
**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE BRASÍLIA – UnICEUB FACULDADE DE
CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO E SAÚDE CURSO DE NUTRIÇÃO**

**A Influência da Suplementação de Vitamina D em
Variáveis do Exercício Físico e na Composição Corporal**

Autor: PEDRO ROCHA IMBROISI

Orientadora: Prof^ª MS. MICHELE FERRO DE AMORIM

Brasília

2016

INTRODUÇÃO

A Vitamina D (VitD) é uma vitamina lipossolúvel, derivada de esteróis que atuam principalmente no metabolismo do cálcio (Ca) e do fósforo (P). Esses esteróis são denominados pró-vitaminas, que na presença de raios ultravioleta são convertidos na forma ativa da VitD (VANNUCCHI *et al.*, 2009).

A VitD é a única em que a forma biologicamente ativa é um hormônio (HENDLER, 1994). Popularmente, e entre a comunidade científica, tem sido falado que a VitD é mais um hormônio do que um nutriente. Porém esse termo é inapropriado, porque a definição de vitamina é substância essencial, da qual o corpo precisa adquirir de uma fonte externa para regular suas funções biológicas. A ingestão de vitamina D através da dieta se faz necessária para manter os níveis adequados (VIETH, 2004). Portanto, considerando esse conceito, entende-se que a VitD tem de ser considerada uma vitamina, porque é uma substância essencial.

Existem duas formas principais de VitD, a VitD₂ ou ergocalcitríol e a VitD₃ ou colecalcitríol, ambas obtidas por meio da dieta, porém, somente a forma VitD₃ pode ser produzida na pele por meio da exposição solar, sendo considerada a principal fonte da vitamina D. A presença dessa vitamina em alimentos não é abundante, porém, alimentos como peixes gordos, fígados, gema do ovo, gordura do leite e cogumelos são considerados boas fontes (HENDLER, 1994; VANNUCCHI *et al.*, 2009).

Uma das principais funções da VitD é a manutenção da homeostase do Ca e do P por meio da ação 1,25-di-hidroxi-Vitamina D [1,25(OH)₂D], sua forma biologicamente ativa, que atua aumentando a eficiência do intestino delgado na absorção desses minerais da dieta, mobilizando os depósitos desses nos ossos. A carência da VitD pode se relacionar à síntese diminuída pela pele (exposição solar insuficiente, pigmento da pele, idade, enxertos de pele, estação do ano, latitude), redução da biodisponibilidade e má absorção (síndromes desabsortivas, derivações intestinais, ressecção intestinal, uso de medicamentos que interferem na absorção do colesterol), obesidade, aumento do catabolismo, leite materno como fonte exclusiva de alimentação, insuficiência hepática, síndrome nefrótica, insuficiência renal crônica, quando há predisposição genética a não absorção da VitD, osteomalácea

induzida por tumor, hiperparatireoidismo primário, hipertireoidismo, doenças granulomatosas, sarcoidose, tuberculose e linfomas (VANNUCCHI *et al.*, 2009; HOLICK, 2012).

Sendo o Ca e o P minerais dependentes diretamente dos níveis plasmáticos de VitD, torna-se evidente a relação dessa vitamina com alguns mecanismos envolvidos com o desempenho esportivo, pois o Ca atua como um participante ativo do mecanismo de ação muscular, e alterações no efluxo desse mineral geram dificuldade de estabelecimento de pontes cruzadas entre a actina e a miosina, tornando o músculo incapaz de produzir força (KRONBAUER e CASTRO, 2013); (YANOVISKI *et al.*, 2009). Além disso, graças ao papel da VitD na homeostase do P, essa vitamina encontra-se envolvida no mecanismo de produção de energia, pois o P é essencial não só para formação das pentoses do DNA, mas também para formação de ATP (adenosina trifosfato) (HAMILTON, 2010).

Sendo a homeostase do P e do Ca influenciada pela VitD, estudos que correlacionam a função muscular com os níveis de VitD verificaram seu efeito na melhoria das capacidades motoras. Ou seja, existe uma certa relação entre a deficiência de VitD e a piora no desempenho humano (KOUNDOURAKIS *et al.*, 2014). Estudos que correlacionam altos níveis séricos de VitD com a melhoria da performance, sugerindo que dosagens altas de suplementação de VitD podem ser benéficas na melhoria do desempenho, diminuindo risco de fraturas em grupos que fazem exercícios físicos extenuantes, atua prevenindo a queda das funções imunológicas e influencia na composição corporal (VALIMAKI *et al.*, 2005; BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010; HAMILTON, 2010; GAFFNEY-STOMBERG *et al.*, 2014; KOUNDOURAKIS *et al.*, 2014; POJEDNIC e CEGLIA, 2014; DAHLQUIST *et al.*, 2015).

É possível concluir que existe uma forte relação entre a VitD e as funções dermatológicas, imunológicas, neurológicas e musculares, além das ósseas e articulares. (VANNUCCHI *et al.*, 2009; HOLICK, 2012). Porém, sua possível atuação no aumento de força e potência, prevenção de perda de massa magra, aceleração da recuperação de atletas após exercícios extenuantes e prevenção da queda da função imunológica após exercícios extenuantes são alguns dos motivos que justificam a necessidade de estudos e investigações acerca do real impacto da suplementação da VitD no exercício físico (BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010; HAMILTON, 2010; CARRILLO *et al.*, 2013; LANTERI *et al.*, 2013; GAFFNEY-STOMBERG *et al.*, 2014; DAHLQUIST *et al.*, 2015).

