

---

**INTERAÇÃO ENTRE NUTRIENTES E O EIXO GH-/IGF-I**Henrique Santa Capita Cerqueira<sup>1</sup>, Marcos Corrêa Junior<sup>1</sup>**RESUMO**

Hormônios do eixo GH/IGF-I são conhecidos pelo seu papel anabólico e aumento nos ganhos de força. Um dos fatores de regulação do eixo é a nutrição, através dos macros e micronutrientes, aspecto, porém, pouco elucidado quanto à sua efetividade. Este estudo objetivou verificar a interação de diferente macro e micronutrientes e sua ação sobre o eixo. O trabalho consistiu em pesquisa de revisão de literatura, que investigou a interação entre nutrientes e o eixo. Os nutrientes estudados (carboidrato, proteína, lipídios, vitaminas e minerais) mostraram, de alguma forma, relação com o eixo, todavia alguns demonstraram maior impacto sobre a cinética dele, como os carboidratos, o zinco e o magnésio. Porém, a suplementação de nenhum deles mostrou-se como grande potencializadora do eixo. Entende-se então que o consumo de diferentes nutrientes possui ação direta sobre o eixo, por esse motivo é muito importante uma dieta equilibrada. Contudo, são necessárias maiores investigações para verificar se de fato, a suplementação com algum nutriente é capaz de potencializar a ação do eixo.

**Palavras-chave:** Hormônio do Crescimento. Fator de Crescimento Insulin-Like I. Suplementos Nutricionais. Treinamento. Educação Física.

**ABSTRACT**

Interaction between nutrients and the GH- / IGF-I axis

GH/IGF-I axis hormones are known for their anabolic role and increased strength gains. One of the factors that regulates the axis is nutrition, through macro and micronutrients, an aspect, however, little elucidated as to its effectiveness. This study aimed to verify the interaction of different macro and micronutrients and their action on the axis. The work consisted of a literature review research, which investigated the interaction between nutrients and the axis. The studied nutrients (carbohydrate, protein, lipids, vitamins, and minerals) showed, in some way, a relationship with the axis, however some of them showed greater impact on the axis, such as carbohydrates, zinc and magnesium. However, the supplementation of none of them proved to be a great potentialized of the axis. The consumption of different nutrients has a direct action on the GH/IGF-I axis, for this reason a balanced diet is important. However, further investigations are needed to verify whether, in fact, if supplementation with any nutrient is able of potentiating the action of the axis.

**Key words:** Growth Hormone. Insulin-Like Growth Factor I. Dietary Supplements. Training. Physical Education.

1 - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto-SP, Brasil.

E-mail dos autores:  
henriquecrg@gmail.com  
marcoscef@gmail.com

Autor correspondente:  
Henrique Santa Capita Cerqueira.  
Rua Luiz Faina, 55,  
Vila Santa Rosa, Jaboticabal – SP.  
CEP: 14876-018.

**INTRODUÇÃO**

Os hormônios que compõem o eixo GH/IGF-I são conhecidos pela sua função anabólica, além de provocarem melhora nos ganhos de força e capacidade motora, condições indispensáveis para uma boa performance esportiva. Cada vez mais a ciência tem mostrado diversos recursos que visam melhorar o desempenho físico. São os chamados recursos ergogênicos.

E dentre esses recursos está a nutrição, cujas pesquisas na área mostram que diferentes macros e micronutrientes podem promover os mais diversos efeitos benéficos com relação ao desempenho físico e treinamento esportivo.

Através das ciências que envolvem a nutrição, pode-se determinar que alguns nutrientes promovem alterações no metabolismo, levando-se em conta a qualidade, quantidade e interação deles, quando ingeridos.

Há diversos estudos, que investigaram a relação de determinados nutrientes com o eixo GH/IGF-I, buscando verificar a potencialização ou a supressão do eixo, de acordo com a ingestão desses nutrientes. (Castilho, Liberali, 2008; Martinelli Junior e colaboradores, 2008; Eliakim, Nemet, 2013).

Porém, quais nutrientes realmente teriam efeito sobre os hormônios do eixo e como se daria essa interação? Diante destas questões, esta pesquisa caracteriza-se como uma revisão de Literatura Narrativa.

Pesquisou-se dados de livros, artigos científicos, monografias, teses e dissertações que estudaram os efeitos de macro e/ou micronutrientes sobre o eixo GH/IGF-I.

**O eixo GH/IGF-I**

O eixo GH-IGF-I é composto de hormônios, fatores de crescimento, proteínas de ligação e receptores que regulam os processos essenciais para a vida, tais como crescimento e desenvolvimento, processos metabólicos e reparadores, e envelhecimento. Portanto, o entendimento do eixo deve-se considerar cada componente individual e a interação entre eles, tanto em condições fisiológicas e patológicas.

O eixo começa ao nível do sistema nervoso central, onde vários neurotransmissores (catecolaminas,

serotonina, agentes colinérgicos, etc) estimulam o hipotálamo, para sintetizar o hormônio liberador do GH (GHRH) e somatostatina (SMS).

O GHRH estimula a hipófise anterior para sintetizar e secretar GH, enquanto a SMS inibe a secreção de GH (Eliakim, Nemet, 2013).

O GH (hormônio do crescimento) também conhecido como somatotropina ou hormônio somatotrópico é produzido pelos somatotrofos da hipófise anterior (adenohipófise) e em sua forma predominante corresponde a aproximadamente 75% do GH circulante. É constituído por uma cadeia única de 198 aminoácidos com duas pontes dissulfídicas internas, o que lhe oferece peso molecular de 22 kilodaltons (Martinelli Junior e colaboradores, 2008).

