

Christophe Albuquerque

Deficiência de vitamina D em jovens atletas: trabalho de revisão

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade Ciências da Saúde

Porto, 2013

Christophe Albuquerque

Deficiência de vitamina D em jovens atletas: trabalho de revisão

Universidade Fernando Pessoa

Faculdade Ciências da Saúde

Porto, 2013

Christophe Albuquerque

Deficiência de vitamina D em jovens atletas: trabalho de revisão

(Christophe Albuquerque)

Trabalho Complementar apresentado à Universidade Fernando
Pessoa como parte dos requisitos para obtenção do grau de
licenciado em Ciências da Nutrição

Orientadora:

Prof. Doutora Raquel Silva

Resumo

Nas últimas décadas, a comunidade científica tem vindo a reconhecer a enorme importância da vitamina D, não só na generalidade da população, mas também em contexto desportivo. As recomendações apontam para níveis séricos superiores a 30ng/mL, valor de referência para a manutenção de um bom estado de saúde.

Recentemente tem vindo a ser colocada a hipótese de uma necessidade acrescida nos atletas por forma a suprir carências e otimizar o rendimento desportivo. As carências de vitamina D parecem ter consequências assinaláveis no desempenho atlético, especialmente nos jovens, que são anuladas com a normalização destes níveis.

Esta revisão bibliográfica teve como objetivo: informar sobre as causas e as consequências das carências de vitamina D, clarificar o papel da nutrição nesta temática e rever a informação disponível sobre a ação e o papel desta vitamina em jovens atletas.

Este trabalho pretende ser uma revisão sobre a literatura mais recente relacionada com o papel da vitamina D na saúde e no rendimento dos jovens atletas. Baseou-se em pesquisas feitas na *PubMed* e *B-On*, usando as palavras “*vitamin D AND young athlete*”, das quais se obtiveram 35 e 187 artigos, respetivamente e que, após leitura dos resumos, foram filtrados, restando 28 artigos. Estes foram complementados com 43 outros artigos citados nas suas referências e pesquisados através do motor de pesquisa Google.

Concluimos que mesmo em ambientes com exposição solar elevada é comum verificar-se deficiências de vitamina D, e por isso, torna-se importante avaliar, e sempre que necessário, atuar, por forma a prevenir complicações futuras. O incorreto desenvolvimento dos ossos nas crianças e jovens e a perda da sua densidade nos adultos são sem dúvida os principais aspetos a ter em conta, apesar de existirem outro tipo de consequências. A manutenção de níveis adequados de vitamina D no organismo é também importante para o correto funcionamento do sistema músculo-esquelético, do sistema nervoso e ajuda na prevenção de determinados cancros. Essa importância torna-se ainda mais evidente quando o trabalho incide sobre atletas, que estão submetidos a um stress físico e psicológico superior à população geral, para além de poderem obter benefícios no desempenho desportivo e na prevenção de lesões.

Palavras chave: Vitamina D; Jovem atleta; Desempenho desportivo.

Abstract

In recent decades, the scientific community has come to recognize the importance of vitamin D, not only in the general population, but also in the context of sports. The recommendations point to levels above 30ng/mL, threshold for maintaining a good health status.

Recently it has been hypothesized that athletes may have an increased need in order to meet their necessities and optimize athletic performance. Deficiencies of vitamin D appear to have remarkable effects on athletic performance, especially in young people, which are annulled with the normalization of these levels.

This literature review intends to inform about the causes and consequences of vitamin D shortage, clarify the role of nutrition in this subject and review the information available about the action and the role of this vitamin in young athletes.

This work intends to be a review of the recent literature related to the role of vitamin D in health and performance of young athletes. It was based on research done in PubMed and B-On, using the key words "vitamin D AND young athlete", from which were obtained 35 and 187 articles, respectively, and that after reading the summaries were filtered, remaining 28 articles. These were complemented with 43 other papers cited in their references and searched through the Google search engine.

We conclude that even in environments with high sunlight exposure is common the occurrence of vitamin D deficiencies or insufficiencies and therefore, it becomes important to evaluate and when necessary, act so as to prevent further complications. The improper bone development in children and youth and the loss of its density in adults are undoubtedly the main aspects to be taken into account, although there are other types of consequences. Maintaining adequate levels of vitamin D in the body is also important for the correct functioning of the musculoskeletal system, nervous system and helps in the prevention of certain cancers. This becomes even more evident when the work focuses on athletes who are subjected to more physical and psychological stress than the general population. Adding to this, athletes may obtain benefits in performance and prevention of certain sports injuries.

Key words: Vitamin D; Young athlete; Sports performance.

1 - Introdução

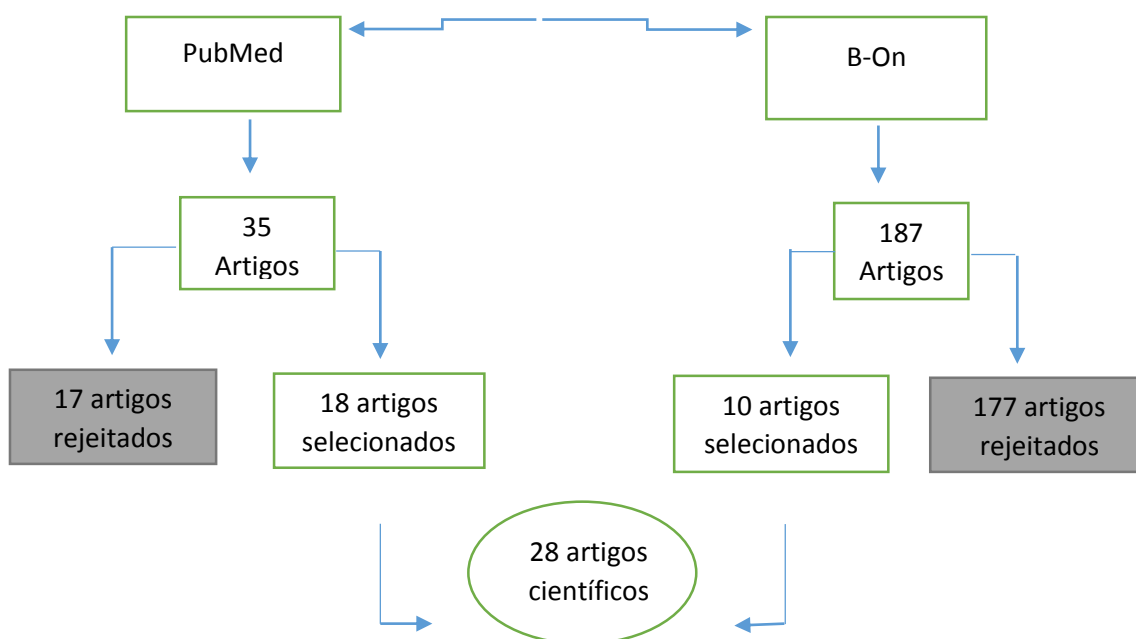
Apesar da vida nas sociedades atuais ser cada vez mais marcada por excessos alimentares e nutricionais, as deficiências de alguns micronutrientes são muitos comuns. Uma das mais frequentes é a hipovitaminose de vitamina D¹. Esta carência alarga-se a todas as faixas etárias, com maior incidência nas crianças e adolescentes, o que pode comprometer seriamente os seus desenvolvimentos e estado de saúde².