Além de influenciar o desempenho físico, também há estudos que verificam o impacto da VitD na composição corporal. Sabe-se que seus elevados níveis favorecem o ganho de fibras de contração rápida, favorecendo o aumento de força devido ao aumento de áreas musculares e previne perda de massa magra. A VitD também favorece o aumento da densidade mineral óssea, além de melhorar na performance física o que indiretamente pode ser um facilitador de ganho de massa magra e da diminuição da massa de gordura, porém alguns desses mecanismos não são completamente esclarecidos tanto quanto são observados (HOLICK e CHEN, 2008; BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010; HAMILTON, 2010; GUELI *et al.*, 2012; LANTERI *et al.*, 2013; DAHLQUIST *et al.*, 2015; SLUSHER *et al.*, 2015)

Com base no exposto e considerando que são poucos os estudos que se dedicam aos efeitos da suplementação de VitD em praticantes de Exercícios Físicos (EF), o objetivo desse estudo foi analisar, por meio de revisão de literatura, o impacto da suplementação de VitD no desempenho esportivo e na composição corporal de diferentes grupos.

MÉTODOS

A presente revisão sucedeu-se com pesquisas nas bases de dados PubMed e Scielo. Foram utilizados como recurso de busca as palavras-chaves combinadas: “vitamin D, strenght, training, supplement”, todas cadastradas no “Descritores em Ciências da Saúde”. Na base de dados PubMed foram encontrados 36 artigos, desses apenas 11 relacionavam a utilização de suplementos de vitamina D com treinamentos físicos e composição corporal. No Scielo não foram encontrados artigos com essas palavras-chaves no idioma português.

Foram considerados para a busca apenas estudos publicados no período compreendido entre os anos de 2005 e 2016, e que avaliaram os efeitos da suplementação de vitamina D no exercício físico e na composição corporal. Foram considerados, para fazerem parte do presente estudo, 10 artigos que estão compreendidos entre o período de 2012 a 2016.

A seleção de artigos foi determinada após a aplicação de critérios de exclusão, tais como: estudos em que as pesquisas objetivaram mensurar os níveis séricos sem a

suplementação de Vitamina D ou exposição solar em praticantes de exercícios físicos, e artigos onde a prática de EF não era padronizada/monitorada.

A sistematização da busca dos artigos foi realizada em quatro etapas:

- 1-Busca dos artigos utilizando-se as palavras-chaves supracitadas;
- 2-Leitura dos títulos dos estudos;
- 3-Leitura dos resumos dos artigos;
- 4-Leitura do artigo na íntegra e seleção dos estudos considerados adequados para integrarem à presente revisão.

Os estudos selecionados foram comparados quanto ao: protocolo das doses de suplementação, efeitos da suplementação no desempenho esportivo e na composição corporal, e foi realizado a comparação entre os grupos avaliados.

REVISÃO DE LITERATURA

Considerações gerais sobre a vitamina D

Histórico

A maioria dos vertebrados, incluindo répteis, anfíbios, pássaros e primatas dependem da exposição solar para síntese de VitD. A ausência de luz solar foi associada à má formação óssea, ou raquitismo, em crianças, e reconhecida por Sniadecki em 1822. Cem anos depois, foi observado que a exposição à radiação ultravioleta B (UVB;290-315nm), emitida por lâmpadas de mercúrio previne raquitismo. No início de 1930, o governo dos Estados Unidos criou uma agência para promoção de recomendações aos pais sobre os benefícios e eficiência da exposição à luz solar para prevenção do raquitismo. Na mesma década, a fortificação do leite com 100UI de VitD₂ para cada 8oz (227ml, aproximadamente) foi efetiva para erradicar o raquitismo nos Estados Unidos e na Europa (HOLICK e CHEN, 2008).

Após a segunda guerra mundial, o leite estava escasso e, para não acabar a validade de certos estoques de VitD, houve um aproveitamento para fortificar os estoques de leite. Esse

fato contribuiu para que, na década de 1950, esse aproveitamento resultasse em hipercalcemia nas crianças. Com isso, a Europa banuiu a fortificação de produtos com VitD. Recentemente, a Finlândia e a Suécia começaram a fortificar o leite com VitD (HOLICK e CHEN, 2008).

O aumento das concentrações plasmáticas de 25(OH)D por meio da exposição das mãos, braços e face à luz solar, pode equivaler a 5mcg (200UI) e ser eficiente no aumento progressivo de seus níveis com um tempo de 5 a 10 minutos de exposição solar diária. A suplementação diária com 200UI, tanto quanto suplementar com 250mcg (10000UI) de VitD por um determinado período, pode ser igualmente eficiente. Porém a quantidade de melanina, uso de bloqueadores solares, tipo de roupa ou mesmo o vidro das janelas já são suficientes para atrapalhar ou mesmo impedir a penetração adequada de UVB (MAHAN e ESCOTT-STUMP, 2010).

O autor e professor Dr. Michael F. Holick descreveu, em seu livro, que a partir de diversas pesquisas, identificou-se um padrão extremamente variável no tempo de exposição solar (entre 1 minuto e 90 minutos) na obtenção de níveis adequados de 25(OH)D, o tom de pele, o horário de exposição solar, época do ano e latitude, são alguns dos fatores que influenciam nesse padrão. A exposição solar até que a pele fique levemente avermelhada e aquecida no dia seguinte pode equivaler a 4000UI a 10000UI, porém deve-se tomar cuidado para que se evite queimaduras solares, tendo em vista que o filtro solar impede a produção de vitamina D. O banho gelado após a exposição solar pode impedir uma adequada absorção, bem como a exposição solar acima do recomendado para cada tipo de pele impede a correta síntese, representando riscos para quem necessita reestabelecer os níveis de maneira segura (HOLICK, 2012).

Mahan e Escott-Stump (2010) descreveram que a hipervitaminose D é uma intoxicação progressiva, e os indivíduos podem variar em sua susceptibilidade e condições. A dose limite ou Upper Intake Level (UL) pode ser de 1000UI para lactentes a 2000UI para crianças e adultos.

