, não há como manter a matriz que sustenta os sais de cálcio (carbonato, fosfato e hidroxapatita) em **ossos e dentes**, que ficam esponjosos e quebradiços. Fraturas passam a ocorrer com facilidade e não há uma fixação adequada dos dentes nos alvéolos de maxila e mandíbula, tornando os dentes passíveis de cair e cheios de cavidades e escoriações.

- A **cicatrização fica deficiente**, pois não há o colágeno para formar o tecido conjuntivo responsável pela cicatrização.

- Por fim, em casos mais avançados, ocorrem também hemorragias gastrintestinais, geniturinárias e mesmo cerebrais, provocando inclusive distúrbios de ordem neurológica.

Camões, em sua obra-prima, os Lusíadas, descreve assim o escorbuto:



"E foi que de doença crua e feia,
A mais que eu nunca vi, desamparam
Muitos a vida, e em terra estranha e alheia
Os ossos para sempre sepultaram.
Quem haverá que sem o ver o creia?
Que tão disformemente ali lhe incharam
As gengivas na boca, que crescia
A carne, e juntamente apodrecia:

Apodrecia c'um fétido e bruto
Cheiro, que o ar vizinho inficionava:
Não tínhamos ali médico astuto,
Cirurgião sutil menos se achava;
Mas qualquer, neste ofício pouco instruto
Pela carne já podre assi cortava,
Como se fora morta; e bem convinha,
Pois que morto ficava quem a tinha."

"Os Lusíadas" – Camões, Canto V, 81/82

O organismo torna-se frágil e sensível a infecções, que passam a instalar-se com facilidade (as mucosas, revestidas internamente por tecido conjuntivo e primeira barreira contra a ação de microorganismos, encontram-se fragilizadas). Daí a chamada função anti-infecciosa da vitamina C.

O combate que a vitamina C dá a gripes e resfriados está num aumento generalizado de resistência orgânica por mecanismos ainda não plenamente conhecidos, mas provavelmente envolvendo o aumento na produção de anticorpos.

2. VITAMINA C OU ÁCIDO ASCÓRBICO

Também conhecida como **heperidina**, **rutina**, **citrina** ou **bioflavonoides**, tem a função de evitar uma excessiva fragilidade e permeabilidade dos capilares sanguíneos. Como um dos seus sinônimos sugere, as principais fontes são frutas cítricas, além de vegetais folhosos. Vinho e chocolate amargo são também boas fontes!

Tome nota:

VITAMINAS LIPOSSOLÚVEIS

Não, caro leitor, este estudo sobre vitaminas ainda não acabou. Para uma completa exposição do assunto, resta compreender ainda os mecanismos e funções das vitaminas insolúveis em água mas solúveis em óleos, gorduras e demais solventes apolares, ou seja, as vitaminas lipossolúveis.

As vitaminas lipossolúveis são encontradas em alimentos associados a lipídios, sendo ingeridas em associação com as gorduras e óleos da dieta. Ao contrário das vitaminas hidrossolúveis, que devem ter seus estoques sempre em constante renovação, as lipossolúveis podem ser armazenadas em grandes quantidades no organismo (especialmente no fígado), de forma que sua carência absoluta na dieta só se manifesta depois de alguns meses.

1. VITAMINA A OU RETINOL

A **vitamina A** é um álcool lipossolúvel e resistente ao calor, porém facilmente destruído por oxidação. O álcool, também chamado **retinol (ou axeroftol)**, é encontrado em grande extensão na natureza na forma de seus precursores, as provitaminas carotenoides α , β e γ -caroteno (das quais a mais comum é o β -caroteno). Tais parâmetros são encontrados em legumes com tais cores, como cenoura e batata.

A vitamina A se forma no corpo do homem ou do peixe, a partir destes precursores, após uma hidrólise dos mesmos. No caso mais comum, ou seja, do β -caroteno, a clivagem acontece em um ponto que confere simetria à molécula, originando a partir de um hidrocarboneto, dois álcoois idênticos, isto é, duas moléculas de retinol. Nos carotenos α e γ , a clivagem só produz uma molécula de retinol por molécula de precursor.