Ao longo dos anos tem-se verificado uma ligação sólida entre a carência de vitamina D e uma saúde óssea deficitária e esta é sem dúvida a sua função mais conhecida e estudada¹. A vitamina D tem ainda um papel importante no desenvolvimento do sistema imunitário e músculo-esquelético^{3,4}, na saúde cardiovascular, na regulação da secreção de insulina e no sistema nervoso⁵.

Desta forma é importante compreender o funcionamento desta vitamina e as consequências que o seu défice pode provocar nos jovens atletas, por forma a usá-la em seu benefício.

2 - Métodos

O presente artigo é uma revisão bibliográfica de 71 artigos científicos. As bases de dados genéricas utilizadas foram a PubMed e a B-On, nas quais se pesquisaram artigos em inglês que tivessem sido publicados nos últimos dois anos, usando as palavras *vitamin D AND young athlete*. Desta pesquisa obtiveram-se 28 artigos, que foram filtrados a partir dos 222 artigos encontrados inicialmente:



Além destes, 43 outros artigos citados nas referências dos primeiros foram revistos, maioritariamente encontrados usando o motor de busca *Google*.

3 - A vitamina D

A vitamina D está disponível em duas formas, a vitamina D2 e a vitamina D3. A primeira só pode ser obtida através da dieta e é denominada ergosterol. Já a vitamina D3 pode ser obtida tanto pela dieta como pela exposição solar^{1,6}. Caso seja obtida através da dieta, já é ingerida na forma de colecalciferol, pronta a ser transformada na sua forma final de vitamina D. Quando é produzida na pele, a sua primeira forma é um precursor denominado 7-deidrocolesterol, produzido tanto na derme como na epiderme. Este é transformado primeiramente em pré-vitamina D e finalmente em colecalciferol, semelhante ao ingerido na dieta^{1,7}.

Tanto a vitamina D2 como a D3 têm que ser transformadas em 1,25 dihidroxivitamina D (1,25(OH)₂ D), a forma ativa da vitamina D⁸. Isto porque tanto o ergocalciferol como o colecalciferol, devido a questões estruturais, não possuem capacidades funcionais.⁷

3.1 - Vitamina D3

O papel que o sol desempenha na produção de vitamina D é conhecida desde os Anos 30⁹. A exposição solar promove a produção endógena de colecalciferol a partir de um precursor, o 7-desidrocolesterol que só existe e pode ser produzido pela pele^{6,10}. Esta molécula reage com a radiação UVB produzindo pré-vitamina D, que posteriormente irá ser transformada em colecalciferol.

A forma exógena de obter esta molécula é através da dieta e/ou suplementação e em ambos os casos, esta terá que ser posteriormente transformada em 1,25(OH)₂ D.

O colecalciferol é em primeiro lugar hidroxilado a 25 hidroxivitamina D (25(OH) D) no fígado onde cerca de 75% é transformado na primeira passagem. Finalmente no rim, esta molécula sofre nova hidroxilação e é transformada em 1,25(OH)₂ D⁵. O colecalciferol forma cerca de 25 outros metabolitos, todos eles lipossolúveis, mas nenhum

deles é tão ativo como o $1,25(\text{OH})_2 \text{D}$. Na verdade alguns deles não têm ainda função conhecida¹¹.

3.2 - Vitamina D2

O ergocalciferol, ou vitamina D2 é também uma fonte exógena de vitamina D e em combinação com a vitamina D3 contribui para os níveis séricos totais de vitamina D. Uma vez absorvido sofre as mesmas transformações hepáticas e renais que o colecalciferol, dando origem à mesma molécula final, o $1,25(\text{OH})_2 \text{D}^5$. A vitamina D2 não pode ser produzida pela pele, o que significa que a única fonte é a dieta alimentar ou a suplementação⁹.

3.3 - Fisiologia e funções da vitamina D

As funções e os mecanismos da $1,25(\text{OH})_2 \text{D}$ são consideravelmente bem conhecidos após terem sido descritos pela primeira vez em 1973⁷. A molécula é transportada para as células alvo, onde vai intervir no ADN, através de um complexo formado com um recetor específico, o VDR. Estes existem em vários tecidos do corpo, mas estão presentes em maior número no intestino delgado, no tecido músculo-esquelético e nos rins^{1,12}.

Ao contrário da maioria das vitaminas, a vitamina D é um esteroide, o que significa que as suas funções vão muito para além de ser um simples cofator ou um antioxidante^{13,14}. A sua capacidade mais notória é a manutenção do equilíbrio dos níveis de cálcio, tanto no citoplasma das células, como no meio extracelular. Isto deve-se ao facto de a vitamina D ter a capacidade de aumentar a absorção de cálcio e de fósforo no duodeno em 40% e 80%, respetivamente, promovendo a regulação da ação das glândulas paratiróideas e prevenindo o hiperparatiroidismo⁹. Assim assegura-se uma correta mineralização óssea, para a qual contribuem ainda os osteoblastos e osteócitos que também são estimulados pela vitamina D. Desta forma previnem-se a osteomalacia nos adultos e o raquitismo nas crianças^{2,11}. Outras funções essenciais incluem a regulação dos níveis de magnésio e de secreção de prolactina pela glândula pituitária, assim como, a manutenção da saúde muscular^{15,16,17}.

