



A IMPORTÂNCIA DA VITAMINA D PARA ATLETAS

Publicado: Julho de 2015/Autor: **Enette Larson-Meyer**/Tópicos: Nutrição Esportiva

- A vitamina D tem um papel importante na saúde, nos treinos e na performance do atleta.
- O estado de vitamina D deve ser avaliado como parte da rotina de uma avaliação nutricional. A concentração sanguínea de 25(OH)D é o melhor indicador do estado de vitamina D. A concentração sanguínea da vitamina D deve ser mantida > 75 nmol/L, mas preferencialmente > 100 nmol/L.
- O estado de vitamina D abaixo do ideal é relacionado ao maior risco de doença aguda, lesão inflamatória, fraturas por estresse, dor/fraqueza muscular e performance muscular reduzida. Os atletas com histórico desses problemas podem se beneficiar com a avaliação do estado de vitamina D.
- Não é provável que o consumo regular de alimentos contendo vitamina D por si só mantenha o estado suficiente de vitamina D. A exposição solar consciente (5 a 30 minutos de exposição dos braços, pernas e costas perto do sol do meio-dia, diversas vezes por semana), a suplementação regular com vitamina D (1500-2000 UI/dia), ou uma combinação da ingestão alimentar, exposição solar e suplementação são necessários para atingir o estado adequado.
- Nos meses de inverno, a suplementação com vitamina D é necessária para atletas que moram > 35° de latitude norte ou sul.

LEITURA RECOMENDADA

Dezembro de 2018 SSE #186: A Segurança e Eficácia da Suplementação com Creatina Monohidratada: O Que Aprendemos nos Últimos 25 anos de Pesquisa

Dezembro de 2018 SSE #188: Dietas Veganas e Vegetarianas para o Treinamento e Performance Atlético

Dezembro de 2018 SSE #189: Doença Celíaca, Sensibilidade ao Glúten versus Sensacionalismo do Glúten, e a Redução de Carboidratos FODMAP como Instrumento para Gerenciar Sintomas Gastrointestinais em Atletas

INTRODUÇÃO

É reconhecido já por algum tempo que o estado adequado de vitamina D é necessário para a saúde dos ossos e do esqueleto. Pesquisas recentes, no entanto, também indicam o importante papel a vitamina D para as funções não-esqueléticas incluindo o crescimento do músculo esquelético, função imunológica, modulação inflamatória e performance atlética (Larson-Meyer & Willis, 2010). Adicionalmente, pesquisas estão encontrando que a deficiência de vitamina D aumenta o risco para diversas doenças crônicas e inflamatórias incluindo hipertensão, doenças cardiometabólicas, artrite e certos tipos de câncer (Holick, 2007), que podem ocorrer mesmo em atletas. Este artigo do Sports Science Exchange revisa a vitamina D em relação à saúde e performance do atleta e fornece dicas para avaliar e tratar a insuficiência de vitamina D.

SÍNTESE, FONTES E INDICADORES DO ESTADO DE VITAMINA D

Síntese e metabolismo de vitamina D

Embora a vitamina D seja considerada uma “vitamina” – ou seja, um composto orgânico presente nos alimentos necessário em pequenas quantidades para o crescimento e boa saúde - a necessidade humana de vitamina D pode ser atingida inteiramente através da síntese na pele através da exposição solar (Holick, 2007). A radiação ultravioleta-B (UVB) da luz solar converte o seu precursor 7-deidrocolesterol - presente na pele – em vitamina D₃ (colecalfiferol). A vitamina D sintetizada (assim como a vitamina D obtida da dieta) é transportada para o fígado por seus carreadores, as proteínas ligadoras de vitamina D (VDBP). No fígado, a vitamina D é rapidamente convertida a 25(OH)D, a principal forma de armazenamento. A ativação futura nos túbulos renais a 1,25(OH)2D, a forma hormonalmente ativa, é conduzida pelo hormônio da paratireoide (PTH), quando as concentrações sanguíneas de cálcio e/ou fosfato caem abaixo da faixa considerada normal.

Fontes de Vitamina D

A vitamina D é encontrada na dieta em poucos alimentos naturais ou fortificados (Tabela 1). A vitamina D alimentar inclui tanto a D₃ (colecalfiferol) encontrada naturalmente em alimentos de origem animal específicos, quanto a vitamina D₂ (ergocalciferol) derivada de um fungo exposto à radiação UVB e fermento com presença de ergosteróis. Ambas as formas são bem absorvidas (50% de biodisponibilidade) em associação com os lipídeos da dieta. Desta forma, a absorção de vitamina D é melhor com refeições com alto teor de gorduras (Raimundo et al., 2011) e pode ser limitada por uma dieta extremamente baixa em gorduras ou por síndromes e condições de má absorção (Ross et al., 2010).