A vitamina A desempenha importante papel na visão normal no **Ciclo Visual de Wald**. É encontrada na retina normal em associação com proteínas específicas, sob a forma de pigmentos visuais, nos dois sistemas fotorreceptores, os bastonetes e os cones. Os bastonetes são particularmente sensíveis à luz de baixa intensidade e os cones percebem cores e luz de alta intensidade. O retinol atua basicamente nos processos ocorridos no Ciclo Visual de Wald, que ocorre nos **bastonetes**.

No processo, uma forma oxidada do retinol, o **retinal** ou **aldeído da vitamina A**, é o componente e funciona ligado a uma proteína chamada opsina. O complexo retinal-opsina, conhecido como **rodopsina** ou **púrpura visual**, está localizado em membranas intracelulares nas células fotorreceptores, especialmente numa área da retina conhecida como macula lutea (pronuncia-se "mácula lútea" e significa mancha amarela). Quando a rodopsina é excitada pela luz visível, ocorre uma série de transformações moleculares rápidas e complexas que mudam a configuração do retinal e são acompanhadas por uma alteração global na conformação da molécula de rodopsina, o que funciona como um gatilho molecular produzindo um impulso nervoso enviado ao cérebro. Este impulso faz com que a imagem se forme e seja interpretada no cérebro. Esta reação é reversível e a púrpura é reconstituída mais tarde.

A restauração da púrpura visual é apenas parcial, e deve haver nova quantidade da vitamina A disponível para completar a regeneração. A regeneração incompleta, conforme se verifica na carência nutricional de A, resulta do prejuízo da visão em luz fraca (este processo acontece nos bastonetes, responsáveis pela visão sob luz fraca luminosidade), principalmente quando vem após luz forte, ocasionando a chamada **cegueira noturna** ou **hemeralopia**. Tal cegueira se dá porque, não havendo retinal, não há rodopsina, e conseqüentemente não ocorre o "gatilho" que originaria o impulso nervoso sob exposição dos bastonetes à luz fraca.

Sabemos também que a vitamina A é essencial para a integridade dos tecidos epiteliais e crescimento normal de suas células. A ausência de A provoca atrofia do epitélio normal e desenvolvimento de uma camada anormal de tecido. Isto provoca ressecamento das mucosas, particularmente a pele (**xerodermia** ou **pele escamosa**), ressecamento dos olhos, por mau funcionamento das glândulas lacrimais (**xeroftalmia**; por isso a vitamina A é chamada também axeroftol) e esterilidade em animais do sexo masculino (devido a prejuízo do epitélio germinal, que origina os gametas).

A vitamina A também participa da atividade de **osteoblastos** e **osteoclastos**, propiciando o crescimento normal dos ossos em resposta a estímulos mecânicos que atuam sobre eles. A deficiência dessa vitamina leva a uma diminuição da atividade dos osteoblastos, de modo que a matriz orgânica não é adequadamente produzida, assim como o excesso da mesma acelera a ossificação do disco epifisial (soldadura das epífises), o que pode acelerar a parada no crescimento.

A vitamina A propriamente dita é obtida apenas em fontes animais (peixes, fígado, gema de ovo, etc), mas seus precursores são abundantes em vegetais de folhas verdes e amarelas e em trutas e raízes amarelas (cenoura, batata-doce, batata, etc). Outras fontes são leite, manteiga, tomate, etc. As necessidades diárias estão em torno de 5000 UI para homens, 4000 para mulheres, e cerca de 1400 para lactentes. A UI para a vitamina A é de 0,3 µg de retinol. (UI ou Unidade Internacional é uma unidade de medida de dose de certas substâncias como vitaminas e varia conforma a substância). A ingestão excessiva (50000 UI para adultos) provoca hipervitaminose, caracterizada por aumento no fígado (hepatomegalia; o fígado é o órgão do corpo humano responsável pelo armazenamento de 95% da vitamina A no mesmo) e baço (esplenomegalia), destacamento e descamação da pele (dermatite), prurido generalizado, queda de cabelos, náuseas e dores de cabeça.

