

**A RELAÇÃO DA SUPLEMENTAÇÃO DE MACROS OU MICROS NUTRIENTES  
E SUA AÇÃO POTENCIALIZADORA SOBRE A SÍNTESE DE IGF-1****Carlos de Andrade Castilhos<sup>1,2,3</sup>, Rafaela Liberali<sup>1</sup>****RESUMO**

As atuais Ciências do Esporte aportam cada vez mais elementos para a melhora do desempenho nas atividades físicas em geral e nesse contexto é evidente a expansão da indústria de produtos nutricionais e suplementos alimentares e sua notória difusão (intensive marketing). Sabendo-se que a qualidade, a quantidade e a interação de alguns nutrientes ingeridos promovem, de fato, alterações no metabolismo e que o organismo busca adaptações metabólicas para regular essas alterações, muitas vezes mediadas por hormônios, este estudo pretende demonstrar a relação da suplementação de macros ou micros nutrientes e sua ação potencializadora sobre a síntese de IGF-1, um importante hormônio estimulador da síntese protéica corporal e um dos principais hormônios envolvidos no eixo do crescimento somático. As evidências indicam que suplementações de proteínas, do aminoácido isolado arginina, do mineral zinco ou da vitamina A, podem ser eficazes para estimular a síntese deste.

**Palavras-chave:** IGF-1, GH, proteína, arginina, zinco, vitamina A, eixo do crescimento, suplementação.

1. Programa de Pós-Graduação Lato-Sensu da Universidade Gama Filho em Fisiologia do Exercício - Prescrição do Exercício
2. Graduado em Educação Física pela Escola Superior de Educação Física do Instituto Porto Alegre – ESEF IPA
3. Pós-Graduado em Ciências do Esporte – Treinamento Esportivo pela ESEF - IPA

**ABSTRACT**

The Relationship between the Supplementation of Macros or Micros Nutrients and their Stimulating Action over IGF-1 Synthesis

The nowadays Sport Sciences are creating more elements to improve the performance in all kinds of physical activities and therefore is evident the expansion of the nutritional and supplementation industry and its intensive marketing. In the possession of the fact that the quality, the quantity and the interactions among the ingested nutrients do promote changes in metabolism and that the organism seeks for metabolically adaptations in order to adjust these changes, usually mediated by hormones, this study intends to show the relationship between the supplementation of macros or micros nutrients and their stimulating action over IGF-1 synthesis, an important stimulator hormone of body protein synthesis and one of the essential hormones involved in the somatic growth axis. The evidences show that the supplementations of proteins, of the amino acid arginine, of the mineral zinc and of vitamin A, can be useful to stimulate this hormone synthesis.

**Key words:** IGF-1, GH, protein, arginine, zinc, vitamin A, growth axis, supplementation.

Endereço de e-mail: [candcas@terra.com.br](mailto:candcas@terra.com.br)

## INTRODUÇÃO

As atuais Ciências do Esporte aportam cada vez mais elementos para a melhora do desempenho nas atividades físicas em geral, e particularmente, nos esportes de alto rendimento. Nelas importantes discussões são travadas acerca da utilização de novos métodos, que vão de protocolos, procedimentos, técnicas, aparatos e até substâncias em suas mais amplas implicações (Ramirez e Ribeiro 2005; Alves e colaboradores, 2007).

Nesse contexto, é evidente a expansão da indústria de produtos nutricionais e suplementos alimentares e sua notória difusão (intensive marketing) pelo universo das modalidades esportivas ou pelo mundo fitness. Quer como recursos ergogênicos, tratamentos estéticos e até mesmo profiláticos. Prometendo possíveis alterações bioquímicas e fisiológicas como redução de gordura subcutânea, balanço nitrogenado positivo, ganhos de massa magra, hipertrofia muscular, aumento das reservas de substratos energéticos, aumento da força física, mais energia e disposição, entre tantos (Ramirez e Ribeiro, 2005; Alves e colaboradores, 2007; Neto e Tavares, 2007).

Sabe-se que através do estudo da Fisiologia, Bioquímica e Nutrição é possível determinar que a qualidade, quantidade e interação de alguns nutrientes ingeridos promovem de fato alterações no metabolismo. Que o organismo busca adaptações metabólicas para regular essas alterações, e que os hormônios desempenham um papel fundamental nesse processo de regulação (Katch e McArdle, 1990; Sawaya, 1997; Robergs e Roberts, 2002).

Bons exemplos sobre estudos acerca da dinâmica hormonal são as incansáveis investigações realizadas para determinar quais vias fisiológicas humanas podem ser estimuladas no sentido de potencializar a síntese protéica muscular, a partir de uma equilibrada relação entre hormônio do crescimento (GH) e somatomedina-C, também conhecida como fator de crescimento semelhante a insulina tipo I (IGF-1) (Spagnoli e Rosenfeld, 1996; Le Roith e colaboradores, 2001; Hameed e colaboradores, 2002; Silva e colaboradores, 2004; Prestes e colaboradores, 2006; Neto e Tavares, 2007).