Diversos fatores podem influenciar a secreção do GH, tais como o estresse, o estado nutricional, a quantidade de sono e de gordura corporal, a prática da atividade física ou o grau de treinamento do indivíduo (Widdowson e colaboradores, 2009).

Já os IGFs (IGF-I e IGF-2) são fatores de crescimento peptídicos que apresentam elevado grau de homologia estrutural com a pró-insulina e têm atividade sobre o metabolismo intermediário, a proliferação, o crescimento e a diferenciação celular.

O IGF-I e o IGF-2 são moléculas de cadeia única com pesos moleculares de 7.649 e 7.471 dáltons, respectivamente, e compartilham resíduos idênticos em 45 posições e 62% de homologia entre si (Jones, Clemmons, 1995).

Os IGFs são encontrados na forma de IGF-I e IGF-2 podendo influenciar o crescimento, diferenciação e metabolismo celular e encontram-se ligados a proteínas carreadoras denominadas IGFbps (Fayh e colaboradores, 2007).

Também conhecido como somatomedina C, o IGF-I é uma cadeia polipeptídica formada por 70 aminoácidos que além de possuir uma estrutura tridimensional semelhante à insulina, permite a ação do GH, por ser mediador de quase todos os efeitos desse hormônio (Ramirez, Ribeiro, 2005).

Destaca, Godfrey e colaboradores, (2003) que diferentes estímulos fisiológicos podem iniciar a secreção do eixo GH, como por exemplo o sono e o exercício, além de determinados nutrientes. O GH tem papel importante em vários aspectos, como o

crescimento em si, o volume de músculos, ossos e colágeno.

Além disso, ainda atua na regulação de funções metabólicas, incluindo o metabolismo da gordura e colabora para a manutenção de uma composição corporal saudável na vida adulta. Este hormônio é essencial para o crescimento pós-natal e na puberdade. Além de ser importante para o metabolismo glicolítico, lipídico, mineral, além do metabolismo do nitrogênio.

O GH, através do IGF-I aumenta a síntese de proteínas, aumentando a captação de aminoácidos e acelerando diretamente a transcrição e tradução do RNA mensageiro.

Além disso, a GH tende a diminuir o catabolismo de proteínas, através da mobilização de gordura como fonte de energia mais eficiente, assim provocando diretamente a liberação de ácidos graxos a partir do tecido adiposo e aumentando a sua conversão para a acetil-CoA, a partir do qual a energia é derivada. Este efeito protético poupador é um importante mecanismo pelo qual GH promove o crescimento e desenvolvimento (Gardner, Shoback, 2011).

Efeitos da ação do IGF-I são GH dependentes, mas a maioria de suas ações ocorre devido à secreção parácrina ou autócrina, que são apenas parcialmente dependentes do GH, sendo o IGF-I responsável pela maior parte, mas não toda, dos efeitos anabólicos e relacionados com o crescimento do GH (Eliakim, Nemet, 2013).

O principal local de produção do IGF-I é o fígado, embora outros tecidos o sintetizem e sejam sensíveis ao seu efeito (Azzazy e colaboradores, 2007).

### **Carboidratos e o eixo GH/IGF-I**

Carboidratos podem ser definidos como um conjunto de moléculas orgânicas, formadas pelos elementos carbono, hidrogênio e oxigênio. Eles abrangem uma vasta gama de compostos que diferem entre si em estrutura e função desempenhada no organismo.

Estes constituem o componente principal dos alimentos mais consumidos no mundo. Após ser assimilado pelas células do sistema digestório, os carboidratos apresentam como produto a glicose, que é o açúcar mais importante para o fornecimento de energia para o organismo e encontra-se disponível na corrente sanguínea ou então armazenada nos

músculos e fígado em forma de glicogênio (Oliveira, Polacow, 2009).

Durante a prática de exercícios físicos, o sistema endócrino busca estabilizar os níveis de glicose sanguínea. Em situações de baixas concentrações de carboidrato no organismo, ele busca mobilizar outras fontes de energia e, através delas, estimular a produção de glicose. (Davis, Brown, 2001).

Durante o exercício físico, e conforme a intensidade do mesmo aumenta, a necessidade energética também é elevada, precisando assim, haver mais glicose disponível na musculatura esquelética, vinda das reservas de glicogênio e da glicose circulante.

Assim sendo, o cérebro envia impulsos nervosos, com ordens para estimular ou inibir a liberação de hormônios, que atuarão no controle da demanda energética. Um dos mais importantes sinais envolvidos nesse mecanismo é diminuição na concentração da glicose sanguínea, com aumentos correspondentes nas concentrações de cortisol, todavia com quedas nas concentrações de insulina, devido à queda nas concentrações de glicose circulante.

Como se sabe, o cortisol é um hormônio catabólico. Já a insulina por sua vez, é um hormônio anabólico e está intimamente ligada ao IGF-I; quando as concentrações séricas de insulina se apresentam baixas, as concentrações de IGF seguem esta tendência, também apresentando baixas concentrações (Gomes, Santos, 2011; Eliakim, Nemet, 2013).

Estudo realizado por Reinheimer e colaboradores, (2007), porém, rebate esta ideia.