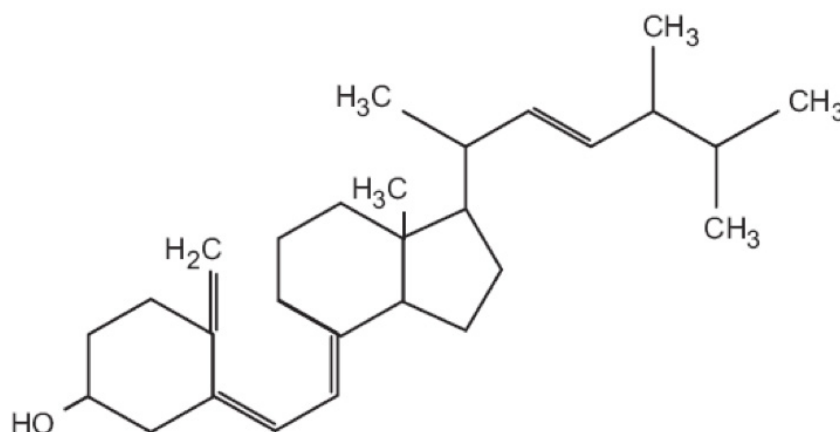
Resumidamente, a hipovitaminose, como já discutido, caracteriza-se por xerodermia, xeroftalmia e hemeralopia, basicamente.

2. VITAMINA D OU CALCIFEROL

A **vitamina D** é um derivado do colesterol, sendo, pois, um esteróide. Existem vários compostos esteróides capazes de prevenir e curar o raquitismo, como as vitaminas D1, D2, D3 e D4. Dentre eles, têm importância prática fundamental a vitamina D2 e D3.

- A **vitamina D2** ou **ergocalciferol** é preparada pela irradiação ultravioleta a partir do ergosterol (provitamina D2) dos vegetais.

- A **vitamina D3** ou **colecalfiferol** ou **7-deidrocolesterol ativado** é um composto muito semelhante; forma-se na pele humana diante da luz solar ou por irradiação ultravioleta a partir da provitamina D3 (7-deidrocolesterol). Daí a importância de banhos de sol em bebês e crianças muito jovens: a ativação da vitamina D pelo componente ultravioleta dos raios de sol.



Estrutura da vitamina D. Volte à aula de lipídios e compare com a estrutura do colesterol. A semelhança é bastante grande.

Ambas as moléculas de vitamina D em sua forma ativa, caem na circulação sanguínea e são convertidas em 25-hidroxi-colecalciferol (25D) no fígado, que depois é convertido em **1,25-diidroxi-colecalciferol** (1,25D) nos rins. Esta última molécula tem ação hormonal e é a responsável pelos efeitos da vitamina D.

A vitamina D aumenta a utilização e retenção do cálcio e fósforo na dieta aumentando a absorção dos mesmos no intestino; possui também o efeito específico de reduzir a excreção de fósforo na urina, estimulando sua reabsorção pelos túbulos renais.

Uma carência de vitamina D resulta em absorção intestinal inadequada de cálcio e fósforo. Os maiores reflexos desta falta de cálcio no organismo dar-se-ão nos ossos, que precisam de grandes quantidades de sais deste mineral para manter a sua rigidez, provenientes desta mineralização.

Em crianças, isto acarreta uma doença conhecida como **raquitismo**. Neste caso, a matriz orgânica cartilaginosa que precede a formação do osso é formada, mas os sais de cálcio e fósforo não são depositados por não estarem presentes. Os ossos não crescem, pois, de maneira adequada, resultando em deficiências de crescimento e alterações na estrutura normal dos ossos. Além disto, a falta de rigidez nos ossos pela sua desmineralização faz com que os ossos dos membros inferiores curvem-se ante o peso do próprio corpo, aparecendo típicas formações em pernas arqueadas: para fora, com o nome de **genuvalgo** (pernas em te-soura), ou para dentro, com o nome de **genuvaro** (pernas arqueadas de cavaleiro). Problemas de coluna como **escoliose** (desvio lateral), **cifose** (projeção da região torácica e cervical para frente), e **lordose** (projeção da região lombar para trás) e **peito-de-pombo** ou **pectum carenatum** (projeção das costelas para frente) também podem ocorrer. Por fim, a má ossificação resulta também num crânio mole e na erupção tardia, má-formação e excessiva fragilidade dos dentes de crianças raquíticas.