Indicadores do Estado de Vitamina D

A concentração plasmática de 25(OH)D (daqui em diante referida como a vitamina D sanguínea) é o melhor indicador do estado da vitamina D. A concentração circulante da forma hormonalmente ativa, 1,25(OH)2D, é dependente de outros fatores além do seu estado, incluindo as concentrações de PTH e do cálcio e fosfato sanguíneos. Pontos de corte definitivos para o estado de vitamina D ainda não estão cientificamente estabelecidos (assim como outros limites como o cálcio plasmático), mas são baseados em marcadores clínicos e de risco para doenças. A Tabela 1 resume os limites sanguíneos definidos pela maioria dos pesquisadores da vitamina D como “deficiente”, “insuficiente”, “suficiente”, “ótimo” e “tóxico” (Cannell et al., 2008; Holick, 2007; Hollis, 2005; Hosseinezhad & Holick, 2013). O ponto de corte para a deficiência é a concentração aproximada na qual a PTH aumenta acentuadamente, enquanto o ponto de corte para a insuficiência é a concentração na qual o platô de PTH e absorção de cálcio são maximizados. Por fim, o ponto de corte para o estado ótimo é o ponto no qual se acredita que tenha envolvimento do genoma humano.

Ingestão Recomendada (Adultos >18 a 19 anos)	Estados Unidos e Canadá: 600 UI Austrália & Nova Zelândia: 200 UI Países Nórdicos: 300 UI Reino Unido: 400 UI OMS: 200 UI
Fontes Alimentares (UI/porção)	- Peixes com alto teor de gordura, incluindo o salmão, sardinha, atum, cavala (100 – 1.000/100g) - Cogumelos irradiados (1.600/100g); leite fortificado (100/240 ml) - Algumas marcas/tipos de margarina (8-80/Tbsp) - Iogurte (100/240 ml) - Leite de soja (100/240 ml) - Suco de fruta (100/240 ml); - Cereais prontos para o consumo (40-100/porção) - Gema do ovo (20-40/ovo)
Níveis e Intervalos de Referência	A circulação plasmática de 25(OH)D é o marcador para o estado de vitamina D. - Deficiente: 25(OH)D < 50 nmol/L (20 ng/ml) - Insuficiente: 25(OH)D < 75-80 nmol/L (30-32 ng/ml) - Suficiente: 25(OH)D > 75-80 nmol/L (30-32 ng/ml) - Ótimo: 25(OH)D = 100 - 250 nmol/L (40-100 ng/ml) - Tóxico: 25(OH)D >375 nmol/L (150 ng/ml) mais hipercalcemia
Sinais & Sintomas de Deficiência	Concentração elevada de PTH, fraqueza óssea, dor nos ossos, densidade óssea reduzida, maior risco para fratura óssea, fraqueza e desconforto muscular, atrofia das fibras musculares do tipo II, alta frequência de doenças infecciosas. Nota: os sintomas podem ser parecidos com aqueles da fibromialgia e síndrome da fadiga crônica.
Sinais & Sintomas de Toxicidade	Cálcio plasmático Elevado, fadiga, constipação, dor nas costas, esquecimento, náusea, vômito. As complicações das concentrações elevadas de cálcio prolongadas incluem calcificação dos tecidos moles, hipertensão e anormalidades no batimento cardíaco.

Tabela 1 . Ingestão diária recomendada, fontes alimentares, estado, sinais e sintomas da deficiência e toxicidade da vitamina D.

*Tbsp: colher de sopa

A Ingestão Diária Recomendada (RDA) para os Estados Unidos e Canadá difere dos valores propostos pelos pesquisadores e foi estabelecido utilizando 50 nmol/L como um nível adequado. Por outro lado, evidências disponíveis sugerem que manter as concentrações sanguíneas na faixa do ótimo pode ser benéfico para a função musculoesquelética (Bischoff-Ferrari, et al., 2004b) e risco para doenças (Cannell et al., 2008).

INGESTÃO E O ESTADO DA VITAMINA D EM ATLETAS

Estado de Vitamina D em Atletas

O estado abaixo do ideal de vitamina D é encontrado de maneira geral na população ao redor do mundo (Holick, 2007; Hossein-nezhad & Holick, 2013). Em atletas, a prevalência da deficiência e suficiência varia de acordo com a época do ano, local do treinamento, esporte (Larson-Meyer & Willis, 2010) e cor da pele (Hamilton et al., 2010; Pollock et al., 2012; Shindle et al., 2011) (Figura 1). O estado da vitamina D é geralmente menor nos meses de inverno (Farrokhyar et al., 2015; Halliday et al., 2011). Os atletas que treinam predominantemente em locais internos e que treinam em latitudes maiores, de maneira geral, apresentam o estado mais baixo que aqueles que treinam ao ar livre e em menores latitudes (Figura 1). O estado abaixo do ideal da vitamina D, no entanto, também ocorre em países solares próximos ao equador quando o sol é evitado ou a pele protegida (Hamilton et al., 2010).