No referido estudo, o exercício aumentou as concentrações de IGF-I, mas este aumento foi totalmente independente dos níveis de glicemia e das concentrações hepáticas e musculares de glicogênio. Achados semelhantes foram evidenciados por Giesel e colaboradores, (2009).

Harber e colaboradores, (2005), avaliaram os efeitos de uma dieta pobre em carboidratos e rica em proteínas. A dieta não causou alterações nas concentrações de GH e IGF-I.

Todavia, devemos nos atentar ao fato de que as proteínas podem ser utilizadas como fonte de energia em situações de baixa disponibilidade de carboidrato no organismo (Campos-Ferraz e colaboradores, 2009).

Com relação às concentrações de GH, estudos levantados compararam grupos suplementados com de carboidratos versus grupos controle durante a realização de exercícios físicos. Os resultados mostraram que os grupos, controle apresentavam concentrações séricas de GH maiores que os grupos suplementados.

Todavia, com relação à performance, o grupo suplementado teve um melhor desempenho comparado ao grupo placebo (Li, Gleeson, 2005; Sousa e colaboradores, 2012).

Essa informação é corroborada por Davis, Brown, 2001, p.2), que ressaltam que a ingestão de carboidratos atenua a elevação do GH durante o exercício.

Diante do exposto, entende-se que a suplementação com carboidrato não se mostra como potencializadora da síntese do eixo GH-IGF-I a longo prazo. Porém, devemos recordar que o carboidrato é principal substrato energético para o exercício físico (Oliveira, Polacow, 2009).

Além disso, Eliakim e Nemet (2013), destacam que o jejum e a desnutrição aumentam a secreção de GH. Todavia, nesta situação, as concentrações de IGF-I são reduzidas devido ao menor número de receptores de GH. Os autores lembram ainda que a maioria das ações anabólicas do GH é mediada pelo IGF-I.

Assim sendo, parece ser prudente e recomendável a utilização de carboidratos antes e/ou durante exercícios físicos, a fim de se otimizar o desempenho durante a realização deles.

### **Lipídios e o eixo GH/IGF-I**

Lipídios podem ser definidos como um conjunto heterogêneo de compostos que possuem como comum característica o fato de serem insolúveis em água. De modo geral, podem ser classificados em lipídios simples, compostos ou derivados.

Dentre as inúmeras funções essenciais que exercem no organismo, os lipídios estão relacionados à precursão de hormônios sexuais (Polacow e colaboradores, 2009).

Nos estudos pesquisados, nota-se uma escassez de trabalhos que investigaram a relação entre suplementação de lipídios e sua ligação com o eixo GH/IGF-I.

Em um estudo realizado por Petricio e colaboradores (2001), foram investigados os

efeitos da suplementação de lipídios no treinamento de força. Indivíduos do sexo masculino foram selecionados para o estudo, sendo divididos em 2 grupos: um utilizando suplementação de ácidos graxos ômega 3, e o outro utilizando triglicerídeos de cadeia média. Em nenhum dos grupos houve alterações significativas nas concentrações de GH, após a suplementação.

Em estudo com animais conduzido por Petzold e colaboradores (2015), foi utilizada suplementação com CLA (Ácido Linoleico Conjugado). O CLA é um ácido graxo, ou seja, um lipídio simples, formado por um conjunto de isômeros do ácido linoleico (Polacow e colaboradores, 2009).

Neste estudo, a suplementação não apresentou efeitos positivos sobre o metabolismo e a função imune dos animais. Também não mostrou efeitos sobre as concentrações séricas de triglicerídeos, bilirrubina total, proteínas totais, albumina e de IGF-I.

Sturgeon e colaboradores (2011), investigaram os efeitos da suplementação de linhaça sobre as concentrações séricas de IGF-I, IGFBP-3, e peptídeo C em mulheres.

A semente de linhaça é um alimento que se origina da planta do linho, sendo que essa planta pertence à família das Lináceas. A linhaça se constitui como fonte de gordura, e possui em sua constituição cerca de 30% a 40% de gordura. Após 12 semanas de estudo, não se observaram alterações significativas das concentrações sanguíneas de IGF-I, IGFBP-3, ou peptídeo C através desta intervenção. Alguns estudos apontam que sua ingestão promove alterações hormonais, trazendo benefícios à saúde (Fonseca, Yoshida, 2009, p.63; Muller e colaboradores, 2005; Oliveira e colaboradores, 2007).

Defronte os dados analisados, podemos inferir que, até onde sabemos, a suplementação com lipídios se mostra ineficiente em causar quaisquer alterações nos hormônios do eixo GH/IGF-I e na IGFBP-3. Sendo está a proteína de ligação de maior afinidade com o IGF-I, conhecida por potencializar a ação do mesmo (Eliakim, Nemet, 2013).

**Proteínas e o eixo GH/IGF-I**

As proteínas caracterizam-se como macronutrientes constituídos por carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio e são de grande importância na alimentação, uma vez que fornecem os chamados aminoácidos essenciais. Seu papel é de grande importância, tanto no âmbito estrutural, quanto na formação de enzimas, proteínas transportadoras e hormônios (Campos-Ferraz e colaboradores, 2009).

Segundo Ferreira, (2004, p.6) proteína é definida como uma cadeia de aminoácidos ligados de forma covalente, entre o grupo amina de determinado aminoácido e o grupo carboxila do aminoácido seguinte, formando, desta forma, ligações peptídicas que irão definir seu esqueleto de acordo com a sua liberdade rotacional.