Além disto, a vitamina D tem ainda funções na expressão do genoma que, de acordo com diversos estudos^{18,19} pode ter um papel preventivo nalguns tipos de cânceros, especialmente do cólon, da próstata, da mama e do pâncreas, assim como nas doenças autoimunes, incluindo a doença de Crohn e a artrite reumatóide^{18,19}.

No caso de níveis séricos demasiado elevados, a vitamina D possui uma função de autorregulação, aumentando a expressão de CYP24R, um citocromo hepático que metaboliza tanto a 1,25(OH)₂ D, como o seu precursor, a 25-hidroxivitamina D⁹. Este mecanismo é de grande importância porque a vitamina D é lipossolúvel, ou seja, em caso de níveis séricos excessivos, pode ser acumulada pelos adipócitos ficando dificultada a sua eliminação e provocando toxicidade. Esta caracteriza-se por desequilíbrios de eletrólitos, especialmente do cálcio, que provocam sintomas que podem ter diferentes repercussões, dependendo da idade do indivíduo e da duração e gravidade destes desequilíbrios. O sistema gastrointestinal, renal, cardiovascular e o sistema nervoso central podem ser afetados, sendo que vômitos, perda de apetite, sede e prisão de ventre são as queixas mais comuns. No entanto em casos de hipercalcemia acentuada (valores séricos superiores a 14mg/dL) complicações mais graves podem ocorrer, como falência renal ou paragem cardíaca, provocadas pela calcificação de diversos tecidos do corpo²⁰.

3.4 - A deficiência de vitamina D

Apesar da sua importância, a deficiência de vitamina D é muito comum em grande parte da população mundial. Entre 20 a 100% da população idosa residente na América do Norte e na Europa possuem níveis reduzidos desta vitamina^{1,3}.

No início do século XX, não existiam métodos clínicos para se diagnosticar a deficiência de vitamina D⁷. Normalmente o facto só era reconhecido quando as consequências surgiam, normalmente na forma de raquitismo e osteomalacia²¹. Com a evolução da Ciência, na década de 70, novos ensaios clínicos deram a possibilidade de se avaliar os níveis séricos exatos no momento da recolha, abrindo caminho para novas descobertas²². O método padrão é a medição dos níveis séricos da 25(OH) D em oposição à medição da 1,25(OH)₂ D. Isto devido à curta semivida de apenas quatro horas da última, o que dificulta a quantificação^{9,23}.

De acordo com um estudo dos Anos 90, realizado por Holick et al (1998), o nível mínimo saudável de 25(OH) D é 20ng/mL. Abaixo deste valor, a perda de massa óssea tornava-se visível. Ainda de acordo com este estudo, uma deficiência grave ocorreria quando os níveis séricos se encontrassem abaixo dos 10ng/ml²⁴. No entanto, as recomendações são ainda algo controversas, já que outros resultados obtidos ao longo dos anos, são mais conservadores. Atualmente considera-se deficiência de vitamina D para valores séricos inferiores a 20ng/mL, enquanto que insuficiência é considerada para valores entre os 20 e os 29 ng/mL. Estes são os valores mais aceites e definidos como padrão pelo IM (Institute of Medicine)²⁵.

Ainda de acordo com o IM, o nível ótimo situa-se entre os 30 e os 100ng/ml, apesar de valores até aos 140ng/mL serem seguros. Assim, qualquer valor igual ou abaixo de 29ng/ml é considerado uma carência.

3.4.1. Factores de risco e causas para a carência de vitamina D

A principal causa para os baixos níveis séricos de vitamina D é a exposição solar insuficiente. Assim, os países com elevada latitude reportam mais casos de carências desta vitamina, devido ao reduzido albedo solar^{1,26}.

No entanto, viver numa região com elevada exposição solar nem sempre é garantia de suficiente exposição aos raios UVB^{10,27,28}. Um ensaio realizado por Oren em Israel demonstra que, no mesmo país, com exposição solar elevada, foram encontrados níveis muito diferentes de vitamina D. Árabes, com pele mais escura e hábito cultural de usar roupas espessas registam níveis séricos inferiores (17.6 ± 9 ng/mL) em comparação com a população branca israelita com hábitos e costumes ocidentalizados (31.4 ± 12 ng/mL)¹⁰. Também na Etiópia, um país de latitude 10°N foram detetados níveis reduzidos de vitamina D numa amostra constituída por 30 jovens adultos saudáveis do sexo masculino e 31 grávidas em fim de tempo, num estudo realizado em 1999²⁹.

O que estes dados provam, é que outros fatores podem influenciar a absorção da radiação UVB, mesmo em regiões de albedo elevado. O uso habitual de protetor solar por si só, pode reduzir a produção de vitamina D até 95%, dependendo do fator de proteção³⁰. Também a proteção solar natural da pele, ou seja, a melanina reduz a capacidade que esta tem de sintetizar o colecalciferol. Indivíduos com pele mais escura podem requerer até

cinco vezes mais tempo de exposição solar para obter níveis de vitamina D semelhantes aos obtidos por caucasianos³¹. Num estudo realizado por Garcia et al (2011) com jogadores de basquetebol verificou-se que os atletas afroamericanos registaram um nível sérico médio de 23,7ng/mL, correspondente a insuficiência de vitamina D, enquanto os caucasianos registaram níveis médios de 55,3ng/mL¹³.

O envelhecimento da pele é outro fator que reduz a capacidade de transformar o 7-desidrocolesterol em coledalciferol, e claro, as épocas do ano com reduzida luz solar, especialmente o inverno, contribuem para uma redução dos níveis de vitamina D^{32,33}. Ensaio realizados antes e depois do inverno em atletas demonstraram um considerável decréscimo desta vitamina para níveis, em certos casos deficitários^{13,34,35}.

É importante referir que este tipo de estudos foram feitos sem alteração dos hábitos alimentares dos indivíduos^{13,36}. Isto deve-se ao facto de as formas exógenas de vitamina D, tanto a vitamina D2 (ergocalciferol) como D3 (coledalciferol), ajudarem a manter, ou até mesmo aumentar, os níveis séricos de 1,25(OH)₂ D, se ingeridos em quantidade suficiente^{26,37,38}.

3.5. Inverter a deficiência de vitamina D através da Alimentação

As formas exógenas de obter vitamina D são a alimentação e a suplementação. Em quantidades adequadas, ambas podem contribuir para o aumento e manutenção dos níveis séricos de 1,25(OH)₂ D e, desta forma, reduzir as possíveis consequências da exposição solar reduzida em determinadas alturas do ano, ou em determinados países^{6,26}.