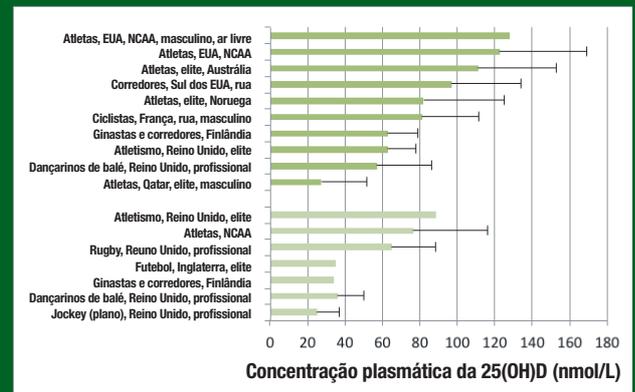


Figura 1 . Estado da vitamina D em atletas em uma variedade de esportes nos meses solares (parte superior do gráfico, barras escuras) e no inverno (parte inferior do gráfico, barras claras). NCAA, Associação Nacional do Colegiado Atlético. Os dados representam atletas do sexo masculino e feminino a não ser que especificado. Barras de erros (se presentes) representam o desvio padrão relatado. Desenvolvido utilizando as referências de Bergen-Cico & Short, 1992; Bescos Garcia & Rodriguez Guisado, 2011; Close et al., 2013; Halliday et al., 2011; Hamilton et al., 2010; Helle & Bjerkan, 2011; Lehtonen-Veromaa et al., 1999; Maimoun et al., 2006; Peeling et al., 2013; Pollock et al., 2012; Storlie et al., 2011; Willis et al., 2012; Wyon et al., 2014.

Ingestão de Vitamina D em Atletas

A exposição solar insuficiente (UVB) é a razão mais provável para o estado de vitamina D abaixo do ideal. A pobre ingestão de vitamina D, contudo, pode contribuir. Estudos mostram que os atletas não chegam perto de atingir as recomendações dietéticas na maioria dos países (Figura 2). Um estudo encontrou que apenas 5% dos atletas universitários atingiram a RDA americana apenas através de alimentos (Halliday et al., 2011).

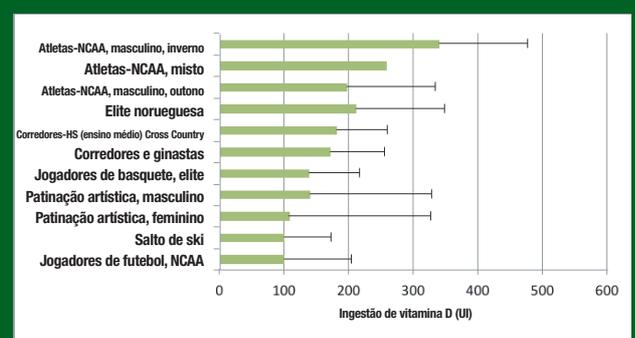


Figura 2 . Ingestão da vitamina D em atletas em uma variedade de esportes. NCAA, Associação Nacional do Colegiado Atlético; HS, Ensino Médio. Os dados representam atletas do sexo masculino e feminino a não ser que especificado. Barras de erros (se presentes) representam o desvio padrão relatado. Desenvolvido utilizando as referências de Bergen-Cico & Short, 1992; Bescos Garcia & Rodriguez Guisado, 2011; Clark et al., 2003; Halliday et al., 2011; Helle & Bjerkan, 2011; Lehtonen-Veromaa et al., 1999; Rankinen et al., 1998; Storlie et al., 2011; Ziegler et al., 2001.

Fatores que Influenciam o Estado da Vitamina D

Como a luz solar adequada é necessária para a síntese de vitamina D, qualquer coisa que limite a quantidade ou qualidade da exposição solar pode comprometer o estado de vitamina D (Tabela 2). Adicionalmente, o tamanho corporal e/ou a adiposidade em excesso pode comprometer o estado de vitamina D (Halliday et al., 2011; Heller et al., 2014). Em

atletas, não está estabelecido se esta associação é devido ao sequestro da vitamina D pelo excesso de adiposidade ou pelo volume de diluição nos corpos de atletas maiores e/ou acima do peso. Também ainda não foi entendido se a vitamina D armazenada no tecido adiposo é liberada durante o inverno ou períodos reduzidos de UVB.

- **Envelhecimento (síntese reduzida em ~75% na idade de 70 anos)**
- **Pigmentação da pele (melanina absorve os fótons UVB e prolonga o tempo de exposição necessária para a síntese)**
- **Gordura corporal (excesso de gordura corporal capta e estoca a vitamina D que acabou de ser sintetizada)**
- **Uso regular de protetor solar (SPF de 8 a 15 reduz a capacidade de síntese em 92-98%)**
- **Roupas (tecidos apertados, de cores claras e proteção UVB inibem os fótons UVB de atingirem a pele)**
- **Poliuição atmosférica (ozônio e NO₂ absorvem UVB) e dias nublados**
- **Hora do dia (ápice do ângulo solar não suficiente para a síntese no início da manhã antes das 10 horas ou no final da tarde após 3 horas)**
- **Horário de inverno em latitudes > 35° norte ou sul (ápice do ângulo solar impede fótons UVB em quantidade suficiente de atingir a superfície da terra durante os meses de inverno)**
- **Evitar a exposição solar**
- **Genética (indivíduos com certas variações da proteína ligadora de vitamina D podem ter um baixo estado de vitamina D ou não responderem tão bem a suplementação oral)**

Tabela 2 . Fatores que inibem a síntese de vitamina D.

*UVB, ultravioleta B; SPF, fator de protetor solar; Fontes: Fu et al., 2009; Holick, 2007; Hossein-nezhad & Holick, 2013.

FUNÇÕES DA VITAMINA D

Como um secosteróide (isto é, esteroides nos quais um dos anéis esteróides é aberto), a vitamina D funciona como um modulador de cerca de 2.000 genes envolvidos no crescimento celular, função imunológica e síntese de proteína (Cannell et al., 2009; Hossein-nezhad & Holick, 2013). Neste papel, a forma ativa da vitamina D (1,25(OH)₂D) forma um complexo com seu receptor nuclear de vitamina D e o receptor- α do ácido retinóico, e é capaz de estimular ou inibir a expressão de genes específicos (Holick, 2007).