O aminoácido é a unidade básica da composição de uma proteína. A proteína pode ser compreendida como um polímero de unidades monoméricas, contendo um grupo amina ( $\text{NH}_2$ ), um grupo ácido carboxílico ( $\text{COOH}$ ) e um radical R ligado a um átomo de carbono, e a esses monômeros dá-se o nome de aminoácido, sendo que todas as proteínas são constituídas pelos mesmos 20 aminoácidos (Rogerio, Tirapegui, 2008; Ferreira, 2004; Campos-Ferraz e colaboradores, 2009).

Os aminoácidos podem ser classificados em essenciais e não-essenciais. Os essenciais (10 no total) são assim chamados, pois, ao contrário da outra metade, não podem ser sintetizados pelo homem, daí a importância de sua ingestão na dieta. Todavia, é importante ressaltar que todos são necessários à síntese proteica normal. Dentre os aminoácidos essenciais existem três aminoácidos de cadeia ramificada, popularmente conhecidos por sua sigla em inglês, BCAA, e são eles: leucina, valina e isoleucina. Os BCAA constituem grande parte dos aminoácidos essenciais nas proteínas musculares de humanos, sendo de grande importância para a manutenção e síntese delas (Campos-Ferraz e colaboradores, 2009; Rogerio, Tirapegui, 2008).

Castilhos e Liberali (2008) afirmam que há inúmeros estudos na literatura sobre a suplementação de proteínas e seu efeito estimulador na síntese do eixo GH/IGF-I, o que reforça a importância das mesmas para com o eixo.

A deficiência na ingestão de proteínas, não só diminui a produção do IGF-I, como também aumenta sua depuração sérica e degradação.

Além disso, é relatado na literatura que uma alimentação deficiente está associada a baixas concentrações de IGF-I, mesmo com concentrações normais ou aumentadas de GH, é descrito ainda que a resposta do IGF-I ao GH é atenuada em situações de jejum. Estes dados permitem inferir que a restrição na ingestão de alimentos leva a uma resistência ao GH (Ketelslegers e colaboradores, 1995).

Estudo de Noguchi (2000) evidencia que os aminoácidos da dieta regulam a expressão do gene da IGFBP-1, uma importante proteína de ligação do IGF-I, conhecida por transportar e aumentar a meia-vida dele na circulação. Este fato corrobora com a importância das proteínas para a regulação do eixo GH/IGF-I.

Em um estudo de Blum e colaboradores (2000), dez mulheres na menopausa suplementadas com L-arginina (3 gramas, 3 vezes ao dia) durante 4 semanas, apresentaram aumento do GH de 75%, em média.

Contrariando estes achados, Fayh e colaboradores (2007), utilizaram suplementação de 7 gramas de L-arginina, 3 vezes ao dia, durante uma semana, porém não foram encontradas alterações tanto no GH quanto no IGF-I.

Os efeitos da arginina sobre o eixo são conflitantes e aparentam estarem ligadas à quantidade utilizada e tempo de utilização. Investigações sugerem ainda que seu mecanismo de ação parece estar ligado ao GHRH (Castilhos, Liberali, 2008).

Perante os dados analisados, entende-se que uma adequada ingestão de proteínas é de grande importância nas concentrações dos hormônios do eixo, bem como em suas proteínas de ligação. Porém, isto não significa que altas quantidades de proteínas promovam aumento nas concentrações do eixo.

**Micronutrientes e o eixo GH/IGF-I**

Castilhos e Liberali (2008) apontam que, dentre as inúmeras investigações realizadas, que pesquisaram a suplementação com macro e micronutrientes e sua relação com o eixo GH/IGF-I, estão a arginina, a vitamina A, o Zinco; além disso, podemos incluir nesta lista

o magnésio e da vitamina B6, o composto ZMA entre outros.

A vitamina A, principalmente na forma de retinol, está relacionado de forma direta com a regulação da produção de GH e de IGF-I. Em experimento realizado com novilhos, os animais foram suplementados com ração enriquecida com vitamina A. Esse estudo demonstrou aumentos muito mais expressivos nas concentrações de IGF-i do grupo suplementado em comparação com o grupo controle, sendo que o mesmo não aconteceu com o GH.

Porém, é importante ressaltar que as concentrações de IGF-I se encontravam dentro de valores fisiológicos, ou seja, clinicamente falando, esses aumentos por si só não apresentam significativa relevância com relação à ganho de massa e/ou força, por exemplo (o que foi demonstrado no próprio estudo, uma vez que o grupo não suplementado apresentou maiores ganhos em espessura muscular) (Oka e colaboradores 2004).

O Zinco e o magnésio são, sem dúvidas, os micronutrientes mais diretamente relacionados e também os mais estudados com relação à sua ação sobre o eixo GH/IGF-I. A deficiência de qualquer um desses minerais provoca uma acentuada queda nas concentrações dos hormônios do eixo, conforme demonstra a literatura (Root e colaboradores, 1979; Cossack, 1991; Roth, Kirchgessner, 1997; Macdonald, 2000).

Baseado nesta premissa, há muitos anos surgiu o ZMA, um suplemento alimentar cuja fórmula compreende originalmente 30mg de aspartato de monometionina de zinco, 450 mg de aspartato de magnésio e 10,5 g de vitamina B6 (piridoxina). É vendido em todo o mundo e tem como premissa causar um aumento na produção de pré-hormônios, através de uma melhora na qualidade do sono, o que, conseqüentemente, acarretaria maior liberação do GH e da testosterona, além de IGF-I (Koehler e colaboradores, 2009; Naganuma, 2012).