Incongruência na realidade atual em estabelecer valores condizentes a uma sociedade miscigenada

No Brasil, o regulamento técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais, emitida pela Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº. 269,

considera a necessidade do constante aperfeiçoamento das ações de controle sanitário na área de alimentos visando à promoção e à proteção à saúde da população. Nesse contexto, submete-se às diretrizes da Política Nacional de Alimentação e Nutrição o controle de distúrbios nutricionais e doenças associadas à alimentação e à nutrição. Consideram-se os valores de IDR a serem utilizados como o parâmetro de ingestão de nutrientes para indivíduos de diferentes grupos populacionais. A recomendação estabelecida no Brasil, na área de atuação dos alimentos, é de 5mcg (200UI) para adultos, crianças e lactentes. As referências desse documento incluem a resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA e Ministério da Saúde nº 360, de 23 de setembro de 2003, que trata do Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados (Diário Oficial da União, Brasília, Distrito Federal, 26 de dezembro de 2003, seção 1), as diretrizes internacionais do *Institute Of Medicine – IOM (Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes. National Academic Press, Washington D. C., 1999-2001)* e a *Food and Agriculture Organization/Organização Mundial da Saúde – FAO/OMS (Human Vitamin and Mineral Requirements. In: Report 7th Joint FAO/OMS Expert Consultation. Bangkok, Thailand, 2001. xxii + 286p.)*(O "Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais", 2005).

Considerando o avanço e as atualizações nas pesquisas, o IOM publicou novos valores de recomendação da IDR de Ca (mg/dia) e VitD (UI/dia). Incluiu o requisito médio estimado, ou EAR (*Estimated Average Requirement*), a ingestão diária recomendada - IDR, ou RDA (*Recommended Dietary Allowance*) e a ingestão de nível superior tolerável ou UL (*Upper Levels of Intake*) (ROSS *et al.*, 2010).

Doses acima de 10.000UI/dia juntamente com o consumo de muitos suplementos que incluem cálcio e alimentos fortificados podem causar danos aos rins. Existem evidências em que dosagens acima de 4.000UI/dia nesse contexto acrescentam riscos. Atualmente nos Estados Unidos e no Canadá, a EAR, para todas as fases de desenvolvimento e também na gestação, exceto na infância até 12 meses de idade, é de 400UI/dia. A IDR ou RDA de gestantes e de indivíduos entre 1 e 70 anos é de 600UI/dia, mas esse valor aumenta para 800UI em pessoas acima de 70 anos. Em bebês de até 6 meses, a UL é de 1.000UI/dia, entre 6-12 meses é de 1.500UI/dia, a partir de 1 ano de idade a 3 anos é de 2.500UI e entre 4-8 anos de idade é de 3.000UI/dia. A dose tolerável ou UL entre as pessoas de 9 anos ou idade superior é de 4.000UI/dia, incluindo gestantes, acima desse valor, assim como acima de

2000mg de Ca mantidos ao dia podem ser mais prejudiciais do que trazer benefícios para a população normal. Isso devido ao público predominante conduzido nas pesquisas serem de norte-americanos, indivíduos os quais consomem muitos suplementos e estando expostos a um número elevado de alimentos fortificados com a VitD e o Ca. A litíase renal está associada ao consumo exagerado de cálcio em suplementos alimentares. Doses muito elevadas de VitD, superior a 10.000UI/dia causam danos aos rins e aos tecidos. Há fortes evidências que demonstram o risco no consumo de doses muito elevadas consumidas diariamente e ininterruptamente, bem como estudos que evidenciam os problemas relacionados aos baixos níveis (ROSS *et al.*, 2010).

Os novos valores apresentados pela IOM (2010) revisaram exaustivamente estudos que avaliam o potencial para saúde a partir de evidências acerca do cálcio e da vitamina D, para a saúde dos ossos e para outras condições da saúde, considerando que esses nutrientes podem se tornar prejudiciais se administrados sem controle e prudência. Os estudos conduzidos para definição de novos parâmetros pela IOM de alta qualidade, realizados desde 1997, não apenas limitam, mas abrangem os benefícios da suplementação de VitD e Ca para patologias como o câncer, problemas cardíacos e hipertensão, diabetes e síndrome metabólica, saúde óssea, função imune, funcionamento neural-psicológico, pré-eclâmpsia e função reprodutiva, além de prevenção de quedas e melhoria do desempenho físico. Conduzir valores condizentes ao estabelecimento de níveis adequados em uma população gera uma confusão pública, porém, mesmo com a possibilidade de fatores como cor da pele, baixa ou nula exposição solar há um ponto de corte nos níveis recomendados para a sociedade de modo geral. Mais alvos em pesquisas precisam continuar a ser esclarecidos, porém contrariando o conceito de “mais é melhor”, níveis muito elevados podem se relacionar a outros problemas de saúde (ROSS *et al.*, 2010).

Fontes de vitamina D

A maior fonte de VitD é a exposição solar. Fontes alimentares variam a concentração dessa vitamina de acordo com as estações do ano e com a forma do catifeiro. Os animais silvestres expostos ao sol são os mais ricos. Peixes silvestres gordos como salmão, cavala e arenque possuem concentração elevada (500-1.000UI/100g), comparados aos de catifeiro (100-250UI/100g). Seus óleos são fonte da maior concentração de VitD. Nos Estados Unidos,

alguns leites, sucos, pães, iogurtes e queijos são fortificados com VitD. Multivitamínicos e suplementos, hoje em dia, podem ser encontrados com 400, 1.000, 2.000, 4.000, 5.000 e até 50.000UI de VitD₃, incluindo formas farmacêuticas da VitD₂ com 8.000UI/mL a 50.000UI/mL (HOLICK e CHEN, 2008).

Consequências da deficiência de vitamina D e benefícios com a sua suplementação

O sistema musculoesquelético sofre graves consequências com a insuficiência e deficiência de VitD. A maioria concorda que concentrações abaixo de 20ng/mL de 25(OH)D são consideradas deficientes, e concentrações >30ng/mL suficientes. Porém, uma meta-análise realizada em 2015 determinou que níveis abaixo de 30ng/mL podem ser considerados como uma deficiência, considerando a avaliação do risco e dos benefícios desses níveis em diferentes populações (MCNALLY *et al.*, 2015).

A deficiência de VitD foi associada ao atraso do crescimento em crianças, e em adultos foi associada a defeitos de mineralização. Dores nas articulações, desconforto ósseo e muscular também se relacionam aos baixos níveis dessa vitamina no organismo (HOLICK e CHEN, 2008).