O entendimento atual é de que uma concentração adequada de vitamina D no sangue é necessária para otimizar a função genômica (Hossein-nezhad & Holick, 2013). Este papel, que funciona como um interruptor do modulador genético, explica como a vitamina D pode ter um papel em uma variedade de funções fisiológicas, incluindo a saúde dos ossos, a função muscular, a inflamação e a imunidade, todas as quais são importantes para a saúde, treinos e performance.

Saúde Óssea

A vitamina D influencia a saúde óssea por estimular a expressão de genes que melhoram a absorção de cálcio no intestino, a reabsorção de cálcio renal (em associação com a PTH elevada) e o turnover ósseo (Holick, 2007). Um exemplo da influência da vitamina D é encontrado na absorção do cálcio que é > 30% biodisponível quando a concentração sanguínea de vitamina D é pelo menos 75 nmol/L, mas apenas 10-15% quando as concentrações são mais baixas. Muito deste efeito é devido a melhor expressão

das proteínas intestinais que promovem a absorção do cálcio causada pela vitamina D. Além disso, pesquisas sugerem que a concentração sanguínea da vitamina D está associada a densidade mineral óssea (DMO) e/ou ao conteúdo mineral ósseo do quadril e coluna lombar de mulheres por toda a sua vida (Bischoff-Ferrari et al., 2004a).

Diversos estudos fornecem evidências de que o estado suficiente de vitamina D é importante para a saúde óssea e prevenção de lesões ósseas em populações de atletas (Lappe et al., 2008; Ruohola et al., 2006; Valimaki et al., 2004). Por exemplo, o risco de faturas por estresse foi 3,6 vezes maior em recrutas do serviço militar na Finlândia com concentrações de vitamina D abaixo de 75 nmol/l (Ruohola et al., 2006) e pareceu ser protegido pela ingestão dietética de vitamina D (>~600-700 UI/dia) em populações mistas de meninas adolescentes americanas atletas e não-atletas (Sonneville et al., 2012). A suplementação com 800 UI de vitamina D diariamente (mais 2000 mg/dia de cálcio) por 8 semanas reduziu a incidência de fratura por estresse em 20% em recrutas americanas da Marinha do sexo feminino (Lappe et al., 2008).

Função Musculoesquelética

Dor e a fraqueza musculoesquelética são sintomas bem estabelecidos, mas frequentemente esquecidos da deficiência de vitamina D, o que pode ser resolvido com a reposição. As pesquisas mais recentes sugerem que a vitamina D influencia o músculo esquelético por desencadear a expressão de genes que influenciam no crescimento e diferenciação muscular, particularmente em fibras de contração rápida (tipo II) (Barker et al., 2011; Girgis et al., 2013). A vitamina D pode também ter efeitos não-genômicos que incluem a modulação da captação sarcoplasmática do cálcio e sinalização celular. Estudos em cultura e tecido animal mostram que a deficiência da vitamina D inclui atrofia das fibras musculares de contração rápida, prejudica a captação sarcoplasmática de cálcio e prolonga o tempo para o pico da tensão contrátil e relaxamento (Girgis et al., 2013). Estudos com biópsias em pacientes deficientes de vitamina D mostram atrofia nas fibras musculares do tipo II (Sato et al., 2005).

O estado baixo de vitamina D pode prejudicar diretamente a força muscular e performance em atletas, apesar das evidências limitadas. A primeira evidência de que a vitamina D influencia a performance veio da virada do século 20 quando foi encontrado que a exposição à luz UVB por meio de uma lâmpada solar central melhorou a performance muscular (presumidamente por melhorar o estado da vitamina D) (Cannell et al., 2009). Estudos recentes em indivíduos não-atletas mais jovens (Ward et al., 2009) e mais velhos encontrou que o baixo estado de vitamina D é negativamente associado com marcadores de força muscular até um limite sanguíneo de 94 nmol/l (38 ng/ml), no platô da força muscular (Bischoff-Ferrari, et al., 2004b). Em atletas deficientes de vitamina D, a suplementação em uma dose que eleve a concentração sanguínea de vitamina D também parece melhorar parâmetros específicos de performance muscular, incluindo a força isométrica do quadríceps, salto vertical e a performance em tiros de corrida de 10m (o que utiliza principalmente fibras do tipo II) (Close et al., 2013; Wyon et al., 2014). Em atletas e não-atletas lesionados, a insuficiência da vitamina D também parece retardar a reabilitação e recuperação após cirurgia ortopédica (Barker et al., 2011; Kiebzak

et al., 2007). Apesar de ainda não ter sido demonstrado em atletas, a suplementação prolongada em pacientes deficientes melhora a força muscular, o tamanho relativo e número de fibras musculares do tipo II (Sato et al., 2005).