Todavia, apesar de sua fama, são extremamente escassos os estudos sobre este suplemento. Sobre artigos que tratam sobre o tema, podemos enumerar os de Dorup e colaboradores (1991), intitulado "Role of insulin-like growth factor-I and growth hormone in growth inhibition induced by magnesium and zinc deficiencies"; o de Wilborn e colaboradores

(2004): "Effects of Zinc Magnesium Aspartate (ZMA) Supplementation on Training Adaptations and Markers of Anabolism and Catabolism"; o de Koehler e colaboradores (2009): "Serum testosterone and urinary excretion of steroid hormone metabolites after administration of a high-dose zinc supplement"; e o de Brilla e Conte (2000): "Effects of a Novel Zinc-Magnesium Formulation on Hormones and Strength". Este último é comumente citado entre os defensores do ZMA, por ter evidenciado a eficácia do suplemento. No Brasil, os únicos estudos encontrados foram o de Naganuma (2012): "Efeito da suplementação de ZMA nas concentrações de testosterona em mulheres" e o de Cerqueira (2017): "Efeitos da suplementação de zinco, magnésio e vitamina B6 sobre o sistema IGF de atletas jovens".

De forma sucinta, os estudos serão descritos a seguir:

- Role of insulin-like growth factor-I and growth hormone in growth inhibition induced by magnesium and zinc deficiencies

Este trabalho avaliou o efeito da deficiência de zinco e magnésio no crescimento de ratos jovens e sua relação com as concentrações séricas de IGF-I, GH e insulina. Os resultados evidenciaram que uma ingestão deficiente desses minerais causa queda nas concentrações do IGF-I, além de causar inibição do crescimento. Desta forma, o estudo reforça a grande importância tanto do zinco, quanto do magnésio para a manutenção das concentrações do IGF-I, e também para o crescimento e ganho de massa.

- Effects of Zinc Magnesium Aspartate (ZMA) Supplementation on Training Adaptations and Markers of Anabolism and Catabolism

Neste estudo foi verificado se a suplementação com o ZMA, durante o treinamento, afeta as concentrações de zinco e magnésio, os perfis dos hormônios anabólicos e catabólicos, além de adaptações ao treinamento. O estudo reuniu 42 homens treinados, divididos em 2 grupos (grupo suplementado e grupo placebo), e durou 8 semanas. Os sujeitos foram avaliados antes, no meio, e após o período de suplementação. Os testes incluíram avaliação da composição corporal, teste de 1-RM e testes de força

muscular no supino e no leg press; teste de potência anaeróbia; e, ainda análise sanguínea para avaliar o estado anabólico/catabólico, bem como marcadores de saúde. Não foram encontradas diferenças significativas nos hormônios analisados, bem como no desempenho nos testes executados. Os resultados nos levam a inferir que o ZMA não traz quaisquer tipos de benefícios, seja de performance ou de aumento dos hormônios anabólicos.

- Serum testosterone and urinary excretion of steroid hormone metabolites after administration of a high-dose zinc supplement

Nesta pesquisa, os autores avaliaram o efeito do ZMA sobre as concentrações de testosterona, bem como em seus metabólitos excretados via urina. Para isso dividiram 14 sujeitos em dois grupos (ZMA e placebo). Os autores não observaram diferenças entre os dois grupos em ambos os parâmetros avaliados, sugerindo que o ZMA não teve efeitos sobre as concentrações e metabolismo da testosterona.

#### **Efeito da suplementação de ZMA nos níveis de testosterona em mulheres**

Este é o único dos estudos abordados nesta revisão a ter utilizado mulheres como sujeitos da pesquisa. O estudo teve por objetivo verificar se a suplementação de ZMA em mulheres sedentárias afetaria as concentrações de testosterona. Para isso, as mulheres foram divididas em 2 grupos (suplementado e placebo). O estudo durou 4 semanas, sendo que as participantes foram avaliadas antes do início, após 14 dias do início e no último dia da suplementação. Os resultados foram comparados inter e intra grupo, e acompanhando a evolução dos três exames realizados dentro de cada grupo. Assim sendo, os resultados evidenciaram que a suplementação não causou interferência nas concentrações de testosterona total e livre das mulheres avaliadas.

#### **Efeitos da suplementação de zinco, magnésio e vitamina B6 sobre o sistema IGF de atletas jovens**

Neste estudo, o autor verificou os efeitos do treinamento físico associado a 8

semanas de suplementação com ZMA nas concentrações de IGF-I, IGFBP-3 e Testosterona em atletas jovens. Para isso, foram recrutados dezoito atletas amadores de futebol americano, do sexo masculino, com idade entre 18 a 25 anos, que foram divididos em dois grupos: ZMA e placebo. Os indivíduos tiveram avaliados antes e após as 8 semanas de suplementação nos seguintes parâmetros: medidas antropométricas e concentrações hormonais. Não houve diferença entre os dois grupos em nenhum dos parâmetros avaliados (antropometria e concentrações hormonais). Como conclusão, o estudo cita que doses elevadas dos micronutrientes presentes no ZMA não foram capazes de trazer quaisquer tipos de benefícios aos atletas.