O IGF-1 estimula a síntese protéica e/ou diminui a degradação de proteínas em estado catabólico. Age como mediador do GH promovendo o crescimento corporal através da diferenciação celular de condroblastos, fibroblastos e mioblastos (Gomes e Tirapegui, 1998). É frequentemente mensurado através de exames laboratoriais. Em pacientes, em geral, para diagnosticar fisiopatologias oriundas da disfunção do crescimento, da infertilidade e da desnutrição (Thissen e colaboradores, 1994; Grillo e colaboradores, 1996; Bonaccorsi, 1999; Camacho-Hübner, 2006).

Em atletas, para determinar e identificar, o uso ou não, de substâncias proibidas pelo Comitê Olímpico Internacional, pois IGF-1 consta no *The 2008 Prohibited List International Standard* divulgado mundialmente pela *World Anti-Doping Agency* (World Anti-Doping Code, 2007).

Estudos utilizando IGF-1 e comprovando aumentos das concentrações séricas de GH, estimulação da síntese protéica nos mais diversos tecidos, aumento longitudinal e densidade óssea, ganhos de massa magra e redução de gordura em animais (Nilson e colaboradores, 1987; Skottner e colaboradores, 1987; Adams e McCue, 1998; Le Roith e colaboradores, 2001) e em humanos (Ranke e colaboradores, 1995; Cukier e Waitzberg, 1995; Le Roith e colaboradores, 2001; Lopes e Farias, 2006), são facilmente encontrados na literatura.

Mas, quanto à ingestão ou suplementação de nutrientes específicos e possíveis implicações na síntese do IGF-1, como estimuladores de sua produção? Pois, sabe-se que as concentrações plasmáticas de IGF-1 também são dependentes da nutrição (Thissen e colaboradores, 1994; Ketelslegers e colaboradores, 1995; Estívariz e Ziegler, 1997; Oliva e Fagundes, 2001; Martinelli e colaboradores, 2002).

Impulsionado por tal questionamento, essa pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa bibliográfica. Que levantou dados em livros, artigos on-line, periódicos científicos, dissertações, teses, monografias acadêmicas e resumos de anais de congresso no período de 1980 até 2008, sobre estudos que associam a suplementação de algum macro ou micronutriente e sua ação potencializadora sobre a síntese do IGF-1.

Este estudo tem como objetivo verificar através de uma pesquisa bibliográfica, a relação da suplementação de macros ou micros nutrientes e sua ação potencializadora sobre a síntese de IGF-1.

## TEORIA DAS SOMATOMEDINAS

Em 1957 foi demonstrado, por Salmon e Daughaday, que a ação do GH era uma ação indireta mediada por outro fator. Observada a partir da sulfatação da cartilagem em experimentos com animais, tal fator foi denominado inicialmente como (*Sulfatation Factor Activity*), posteriormente chamado Somatomedina e finalmente IGF (*Insulin-like Growth Factor*), (Martinelli e colaboradores, 2002). Desenvolvida e descrita, desde então, como a Hipótese das Somatomedinas.

O GH é produzido pela hipófise anterior e sua ação mediada por dois peptídeos, as somatomedinas do tipo I e II (IGF-1 e IGF-2). Estes são produzidos na maioria dos órgãos e tecidos, se não todos, sendo o fígado a principal fonte dos IGFs circulantes, caracterizando-os como hormônios endócrinos, autócrinos/parócrinos. Guardam também, grande homologia estrutural com a molécula de insulina, onde são mediados pelas concentrações circulantes desta e principalmente pelo GH (Thissen e colaboradores, 1994; Grillo e colaboradores, 1996; Sawaya, 1997; Boguszewski, 2001; Robergs e Roberts, 2002; Martinelli e colaboradores, 2002). Em geral na literatura, considerado como o mais importante no estímulo do crescimento somático, é a somatomedina-C ou IGF-1.

“...Embora esteja bem estabelecida na literatura a ação sinérgica do GH e do IGF-1, alguns dados sugerem que a produção de IGF-1 não é necessariamente dependente das concentrações séricas de GH...” (Fayh e colaboradores, 2007).

Em uma ampla revisão da Hipótese das Somatomedinas (Le Roith e colaboradores, 2001) levantaram alguns estudos e demonstraram incertezas sobre as interações entre GH e IGF-1. Episódios onde a ação de IGF-1 ficou evidente sem a intervenção de GH e efeitos típicos da ação de GH sem a presença de IGF-1 foram relatados.

Nessa mesma revisão (Le Roith e colaboradores, 2001), baseados em evidências, sugerem algumas características das somatomedinas. IGF-1 sendo mais estimulador da síntese protéica sobre as células musculares do que GH. Insulina com muita mais afinidade ao IGF-2 do que IGF-1 e possíveis implicações disto. E também IGF-2 responsável pela proliferação de novas células ósseas, enquanto IGF-1 pela hipertrofia das mesmas.