Estudos demonstram que a VitD melhora a função muscular. Sintomas como fraqueza muscular, miopatias, dor musculoesquelética generalizada, dificuldade ao andar, sentar, levantar e subir escadas são encontrados em pacientes com baixos níveis dessa vitamina (BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010; HAMILTON, 2010).

A VitD exerce um importante papel sobre a musculatura do sistema cardiovascular, o que auxilia na regulação da pressão arterial (PA). Essa função foi observada em idosos onde a suplementação com VitD e Ca determinou a redução da PA (DALY, MILLER, *et al.*, 2014). Em uma revisão a respeito do tema, um dos estudos apresentados concluiu que adolescentes com idades entre 12-19 anos apresentaram uma forte correlação entre o desenvolvimento de PA elevada e os baixos níveis de 25(OH)D. Os adolescentes apresentam 2,36 vezes mais chances de desenvolver hipertensão, 2,54 vezes mais chances de apresentarem níveis altos de açúcar no sangue e 3,99 vezes a mais de desenvolverem síndrome metabólica quando seus níveis de 25(OH)D estão baixos (BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010).

A deficiência de VitD é pandêmica e a alta prevalência em jovens é alta. A latitude, o inverno, o hábito de práticas esportivas realizadas exclusivamente *indoor* e a pele negra são

alguns fatores que contribuem para o aumento de indivíduos deficientes. Tal situação gera redução de motivação, alta prevalência de lesões musculares e ósseas, miopatias, função psicossocial alterada e diminuição da potência muscular, o que provoca grandes prejuízos para o desempenho de praticantes de atividade física (BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010).

Diante disso, torna-se relevante em algumas situações a necessidade de suplementação da vitamina D, considerando que a mesma reduz os riscos de queda em 20%, melhora a função musculoesquelética, pois possui um papel neuromuscular e neuroprotetor (BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010).

Diversos estudos comprovaram o aumento das fibras brancas (tipo 2) e melhoria da atrofia muscular em indivíduos tratados com suplementação de VitD. Além disso, o sol se mostrou ser um recurso ergogênico, principalmente quando a deficiência é presente (BARTOSZEWSKA *et al.*, 2010). Corroborando com tais achados, Hamilton (2010) demonstrou que a capacidade cardiovascular para realizar exercícios de resistência foi maior quando os indivíduos foram submetidos à exposição da radiação ultravioleta.

Vitamina D e exercícios físicos

Para que a síntese proteica e a contração muscular sejam eficientes, faz-se necessário o aumento da concentração de P e adenosina trifosfato (ATP) nas células do tecido muscular. Esse evento é dependente da captação de Ca no retículo sarcoplasmático, portanto, levando em consideração que a VitD atua na absorção e na homeostase do Ca, pode-se inferir que a mesma contribui indiretamente para contração muscular e síntese proteica. Com base nisso, uma associação entre a concentração dos níveis de 25(OH)D e o desempenho no exercício físico tem sido reportada. Além disso, estudos demonstram que dosagens elevadas de VitD em combinação com o Ca podem conferir benefícios no desempenho físico (LANTERI *et al.*, 2013).

Evitar o decréscimo dos níveis de 25(OH)D durante o inverno ou realizar os estudos após a obtenção de ótimos níveis de VitD, juntamente com o controle da dieta pode se fazer necessário. Essa foi a conclusão dos autores de um estudo realizado com jogadores de futebol profissional, onde um protocolo com 5.000UI/dia + HIIT (*High Intensity Interval Training*) em comparação a um grupo placebo, não demonstrou diferenças significativas entre os testes

físicos de velocidade de corrida, salto vertical e salto contra-movimento (JASTRZERBSKA *et al.*, 2016).

Avaliando apenas a relação entre os níveis de 25(OH)D e o desempenho no *sprint*, salto em movimento, VO₂max e salto vertical, em jogadores de futebol isentos de qualquer suplementação, houve relação direta entre os maiores níveis de 25(OH)D e a melhora no desempenho para todas variáveis. Comprovando que a concentração de 25(OH)D impacta significativamente nos parâmetros de desempenho esportivo (KOUNDOURAKIS *et al.*, 2014).

Um estudo foi realizado com a suplementação de 5000UI/dia VitD em um grupo de atletas de diferentes esportes (n=61), comparado a um grupo controle de não-atletas (n=30), porém o primeiro grupo competia e corria profissionalmente e o grupo controle era composto de corredores amadores. Foi observado que ambos aumentaram os níveis séricos de VitD, proporcionalmente. Tanto no grupo dos atletas profissionais suplementados, quanto no grupo dos corredores amadores suplementados, houve aumento significativo no *sprint* de 10m e no salto vertical, evidenciando que a concentração de VitD determina a performance musculoesquelética em ambos os grupos (CLOSE *et al.*, 2012).

Um estudo bem controlado com 22 atletas que evitaram climas solares durante 3 meses pré-avaliação. Após isso, um grupo foi suplementado com 150.000UI de VitD₃ e o outro grupo com placebo. Os testes foram realizados em duplicata antes dos treinos e os atletas descansavam por dois dias antes dos próximos testes. A suplementação de 150.000UI de VitD₃ aumentou os níveis séricos de 25(OH)D, e a força muscular também foi aumentada entre o 1º e 8º dia quando comparado ao grupo placebo (WYON *et al.*, 2015).

Em um estudo realizado *in vivo*, com 40 ratas divididas em 5 grupos: G1-ratas ovariectomizadas, G2-não ovariectomizadas, G3-ovariectomizadas + Suplementação de VitD, G4-ovariectomizadas + treinamento e G5- ovariectomizadas + treinamento + suplementação com VitD. Nessa pesquisa foi observado que a ingestão de alimentos e o IMC diminuiram nos grupos suplementados com VitD (10.000UI/kg). Essas variáveis não foram modificadas nos grupos G1 e G2. Ao final da pesquisa, o perfil lipídico (colesteróis totais, triglicérides, HDL-C e LDL-C), glicose, insulina basal de jejum e HOMA-R foram melhorados nos grupos experimentais que treinaram sem suplementação de VitD e melhorados ainda mais com treinamento juntamente com a suplementação de VitD (BABAEI *et al.*, 2015).