De acordo com o IM, a Ingestão Diária Recomendada (IDR ou RDA) para a vitamina D é de 200UI por dia para indivíduos até aos 50 anos de ambos os sexos, 400UI/d entre os 51 e os 70 anos e 600UI/d para idosos com mais de 70 anos, também de ambos os sexos²⁵. No entanto, se os níveis séricos forem deficitários, pode ser necessário um aumento da dose. Nalguns casos, uma dose mais elevada parece ter uma melhor eficácia e um exemplo disto é o estudo experimental realizado por Dawson-Hughes et al (1997), onde os níveis de Vitamina D em mulheres pós-menopáusicas só foram normalizados, recorrendo-se a dosagens de 800UI/dia. Também o risco de fratura óssea diminuiu, demonstrando a eficácia de dosagens mais elevadas³².

Outros estudos experimentais têm mostrado ao longo dos anos uma melhor resposta com doses elevadas. Holick et al. (2011) concluíram que as recomendações do IM podem ser inadequadas nalguns casos. A comissão formada para estudar e criar as novas recomendações apresentou assim novas IDR's, que segundo eles são mais adequadas à reais necessidades destas populações. Assim, estas novas recomendações apontam para valores diários de 600 a 1000UI para indivíduos de ambos os sexos até aos 18 anos e valores entre 1000 e 1500 UI por dia para indivíduos acima dos 19 anos, também para ambos os sexos⁹. Um claro aumento relativamente às recomendações padrão do IM.

Tendo conhecimento das recomendações é imperativo discutir como podem ser alcançadas. A verdade é que tanto o colecalciferol, como o ergocalciferol estão presentes numa gama muito limitada de alimentos, pelo que praticar uma dieta variada e hipercalórica nem sempre é garantia da ingestão de quantidades suficientes de vitamina D^{13,39}.

Os alimentos que contêm Vitamina D são o óleo de fígado de bacalhau (400-1000UI por colher de chá), peixes gordos (salmão, sardinha, cavala e atum) que podem ter entre 100-1000UI por 100 gramas de alimento, gema de ovo (20UI por gema) e cogumelos Shitake que se forem secos ao sol podem atingir valores de 1600UI por 100 gramas de alimento⁹. As dietas recomendadas em situações de prevista baixa produção endógena de Vitamina D, devem assim incluir estes alimentos.

No entanto, tendo em conta as limitações inerentes a uma reduzida variedade foram criados alimentos específicos fortificados com vitamina D.

Existe atualmente no mercado uma gama constituída principalmente por produtos lácteos fortificados como leite, manteiga, queijo ou iogurte, mas também outros tipos como cereais de pequeno-almoço ou fórmulas para lactentes. Estes produtos podem ser usados para complementar uma dieta variada e, desta forma, aumentar a quantidade total ingerida de vitamina D⁹. Com o mesmo objetivo, foram criados suplementos alimentares geralmente na forma de comprimidos sólidos e efervescentes, fórmulas líquidas ou injeções intravenosas com concentrações variadas⁷.

As doses a seleccionar para o tratamento deverão ser adequadas às necessidades nutricionais do individuo, assim como, ao tempo previsto de tratamento. No entanto, as dosagens a aplicar não são consensuais sendo que as recomendações divergem com frequência⁹. De qualquer forma, doses mais baixas de Vitamina D (400UI por dia) são

eficazes quando aplicadas por um período mais longo (geralmente superior a um mês), enquanto as doses mais elevadas (1800UI por dia) parecem ser eficazes, mesmo quando a duração do tratamento é menor^{40,41}.

Contudo, é importante reconhecer que as doses demasiado elevadas podem ser potencialmente tóxicas⁴². A suplementação de 10000UI diariamente aumenta os níveis séricos de 25(OH) D para valores acima dos 140 ng/mL, que podem ter efeitos adversos tais como hipercalcemia e o desequilíbrio de vários eletrólitos, por exemplo³⁷.

Assim, uma suplementação diária inferior a 2000UI é recomendada, apesar de ao longo dos anos muitos estudos experimentais terem sido realizados com doses mais elevadas e sem prejuízo para os intervenientes³⁷. Addams et al (1999) administraram doses de 50000UI duas vezes por semana durante um período de cinco semanas e os níveis séricos de 25(OH) D aumentaram para níveis considerados saudáveis e em seguida tornaram-se estáveis ao longo tempo. Tal aconteceu, possivelmente, devido à capacidade que o corpo tem em metabolizar os excessos de vitamina D⁴³. Por esta razão, e devido à contrariedade existente nos dados obtidos em determinados estudos, as dosagens exatas a aplicar são ainda divergentes.

3.6. A vitamina D em jovens atletas

A nível mundial, 30 a 80% das crianças e jovens sofrem de carências de vitamina D¹. Apesar da utilização de protetor solar ser de extrema importância para prevenir eritemas ou mesmo melanomas, a sua utilização associada à redução das atividades ao ar livre e às inúmeras horas despendidas dentro das salas de aula, contribuem para estes indicadores². Mais uma vez, e tal como nos adultos, o facto de se habitar em locais com elevada exposição solar não é garantia de se possuir os níveis de vitamina D recomendados^{2,44}.

Tal como nos adultos, a Vitamina D também desempenha um papel essencial na saúde óssea das crianças e adolescentes, já que previne o raquitismo e contribui para um desenvolvimento correto dos ossos e para uma densidade mineral óssea adequada². Durante o crescimento, tanto as carências como os excessos de vitamina D devem ser monitorizados e quando necessário tratados a fim de serem evitadas complicações. Os países escandinavos são um bom exemplo de como a deficiência de vitamina D pode afetar o desenvolvimento ósseo⁴⁵. na Finlândia, antes de 1940, o raquitismo era muito

comum, apesar de uma correta e suficiente alimentação. Por esta altura foi criado um programa nacional de suplementação que tinha por objetivo eliminar esta doença que à data era endémica. A intervenção garantiu um correto desenvolvimento ósseo na geração imediatamente a seguir, pelo que o programa tem-se prolongado ao longo dos anos até ao presente, sempre com o sucesso inicial²⁶.

No caso dos jovens atletas, deve existir um cuidado redobrado, especialmente naqueles que praticam desportos em ambiente fechados, ou seja, com inferior exposição à radiação UVB^{44,46,47}.