No atual desenrolar da Hipótese das Somatomedinas importantes referências também são feitas às seis diferentes IGFbps (*Insulin-like Growth Factor Binding Proteins*), proteínas transportadoras dos IGFs. Não como meros coadjuvantes, mas determinantes das interações hormonais dentro da Hipótese das Somatomedinas. (Le Roith e colaboradores, 2001; Boguszewski, 2001; Martinelli e colaboradores, 2002; Lapin e colaboradores, 2007). Em particular a IGFbp-3 e seu sinergismo com IGF-1.

Além disso, sabe-se também que hormônios tireoidianos interferem diretamente na síntese do GH (Tissen e colaboradores, 1994) e particularmente, T3 (triiodotironina) também regula a síntese hepática do IGF-1 e estimula sua produção nos osteoblastos (Ribeiro e colaboradores, 2003).

“...O hormônio de crescimento (GH, *growth hormone*), o fator de crescimento insulina símile-1 (IGF1, *insulin-like growth factor-1*) e uma enorme variedade de moléculas afins formam um eixo regulador do crescimento pré e pós-natal...”. (Boguszewski, 2001).

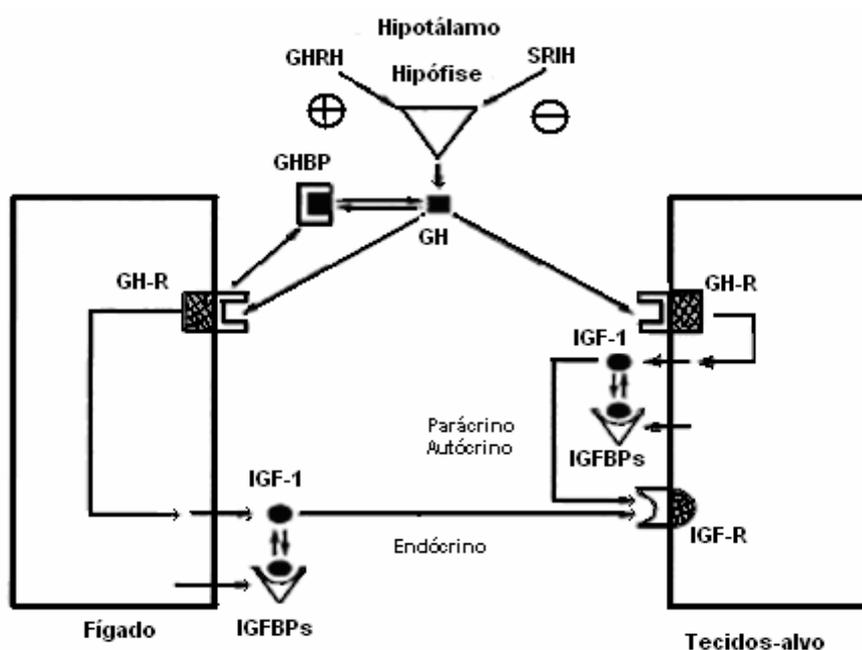
Caracterizando como muito mais complexos os mecanismos envolvidos no processo do crescimento somático e conseqüentemente seu entendimento.

O diagrama demonstrado na figura 1 (Thissen e colaboradores, 1994), representa as interações dessa variedade de moléculas afins formadoras do eixo regulador do crescimento envolvendo hipotálamo, hipófise, fígado, hormônios, proteínas transportadoras e tecidos alvos.

## Pesquisas de campo sobre a IGF-1

Foram selecionados e analisados na literatura 38 estudos, que fazem referência à suplementação de algum macro ou

Figura 1 – Diagrama do eixo regulador do crescimento



micronutriente e sua ação potencializadora sobre a síntese de IGF-1.

Para a inclusão dos artigos foi tomado o cuidado de selecionar, apenas os que fizeram ou referem-se ao uso de suplementação, sem associação de treinamento físico ou alguma atividade física envolvida. Pois é sabido que atividade física regular, de acordo com a idade, a dieta, o tipo e a intensidade do exercício praticado, sobretudo treinamento resistido com pesos,

entre tantas adaptações fisiológicas, também influencia nas concentrações plasmáticas e musculares de GH e IGF-1 (Katch e McCardle, 1990; Thissen e colaboradores, 1994; Gomes e Tirapegui, 1998; Robergs e Roberts, 2002; Prestes e colaboradores, 2006).

Os estudos foram classificados, caracterizados e quantificados quanto à origem, tipo e espécie como demonstra a tabela 1.

Tabela 1 – Características dos estudos analisados

Origem	Tipo	Espécie
09 Nacionais	23 Originais	37 Artigos em periódicos científicos
29 Internacionais	15 Revisões	01 Dissertações, teses e monografias acadêmicas
Total		38 Estudos analisados

No conjunto dos estudos analisados foram identificadas e consideradas relevantes, referências a quatro diferentes substâncias usadas como suplementação. Não foram considerados e computados a quantidade

(dosagem utilizada) nem o período (tempo de utilização) da suplementação. Nem o método utilizado para a suplementação, se oral ou parenteral.

A tabela 2 demonstra quantos estudos encontrados para cada substância e quais são elas.