- Effects of a Novel Zinc-Magnesium Formulation on Hormones and Strength

Esta pesquisa objetivou avaliar os efeitos da suplementação com o ZMA e sua relação com o desempenho muscular e com as respostas hormonais no organismo de jogadores de futebol americano universitário e teve duração de 8 semanas. Os sujeitos foram divididos em 2 grupos, sendo um fazendo suplementação com o ZMA e o outro ingerindo uma fórmula placebo. Os resultados mostraram que a suplementação se mostrou eficaz em aumentar tanto a testosterona livre, quanto o IGF-I, além de estar relacionado com a melhora em alguns testes de força. Estes resultados contrariam os estudos citados anteriores, evidenciando a eficácia do ZMA.

Diante dos quatro estudos analisados, entendemos que o zinco e o magnésio possuem papel de suma importância para o crescimento e para o ganho de massa muscular, além de estarem intimamente relacionados à regulação do eixo GH/IGF-I. Porém, quanto aos objetivos que o ZMA propõe, os resultados não foram animadores, com apenas um dos estudos evidenciando a eficácia do composto.

Ademais, é necessário fazer algumas observações quanto a esse estudo. Um de seus autores, Victor Conte, era proprietário do laboratório Balco, empresa esta que patenteou o ZMA (fato que foi declarado na seção de conflitos de interesse do referido artigo).

No início dos anos 2000, o proprietário, bem como o laboratório foram envolvidos em um escândalo relacionado a doping de atletas

olímpicos norte-americanos, que culminou com condenação pela justiça.

No caso em questão, o laboratório distribuiu esteroides anabolizantes a atletas que, em contrapartida faziam propaganda do ZMA.

O escândalo veio à tona na primeira metade da década de 2000, e Conte, além de outros envolvidos, foram condenados pela justiça no ano de 2005.

Devido a esse escândalo, somado ao fato de que seu estudo foi o único a demonstrar a eficácia do ZMA, comumente a imparcialidade dos mesmos é colocada sob xeque, seja na literatura acadêmica ou na mídia em geral (Fainaru-Wada, Williams, 2003; Mackay, 2003; Holt, 2004; Keating, 2009; Pugmire, 2009; Levy e colaboradores, 2015).

## CONCLUSÃO

Perante os dados apresentados, se ratifica o fato de que a nutrição envolvendo diferentes macro e micronutrientes afeta diretamente o eixo e, por conseguinte, pode afetar o crescimento e o anabolismo muscular, além dos ganhos de força.

Dentre os nutrientes analisados, vários mostraram exercer papel importante sobre o eixo. Todavia, a suplementação (seja de um deles isoladamente ou em combinação) não se mostrou capaz de promover aumentos significativos nas concentrações dos hormônios do eixo, bem como em outros hormônios anabólicos.

Isso se traduz na importância de uma dieta adequada em todos os aspectos (balanço energético e ingestão de macro e micronutrientes, principalmente), e não na suplementação de um ou outro nutriente visando hipotéticos benefícios associados a aumentos nas concentrações hormonais.

## REFERÊNCIAS

- 1-Azzazy, H. M. E.; Mansour, M. M. H. Rogue athletes and recombinant DNA technology: challenges for doping control. *The Analyst*. Vol. 132. Núm. 10. p.951-957. 2007.
- 2-Blum, A.; Cannon Iii, R. O.; Costello, R.; Schenke, W. H.; Csako, G. Endocrine and lipid effects of oral L -arginine treatment in healthy postmenopausal women. *Journal of Laboratory and Clinical Medicine*. Vol. 135. Núm. 3. p.190-198. 2000.
- 3-Brilla, L.R.; Conte, V. Effects of a novel zinc-magnesium formulation on hormones and strength. *Journal of Exercise Physiology Online*. Vol. 3. Núm. 4. p.26-36. 2000.
- 4-Campos-Ferraz, P. L.; Almeida, P. B. L.; Costa, A. S.; Oliveira, P. V.; Lancha Junior, A. H. Proteínas e aminoácidos no Exercício. In Lancha Junior, A. H.; Campos-Ferraz, P. L.; Rogeri, P. S. *Suplementação nutricional no esporte*. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2009. p. 155-170.
- 5-Castilhos, C. A; Liberali, R. A relação da suplementação de macros ou micros nutrientes e sua ação potencializadora sobre a síntese de IGF-I. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 2. Núm.10. 2008. p.240-249.
- 6-Cerqueira, H. S. C. Efeitos da suplementação de zinco, magnésio e vitamina B6 sobre o sistema IGF de atletas jovens. *Dissertação de Mestrado em Ciências*. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo. 2017.
- 7-Cossack, Z. T. Decline in somatomedin-C, insulin-like growth factor-1, with experimentally induced zinc deficiency in human subjects. *Clinical Nutrition*. Vol. 10. Núm. 5. p. 284–291. 1991.
- 8-Davis, J. M.; Brown, A. S.M.A. SSE #80: Carbohydrates, hormones, and endurance performance. *Sports Science Exchange*. V. 14. Núm.1. p.1-4. 2001.
- 9-Dorup, I.; Flyvbjerg, A.; Everts, M. E.; Clausen, T. Role of insulin-like growth factor-I and growth hormone in growth inhibition induced by magnesium and zinc deficiencies. *British Journal of Nutrition*. Vol. 66. Núm. 3. p.505-512. 1991.
- 10-Eliakim, A.; Nemet, D. Exercise and the GH-IGF-I Axis. In Consantini, N.; Hackney, A. C. *Endocrinology of Physical Activity and Sport*. 2.ed. New York: Humana Press. 2013. p. 69-80.
- 11-Fainaru-Wada, M.; Williams, L. Balco link in '99 case / Romanowski got banned hormone, wife told sheriff. *San Francisco Chronicles*, 16