Autores têm relatado que a suplementação de VitD exerce um possível efeito ergogênico, pois aumenta a potência muscular, capacidade cardiorrespiratória, afetando positivamente a força muscular, melhorando o ganho de fibras tipo 2, além de prevenir perda de massa magra e diminuir o tempo de recuperação após EF (DAHLQUIST *et al.*, 2015).

Em sua revisão, Pojednic & Ceglia (2014), verificou que o desempenho físico em EF tem correlação direta com os níveis de 25(OH)D. Isso ocorre porque a VitD tem seu receptor específico no músculo (*vitamin D receptor* – VDR) e age na enzima CYP27B1 (*1- α -hidroxylase*) e atua nos miócitos por essa via, melhorando os efeitos da proliferação e especialização dos miócitos, diferenciação, crescimento e inflamação.

A exposição solar exerce influência sobre variáveis do desempenho físico em EFs, principalmente em atletas com baixos níveis sanguíneos de 25(OH)D, esse resultado foi observado em revisão e em uma pesquisa aonde os atletas foram divididos em dois grupos, G1: foram submetidos à exposição solar controlada, porém sem suplementos e G2: não foram submetidos à exposição solar e nem suplementos (LANTERI *et al.*, 2013; KOUNDOURAKIS *et al.*, 2014).

Em atletas e praticantes de atividades físicas, a baixa de 25(OH)D significa piora no rendimento, portanto, nessa situação, a suplementação deve ser considerada (LANTERI *et al.*, 2013; KOUNDOURAKIS *et al.*, 2014; DAHLQUIST *et al.*, 2015). Além disso, a insuficiência de 25(OH)D é associada ao aumento do risco de fraturas em indivíduos com osteopenia, osteoporose (Kanis *et al.*, 2000) e em corredores e militares, tal correlação pode ser devido à relação inversa entre os níveis de VitD e PTH. (VALIMAKI *et al.*, 2005; RUOHOLA *et al.*, 2006; GAFFNEY-STOMBERG *et al.*, 2014).

Vitamina D e composição corporal

Na prevenção da obesidade sarcopênica, no controle de ganho de massa muscular funcional e evitando perda de massa magra, a suplementação de VitD se faz essencial para melhoria dessas variáveis. A exposição solar nesses grupos tem grande possibilidade de ser insuficiente (GOISSER *et al.*, 2015)

Carrillo *et al.* (2013) em seu estudo realizado com 23 adultos com a média de idade de 26,1 \pm 4,7 anos submetidos a suplementação com 4.000UI/dia de VitD, observaram uma mudança positiva em relação ao aumento da massa magra tanto no grupo suplementado com

VitD como no grupo controle. Porém houve uma correlação entre os níveis elevados de 25(OH)D e a diminuição da relação cintura-quadril, explicado pela maior diminuição da circunferência da cintura em relação a do quadril. Além disso, os autores demonstraram que houve relação inversa entre a elevação da 25(OH)D e a gordura andróide, mas com a gordura ginóide não houve associação com essa elevação.

Um outro estudo comparou 200 adultos diabéticos tipo 2 com idades entre 50 e 75 anos, submetidos ao treinamento progressivo de resistência durante 6 meses. Foram formados dois grupos: G1-somente treinamento, G2- treinamento + suplementação com 20g/dia de *whey protein* + 20g após o treino + 2.000UI/d de VitD. Ambos os grupos não tinham acompanhamento dietético. Como resultado os autores concluíram que o grupo que recebeu a suplementação aumentou os efeitos do treinamento de resistência progressivo no controle glicêmico, além de ter aumentado o conteúdo de massa muscular e diminuído os riscos cardiometabólicos mais significativamente do que o grupo que apenas treinou (DALY, MILLER, *et al.*, 2014).

Um resultado semelhante foi encontrado novamente por Daly *et al.* (2014) em outra pesquisa com 100 mulheres entre 60 e 90 anos, aonde o G1: 53 mulheres (grupo experimental) e G2: 47 mulheres (grupo controle). Nesse estudo foram utilizadas as mesmas quantidades de 2.000UI/d de VitD, porém excluiu a suplementação de *whey protein* e adequou o quantitativo de proteína da dieta com carne vermelha, 20g de proteína provida da carne vermelha durante o dia, com adicional de mais carne com equivalente de 20g de proteína após o treino. O grupo que treinou e suplementou de VitD e ingeriu a carne vermelha melhorou o controle glicêmico, aumentou massa muscular e diminuiu os riscos metabólicos mais do que no grupo realizou os treinamentos sem a adequação de proteína e sem a suplementação de VitD (DALY, O'CONNELL, *et al.*, 2014).

Verreijen e seus colaboradores (2015), em seu estudo, reduziram a dieta em 600 kcal/dia de 80 adultos obesos com idade média de $63 \pm 5,6$ anos, com risco de sarcopenia, perda da massa muscular e IMC de $33 \pm 4,4$, e submeteram os indivíduos ao treinamento de resistência por 3 dias na semana. Controlou-se a ingestão calórica dos suplementos sendo um grupo com VitD + *whey protein* com alta dosagem de leucina, incluindo um mix de macro e micronutrientes de 150kcal, 21g proteína, 10x/semana, comparado a um grupo com os mesmos suplementos, porém sem a VitD. Foi observado uma perda ponderal significativa entre ambos os grupos, porém a mudança na massa muscular foi diferente, uma vez que o

grupo com VitD manteve mais massa muscular que o grupo que apenas ingeriu o mix de suplementos, após 13 semanas de protocolo.

Em um grupo de 53 homens e 77 mulheres idosas, idade média 80,3 anos, a combinação de 22g *whey protein* + aminoácidos essenciais (10,9g, sendo 4g leucina) + 100UI de VitD aumentou a massa magra e aumentou a força. Vale ressaltar que, todos os suplementados relataram que o bem-estar também aumentou (RONDANELLI *et al.*, 2016).