**Tabela 2 – Relação de estudos e substâncias suplementadas**

Quantidade de estudos	Substância suplementada
12	Proteínas
10	Arginina
11	Zinco
7	Vitamina A

A tabela 3 classifica quantos estudos fizeram investigações (originais) ou fizeram referências a investigações (revisões) em humanos, animais ou em ambos.

**Tabela 3 – Relação de estudos em humanos e/ou animais**

Quantidade de estudos	Referência
23	Humanos
07	Animais
08	Humanos e animais

### Proteínas e IGF-1

A síntese de proteínas no organismo depende de um equilibrado balanço nitrogenado, e os principais fatores reguladores deste balanço são a quantidade e a qualidade das proteínas incluídas na dieta. Entenda-se que qualidade das proteínas é a quantidade de aminoácidos, sobretudo os essenciais, que a mesma fornece (Katch e McCardle, 1990; Thissen e colaboradores, 1994; Robergs e Roberts, 2002; Ferreira e colaboradores, 2006).

Incontáveis estudos podem ser facilmente encontrados na literatura sobre a suplementação de proteínas e seu efeito estimulador da síntese de GH e IGF-1 com conseqüente aumento da síntese protéica corporal (Thissen e colaboradores, 1994; Estívariz e Ziegler, 1997; Weisstaub e Araya, 2003; Ferreira e colaboradores, 2006).

Investigações realizadas em crianças em Bangladeshi acometidas por desnutrição oriunda de uma severa desintéria de origem bacteriana, demonstrou que um aporte maior

de proteínas na dieta promove maiores concentrações plasmáticas de IGF-1 (Pucilowska e colaboradores, 1993). O inverso também é constatado em experimentos com animais, ratos submetidos a dietas restritivas de proteínas apresentam decréscimos das concentrações plasmáticas de IGF-1 (Ketelslegers e colaboradores, 1995).

Estudos citando propriedades da suplementação de proteínas isoladas e sua ação sobre os índices de IGF-1 e o reflexo sobre a síntese protéica corporal também são encontrados. Suplementando com caseína e proteína do soro do leite “*whey protein*” (Sgarbieri, 2004; Pacheco e colaboradores, 2005; Haraguchi e colaboradores, 2006), suplementando com albumina (Brooke e colaboradores, 1982) e suplementando com proteína da soja (Khalil e colaboradores, 2002).

Este último, um experimento com homens saudáveis, jovens e idosos, foi constatado concentrações plasmáticas de IGF-1 maiores no grupo suplementado com proteína de soja quando comparados com o grupo suplementado com proteína do leite (Khalil e colaboradores, 2002).

Uma revisão mais ampla sobre a relação proteínas e IGF-1 demonstrou, que uma alimentação enriquecida em proteínas, além dos aumentos do GH e IGF-1, promove aumentos plasmáticos de insulina e IGF-BPs e também estimula os RNAs mensageiros do IGF-1 e dos IGF-BPs hepáticos (IGF-1 mRNA e IGF-BPs mRNA) (Noguchi, 2000).

### Arginina e IGF-1

Quanto à suplementação de proteínas de forma degradada em aminoácidos isolados, os que fizeram referência ao IGF-1, fizeram uso da arginina.

Esta tem sido vinculada à produção do óxido nítrico, e este pode estar relacionado com o metabolismo aeróbico por tratar-se de um potente vasodilatador (Filho e Zilberstein, 2000). Arginina via geração de óxido nítrico, também é considerada um potente agente neuroregulador dos processos neuroendócrino humano (Korbonits e colaboradores, 1996).

Foi analisado e comprovado a melhora do desempenho aeróbico em ratos suplementados com arginina quando submetidos a experimentos monitorados em esteiras (Maxwell e colaboradores, 2001).

É sugerido, que os processos envolvidos na constatação da melhora da performance aeróbia, não são necessariamente dependentes dos metabólicos do óxido nítrico oriundos da suplementação de arginina, e sim diretamente relacionado com aumentos observados de GH e IGF-1 e seus conhecidos efeitos sobre a performance atlética em geral (Maxwell e colaboradores, 2001).

No combate e tratamento da osteoporose, a suplementação de arginina é considerada uma excelente estratégia, pois induzindo uma maior produção de GH e IGF-1 potencializam seus conhecidos efeitos sobre os osteoblastos (Visser e Hoekman, 1994). Experimentos em mulheres na menopausa são constatados até efeitos lipogênicos oriundos dos aumentos das concentrações de GH quando suplementadas com arginina (Blum e colaboradores, 2000).

Experimentos em animais também demonstram sua ação. Uma tese de doutorado na Escola Nacional Superior de Agronomia de Rennes na França, testando a suplementação de arginina e seu efeito sobre a produção de colágeno nos tecidos cicatriciais em porcos, verificou que as respostas mais significativas envolvidas nesse processo eram os aumentos das concentrações de GH e IGF-1 (Aléxis e René, 1998).