- Nov, 2003. Disponível em: <<https://www.sfchronicle.com/sports/article/BALCO-link-in-99-case-Romanowski-got-banned-2548845.php>>. Acesso em: 13/04/2020.
- 12-Fayh, A. P.; Friedman, R.; Sapata, K. B.; Oliveira, A. R. Efeito da suplementação de L-arginina sobre a secreção de hormônio do crescimento e fator de crescimento semelhante à insulina em adultos. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. Vol. 51. Núm. 4. p. 587-592. 2007.
- 13-Ferreira, F. R. O uso de rede neural artificial MLP na predição de estruturas secundárias de proteínas. Dissertação Mestrado. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas. 2004.
- 14-Fonseca, M. M.; Yoshida, M. I. Análise térmica do óleo de linhaça natural e oxidado. *Vértices*, Vol. 11. Núm.1. p.61-75. 2009.
- 15-Gardner, D. G.; Shoback, D. Greenspan's Basic & Clinical Endocrinology. 9ª ed. New York. McGraw Hill Professional. 2011.
- 16-Giesel, V. T.; Reche, M.; Schneider, L.; Araújo, L. C.; Scalco, R.; Corleta, H. E.; Capp, E. Effects of intermittent high-intensity exercise and carbohydrate supplementation on IGF-1 and glycogen of Wistar rats. *Growth Hormone & IGF Research*. Vol. 19. Núm. 2. p.156-161. 2009.
- 17-Godfrey, R.; Madgwick, Z.; Whyte, G. The Exercise-Induced Growth Hormone Response in Athletes. *Sports Medicine*. Vol. 33. Núm. 8. p.599-613. 2003.
- 18-Gomes, R. T. M.; Santos, M. G. Efeitos hormonais da suplementação de carboidratos durante o exercício. *Lecturas: Educación Física y Deportes*. EFDeportes.com. Ano 16. Núm. 160. 2011.
- 19-Harber, M. P.; Schenk, S.; Barkan, A. L.; Horowitz, J. F. Effects of Dietary Carbohydrate Restriction with High Protein Intake on Protein Metabolism and the Somatotrophic Axis. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. Vol. 90, Núm. 9. p. 5175-5181. 2005.
- 20-Holt, S. Stars dimmed by Balco's shadow. *BBC Sport*, 6 Dec, 2004. Disponível em: <[http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/front\\_page/4067449.stm](http://news.bbc.co.uk/sport2/hi/front_page/4067449.stm)>. Acesso em: 20/01/2020.
- Jones, J.I.; Clemmons, D.R. Insulin-Like Growth Factors and Their Binding Proteins: Biological Actions, *Endocrine Reviews*. Vol. 16, Núm. 1. p. 3-34. 1995.
- 21-Keating, S. Responsável por escândalo diz que doping prospera no esporte. *TERRA*, 6 Nov 2009. Disponível em: <https://www.terra.com.br/esportes/responsavel-por-escandalo-diz-que-doping-prospera-no-esporte,6108f6b8523ba310VgnCLD200000bbccceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 13/04/2020.
- 22-Ketelslegers, J. M.; Maiter, D.; Maes, M.; Underwood, L. E.; Thissen, J. P. Nutritional Regulation of Insulin-Like Growth Factor-I. *Metabolism*. Vol.44. Núm.4. p.50-57. 1995.
- 23-Koehler, K. Parr. M. K.; Geyer, H.; Mester, J.; Schänzer, W. Serum testosterone and urinary excretion of steroid hormone metabolites after administration of a high-dose zinc supplement. *European journal of clinical nutrition*, Vol. 63. Núm. 1. p. 65-70. 2009.
- 24-Levy, M.; Chiconatto, P.; Schmitt, V.; Mazur, C. E. Uso de esteróides anabólicos sintéticos e adequação de Zinco, Magnésio e B6 em ZMA para redução de danos sobre a viabilidade espermática em fisiculturistas. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 9. Núm. 54. p. 597-606. 2015.
- 25-Li, T. L.; Gleeson, M. The effects of carbohydrate supplementation during the second of two prolonged cycling bouts on immunoendocrine responses. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 95. Núm. 5. p. 391-399. 2005.
- 26-Macdonald, R. S. The role of zinc in growth and cell proliferation. *Journal of Nutrition*. Vol. 130. Núm.5. p. 1500-1508. 2000.
- 27-Mackay, D. Get set for biggest dope scandal ever. *The Guardian*, 18 Out. 2003. Disponível em: <<https://www.theguardian.com/uk/2003/oct/18/sport.usa>>. Acesso em: 20/01/2020.
- 28-Martinelli Junior, C. Ed.; Custódio, R. J.; Aguiar-Oliveira, M. H. Fisiologia do Eixo GH-Sistema IGF. *Arquivos Brasileiros de*