Não só pelo facto de os atletas possuírem, de forma geral, necessidades nutricionais acrescidas, mas também porque carências de vitamina D têm um efeito negativo na saúde músculo-esquelética, comprometendo o desempenho físico^{3,48}. Assim, este défice pode, de várias formas, afetar a qualidade de vida do atleta assim como o seu desempenho desportivo^{16,49}.

3.6.1. Saúde óssea em jovens atletas

Um aporte suficiente de nutrientes, neste caso vitamina D e cálcio, é um fator essencial ao desenvolvimento correto da estrutura óssea tanto nas crianças como nos adolescentes². Isto porque durante o crescimento, as placas epifisárias não estão ainda calcificadas e um baixo aporte de Vitamina D potencia o risco de raquitismo, ou seja, amolecimento e conseqüente curvatura dos ossos. Devido à hipocalcemia decorrente da carência de vitamina D, a mineralização da cartilagem óssea é prejudicada⁹. Esta situação pode, em alguns casos, comprometer seriamente a competitividade do atleta, ou até mesmo a continuidade na prática do desporto em questão, já que para além da baixa densidade mineral óssea, os ossos raquíticos constituem um desafio biomecânico para a prática desportiva⁵⁰.

Obviamente os atletas, além de possuírem maiores necessidades nutricionais, possuem um desgaste físico elevado, comparativamente com um indivíduo sedentário, o que provoca tresse a vários níveis, incluindo a nível ósseo. Isto pode em determinados casos resultar em fraturas de stresse, especialmente nos jovens^{45,51}. Tais fraturas são definidas pela aplicação contínua de uma força com uma intensidade que em condições normais seria inócua⁵².

Assim, apesar de em situações normais, determinados desportos, como por exemplo o basquetebol, poderem ter um papel importante no aumento da densidade mineral óssea, se existirem carências de vitamina D e cálcio, o desporto pode ter um efeito maléfico^{9,51,53}. Considerando estarmos a falar do mesmo desporto e do mesmo tipo de treino, a densidade mineral óssea pode até ser afetada, apesar da ação mecânica ser a mesma^{23,54}.

Iwamoto et al.(2011) demonstraram uma relação forte entre a modalidade desportiva e o local da fratura, o que significa que o atleta não poderá treinar durante o tempo de recuperação, prejudicando a sua forma física^{50,51}. Além disso o local mais comum no qual ocorreu a fratura de stresse foi a tíbia, geralmente causada por movimentos de corrida e salto existentes na maioria dos desportos. Outros locais, tais como, as costelas no caso dos remadores ou o osso púbico no caso dos jogadores de futebol são comuns, comprovando a relação entre a modalidade desportiva praticada e o local de fratura⁵¹. Os dados recolhidos neste estudo feito num hospital universitário, mostram que de todas as fraturas avaliadas (n=14276), 1,8% corresponderam a fraturas de stresse. A idade média dos indivíduos diagnosticados com fraturas de stresse foi de 20,2 anos, 42,6% dos casos ocorreram em adolescentes e 76,8% foram registados em indivíduos com menos de 24 anos⁵¹.

Uma das conclusões deste estudo é que as carências de vitamina D, quer sejam insuficiências ou deficiências estão ligadas a uma maior incidência das fraturas de stresse, especialmente nos jovens⁵⁵.

3.6.2. Vitamina D e o sistema músculo-esquelético

Embora alguns requeiram maiores habilidades técnicas ou táticas, os atributos físicos são sempre um requisito de grande importância para o sucesso desportivo do atleta¹⁶.

O papel da vitamina D na saúde músculo-esquelética não é um conhecimento antigo. A relação foi descrita pela primeira vez em crianças e idosos com fraqueza muscular e dificuldade em manter-se de pé⁵⁶. Mais tarde, em 1974 foram realizados testes em indivíduos com baixos níveis de vitamina D, que revelaram osteomalacia associada a fraqueza muscular, sendo que ambas as condições foram melhoradas com

suplementação⁵⁷. Recentemente descobriu-se que níveis séricos deficitários de vitamina D podem causar sarcopenia, que é caracterizada por fraqueza e perda muscular^{33,49}.

A causa ainda não está definida, mas de acordo com o ensaio clínico de Minasyan et al. (2009), a vitamina D tem um papel essencial no desenvolvimento e funcionamento do músculo-esquelético. Este estudo feito com ratos geneticamente modificados para não possuírem o recetor VDR, mostrou que quando a vitamina D não atua no tecido muscular verifica-se descoordenação motora, fraqueza e baixa taxa de crescimento das células musculares, acompanhados de outros tipos de sintomas típicos, como hiperparatiroidismo ou osteomalacia⁵⁸.

Também a utilização de energia por parte das fibras musculares parece ficar facilitada, já que a vitamina D aumenta as concentrações de ATP nas células. Isto porque a sua absorção fica facilitada no retículo sarcoplasmático, assim como de potássio, devido ao correto balanceamento de cálcio. Poderá ter ainda um papel no aumento da síntese proteica por parte dos músculos, mas estas funções estão ainda por comprovar¹⁴.

Fica assim demonstrado que, no caso dos atletas, cujo desempenho muscular deve ser o mais eficaz possível, baixos níveis de vitamina D podem comprometer o seu desempenho.

3.6.3. Desempenho físico e a vitamina D

Como vimos anteriormente, a vitamina D contribui para a manutenção das células do músculo esquelético⁴⁹. Já as carências parecem agravar o desgaste muscular, provocando sarcopenia. Esta patologia aumenta a probabilidade da ocorrência de lesões musculares, devido á conseqüente redução da quantidade e qualidade das fibras musculares^{59,60}. Além disso estes fenómenos ocorrem nas fibras tipo II, que são responsáveis pelos movimentos rápidos e de tipo explosivo^{4,49}.

No início pensava-se que estes sintomas se verificavam apenas em indivíduos mais velhos, já que a perda de força e massa musculares comum em idosos⁶¹. No entanto, estudos recentes demonstram que também as crianças e os adolescentes podem ser afetados, especialmente atletas com necessidades metabólicas mais elevadas^{62,63}.