Um fato interessante é que a dieta juntamente ao EF demonstra uma relação sinérgica, onde nas intervenções de perda de peso, estudos suplementando VitD (1.000UI/d) + EF resultaram em uma significativa redução do peso corporal, primariamente massa gorda, mas também melhorou o VO₂max. Ao comparar os valores entre os grupos, os benefícios do grupo que fez dieta com suplemento e incluiu EF foram altos o grupo que somente suplementou e fez dieta melhorou apenas 10% dos valores obtidos e o grupo que praticou EF mas não realizou suplementação e nem dieta melhorou 8%. Esses valores percentuais foram obtidos com a comparação dos resultados da redução de peso corporal e massa gorda e do VO₂max quando comparados aos resultados do grupo que fez dieta, suplementou e praticou EF. Esses benefícios podem ser explicados devido à redução do tamanho dos adipócitos abdominais e a lipólise otimizadas com o EF + Dieta (SLUSHER *et al.*, 2015).

Protocolos de suplementação de vitamina D e cuidados para evitar a toxicidade

Em uma meta-análise foi observado que a rápida normalização da VitD pode ser mais benéfica do que maléfica. Alguns estudos demonstram que em populações deficientes doses entre 1.000-4.000UI/dia podem normalizar os níveis em um mês de tratamento. No entanto, há estudos confiáveis com doses maiores que 50.000UI, para uma normalização rápida em dose única, com posterior manutenção, tendo a necessidade de avaliar o tempo necessário para repor esse nutriente. O nível basal de 25(OH)D, peso corporal, dieta, doenças pré-existent, dosagem e tempo de suplementação são fatores que devem ser acompanhados e associados aos níveis finais de 25(OH)D, que devem ser considerados, juntamente com os exames bioquímicos (MCNALLY *et al.*, 2015)

Alguns estudos que identificaram a toxicidade observaram que a elevação dos riscos de hipercalcemia está relacionada a doses únicas superiores a 400.000UI. Porém, doses

inferiores a 400.000UI ou 10.000UI/kg não apresentaram riscos imediatos de calciúria com uma única dose. Poucos estudos avaliaram os riscos em adolescentes com dosagens >300.000UI, porém doses com essa magnitude devem ser evitadas considerando que o risco pode ser maior que o benefício. Dosagens >40.000UI pode rapidamente elevar os níveis de 25(OH)D, porém doses ≥ 1.000 UI devem ser monitoradas, para que se evite a toxicidade a cada 3 meses ou menos (MCNALLY *et al.*, 2015).

Doses elevadas a ponto de se tornarem tóxicas aumenta significativamente a absorção de Ca, podendo levar a anorexia, diminuição do peso e aumento da sede. No sangue a toxicidade é verificada com o aumento do Ca e do P, diminuição da fosfatase alcalina, aumento do Magnésio (Mg), aumento da ureia e creatinina, elevação das taxas de enzimas hepáticas (TGO e TGP) e de colesterol. É possível a presença elevada de Ca na urina (calciúria) já com dosagens ≥ 60 mcg (2.400UI), além de aumento de P, aumento de albumina e poliúria. A monitoração de Ca, P e da função renal se faz necessária durante todo tratamento (MARTINS *et al.*, 2003).

Em populações com sobrepeso e obesidade, para se adequar os níveis de 25(OH)D com a suplementação de VitD, pode ser necessário dobrar ou até triplicar a dosagem suplementada, já que o tecido adiposo “sequestra” a VitD, gerando uma deficiência e diminuição dos seus efeitos fisiológicos. Em populações com sobrepeso e obesidade, para se adequar os níveis de 25(OH)D com a suplementação de VitD, pode ser necessário dobrar ou até triplicar a dosagem suplementada, já que o tecido adiposo “sequestra” a VitD, gerando uma deficiência e diminuição dos seus efeitos fisiológicos (HOLICK, 2012; SLUSHER *et al.*, 2015).

Nenhum dos estudos comparados na presente revisão demonstrou indícios de toxicidade com as seguintes doses propostas: único bólus de 150.000UI, para avaliação em 8 dias de intervenção (WYON *et al.*, 2015); 5.000UI/d durante 8 semanas (CLOSE *et al.*, 2012; JASTRZERBSKA *et al.*, 2016); 4.000UI/d por 12 semanas (CARRILLO *et al.*, 2013); 2.000UI/d durante 6 meses (DALY, MILLER, *et al.*, 2014); 1.000UI/d por 4 meses (Daly, O'CONNELL, *et al.*, 2014), essa mesma quantidade por 9 semanas (GAFFNEY-STOMBERG *et al.*, 2014); 800UI durante 13 semanas (VERREIJEN *et al.*, 2015); 100UI durante 12 semanas (Rondanelli *et al.*, 2016). Em todas as dosagens indicadas foram monitorados os

níveis séricos de 25(OH)D, as pesquisas foram aprovadas por Comitê de Ética e todos os estudos e protocolos foram considerados seguros.

É importante ressaltar que, estudos sugerem que para que se evite calcificações arteriais e hipervitaminoses com ingestões ótimas de VitD, a suplementação conjunta de Vitamina K (K₁ e K₂) entre 50 e 1000mcg/dia, ou mais, a depender no nível de estresse físico causado pelo exercício, em prescrições com dosagens superiores a 4.000-5.000UI/dia de VitD pode ser benéfico (DAHLQUIST *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Faz-se necessário normalizar os níveis de 25(OH)D, pois permite o bom funcionamento das células, além de prevenir uma série de patologias. A suplementação é um fator preventivo a ser considerado, mas também auxilia no tratamento de doenças. Doses próximas a UL (4.000UI/dia) devem ser administradas com extrema cautela e por curtos períodos de tempo, até que os níveis de 25(OH)D se tornem adequados. Os protocolos de até 8 semanas demonstraram normalizar os níveis em caso de deficiência, mas protocolos de até 12 semanas de intervenção não representaram riscos e demonstraram-se igualmente seguros e eficientes para reestabelecer os níveis de 25(OH)D, permitindo a obtenção de benefícios que se relacionam ao desempenho humano.