Inflamação e imunidade

Imunidade: a vitamina D funciona como um importante regulador de inflamação e imunidade inata. No sistema imunológico inato, a vitamina D tem a habilidade de iniciar a expressão de genes em uma ampla variedade de peptídeos antimicrobianos (Cannell et al., 2008; Larson-Meyer & Willis, 2010). As AMPs são secretadas pelas células do sistema imune inato, incluindo monócitos, macrófagos e células epiteliais do trato respiratório (Gombart et al., 2005) e ajudam a defender contra bactérias, fungos e vírus patógenos invasores. Devido ao papel regulatório da vitamina D na expressão da AMP em células respiratórias, é sugerido que o estado de vitamina D (e sua típica flutuação sazonal) influenciam a suscetibilidade em relação à influenza e ao resfriado comum (Cannell et al., 2006). Em atletas, é bem conhecido que treinamentos intensos prolongados têm um efeito supressor da função imunológica inata e aumentam o risco de infecções do trato respiratório superior. A vitamina D também pode influenciar a suscetibilidade a tais infecções em atletas (Larson-Meyer & Willis, 2010). Um estudo com atletas universitários mostrou que os níveis sanguíneos da vitamina D durante o inverno e primavera foram associados negativamente com doenças respiratórias do trato superior durante a estação (Halliday et al., 2011). O ponto de corte ocorreu em ~95 nmol/l de maneira que os atletas que mantiveram seus estoques mais baixos que o ponto de corte tiveram um ou mais episódios de doenças enquanto aqueles com estoques mais altos tiveram um episódio ou menos. Outro estudo no serviço militar Finlandês encontrou que soldados com concentrações sanguíneas da vitamina D < 40 nmol/l tiveram 63% mais faltas ao dever e trabalho militar devido às doenças respiratórias em comparação com aqueles com estado de vitamina D maior (Laaksi et al., 2007).

Inflamação: A vitamina D também trabalha através do sistema imunológico para controlar inflamações, que é o acúmulo de líquido e células imunológicas em tecidos lesionados. A vitamina D aumenta a produção de diversas citocinas anti-inflamatórias, que inclui o fator de crescimento do treinador e interleucinas-4, 10 e 13 e a redução na produção das citocinas pró-inflamatórias como a interleucina-6, o interferon- γ , a interleucina-2 e o fator de necrose tumoral (TNF- α) (Barker et al., 2014; Larson-Meyer & Willis, 2010; Willis et al., 2012).

Atualmente, há evidências limitadas que relacionam diretamente o estado de vitamina D comprometido com o maior risco ou severidade de inflamação ou lesões relacionadas com esportes (Farrokhyar et al., 2015), ou com a síndrome do excesso de treinamento a qual se acredita ser conduzida pela resposta inflamatória da interleucina-6. Esta relação, no entanto, foi descrita primeiramente em um trabalho dos anos 1950 que observou uma redução significativa na dor crônica causada pelos esportes após um programa de 6 semanas de terapia UVB com uma lâmpada solar (Cannell et al., 2009). Diversos estudos recentes forneceram respaldo a este fato (Barker et al., 2014; Shindle et al., 2011; Willis et al., 2012; Wyon et al., 2014). Por exemplo, em corredores de distância, o estado de vitamina D foi associado negativamente com a concentração sanguínea de marcadores pró-inflamatórios TNF- α que estava drasticamente elevado quando a concentração de vitamina D estava

abaixo de ~80 nmol/L (32 ng/ml) (Willis et al., 2012). Em jogadores profissionais de futebol americano, o estado de vitamina D foi menor em jogadores que se tornaram lesionados durante a temporada em comparação àqueles sem lesões (50 vs. 63 nmol/L) (Shindle et al., 2011). A suplementação oral com 2000 UI de vitamina D/dia reduziu a ocorrência de lesões após 4 meses em dançarinos profissionais de balé do Reino Unido (Wyon et al., 2014).

Necessidades de vitamina d em atletas

A RDA para a vitamina D nos Estados Unidos e Canadá é de 600 UI para crianças e adultos até 70 anos de idade; e 800 UI para adultos com mais de 70 anos (Ross et al., 2010). Apesar da RDA americana ser maior que as recomendações de outros países (Tabela 1), muitos especialistas em vitamina D acreditam que a RDA americana, que foi estabelecida exclusivamente em relação à saúde óssea (Ross et al., 2010), não é suficiente para benefícios à saúde não-esqueléticos (Heaney & Holick, 2011; Holick et al., 2011) e a máxima saúde e performance atlética (Cannell et al., 2009). Em contraste com a RDA, a Sociedade Endócrina recomenda 1500-2000 UI/dia para indivíduos que não estão expostos à luz solar de maneira adequada para manter as concentrações em uma faixa suficiente (Holick et al., 2011). Não há evidências para sugerir que as necessidades de vitamina D de atletas sejam diferentes que a população em geral.

A recomendação para se obter 5 (em peles muito claras) a 30 (em peles mais escuras) minutos de exposição à luz solar nos braços, pernas e costas perto do meio-dia, diversas vezes na semana sem protetor solar (Cannell et al., 2008; Holick, 2007), normalmente resulta na síntese e estado de vitamina D suficientes. Os atletas que não atingem uma exposição solar regular necessitam de suplementação com vitamina D ou uma combinação de ingestão alimentar e suplementação. O consumo de alimentos fortificados com vitamina D ou um multivitamínico comum isoladamente não irão provavelmente manter o estado na faixa suficiente (> 75 a 80 nmol/l).