Ward et al. (2009) provaram haver uma relação entre os níveis séricos de 25(OH) D e a força muscular, velocidade e impulsão em adolescentes do sexo feminino⁶⁴. Foo

(2009) conseguiu também demonstrar uma relação positiva entre os níveis de vitamina D e o desempenho muscular, através da suplementação⁶⁵. Este último estudo, avaliou 323 adolescentes chinesas do sexo feminino, e comprovou a enorme prevalência que a deficiência de vitamina D representa nos jovens, particularmente nos atletas: 89,2% dos indivíduos avaliados apresentaram níveis séricos de vitamina D inferiores a 20 ng/ml, ou seja, de acordo com as indicações do IM, quase 90% das atletas avaliadas tinham deficiência de vitamina D²⁵.

Outro estudo feito em 168 adolescentes do sexo feminino foi mais longe e revelou que a suplementação com vitamina D3 pode induzir o aumento da quantidade de massa magra em atletas com carência de vitamina D. Com a duração de um ano, este estudo foi feito usando três grupos de atletas: um grupo controlo ao qual era dado um placebo e dois grupos que recebiam semanalmente 1400IU e 14000IU, respetivamente. Os ganhos de massa magra foram nulos no grupo controlo e positivos nos indivíduos suplementados, especialmente nos pertencentes ao grupo que recebeu a maior quantidade de vitamina D3¹⁷.

Apesar de estudos nesta área específica não serem muito comuns, os que existem chegam a um consenso: a vitamina D tem um papel fundamental na saúde músculo-esquelética, e a regularização dos seus níveis séricos parece melhorar o desempenho muscular, especialmente quando as carências são acentuadas^{4,16,49}. Isto significa que a vitamina D poderá ter potencial para ser usado como suplemento ergogénico.

3.6.4. A vitamina D como ajuda ergogénica

Sabendo a significância que a vitamina D pode ter na contração muscular em geral, não é de estranhar que ao longo dos anos este conhecimento tenha sido usado por parte de atletas e seus preparadores com o objetivo de aumentar o rendimento desportivo^{4,14}.

Estas experiências começaram com a aplicação direta de radiação UVB. Os atletas eram colocados sob uma luz ultravioleta com o objetivo de receber a quantidade de radiação pretendida¹⁶. Num estudo deste género, jovens velocistas dos 100m, viram os seus tempos melhorados em média 7,4% após radiação, em comparação com colegas não sujeitos a radiação, cujas melhorias ficaram nos 1,7%. Tanto o grupo experimental como o grupo controlo foram sujeitos ao mesmo tipo de treino⁶⁶. Na Alemanha, um grupo de crianças foi exposto a uma radiação sobre a cabeça na sala de aula durante nove meses e

revelou valores de desempenho físico 56% superiores ao grupo controle não irradiado¹⁶. No entanto, este método é pouco prático, caro e o eritema é uma consequência recorrente^{7,16}.

Assim, o método mais comum de suplementar a vitamina D, continua a ser a administração oral, mas a dose exata para induzir efeito ergogénico no atleta ainda não foi encontrada ou mesmo comprovada^{48,49}. Tal como outras vitaminas e minerais acredita-se que doses elevadas possam aumentar o rendimento físico e mental, mas tanto no dia-a-dia, como em ensaios clínicos devem ser tomadas precauções neste sentido, por forma a não comprometer a saúde do atleta⁶⁷.

O momento ideal, no entanto, parece ter sido descoberto. Galán et al. (2012) conduziram um estudo em jogadores profissionais de futebol espanhóis, no qual descobriram que a suplementação com vitamina D é mais eficiente e proveitosa, quando administrada em meados de outubro, ou seja, 3 meses após o início da época. Isto porque otimizar os níveis séricos de vitamina D nesta altura permite aos atletas passar grande parte da época sem carências. Na maioria dos casos, não se registaram carências antes de fevereiro do ano seguinte⁶⁸.

Se nenhum tipo de suplementação for feita neste sentido, cinco meses após o início da época, os níveis séricos médios dos desportistas descem abaixo das 29ng/ml recomendadas, tal como comprovado no estudo de Morton et al (2012). Neste ensaio clínico feito em jogadores de futebol da primeira divisão Inglesa, registou-se uma queda de níveis séricos de vitamina D dos 41,8ng/ml para os 20,4ng/ml entre os meses de Julho e Dezembro⁶⁹.

4. Conclusão

Parece haver uma relação entre as carências de vitamina D e a saúde óssea deficitária, sarcopenia e nalguns casos, diminuição do desempenho desportivo. Assim, monitorizar os níveis séricos de vitamina D revela-se essencial, assim como tratar insuficiências ou deficiências sempre que necessário por forma a otimizar a performance desportiva. Quanto mais acentuada for a carência, maior prioridade deve ser dada ao tratamento do atleta em questão, já que os benefícios inerentes do tratamento vão ser maiores. Assim, os atletas em risco devem ser tratados com prioridade^{16,70}.

Apesar de já existir alguma informação relativamente aos benefícios da normalização dos níveis de vitamina D em atletas com carências, ainda há muito para perceber no que diz respeito à correta dosagem e aos níveis séricos ideais para aumentar o desempenho desportivo⁴⁸. O ensaio clínico ideal seria composto por atletas com os níveis séricos de vitamina D regularizados, divididos por vários grupos. A cada grupo seria atribuída uma dosagem de vitamina D diferente, haveria um grupo controlo ao qual seria administrado um placebo e todos estariam sujeitos ao mesmo tipo de treino. Com o decorrer do estudo, testes físicos específicos deveriam ser feitos com o objetivo de registar melhorias físicas, tanto ao nível do desempenho muscular, como para avaliar os ganhos de massa magra.

Até lá, devem ser tomadas precauções no que diz respeito às dosagens, já que, apesar de ter a capacidade de se autorregular, a vitamina D é lipossolúvel e tem grande tendência para ficar acumulada nos adipócitos, podendo causar toxicidade^{20,71}.