Outro experimento em ratos com câncer implantado nos rins, a suplementação promoveu ganho de peso corporal, preservação do estado nutricional em relação ao grupo controle, e discutem se isso é resultado dos evidentes aumentos do GH e IGF-1 (Silva e colaboradores, 2001).

Em um estudo específico para detectar quais os efeitos metabólicos oriundos de sua suplementação na população saudável, foi detectado entre outras constatações, aumento significativo da concentração plasmática de IGF-1 em relação ao grupo placebo (Hurson e colaboradores, 1995).

Seu efeito estimulador sobre o GH e IGF-1 são conflitantes e parecem estar ligadas ao tempo de utilização e quantidade ministrada (Collier e colaboradores, 2005; Fayh e colaboradores, 2007). Investigações *in vitro* e *in vivo* sugere que sua ação parece estar vinculada à sua interação com o hormônio liberador do GH (GHRH) (Alba-Roth e colaboradores, 1988).

### Zinco e IGF-1

Elemento considerado essencial e vinculado diretamente nos processos envolvidos do eixo GH/IGF-1 regulador do crescimento (Estívariz e Ziegler, 1997; Wasantwisut, 1997; Zeitune e colaboradores, 2001; Weisstaub e Araya, 2003).

Inúmeras enzimas associadas à síntese de DNA e RNA são metaloenzimas dependentes de zinco, este também pode influenciar a regulação hormonal da divisão celular, especialmente via GH e IGF-1, além de interferir em hormônios mitogênicos, atuando sobre a proliferação celular (Sena e Pedrosa, 2005).

A sua deficiência ocasiona uma redução dos receptores do GH e conseqüente diminuição de IGF-1 com o qual diminui a liberação do neuropéptico, provocando a perda de apetite (Salgueiro e colaboradores, 1999).

No combate e tratamento da desnutrição estudos relacionam ganhos de peso, aumentos na envergadura e estatura em crianças e adolescentes quando suplementados com zinco e nas discussões o vinculam diretamente com a dinâmica do eixo do crescimento e a estimulação da síntese proteica (Golden e Golden, 1981; Walravens e colaboradores, 1989; Garcia, 1997).

Em estudo específico para monitoramento do IGF-1 em crianças se recuperando de severa desnutrição, suas concentrações plasmáticas estavam significativamente altas utilizando zinco na suplementação, quando comparadas ao do grupo controle (Robinson e colaboradores, 1992).

Noutro estudo em mulheres saudáveis na menopausa, comparando e analisando a resposta à 25 diferentes nutrientes incluídos na dieta do grupo, foi verificado que o zinco era o que mais afetava significavelmente as concentrações plasmáticas de IGF-1, (Devine e colaboradores, 1998). E seus efeitos parecem ser independentes da suplementação protéica.

### Vitamina A e IGF-1

Vitamina A é outro micronutriente diretamente relacionado com a dinâmica do crescimento e participante da regulação da produção de GH e IGF-1, sobretudo na forma

de retinol (Wasantwisut, 1997; Vítolo e colaboradores, 2004).

Retinol é o precursor de dois importantes metabólitos ativos: retina, que desempenha um papel crítico na visão, e de ácido retinóico, que serve como um mensageiro intracelular que afeta transcrição de um número de genes (Bates, 1995), em especial a expressão gênica do GH (Bedo e colaboradores, 1989).

Culturas de células hipofisárias de ratos quando submetidas ao ácido retinóico aumentam a expressão gênica de GH *in vitro* (Morita e colaboradores, 1989).

Estudos relatam aumentos séricos das concentrações de retinol, e este, vinculado aos aumentos constatados da secreção hormonal de GH e IGF-1. Um deles realizado em vários vilarejos da Indonésia, onde monitoraram gestantes até o nascimento e desenvolvimento dos recém nascidos, verificou que mães suplementadas com vitamina A durante a gestação, seus bebês tinham concentrações séricas de retinol mais elevadas quando comparados aos das mães não suplementadas e estes apresentavam crescimento físico melhor nas semanas subsequentes (Schmidt e colaboradores, 2001).

Outro estudo constatou aumentos da secreção noturna de GH, em crianças acometidas com a síndrome da disfunção da neurosecreção do GH, quando suplementadas com vitamina A (Evaion-Brior e colaboradores, 1994).

Um outro experimento com novilhos, usando ração enriquecida com vitamina A, constatou nesses animais, aumentos muito mais significativos nas concentrações de IGF-1 quando comparados com o grupo controle e, pouco ou nenhuma alteração nas concentrações de GH (Oka e colaboradores, 2004).

## CONCLUSÃO

A maioria dos estudos analisados, se não todos, fizeram referência a procedimentos, investigações e análises no trato da desnutrição e sua influência sobre o crescimento ou no combate e tratamento da osteoporose.

Sabendo que as concentrações de IGF-1 é um indicador do estado nutricional, o presente estudo concluiu, que suplementações de proteínas, do aminoácido arginina, do mineral zinco ou da vitamina A, podem ser eficazes para estimular a síntese deste, e com isso, baseado nas evidências, estimular o crescimento corporal inibido pelo processo de desnutrição e uma ótima estratégia no tratamento da osteoporose.