- Endocrinologia & Metabologia. Vol. 52. Núm. 5. p.717-725. 2008.
- 29-Muller, M.; Prado, I. N.; Lobo Júnior, A. R.; Scomparin, V. X.; Rigolon, L. P. Diferentes fontes de gordura sobre o desempenho e características da carcaça de novilhas de corte confinadas. *Acta Scientiarum - Animal Sciences*. Vol. 27. Núm.1. p.117-122. 2005.
- 30-Naganuma, J. T. Efeito da suplementação de ZMA nos níveis de Testosterona em mulheres. Monografia de Graduação em Nutrição. Centro Universitário de Brasília-UNICEUB. Brasília. 2012.
- 31-Noguchi, T. Protein nutrition and insulin-like growth factor system. *British Journal of Nutrition*. Vol. 84. Núm.2. p.S241-S244. 2000.
- 32-Oka, A.; Iwaki, F.; Dohgo, T. Effects of vitamin A deficiency on growth hormone secretion and circulating insulin-like growth factor-1 concentration in Japanese Black steers. *Animal Science*. Vol.78. Núm.1. p.31-36. 2004.
- 33-Oliveira, P. V.; Polacow, V. O. Carboidratos E Exercício. In: Lancha Junior, A. H.; Campos-Ferraz, P. L.; Rogeri, P. S. Suplementação nutricional no esporte. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2009. p. 105-134.
- 34-Oliveira, T. M.; Pirozi, M. R.; Borges, J. T. S. Elaboração de pão de sal utilizando farinha mista de trigo e linhaça. *Alimentos e Nutrição*. Vol. 18. Núm. 2. p.141-150. 2007.
- 35-Petricio, A.; Maestá, N.; Correa, C.; Crocci, A. J.; Burini, R. C. Suplementação de Ácidos Graxos Ômega-3 ou Triglicerídios de Cadeia Média para Indivíduos em Treinamento de Força. *Motriz*. Vol. 7. Núm. 2. p.83-91. 2001.
- 36-Petzold, M.; Meyer, U.; Kersten, S.; Spilke, J.; Breves, G.; Danicke, S. Impacts of CLA and dietary concentrate proportion on blood metabolite concentration and proliferation of peripheral blood mononuclear cells of periparturient dairy cows. *Animal*. Vol. 9. Núm. 3. p. 481-489. 2015.
- 37-Polacow, V. O.; Carnevalli Junior, L. C.; Coelho, D. F. Lipídios. In: Lancha Junior, A. H.; Campos-Ferraz, P. L.; Rogeri, P. S. Suplementação nutricional no esporte. Rio de Janeiro. Guanabara Koogan. 2009. p. 171-196.
- 38-Pugmire, L. Scandal-plagued Victor Conte is back. *Los Angeles Time*, Los Angeles, 4 Dec, 2009. Disponível em: <<https://www.latimes.com/archives/la-xpm-2009-dec-04-la-sp-victor-conte4-2009dec04-story.html>>. Acesso em: 20/01/ 2020.
- 39-Ramirez, A.; Ribeiro, A. Doping genético e esporte. *Revista Metropolitana de Ciências do Movimento Humano*. Vol. 5. Núm. 2. p.9-20. 2005.
- 40-Reinheimer, M.; Giesel, V. T.; Araújo, L.; Schneider, L.; Reche, M.; Corleta, H. E. Influência da suplementação de carboidratos no metabolismo de glicose em exercício intermitente. In: *Salão de Iniciação Científica*, 19., 2007. Anais... Porto Alegre. UFRGS. Porto Alegre. 2007. p. 334.
- 41-Rogero, M. M.; Tirapegui, J. Aspectos atuais sobre aminoácidos de cadeia ramificada e exercício físico. *Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas*. Vol. 44. Núm. 4. p.563-575. 2008.
- 42-Root, A. W.; Duckett, G.; Sweetland, M.; Reiter, E. O. Effects of zinc deficiency upon pituitary function in sexually mature and immature male rats. *The Journal of Nutrition*. Vol. 109. Núm. 6. p.958-964. 1979.
- 43-Roth, H. P.; Kirchgessner, M. Course of concentration changes of growth hormone, IGF-I, insulin and C-peptide in serum, pituitary and liver of zinc-deficient rats. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. Vol. 77. Núm.2. p. 91-101. 1997.
- 44-Sousa, M.; Simões, H. G.; Castro, C. C.; Otaduyd, M. C. G.; Negrão, C. E.; Pereira, R. M. R.; Madseng, K.; Silva, M. E. R. Carbohydrate supplementation increases intramyocellular lipid stores in elite runners. *Metabolism Clinical and Experimental*. Vol. 61. Núm. 8. p.1189-1196. 2012.
- 45-Sturgeon, S.; Volpe, S. L.; Puleo, E.; Bertone-Johnson, E. R. Heersink, J.; Sabelawski, S.; Wahala, K.; Bigelow, C.; Kurzer, M. S. Dietary Intervention of Flaxseed: Effect on Serum Levels of IGF-1, IGF-BP3, and

---

C-Peptide. Nutrition and Cancer. Vol. 63. Núm. 3. p.376-380. 2011.

46-Widdowson, W. M.; Healy, M. L.; Sonksen, P. H.; Gibney, J. The physiology of growth hormone and sport. Science direct. Vol. 19. Núm. 4. p.308-319. 2009.

47-Wilborn, C.D.; Kerksick, C. M.; Campbell, B. I.; Taylor, L. W. Marcelo, B.; Rasmussen, C. J.; Greenwood, M. C.; Almada, A.; Kreider, R. B. Effects of Zinc Magnesium Aspartate (ZMA) Supplementation on Training Adaptations and Markers of Anabolism and Catabolism. Journal of the International Society of Sports Nutrition. Vol. 1. Núm. 2. p.12-20. 2004.

Recebido para publicação em 15/04/2020

Aceito em 21/01/2021