Bibliografia

1. Holick MF. *Vitamin D deficiency*. N Engl J Med 2007; 357: 266–281;
2. Andiiran N, Çelik N, Akça H, Doğan G. *Vitamin D Deficiency in Children and Adolescents*. J Clin Res Pediatr Endocrinol 2012; 4(1): 25-29;
3. Rejnmark, L. Effects of vitamin D on muscle function and performance: a review of evidence from randomized controlled trials. Ther Adv Chronic Dis 2011; 2(1):25-37;
4. Hamilton B. Vitamin D and Athletic Performance: The Potential Role of Muscle. Asian Journal of Sports Medicine 2011; 2(4): 211-19;
5. Holick MF. Vitamin D: Photobiology, metabolism and clinical applications. In: de Groot LC, ed. Endocrinology 1995; 990-1011;
6. Ashwell M, Stone EM, Stolte H et al. UK Food Standards Agency Workshop Report: an investigation of the relative contributions of diet and sunlight to vitamin D status. Br J Nutr 2010; 104: 603–611;
7. Premaor MO, Furlanetto TW. Hipovitaminose D em Adultos: Entendendo Melhor a Apresentação de uma Velha Doença. Arq Bras Endocrinol Metab 2006; 50(1): 25-37;

8. Agus ZS. (2012, 28 Março). Metabolism of vitamin D. <http://www.uptodate.com>. Retirado a 28 de Abril de 2013 de http://www.uptodate.com/contents/metabolism-ofvitamind?detectedLanguage=en&source=search_result&translation=metabolism+of+vitamin+d&search=metabolism+of+vitamin+D&selectedTitle=1~150&provider=google
9. Holick MF, Binkley NC, Bischoff-Ferrari HA et al. Evaluation, Treatment, and Prevention of Vitamin D Deficiency: an Endocrine Society Clinical Practice Guideline. *J Clin Endocrinol Metab* 2011; 96:1911–1930;
10. Oren Y, Shapira Y, Agmon-Levin N et al. Vitamin D insufficiency in a sunny environment: a demographic and seasonal analysis. *Isr Med Assoc J* vol XII, 2010; 751-756;
11. Haussler MR, McCain TA. Basic and clinical concepts related to vitamin D metabolism and action (second of two parts). *N Engl J Med* 1977; 297: 1041-50.
12. Braidman IP, Anderson DC. Extra-endocrine functions of vitamin D. *Clin Endocrinol (Oxf)* 1985; 23:445:60;
13. Bescos García R, Rodríguez Guisado FA. Low levels of vitamin D in professional basketball players after wintertime: relationship of vitamin D intake and calcium. *Nutr Hosp* 2011; 26(5): 945-951;
14. Lanteri P, Lombardi G, Colombini A, Banfi G. Vitamin D in exercise: Physiological and Analytical concerns. *Clinica Chimica Acta* 415 2013; 45-53;
15. Pfeifer M, Begerow B, Minne HW. Vitamin D and muscle function. *Osteoporos Int* 2002; 13: 187-94;
16. Cannell JJ et al. Athletic performance and vitamin D. *Med Sci Sports Exerc.* 2009; 41(5): 1102-1110;
17. Fuleihan GE, Nabulsi M, Tamim H et al. Effect of Vitamin D Replacement on Musculoskeletal Parameters in School Children: A Randomized Controlled Trial. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91(2):405–41;
18. Rashid SF, Mountford JC, Gombart AF, Campbell MJ. Vitamins D3 displays divergent growth effects in both normal and malignant cells. *Steroids* 2001; 66: 433-40;
19. Beer TM, Myrthue A. Calcitriol in cancer treatment: from the lab to the clinic. *Mol Cancer Ther* 2004; 3(3): 373-81;
20. Ozkan B, Hatun S, Bereket A. Vitamin D intoxication. *Turk J Pediatr* 2012 Mar-Apr; 54(2): 93-8;

21. Holick MF. High prevalence of vitamin D inadequacy and implications for health. *Mayo Clin Proc* 2006; 81: 353–373;
22. Gilbertson TJ, Stryd RP. High performance liquid chromatographic assay for 25-hydroxivitamin D3 in serum. *Clin Chem.* 1977; 23: 1700-04;
23. Lombardi G, Colombini A, Freschi M et al. Seasonal variation of bone turnover markers in top-level female skiers. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111: 433–40;
24. Holick MF, Malabanan A, Veronikis IE. Redefining vitamin D insufficiency. *Lancet* 1998; 351: 805-6;
25. IOM (Institute of Medicine) Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. WashingtonDC: The National Academies Press. 2011;
26. Lehtonen-Veromaa M, Ènen TMO, Irjala K et al. Vitamin D intake is low and hypovitaminosis D common in healthy 9- to 15-year-old Finnish girls. *Eur. J. Clin. Nutr* 1999; 53: 746-51;
27. Hamilton B, Grantham J, Racinais S, Chalabi H. Vitamin D deficiency is endemic in Middle Eastern sportsmen. *Public Health Nutrition.* 2010; 13(10): 1528–1534;
28. Alagol F, Shihadeh Y, Boztepe H, et al. Sunlight exposure and vitamin D deficiency in Turkish women. *J Endocrinol Invest* 2000; 23: 173-7;
29. Feleke Y, Abdulkadir J, Mshana R et al. Low levels of serum calcidiol in an African population compared to a northern European population. *Eur J Endocrinol* 1999; 141: 358-60;
30. Holick MF, Matsuoka LY, Ide L et al. Sunscreens suppress cutaneous vitamin D3 synthesis. *J Clin Endocrinol Metab* 1987; 64: 1165–68;
31. Clemens TL, Henderson SL, Adams JS, Holick MF Increased skin pigment reduces the capacity of skin to synthesise vitamin D3. *Lancet* 1982; 1: 74–76;
32. Dawson-Hughes B, Harris SS, Dallal GE. Plasma calcidiol, season and serum parathyroid hormone concentrations in healthy elderly man and women. *Am J Clin Nutr* 1997; 65: 67-71;
33. Bolland MJ, Grey AB, Ames RW et al. The effects of seasonal variation of 25-hydroxyvitamin D and fat mass on a diagnosis of vitamin D sufficiency. *Am J Clin Nutr* 2007; 86: 959–64;
34. Close GL , Russell J , Cobley JN 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* 2013; 31: 4, 344-353;