Inerentes a essa constatação surgem alguns questionamentos.

Sabendo também, que o IGF-1 é um dos potentes hormônios responsáveis pela síntese protéica muscular, será que a suplementações de proteínas, do aminoácido arginina, do mineral zinco ou da vitamina A, promoveriam aumentos plasmáticos de IGF-1 a ponto de influenciar numa melhora significativa da performance atlética?

Estudos vinculando a suplementação de proteínas ou do aminoácido arginina com a performance atlética podem ser facilmente encontrados na literatura, mas quanto ao mineral zinco e vitamina A?

O que merece maiores investigações.

## REFERÊNCIAS

- 1- Adams, G.R.; McCue, S.A. Local infusion of IGF-1 results in skeletal muscle hypertrophy in rats. *J. Appl. Physiol.* v.84, n.5, p.1716-1722, 1998.
- 2- Alba-Roth, J.; e colaboradores. Arginine stimulates growth hormone secretion by suppressing endogenous somatostatin secretion. *J Clin Endocrinol Metab.* v.67, p.1186-9, 1988.
- 3- Aléxis, C.; René, G. Implication de l'arginine dans la sécrétion de l'hormone de croissance et la synthèse des collagènes chez le porc. *Année de soutenance Travaux Universitaires Thèse nouveau doctorat.* n.98, NSAR B096, 220p, 500ref, Rennes, França, 1998.
- 4- Bates, C.J. Vitamin A. *Lancet.* v.345, n.31, 1995.
- 5- Bedo, G.; e colaboradores. Retinoic acid regulates growth hormone gene expression. *Nature* v.339, p.231-234, mai, 1989.

6- Blum, A.; e colaboradores. Endocrine and lipid effects of oral L-arginine treatment in healthy postmenopausal women. *J Lab Clin Méd.* v.135, n.3, p.231-7, 2000.

7- Boguszewski, C.L. Genética molecular do eixo GH-IGF1. *Arq Bras Endocrinol Metab.* v.45, n.1, São Paulo, jan/fev, 2001.

8- Bonaccorsi, A.C. Análise Crítica da Utilidade do Teste de Clonidina - Hormônio de Crescimento (GH) no Diagnóstico do Homem Infértil. *Arq Bras Endocrinol Metab.* v.43, n.5, São Paulo, out, 1999.

9- Brooke, A.G.; e colaboradores. Energy balance, nitrogen balance, and growth in preterm infants fed expressed breast milk, a premature infant formula, and two low-solute adapted formulas. *Archives of Disease in Childhood.* v. 57, p.898-904, 1982.

10- Camacho-Hübner, C. Normal physiology of growth hormone and insulin-like growth factor in childhood, 2006. [www.endotext.org](http://www.endotext.org)

11- Collier, S.R.; e colaboradores. Growth hormone responses to varying doses of oral arginine. *Growth Horm IGF Res.* v.15, n.2, p.136-9, 2005.

12- Cukier, C.; Waitzberg, D.L. Efeitos metabólicos nutricionais do GH e IGF-1 em trauma cirúrgico / Metabolic nutritional effects of GH and IGF-1 in surgical trauma. *Acta Cir Bras.* v.10, n.2, p.96-100, abr/jun, 1995.

13- Devine, A.; e colaboradores. Effects of zinc and other nutritional factors on insulin-like growth factor I and insulin-like growth factor binding proteins in postmenopausal women. *Am J Clin Nutr.* v.68, n.1, p.200-6, jul, 1998.

14- Estívariz, C.F.; Ziegler, T.R. Nutrition and the insulin-like growth factor system. *Endocrine.* v.7, n.1, p.65-71, ago, 1997.

15- Evaion-Brior, D.; e colaboradores. Vitamin A and nocturnal growth hormone secretion in short children. *Lancet.* v.343, n.8889, p.87-8, jan, 1994.

16- Fayh, A.P.; e colaboradores. Efeito da suplementação de L-arginina sobre a secreção

de hormônio do crescimento e fator de crescimento semelhante à insulina em adultos. *Arq Bras Endocrinol Metab.* v.51, n.4, São Paulo, jun, 2007.

17- Ferreira, L.G.; e colaboradores. Dietas vegetarianas e desempenho esportivo. *Rev Nutr.* vol.19, n.4, Campinas, jul/ago, 2006.

18- Filho F.R.; Zilberstein, B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade. *Metabolismo, síntese e funções.* *Rev Ass Med Brasil.* v.46, n.3, p.265-71, 2000.

19- García, H. ¿Es útil el zinc para el tratamiento del retardo del crecimiento? *Pediatría al día.* v.13, n.4, p.212-213, 1997.

20- Golden, M.H.; Golden, B.E. Effect of zinc supplementation on the dietary intake, rate of weight gain, and energy cost of tissue deposition in children recovering from severe malnutrition. *Am J Clin Nutr.* v.34, n.5, p.900-8, mai 1981.