Não há evidências de que manter doses elevadas da suplementação por mais que 3 meses para aumentar os níveis séricos de vitamina D traga mais benefícios do que malefícios à saúde, apenas indícios de que essa conduta pode promover a toxicidade. Doses elevadas devem ser advertidas, e ao sinal de toxicidade, como dores de cabeça, fraqueza, náuseas e vômitos, constipação, poliúria e sede excessiva, deve-se interromper o uso, procurar orientação médica e comunicar ao nutricionista. Nos exames bioquímicos o que pode evidenciar a toxicidade é o aumento dos níveis de marcadores que incluem a função renal (creatinina), hepática (TGO e TGP), níveis de cálcio, fósforo, magnésio e a diminuição do marcador fosfatase alcalina.

Os níveis adequados, além de representar um fator protetor contra riscos cardiovasculares e afetar positivamente aspectos da composição corporal, permitem a melhoria de determinadas variáveis do exercício físico que se relacionam à saúde.

Após a normalização com doses elevadas, o acompanhamento para manutenção dos níveis de 25(OH)D com doses menores pode ser o indicado, tanto quanto a interrupção da suplementação para posterior análise e readequação das doses. A IDR atual é de 400UI/dia e a EAR de 600UI/dia, porém, no Brasil, a IDR para área de alimentos é de até 200UI.

Enquanto é da práxis do educador físico controlar e avaliar as variáveis do treinamento e do exercício físico, o papel do nutricionista nesse contexto é encontrar o equilíbrio entre os fatores alimentares e nutricionais na variedade das fontes alimentícias e suplementares, com moderação e de forma segura, com adequações individuais, quando possível a monitoração a longo prazo, ou com orientações no âmbito da coletividade de modo a assegurar à saúde pública e diminuir os custos relativos a doenças que podem ser causadas pela deficiência de VitD.

O incentivo de exposição solar frequente, sem o uso de filtro solar e com a maior parte do corpo em exposição, por períodos de até 45 minutos pode conferir benefícios e ajudar a normalizar os níveis sem a necessidade de altas doses suplementares. O filtro solar pode ser utilizado nas mãos e rosto, que não representam as maiores áreas de exposição e após a exposição solar pelo período determinado pelo tipo de pele. Adequar as doses suplementares de acordo com a individualidade biológica e os fatores ambientais pode requerer um acompanhamento a longo prazo até que a dose diária segura seja estabelecida, porém as estações do ano e condições de exposição solar podem permitir com que a suplementação seja cessada.

A suplementação de VitD no EF pode ser necessária, principalmente quando se busca o máximo de rendimento, onde milissegundos podem significar a diferença entre o primeiro e segundo lugar em uma competição, uma das vantagens da suplementação é o aumento e melhora da potência muscular, que é a capacidade que se tem de produzir força por determinada distância por um intervalo de tempo. Dependendo da situação fisiológica e dos fatores ambientais, o estudo bioquímico deve ser mais frequente.

Os estudos afirmam que para ajustes e normalização das doses suplementares pode ser necessário uma média de 3 meses de observação, mas a monitoração com relação aos níveis séricos de VitD e a outros marcadores bioquímicos, durante os períodos de suplementação, é

essencial para que se determine uma dose adequada a situações e estresses fisiológicos, bem como sazonalidade e latitude, de forma que a manutenção dos níveis assegure os ganhos máximos de saúde e de desempenho físico.

Os protocolos que verificam os efeitos da suplementação de VitD variam muito. Tanto no controle da dieta e da suplementação, como nas diferenças entre os grupos pesquisados, todos esses fatores exercem forte influência sobre os níveis de 25(OH)D.

Ainda há poucos estudos que verificam o impacto da VitD na composição corporal livre da influência da dieta ou de outros suplementos alimentares, porém foram observados efeitos positivos da suplementação da vitamina sobre o conteúdo de massa muscular e a redução de gordura corporal, o que minimiza os riscos de doenças cardiovasculares.

O nível baixo de VitD é mais relacionado à diminuição do desempenho do que à suplementação em si. Mas a suplementação em níveis abaixo dos recomendados exerce um impacto superior aos que não são suplementados. Os protocolos com controle de macronutrientes e da dieta exerceram efeitos positivos e sinérgicos com a suplementação de VitD. Devido ao baixo número de estudos com padrão similar, mais estudos com protocolos controlados que incluem a VitD +EF devem ser realizados, bem como estudos com EF + VitD + dieta. Não há estudos que verificam se uma dose maior de suplementação é mais vantajosa que uma dose menor do suplemento no âmbito do rendimento, mas a melhoria do desempenho físico depende dos níveis adequados de VitD para obtenção do máximo de rendimento.

REFERÊNCIAS

BABAEI, P.; DAMIRCHI, A.; HOSEINI, R. The interaction effects of aerobic exercise training and vitamin D supplementation on plasma lipid profiles and insulin resistance in ovariectomized rats. **J Exerc Nutrition Biochem**, v. 19, n. 3, p. 173-82, 2015.

BARTOSZEWSKA, M.; KAMBOJ, M.; PATEL, D. R. Vitamin D, Muscle Function, and Exercise Performance. **Pediatr Clin N Am**, v. 57, p. 849-861, 2010.

CARRILLO, A. E. et al. Impact of supplementation of vitamin D on body composition, muscle function, and glucose tolerance on overweight and obese adults. **Clin Nutr**, v. 32, n. 3, p. 375-81, 2013.

CLOSE, G. L. et al. 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. **Journal of Sports Sciences**, p. 1-10, 2012.

DAHLQUIST, D. T.; DIETER, B. P.; KOEHLE, M. S. Plausible ergogenic effects of vitamin D on athletic performance and recovery. **J Int Soc Sports Nutr**, v. 19, p. 12-33, 2015.