Intoxicação com vitamina d

É importante entender sobre a toxicidade da vitamina D já que alguns atletas, técnicos e treinadores acreditam que "se um pouco é bom, mais é melhor". A intoxicação com vitamina D a partir da ingestão excessiva ou suplementação, no entanto, é extremamente rara (Tabela 1). Casos típicos relatados envolvem consumo não intencional de doses extremamente altas, frequentemente provenientes de erros industriais (Cannell et al., 2008; Holick, 2007). Por outro lado, doses de 10.000 UI/dia por até 5 meses não resultam em toxicidade (Holick, 2007). A toxicidade proveniente da luz solar ou exposição artificial à UVB não é possível porque os ciclos de feedbacks metabólicos direcionam a produção para foto-produtos inativos após a exposição prolongada (Ross et al., 2010).

ANÁLISE CLÍNICA, AVALIAÇÃO E TRATAMENTO

A análise de rotina do estado de vitamina D pode ser útil para os atletas (Larson-Meyer & Willis, 2010). Se o teste de rotina não é possível, atletas com histórico de fraturas por estresse, doenças frequentes, lesão óssea ou de articulações, dor esquelética ou fraqueza, ou sinais de excesso de treinamento devem ser os alvos principais das avaliações. Atenção especial também deve ser dada aos atletas com padrões alimentares restritivos que passam a maioria do tempo em ambientes internos (exemplo, ginastas, dançarinos e lutadores), já que eles podem estar em maior risco tanto para a deficiência de vitamina D quanto menor ingestão de nutrientes. Apesar da concentração sanguínea da vitamina

D utilizando uma análise confiável ser o parâmetro bioquímico mais importante, o PTH sanguíneo, o fosfato alcalino e outros marcadores da saúde óssea podem fornecer informação adicional. Concentrações sanguíneas da PTH normalmente aumentam conforme a concentração de vitamina D sanguínea cai abaixo de 25-50 nmol/l (Holick, 2007) e é independentemente relacionada à densidade óssea (Halliday et al., 2011) e risco de fraturas por estresse em atletas. A concentração do fosfato alcalino do sangue é um marcador do dano ósseo resultante da deficiência da vitamina D (osteomalácia) que não é vista com baixa DMO ou osteoporose do osso, de maneira geral. Os fatores de risco e sintomas da deficiência, incluindo dor e fraqueza muscular sem explicação, lesão por excesso de treinamento e doenças frequentes como infecções do trato respiratório devem ser consideradas em conjunto com a utilização de medicação, porque alguns medicamentos interferem na absorção de vitamina D ou no seu metabolismo (Cannell et al., 2008; Holick, 2007). Além disso, estimativas da ingestão de vitamina D e outros nutrientes importantes para a saúde óssea e função muscular (como o magnésio e vitaminas A, C e K) devem ser consideradas (Larson-Meyer & Willis, 2010).

As recomendações de vitamina D podem ser customizadas para a concentração de vitamina D sanguínea individual de cada atleta, sintomas clínicos, dieta e crenças. Os atletas com estado insuficiente necessitam de suplementação com pelo menos 1500-2000 UI/dia para manter a concentração de vitamina D sanguínea na faixa suficiente (Holick et al., 2011), se a exposição solar consciente não for possível ou desejada. Doses maiores podem ser necessárias em atletas com excesso de adiposidade ou maior tamanho corporal, tom de pele mais escuro, ou que tomam medicação afetando o metabolismo da vitamina D. Os atletas com estado deficiente podem se beneficiar com regimes com altas doses em curto período de tempo, sob a supervisão de um médico (Holick et al., 2011).

APLICAÇÕES PRÁTICAS

- O conhecimento do estado da vitamina D sanguínea em relação à estação do ano e o regime de treinamento do atleta pode ajudar os atletas a otimizarem sua performance e saúde.
- O estado de vitamina D pode ser alcançado pela exposição solar consciente (5 a 30 minutos de exposição dependendo da pigmentação da pele (5 minutos para peles mais claras e 30 minutos para peles mais escuras)) nos braços, pernas e costas perto da exposição da luz solar do meio-dia diversas vezes na semana e/ou pela suplementação e ingestão alimentar para fornecer pelo menos 1500-2000 UI/dia.
- A suplementação no inverno é recomendada para todos os atletas morando/treinando >35° de latitude ao norte ou ao sul.
- Atletas que não têm certeza sobre seu estado de vitamina D ou que têm histórico de fraturas por estresse, doenças frequentes, lesão óssea e das articulações, dor esquelética ou fraqueza, ou sinais de excesso de treinamento devem ter seu estado de vitamina D sanguínea avaliado.