21- Gomes, M.R.; Tirapegui, J. Relação entre o fator de crescimento semelhante a insulina (IGF-1) e atividade física. *Rev. bras. ativ. fis. saude.* v.3, n.4, p.66-76, abr, 1998.

22- Grillo, L.P.; e colaboradores. Fator de Crescimento Insulina-Símile Tipo I (Igf-I) e Proteína Ligadora Tipo 3 (Igfbp-3) Como Indicadores de Estado Nutricional Em Meninas. In: II Congresso Paulista de Endocrinologia e Metabologia, 1996. [www.desnutrição.org.br](http://www.desnutrição.org.br)

23- Hameed, Mahjabeen.; e colaboradores. Sarcopenia and Hypertrophy: A Role for Insulin-Like Growth Factor-1 in Aged Muscle? *Exercise & Sport Sciences Reviews.* v.30, n.1, p.15-19, jan, 2002.

24- Haraguchi, F.K.; e colaboradores. Proteínas do soro do leite: composição, propriedades nutricionais, aplicações no esporte e benefícios para a saúde humana. *Rev. Nutr.* v.19, n.4, Campinas, jul/ago, 2006.

25- Hurson, M.; e colaboradores. Metabolic effects of arginine in a healthy elderly population. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* v.19, p. 227-230, 1995.

26- Katch, F.I.; McArdle, W.D. *Nutrição, controle de peso e exercício*. Rio de Janeiro: MEDSi, 371p, 1990.

27- Ketelslegers, J.M.; e colaboradores. Nutritional regulation of insulin-like growth factor-I. *Metabolism*. v.44, n.4, p.50-7, 1995.

28- Khalil, D.A.; e colaboradores. Soy protein supplementation increases serum insulin-like growth factor-I in young and old men but does not affect markers of bone metabolism. *J Nutr*. v.132, n.9, p.2605-8, 2002.

29- Korbonits, M.; e colaboradores. L-Arginine is unlikely to exert neuroendocrine effects in humans via the generation of nitric oxide. *Eur J Endocrinol*. v.135, n.5, p.543-547, 1996.

30- Lapin, L.P.; e colaboradores. Respostas metabólicas e hormonais ao treinamento físico. *Revista brasileira de educação física, esporte, lazer e dança*. v.2, n.4, p.115-124, dez, 2007.

31- Le Roith, D.; e colaboradores. The Somatomedin Hypothesis: 2001. *Endocrine Reviews*. v.22, n.1, p.53-74, 2001.

32- Lopes, R.F.; Farias, M.L. Aspectos genéticos, influência do eixo GH/IGF-1 e novas possibilidades terapêuticas na osteoporose idiopática. *Res Brás Reumatol*. v.46, n.2, p.110-117, mar/abr, 2006.

33- Martinelli Jr. C.E.; e colaboradores. Diagnóstico da Deficiência de Hormônio de Crescimento, a Rigor de IGF-1. *Arq Bras Endocrinol Metab*, Feb. v.46, n.1, p.27-33, 2002.

34- Maxwell, A.J.; e colaboradores. L-arginine enhances aerobic exercise capacity in association with augmented nitric oxide production. *J Appl Physiol*. v.90, n.3, p.933-8, 2001.

35- Morita, S.; e colaboradores. Retinoic acid selectively stimulates growth hormone secretion and messenger ribonucleic acid levels in rat pituitary cells. *Endocrinology*. v.124, p.2052-2056, 1989.

36- Neto, J.N.; Tavares, L.G. GH e IGF-1 impacto sobre a hipertrofia muscular, lipoxidação e estímulo hormonal. Artigo distribuído em forma de folheto promocional pela Divisão de Suplementos Alimentares da NUTRILATINA. 4ps, 2007. [www.nutrilatina.com.br](http://www.nutrilatina.com.br)

37- Nilson, A.; e colaboradores. Effects of unilateral arterial infusion of GH and IGF-I on tibial longitudinal bone growth in hypophysectomized rats. *Calcified Tissues International*. v.40, n.2, p.91-96, mar, 1987.

38- Noguchi, T. Protein nutrition and insulin-like growth factor system. *British Journal of Nutrition*. v.84, p.241-244, 2000.

39- Oka, A.; e colaboradores. Effects of vitamin A deficiency on growth hormone secretion and circulating insulin-like growth factor-1 concentration in Japanese Black steers. *Animal Science*, v.78, n.1, p.31-36, 2004.

40- Oliva, G.A.C.; Fagundes, U. Aspectos clínicos e nutricionais dos transtornos alimentares. Departamento de Psiquiatria – UNIFESP/EPM. *Psiquiatria na Prática Médica*. v.3, n.2, abr/jun, 2001/2002.

41- Pacheco, M.T.B.; e colaboradores. Propriedades funcionais de hidrolisados obtidos a partir de concentrados protéicos de soro de leite. *Ciênc. Tecnol. Aliment*. v.25, n.2, Campinas, abr/jun, 2005.

42- Prestes, J.; e colaboradores. Efeitos do fator de crescimento insulínico-I sobre o músculo esquelético e suas relações com o exercício físico. *Rev Bras Cien Mov*. v.14, n.3, p.97-104b, 2006.