35. Meyer NL, Manore MM, Helle C. Nutrition for winter sports. *Journal of Sports Sciences* 2011; 29(1): 127-36;
36. Constantini NW, Arieli R, Chodick G, Dubnov-Raz G. High prevalence of vitamin D insufficiency in athletes and dancers. *Clin J Sport Med* 2010; 20(5): 368-71;
37. Vieth, R. Vitamin D supplementation, 25-hydroxyvitamin D concentrations, and safety. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 842–56;
38. Slater G, Phillips SM. Nutrition guidelines for strength sports: Sprinting, weightlifting, throwing events, and bodybuilding. *Journal of Sports Sciences* 2011; 29(1): 67-77;
39. Sundgot-Borgen J, Garthe I. Elite athletes in aesthetic and Olympic weight-class sports and the challenge of body weight and body compositions. *Journal of Sports Sciences* 2011; 29(1): 101-14;
40. Stamp TC, Haddad JG, Twigg CA. Comparison of oral 25-hydroxycholecalciferol, vitamin D, and ultraviolet light as determinants of circulating 25-hydroxyvitamin D. *Lancet* 1977;1:1341–3;
41. Lips P, Graafmans WC, Ooms ME et al. Vitamin D supplementation and fracture incidence in elderly persons. A randomized, placebo-controlled clinical trial. *Ann Intern Med* 1996; 124: 400–6;
42. Cashman KD, Hill TR, Lucey AJ et al. Estimation of the dietary requirement for vitamin D in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 2008; 88: 1535–42;
43. Adams JS, Kantorovich, V, Wu C et al. Resolution of vitamin D insufficiency in osteopenic patients results in rapid recovery of bone mineral density. *J Clin Endocrinol Metab* 1999; 84: 2729-30;
44. Lovell G. Vitamin D status of females in an elite gymnastics program. *Clin J Sport Med* 2008; 18(2): 159-61;
45. Ruohola JP, Laaksi I, Ylikomi T et al. Association between serum 25(OH)D concentrations and bone stress fractures in Finnish young men. *J Bone Miner Res* 2006; 21(9): 1483-8;
46. Wyon MA, Koutedakis Y, Wolman R et al. The influence of winter vitamin D supplementation on muscle function and injury occurrence in elite ballet dancers: A controlled study. *J Sci Med Sport* 2013;

47. Halliday TM, Peterson NJ, Thomas JJ et al. Vitamin D status relative to diet, lifestyle, injury, and illness in college athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2011; 43(2): 335-43;
48. Holway FE, Spriet LL. Sport-specific nutrition: Practical strategies for team sports. *Journal of Sports Sciences* 2011; 29(1): 115–25;
49. Ceglia L. Vitamin D and Its Role in Skeletal Muscle. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2009; 12(6): 628-33;
50. Chen YT, Tenforde A, Fredericson M. Update on stress fractures in female athletes: epidemiology, treatment, and prevention. *Curr Rev Musculoskelet Med* 2013; 6: 173–81;
51. Iwamoto J, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H. Analysis of stress fractures in athletes based on our clinical experience. *World J Orthop* 2011; 2(1): 7-12;
52. Choi HJ, Cho HM. Multiple stress fractures of the lower extremity in healthy young men. *J Orthopaed Traumatol* 2012; 13: 105–10;
53. Loud K, Gordon CM, Micheli LJ, Field AE. Correlates of Stress Fractures Among Preadolescent and Adolescent Girls. *Pediatrics* 2005; 115: 399-406;
54. Prelack K, Dwyer J, Ziegler P et al. Bone mineral density in elite adolescent female figure skaters. *Journal of the International Society of Sports Nutrition* 2012; 9: 57-63;
55. Lappe J, Travers-Gastafson D, Davies K, et al. Vitamin D and calcium supplementation reduces cancer risk: results of a randomized trial. *Am J Clin Nutr* 2007; 85:1586-91;
56. Gordon CM, Williams AL, Feldman HA, et al. Treatment of hypovitaminosis D in infants and toddlers. *J Clin Endocrinol Metab* 2008; 93: 2716–21;
57. Maeda SS, Kunii IS, Hayashi L, Lazaretti-Castro M. The effect of sun exposure on 25-hydroxyvitamin D concentrations in young healthy subjects living in the city of Sao Paulo, Brazil. *Braz J Med Biol Res* 2007; 40: 1653–59;
58. Minasyan A, Keisala T, Zou J, et al. Vestibular dysfunction in vitamin D receptor mutant mice. *J Steroid Biochem Mol Biol* 2009; 114: 161–66;
59. Ryall JG, Schertzer JD, Lynch GS. Cellular and molecular mechanisms underlying age-related skeletal muscle wasting and weakness. *Biogerontology* 2008; 9(4): 213–28;
60. Angeline ME, Gee AO, Shindle M et al. The effects of vitamin D deficiency in athletes. *Am J Sports Med* 2013; 41(2): 461-4;

61. Volkert D. The role of nutrition in the prevention of sarcopenia. *Wien Med Wochenschr* 2011; 161(17-18): 409-15;
62. Udowenko M, Trojjan T. Vitamin D: extent of deficiency, effect on muscle function, bone health, performance, and injury prevention. *Conn Med* 2010; 74(8): 477-80;
63. Bartoszevska M, Kamboj M, Patel DR. Vitamin D, muscle function, and exercise performance. *Pediatr Clin North Am* 2010; 57(3): 849-61;
64. Ward KA, Das G, Berry JL, et al. Vitamin D status and muscle function in post-menarchal adolescent girls. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009; 94: 559–63;
65. Foo LH, Zhang Q, Zhu K, et al. Low vitamin D status has an adverse influence on bone mass, bone turnover, and muscle strength in Chinese adolescent girls. *J Nutr* 2009; 139: 1002–7;
66. Allen R, Cureton T. Effects of ultraviolet radiation on physical fitness. *Arch Phys Med* 1945; 26: 641-4;
67. Williams MH. Vitamin and mineral supplements to athletes: do they help? *Clin Sports Med* 1984; 3(3): 623-37;
68. Galan F, Ribas J, Sánchez-Martinez PM et al. Serum 25-hydroxyvitamin D in early autumn to ensure vitamin D sufficiency in mid-winter in professional football players. *Clin Nutr* 2012; 31(1): 132-6;
69. Morton JP, Iqbal Z, Drust B et al. Seasonal variation in vitamin D status in professional soccer players of the English Premier League. *Appl Physiol Nutr Metab* 2012; 37(4): 798-802;
70. Tenforde AS, Sayres LC, Sainani KL, Fredericson M. Evaluating the relationship of calcium and vitamin D in the prevention of stress fracture injuries in the young athlete: a review of the literature. *American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation* 2010; 2, 945-949;
71. Boeckner, L. Nutrition and the Athlete Vitamin and Mineral Supplements. University of Nebraska Panhandle Research and Extension Center 1998; 1-4.