REFERÊNCIAS

- Barker, T., T.B. Martins, H.R. Hill, C.R. Kjeldsberg, R.H. Trawick, L.K. Weaver, and M.G. Traber (2011). Low Vitamin D impairs strength recovery after anterior cruciate ligament surgery. *JEBCAM* 16:201-209.
- Barker, T., T.B. Martins, H.R. Hill, C.R. Kjeldsberg, B.M. Dixon, E.D. Schneider, V.T. Henriksen, and L.K. Weaver (2014). Vitamin D sufficiency associates with an increase in anti-inflammatory cytokines after intense exercise in humans. *Cytokine* 65:134-137.
- Bergen-Cico, D.K., and S.H. Short (1992). Dietary intakes, energy expenditures, and anthropometric characteristics of adolescent female cross-country runners. *J. Am. Dietet. Assoc.* 92:611-612.
- Bescos Garcia, R., and F.A. Rodriguez Guisado (2011). Low levels of vitamin D in professional basketball players after wintertime: relationship with dietary intake of vitamin D and calcium. *Nutr. Hosp.* 26:945-951.
- Bischoff-Ferrari, H.A., T. Dietrich, E.J. Orav, and B. Dawson-Hughes (2004a). Positive association between 25-hydroxy vitamin D levels and bone mineral density: a population-based study of younger and older adults. *Am. J. Med.* 116:634-639.
- Bischoff-Ferrari, H.A., T. Dietrich, E.J. Orav, F.B. Hu, Y. Zhang, E.W. Karlson, and B. Dawson-Hughes. (2004b). Higher 25-hydroxyvitamin D concentrations are associated with better lower-extremity function in both active and inactive persons aged > or =60 y. *Am. J. Clin. Nutr.* 80:752-758.
- Cannell, J.J., R. Vieth, J.C. Umhau, M.F. Holick, W.B. Grant, S. Madronich, C.F. Garland, and E. Giovannucci (2006). Epidemic influenza and vitamin D. *Epidemiol. Infect.* 134:1129-1140.
- Cannell, J.J., B.W. Hollis, M. Zasloff, and R.P. Heaney (2008). Diagnosis and treatment of vitamin D deficiency. *Expert Opin. Pharmacother.* 9:107-118.
- Cannell, J.J., B.W. Hollis, M.B. Sorenson, T.N. Taft, and J.J. Anderson (2009). Athletic performance and vitamin D. *Med. Sci. Sports Exerc.* 41:1102-1110.
- Clark, M., D.B. Reed, S.F. Crouse, and R.B. Armstrong (2003). Pre- and post-season dietary intake, body composition, and performance indices of NCAA division I female soccer players. *Int. J. Sport. Nutr. Exerc. Metab.* 13:303-319.
- Close, G.L., J. Russell, J.N. Cobley, D.J. Owens, G. Wilson, W. Gregson, W.D. Fraser, and J.P. Morton (2013). Assessment of vitamin D concentration in non-supplemented professional athletes and healthy adults during the winter months in the UK: implications for skeletal muscle function. *J. Sports Sci.* 31:344-353.
- Farrokhyar, F., R. Tabasinejad, D. Dao, D. Peterson, O.R. Ayeni, R. Hadjoonzadeh, and M. Bhandari (2015). Prevalence of Vitamin D inadequacy in athletes: A systematic-review and meta-analysis. *Sports Med.* 45:365-378.
- Fu, L., F. Yun, M. Oczak, B.Y. Wong, R. Vieth, and D.E. Cole (2009). Common genetic variants of the vitamin D binding protein (DBP) predict differences in response of serum 25-hydroxyvitamin D [25(OH)D] to vitamin D supplementation. *Clin. Biochem.* 42:1174-1177.
- Girgis, C.M., R.J. Clifton-Bligh, M.W. Hamrick, M.F. Holick, and J.E. Gunton (2013). The roles of vitamin D in skeletal muscle: form, function, and metabolism. *Endocrin. Rev.* 34:33-83.
- Gombart, A.F., N. Borregaard, and H.P. Koeffler (2005). Human cathelicidin antimicrobial peptide (CAMP) gene is a direct target of the vitamin D receptor and is strongly up-regulated in myeloid cells by 1,25-dihydroxyvitamin D3. *FASEB J.* 19:1067-1077.
- Halliday, T., N. Peterson, J. Thomas, K. Kleppinger, B. Hollis, and D. Larson-Meyer (2011). Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury and illness in college athletes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 42:335-343.
- Hamilton, B., J. Grantham, S. Racinais, and H. Chalabi (2010). Vitamin D deficiency is endemic in Middle Eastern sportsmen. *Pub. Health Nutr.* 13:1528-1534.
- Heaney, R.P., and M.F. Holick (2011). Why the IOM recommendations for vitamin D are deficient. *J. Bone Miner. Res.* 26:455-457.
- Helle, C., and K. Bjerkkan (2011). Vitamin D status blant norske toppidrettsutøvere-OG Faktorer AV Betydning for vitamin D-status. *Idrettsmedisinsk Hostkongress* 38.
- Heller, J.E., J.J. Thomas, B.W. Hollis, and D.E. Larson-Meyer (2014). Relation between vitamin D status and body composition in collegiate athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* E-pub ahead of print. PMID # 25028792.
- Holick, M.F. (2007). Vitamin D deficiency. *N. Engl. J. Med.* 357:266-281.
- Holick, M.F., N.C. Binkley, H.A. Bischoff-Ferrari, C.M. Gordon, D.A. Hanley, R.P. Heaney, M.H. Murad, and C.M. Weaver (2011). Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an endocrine society clinical practice guideline. *J Clin Endocrinol Metab.*
- Hollis, B.W. (2005). Circulating 25-hydroxyvitamin D levels indicative of vitamin D sufficiency: implications for establishing a new effective dietary intake recommendation for vitamin D. *J. Nutr.* 135:317-322.
- Hosseini-nezhad, A., and M.F. Holick (2013). Vitamin D for health: a global perspective. *Mayo Clin. Proc.* 88:720-755.