43- Pucilowska, J.B.; e colaboradores. The effect of dietary protein supplementation on insulin-like growth factors (IGFs) and IGF-binding proteins in children with shigellosis. *J Clin Endocrinol Metab*. v.77, n.6, p.1516-21, dec, 1993.

44- Ramirez, A.; Ribeiro, A. Doping Genético e Esporte. *Revista Metropolitana de Ciências do Movimento Humano, São Paulo-SP*, v.5, n.2, p.9-20, jun, 2005.

# Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

[www.ibpex.com.br](http://www.ibpex.com.br) / [www.rbne.com.br](http://www.rbne.com.br)

- 45- Rank, M.B.; e colaboradores. Insulin-like growth factor improves height in growth hormone insensitivity: two year's result. *Horm Res.* v.44, n.6, p.253-64, 1995.
- 46- Ribeiro, A.F.C.; e colaboradores. A osteoporose e os distúrbios endócrinos da tireóide e das gônadas. *Arq Bras Endocrinol Metab.* v.47, n.3, São Paulo, jun, 2003.
- 47- Robergs, A.; Roberts, O. Princípios fundamentais de Fisiologia do Exercício para Aptidão, Desempenho e Saúde, São Paulo: Phorte Editora, 489p, 2002.
- 48- Robinson, P.; e colaboradores. Zinc intake and plasma insulin-like growth factor-I (IGF-I) in Jamaican malnourished children. *West Indian Med. J.* v.41, n.1, p.69, abr. 1992.
- 49- Salgueiro, J.; e colaboradores. Cinc: conceptos actuales sobre um micronutriente esencial. *APPTLA.* V.49, n.1, p.12, 1999.
- 50- Sagnoli, A.; Rosenfeld, R.G. The mechanisms by which growth hormone brings about growth. The relative contributions of growth hormone and insulin-like growth factors. *Endocrinol Metab Clin North Am*, v.25, n.3, p.615-31, set, 1996.
- 51- Schmidt, M.K.; e colaboradores. Vitamin A and iron supplementation of Indonesian pregnant women benefits vitamin A status of their infants. *Br J Nutr.* v.86, n.5, p607-15, 2001.
- 52- Sena, K.C.M.; Pedrosa, L.F.C. Efeitos da suplementação com zinco sobre o crescimento, sistema imunológico e diabetes. *Rev. Nutr.* v.18, n.2, p.251-259, Campinas, mar/abr, 2005.
- 53- Sgarbieri, V.C. Propriedades fisiológicas-Funcionais das proteínas do soro leite. *Rev. Nutr.* v.17, n.4, Campinas, out/dez, 2004.
- 54- Silva, C.C.; e colaboradores. O exercício físico potencializa ou compromete o crescimento longitudinal de crianças e adolescentes? *Rev Bras Med Esporte.* v.10, n.6, Niterói, nov/dez, 2004
- 55- Silva, L.F.G.; e colaboradores. Effects of arginine-enriched enteral nutrition on walker tumor bearing rats in the kidney. *Braz J Urol*, v.27, p.178-185, 2001.
- 56- Skottner, A.; e colaboradores. Recombinant human insulin-like growth factor: Testing the somatomedin hypotesis in hypophysectomized rats. *J. Endocrinol* 112:123 1987.
- 57- Prestes, J.; e colaboradores. Efeitos do fator de crescimento insulínico-I sobre o músculo esquelético e suas relações com o exercício físico. *Rev Bras Cien Mov.* v.14, n.3, p.97-104b, 2006.
- 58- Thissen, J.P.; e colaboradores. Nutritional regulation of insulin-like factors. *Endocrine Reviews*, v.15, n.1, p.80-101, 1994.
- 59- Visser, J.J.; Hoekman, K. Arginine supplementation in the prevention and treatment of osteoporosis. *Med Hypotheses.* v.43, n.5, p.339-442, 1994.
- 60- Vítolo, M.R.; e colaboradores. Retinol sérico de adolescentes de uma escola da cidade de São Paulo. *Rev. Nutr.* v.17, n.3, Campinas, jul/set, 2004.
- 61- Walravens, P.; e colaboradores. Zinc supplementation in infants with a nutrition pattern of failure to thrive: a double-blind controlled study. *Pediatrics.* v.83, n.4, p.532-8, 1997.
- 62- Weisstaub, S.G.; Araya, M.Q. Recuperación nutricional. Un desafío pendiente. *Rev. méd. Chile.* v.131, n.2, Santiago, fev, 2003.
- 63- World Anti-Doping Agency: World anti-doping code: the 2008 prohibited list international standart, 11p, set, 2007. [www.wada-ama.org](http://www.wada-ama.org)
- 64- Zeitune, M.I.P.; e colaboradores. Um nutriente essencial na adolescência – valorização nutricional do zinco. *Adolesc. Latinoam.* v.2, n.2, Porto Alegre, mar, 2001.

Recebido para publicação em 30/08/2008  
Aceito em 20/09/2008