Genuvalgo e genuvaro, respectivamente.

Tome nota:



NÍQUEL NÁUSEA – Fernando Gonsales

Em adultos, a hipovitaminose D é conhecida como **osteomalácia**. Como nos adultos os ossos já pararam de crescer, a carência manifesta-se como desmineralização acentuada na coluna, pélvis e pernas, por falta de cálcio para repor as perdas ósseas. A pressão da gravidade nos ossos mais moles provoca compressão das vértebras afetadas, curvamento dos ossos longos e deformidade na pélvis.

Cuidado para não confundir **osteomalácia** com **osteoporose**. A primeira é uma deficiência vitamínica que leva à falta de cálcio nos ossos. A segunda é uma deficiência hormonal (falta de estrogênios na mulher após a menopausa) que leva a uma falta de matriz orgânica para sustentar os sais nos ossos. Em ambos os casos, há fragilidade óssea.

Observação: Apesar de o nome da condição causada pela falta de vitamina D no adulto não ser osteoporose, e sim osteomalácia, a osteoporose é multifatorial, estando relacionada a fatores como deficiência hormonal e velhice, sendo que fatores como o excesso de cafeína e nicotina e a falta de vitamina A e vitamina D podem contribuir para seu surgimento e/ou agravamento.

Atualmente, sabe-se que vários tecidos do corpo humano apresentam receptores para a forma funcional da vitamina D (1,25D). Dentre as regiões estimuladas pela vitamina D, estão as células imunológicas. Assim, sabe-se que banhos de sol são úteis para a manutenção da resistência orgânica. Por exemplo, antes do advento dos antibióticos, a tuberculose, causada pela bactéria *Mycobacterium tuberculosis*, era tratada empiricamente com banhos de sol. Não se sabia por que, mas ação da vitamina D é a principal candidata para explicar o efeito da “terapia do sol”.

A maioria dos alimentos contém quantidades pequenas de D. Os alimentos que a têm são de origem animal. Peixes de água salgada, especialmente aqueles com alto teor de óleo (salmão, sardinha, arenque), são as fontes mais ricas. Gemas de ovos e leite bovino possuem quantidades substanciais (no caso dos leites utilizados para a dieta de lactentes, é adicionado um suplemento de vitamina D para satisfazer as necessidades da vitamina). A ingestão diária recomendada está em cerca de 400 UI (com a UI para a vitamina D em 0,025 mg), sendo a média consumida em torno de 300 a 3000 UI.

A ingestão em doses de 10.000 a 20.000 UI diárias para crianças e 100.000 UI para adultos levam a uma hipervitaminose. Tal síndrome tem por sintomas anorexia, vômitos, dor de cabeça, sonolência e diarreia. Mais: os níveis de cálcio e fósforo aumentam, e depósitos de cálcio passam a ser encontrados no coração, grandes vasos, túbulos renais e noutros tecidos moles.

3. VITAMINA E OU TOCOFEROL

Pelo menos quatro compostos intimamente relacionados e pertencentes ao grupo das quinonas desempenham atividade de **vitamina E: α , β , γ e δ -tocoferol**. Dentre eles, o γ -tocoferol é o mais importante. Todos os compostos relacionados à vitamina E são poderosos antioxidantes, protegendo da oxidação ácidos graxos insaturados, principalmente aqueles da membrana plasmática.

Até o momento, nem a função nem o mecanismo de ação da vitamina E foram estabelecidos de forma conclusiva. Como antioxidante, o tocoferol impede a oxidação de componentes lipídicos insaturados da membrana plasmática e estruturas subcelulares, como a mitocôndria em todos os tecidos, inclusive o cérebro e a membrana dos eritrócitos.