- Kiebzak, G.M., N.L. Moore, S. Margois, B. Hollis, and C.G. Kevorkian (2007). Vitamin D status of patients admitted to a hospital rehabilitation unit: relationship to function and progress. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 86:435-445.
- Laaksi, I., J.P. Ruohola, P. Tuohimaa, A. Auvinen, R. Haataja, H. Pihlajamaki, and T. Ylikomi (2007). An association of serum vitamin D concentrations < 40 nmol/L with acute respiratory tract infection in young Finnish men. *Am. J. Clin. Nutr.* 86:714-717.
- Lappe, J., D. Cullen, G. Haynatzki, R. Recker, R. Ahlf, and K. Thompson (2008). Calcium and vitamin D supplementation decreases incidence of stress fractures in female navy recruits. *J. Bone Miner. Res.* 23:741-749.
- Larson-Meyer, D.E., and K.S. Willis (2010). Vitamin D and athletes. *Curr. Sports Med. Rep.* 9:220-226.
- Lehtonen-Veromaa, M., T. Mottonen, K. Irajala, M. Karkkainen, C. Lamberg-Allardt, P. Hakola, and J. Viikari (1999). Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9- to 15-year-old Finnish girls. *Eur. J. Clin. Nutr.* 53:746-751.
- Maimoun, L., J. Manetta, I. Couret, A.M. Dupuy, D. Mariano-Goulart, J.P. Micallef, E. Peruchon, and M. Rossi (2006). The intensity level of physical exercise and the bone metabolism response. *Int. J. Sports Med.* 27:105-111.
- Peeling, P., S.K. Fulton, M. Binnie, and C. Goodman (2013). Training environment and Vitamin D status in athletes. *Int. J. Sports Med.* 34:248-252.
- Pollock, N., P. Dijkstra, R. Chakraverty, and B. Hamilton (2012). Low 25(OH) vitamin D concentrations in international UK track and field athletes. *S. Afr. J. Sports Med.* 24:55-59.
- Raimundo, F.V., G.A. Faulhaber, P.K. Menegatti, S. Marques Lda, and T.W. Furlanetto (2011). Effect of high-versus low-fat meal on serum 25-hydroxyvitamin D levels after a single oral dose of vitamin D: A single-blind, parallel, randomized trial. *Int. J. Endocrinol.* 809069.
- Rankinen, T., S. Lyytikäinen, E. Vanninen, I. Penttilä, R. Rauramaa, and M. Uusitupa (1998). Nutritional status of the Finnish elite ski jumpers. *Med. Sci. Sports Exerc.* 30:1592-1597.
- Ross, A.C., C.L. Taylor, A.L. Yaktine, and H.B. Del Valle (2010). *Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D*. Washington DC: National Academies Press.
- Ruohola, J.P., I. Laaksi, T. Ylikomi, R. Haataja, V.M. Mattila, T. Sahi, P. Tuohimaa, and H. Pihlajamaki (2006). Association between serum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. *J. Bone Miner. Res.* 21:1483-1488.
- Sato, Y., J. Iwamoto, T. Kanoko, and K. Satoh (2005). Low-dose vitamin D prevents muscular atrophy and reduces falls and hip fractures in women after stroke: a randomized controlled trial. *Cerebrovasc. Dis.* 20:187-192.
- Shindle, M., J. Voos, L. Gulotta, L. Weiss, S. Roder, G. Kelly, S. Lyman, J. Lame, R. Barnes, and R. Warren (2011). Vitamin D status in a professional american football team. *Med. Sci. Sports Exerc.* 43:S340-S341.
- Sonneville, K.R., C.M. Gordon, M.S. Kocher, L.M. Pierce, A. Ramappa, and A.E. Field (2012). Vitamin D, calcium, and dairy intakes and stress fractures among female adolescents. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 166:595-600.
- Storlie, D.M., K. Pritchett, R. Pritchett, and L. Cashman (2011). 12-week vitamin D supplementation trial does not significantly influence seasonal 25(OH)D concentrations in male collegiate athletes. *Int. J. Health Nutr.* 2:8-13.
- Välimäki, V.V., H. Alftan, E. Lehmuskallio, E. Loytyniemi, T. Sahi, U.H. Stenman, H. Suominen, and M.J. Valimäki (2004). Vitamin D status as a determinant of peak bone mass in young Finnish men. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 89:76-80.
- Ward, K.A., G. Das, J.L. Berry, S.A. Roberts, R. Rawer, J.E. Adams, and Z. Mughal (2009). Vitamin D status and muscle function in post-menarchal adolescent girls. *J. Clin. Endocrinol. Metab.* 94:559-563.
- Willis, K.S., D.T. Smith, K.S. Broughton, and D.E. Larson-Meyer (2012). Vitamin D status and biomarkers of inflammation in runners. *Open Access J. Sports Med.* 3:35-42.
- Wyon, M.A., Y. Koutedakis, R. Wolman, A.M. Nevill, and N. Allen (2014). The influence of winter vitamin D supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: a controlled study. *J. Sci. Med. Sport* 17:8-12.
- Ziegler, P., J.A. Nelson, A. Barratt-Fornell, L. Fiveash, and A. Drewnowski (2001). Energy and macronutrient intakes of elite figure skaters. *J. Am. Dietet. Assoc.* 101:319-325.