DALY, R. M. et al. The effects of progressive resistance training combined with whey-protein drink and vitamin D supplementation control, on glycaemic control, body composition, and cardiometabolic risk factors in older adults with type 2 diabetes: study protocol for a randomized controlled trial. **Trials**, v. 15, p. 415-431, 2014.

_____. Protein-enriched diet, with the use of lean red meat, combined with progressive resistance training enhances lean tissue mass and muscles strength and reduces circulating IL-6 concentration in elderly women: a cluster randomized controlled trial. **Am J Clin Nutr**, v. 99, n. 4, p. 899-910, 2014.

GAFFNEY-STOMBERG, E. et al. Calcium and vitamin D supplementation maintains parathyroid hormone and improves bone density during initial military training: a randomized, double-blind, placebo controlled trial. **Bone**, v. 68, p. 46-56, 2014.

GOISSER, S. et al. Sarcopenic obesity and complex interventions with nutrition and exercise in community-dwelling older persons-- a narrative review. **Clin Interv Aging**, v. 10, p. 1267-82, 2015.

GUELI, N. et al. Vitamin D: drug of the future. A new therapeutic approach. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 54, p. 222-227, 2012.

HAMILTON, B. Vitamin D and Human Skeletal Muscle. **Scand J Med Sci Sports**, v. 20, p. 182-190, 2010.

HENDLER, S. S. **A enciclopédia das vitaminas e minerais**. 1ª edição. Rio de Janeiro. RJ.: Editora Campus, 1994.

HOLICK, M. F. **Vitamina D: Como um tratamento tão simples pode reverter doenças tão importantes: Prevenção e Tratamento: osteoporose, doença cardíaca, câncer, doença autoimune, depressão, insônia, artrite, diabetes, dor crônica, psoríase, fibromialgia, autismo**. 1 ed. São Paulo, SP.: 2012. 344.

HOLICK, M. F.; CHEN, T. C. Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences¹⁻⁴. **Am J Clin Nutr**, v. 87(suppl), p. 1080S-6S, 2008.

JASTRZERBSKA, M.; KACZMARCZYK, M.; JASTRZEBSKI, Z. Effect of vitamin D supplementation on training adaptation in well-trained soccer players. **J Strength Cond Res**, v. 30, n. 9, p. 2648-2655, 2016.

KANIS, J. A. et al. Risk of hip fracture according the World Health Organization criteria for osteopenia and osteoporosis. **Bone**, v. 27, n. 5, p. 585-590, 2000.

KOUNDOURAKIS, N. E. et al. Vitamin D and Exercise Performance in Professional Soccer Players. **PLOS ONE**, v. 9, n. 7, p. 1-6, 2014.

KRONBAUER, G. A.; CASTRO, F. A. D. S. Estruturas elásticas e fadiga muscular. **Rev. Bras. Ciênc. Esporte**, v. 35, n. 2, p. 503-520, 2013.

LANTERI, P. et al. Vitamin D in exercise: physiologic and analytical concerns. **Clinica Chimica Acta**, v. 415, p. 45-53, 2013.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 12ª. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. ISBN 978-85-352-2984-4.

MARTINS, C.; MOREIRA, S. M.; PIEROSAN, S. R. **Interações droga-nutriente**. 2ª. Curitiba. PR.: Nutroclínica, 2003.

MCNALLY, J. D. et al. Rapid normalization of Vitamin D levels: a meta-analysis. **PEDIATRICS**, v. 135, n. 1, p. e152-e166, 2015.

O "Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de Proteína, Vitaminas e Minerais". RESOLUÇÃO DE DIRETORIA COLEGIADA - RDC Nº. 269, D. D. S. D. BRASIL: ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária: 1-6 p. 2005.

POJEDNIC, R. M.; CEGLIA, L. The Emerging Biomolecular Role of Vitamin D in Skeletal Muscle. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 42, n. 2, p. 76-81, 2014.

RONDANELLI, M. et al. Whey protein, aminoacids, and vitamin D supplementation with physical activity increases fat-free mass and strenght, functionality, and quality of life and decrease inflammation in sarcopenic elderly. **Am J Clin Nutr**, v. 103, n. 3, p. 830-40, 2016.

ROSS, A. C. et al. **Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D**. Institute Of Medicine of the national academies, p.1-4. 2010

RUOHOLA, J.-P. et al. Association between sérum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in finnish Young men. **J Bone Miner Res**, v. 21, p. 1483-1488, 2006.

SLUSHER, A. L.; MCALLISTER, M. J.; HUANG, C. J. A therapeutic role for vitamin D on obesity-associated inflammation and weight-loss intervention. **Inflamm Res**, v. 64, p. 565-75, 2015.

VALIMAKI, V.-V. et al. Risk factors for clinical stress fracture in male military recruits: A prospective cohort study. **Bone**, v. 37, p. 267-273, 2005.

VANNUCCHI, H. et al. **Nutrição e metabolismo: manual de procedimentos em nutrologia**. 1ª Edição. Rio de Janeiro. RJ.: 2009.

VERREIJEN, A. M. et al. A high whey protein-, leucine-, and vitamin D-enriched supplement preserves muscle mass during intentional weight loss in obese older adults: a double-blind randomized controlled trial. **Am J Clin Nutr**, v. 101, n. 2, p. 279-86, 2015.

VIETH, R. Why "Vitamin D" is not a hormone, and not a synonym for 1,25-dihydroxy-vitamin D, its analogs or deltanoids. **Journal of Steroid Biochemistry & Molecular Biology**, v. 89, n. 90, p. 571-73, 2004.

WYON, M. A. et al. Acute effects of vitamin D3 Supplementation on muscle strength in judoka athletes: a randomized placebo-controlled, double-blind trial. **Clin J Sport Med**, v. 26, n. 4, p. 279-84, 2015.

YANOVISKI, J. A. et al. Effects of calcium supplementation on body weight and adiposity in overweight and obese adults. **Ann Intern Med**, v. 150, p. 821-829, 2009.