Conhece-se há muito os efeitos da carência de vitamina E em ratos e outros animais, que provoca aparecimento de pele escamosa, degeneração do epitélio germinal e imobilidade dos espermatozoides com conseqüente **esterilidade**, bem como **interrupção da gravidez** (o termo *tokos* vem do grego e significa 'parto') e morte fetal, além de uma progressiva distrofia muscular. O tocoferol vai também sendo agora reconhecido como fator dietético essencial para o homem. Neste caso, o que há de concreto é a instalação de **distrofias musculares**, particularmente no **miocárdio** (músculo cardíaco).

As fontes dietéticas básicas mais ricas em tocoferóis são os óleos e as sementes de cereais, os óleos de gérmen de trigo, de semente de algodão, de milho e margarina. Ovos, peixes e todos os tipos de carnes (especialmente o fígado) e manteiga contêm alguma quantidade de vitamina E. Estima-se que as doses diárias necessárias estejam em torno de 10 mg. Chocolate amargo é uma boa fonte.

4. VITAMINA K

Inúmeros compostos são conhecidos com atividade de **vitamina K**. O mais simples e biologicamente mais potente é a menadiona ou vitamina K3, produzida artificialmente. Para os seres humanos, os compostos mais importantes e acessíveis são a vitamina K1 (filoquinona), ingerida em alimentos de origem vegetal, especialmente verduras, e a vitamina K2 (menaquinona), sintetizada pela flora bacteriana intestinal.

A função bioquímica mais importante da vitamina K está relacionada à **coagulação sanguínea**. Entre os fatores que regulam a coagulação estão uma série de proteínas circulantes no sangue (chamadas **fatores da coagulação**), produzidas pelo **fígado** humano, sob influência da vitamina K.

Amplamente distribuída na natureza, a vitamina K tem como maiores fontes os vegetais de folhas verdes. Sementes, tubérculos e frutas, bem como fígado de porco, são fontes razoáveis. A fonte humana mais importante, porém, é a síntese pela flora bacteriana intestinal.

Não há requisitos estabelecidos para a vitamina K, visto que ela é fundamentalmente produzida no intestino. Pelo mesmo motivo, a hipovitaminose é difícil. A origem mais comum é a má absorção ou mau suprimento de gorduras (dificultam a absorção de vitamina K, visto que esta é absorvida junto com os alimentos gordurosos, mesmo aquela produzida pela microflora) e a utilização de antibióticos e sulfas, que quando prolongada, destrói a flora bacteriana, principal fonte da vitamina.

Essa hipovitaminose caracteriza-se principalmente por tendências hemorrágicas.

A pouca ingestão de gorduras, comum em alcoólatras, contribui para a carência de vitamina K. Associado ao fato de o álcool ser tóxico ao fígado (o fígado é o local que produz os fatores de coagulação), isto pode fazer com que alcoólatras tenham predisposição a hemorragias.

Recém-nascidos, uma vez que ainda não adquiriram sua microflora, ainda não têm acesso à vitamina K, podendo ter, pois, problemas de coagulação, o que caracteriza a síndrome hemorrágica do recém-nascido.

TABELA DE RESUMO

Vitamina	Denominação	Efeito da Hipovitaminose
B1	Tiamina	beribéri
B2	Riboflavina (FAD)	dermatite; queilite
PP ou B3	Nicotinamida (NAD)	pelagra
H	Biotina	seborreia; alopecia
B5	Ácido Pantotênico (Coenzima A)	dermatite; neurite
B6	Piridoxina	acrodinia
B9	Ácido Fólico	anemia perniciosa; espinha bífida; anencefalia
B12	Cianocobalamina	anemia perniciosa
C	Ácido Ascórbico	escorbuto
P	Bioflavonóides	fragilidade capilar
A	Retinol ou Axeroftol	hemeralopia; xeroftalmia; xerodermia
D	Colecalciferol	raquitismo (infância); osteomalácia (idade adulta)
E	Tocoferol	esterilidade masculina; aborto; distrofia do miocárdio
K	Filoquinona e Menaquinona	hemorragias

Tome nota: