

CONCENTRAÇÕES SANGUÍNEAS DE ADIPONECTINA E EXERCÍCIO FÍSICO: ASSOCIAÇÕES COM A SENSIBILIDADE INSULÍNICA

MS. PAULA GUEDES COCATE

Mestre em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
Doutoranda em Ciências da Nutrição pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
(Viçosa – Minas Gerais – Brasil)
e-mail: guedescocate@yahoo.com.br

ESP. SABRINA FONTES DOMINGUES

Especialista em Exercício Físico Aplicado à Reabilitação Cardíaca e a Grupos Especiais pela
Universidade Gama Filho (UGF)
Mestranda em Educação Física pela Universidade Federal de Viçosa (UFV)
(Viçosa – Minas Gerais – Brasil)
e-mail: binafd@yahoo.com.br

DR. ANTÔNIO JOSÉ NATALI

Professor Associado do Departamento de Educação Física (DES) da Universidade
Federal de Viçosa (UFV), Doutorado em Fisiologia pela Leeds University (Inglaterra)
Laboratório de Biologia do Exercício (BioEx/DES/UFV) (Viçosa – Minas Gerais – Brasil)
e-mail: anatali@ufv.br

RESUMO

O objetivo desta revisão foi apresentar e discutir a influência do exercício físico nas concentrações sanguíneas de adiponectina e a associação com a sensibilidade insulínica. Estudos realizados nos últimos 10 anos mostram que o exercício agudo, de intensidade alta, provoca redução nas concentrações sanguíneas de adiponectina, sem alterar as concentrações de insulina. Porém, exercícios agudos de intensidade moderada não alteram as concentrações sanguíneas de adiponectina, apesar de proporcionar melhoria na sensibilidade insulínica. O exercício crônico, por sua vez, aumenta os níveis sanguíneos de adiponectina, melhora a sensibilidade insulínica, mas altera a composição corporal em indivíduos obesos. Em indivíduos eutróficos, todavia, os níveis de adiponectina não são afetados, apesar dos benefícios do exercício crônico para a composição corporal e sensibilidade insulínica.

PALAVRAS-CHAVE: Adiponectina; exercício crônico; exercício agudo; insulina.

INTRODUÇÃO

A adiponectina é um hormônio secretado, principalmente, pelo tecido adiposo e desempenha um papel significativo em distúrbios metabólicos, tais como obesidade, diabetes tipo 2, doenças arteriais coronarianas e síndrome metabólica, por atuar na melhoria da sensibilidade insulínica (HARA *et al.*, 2005; KIM *et al.*, 2007; SIMPSON; SINGH, 2008) e por apresentar propriedades anti-inflamatórias e anti-aterogênicas (HARA *et al.*, 2005; AHMADIZAD; HAGHIGHI; HAMEDINIA, 2007; SIMPSON; SINGH, 2008).

A adiponectina aumenta a captação de glicose (MARCELL *et al.*, 2005) e a oxidação de ácidos graxos pelo músculo e reduz a gliconeogênese hepática, sendo que, grande parte destes efeitos, são mediados pela ativação de adenosina monofosfato quinase ativada (AMPK) (POLAK *et al.*, 2006). Além disso, ela age diretamente no aumento da produção de óxido nítrico e na diminuição de substâncias relacionadas aos efeitos pró-inflamatórios, como proteína C-reativa, interleucina-6 e fator de necrose tumoral (SIMPSON; SINGH, 2008).

Assim, baixas concentrações sanguíneas desse hormônio tem sido inversamente associadas com obesidade, resistência à insulina e diabetes tipo 2 em humanos e em animais. Da mesma forma, altos níveis sanguíneos de adiponectina têm sido relacionados positivamente com melhoras na sensibilidade à insulina e pela expressão de pelo menos dois de seus receptores da membrana celular: AdipoR1 e AdipoR2, visto que indivíduos obesos tendem a apresentar níveis elevados do receptor AdipoR1, como forma compensatória aos reduzidos níveis de adiponectina sérica, comparados com pessoas eutróficas (BLÜHER *et al.*, 2006).

Alguns estudos relacionaram os efeitos do exercício físico, agudo ou crônico, sobre a sensibilidade à insulina com as concentrações sanguíneas de adiponectina e/ou de seus receptores (YATAGAY *et al.*, 2003; FERGUSON *et al.*, 2004; JÜRIMÄE; PURGE; JÜRIMÄE, 2005; MARCELL *et al.*, 2005; JAMURTAS *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2007). Os resultados dos estudos com exercícios têm apontado que exercícios de intensidade alta proporcionam redução das concentrações sanguíneas de adiponectina imediatamente após o exercício, sem alterações nos níveis de insulina (JÜRIMÄE; PURGE; JÜRIMÄE, 2005; NUMAO *et al.*, 2011), enquanto exercícios de intensidade moderada têm sido relacionados com a ausência de modificação das concentrações de adiponectina e a redução dos níveis de insulina (FERGUSON *et al.*, 2004; JAMURTAS *et al.*, 2006). Contudo, a resposta sanguínea da adiponectina ao exercício agudo é diferente em indivíduos treinados e destreinados (VARADY *et al.*, 2010).

O exercício crônico, por outro lado, pode provocar redução da gordura corporal o que, por si, pode resultar em aumento dos níveis de adiponectina (YATAGAY *et*

al., 2003; FERGUSON et al., 2004; JÜRIMÃE; PURGE; JÜRIMÃE, 2005; MARCELL et al., 2005; JAMURTAS et al., 2006; KIM et al., 2007; NUMAO et al., 2011). Estes fatores de confusão, exercício e redução de gordura corporal, aliados as diferenças metodológicas quanto à intensidade, tipo e duração do exercício aplicado a diferentes populações (i.e. indivíduos saudáveis, obesos, sedentários, ativos e diabéticos) compõem um quadro complexo para o entendimento desta temática.

Diante das constatações mencionadas, o objetivo desta revisão é apresentar a influência do exercício físico nas concentrações sanguíneas de adiponectina e a associação com a sensibilidade insulínica, bem como, discutir a interferência das características do exercício e dos sujeitos praticantes nestes parâmetros.

METODOLOGIA

Realizou-se um levantamento bibliográfico, em periódicos internacionais e nacionais, indexados nas bases de dados Pubmed, Science Direct e Scielo. Os descritores utilizados foram: *adiponectin*; *chronic exercise*; *acute exercise* e *insulin* e seus correspondentes em português. Os termos de pesquisa foram construídos combinando-se dois ou mais descritores.

Foram encontrados trinta e seis artigos ao combinar o descritor *adiponectin* com os termos *chronic exercise*, *acute exercise* e/ou *insulin* estando estes presentes no título, resumo e/ou palavras-chave, publicados entre 2001 e fevereiro de 2010.

Os quatorze artigos selecionados foram limitados à categoria original na língua inglesa, realizados com seres humanos (adolescentes e/ou adultos), sem presença de doenças crônicas e inflamatórias (exceto obesidade) e ausência de uso de fármacos e suplementos nutricionais.

Os estudos com desenhos metodológicos distintos foram utilizados, predominantemente, para a elaboração de conceitos, bem como, para a descrição de mecanismos de ação e discussões de considerações relevantes ao tema. Assim, o presente estudo foi realizado com um total de vinte e sete trabalhos científicos.

EFEITO DO EXERCÍCIO FÍSICO E DA ADIPONECTINA NA INSULINEMIA, NA CAPTAÇÃO DE GLICOSE E NA SENSIBILIDADE INSULÍNICA

O exercício físico e o hormônio adiponectina influenciam o metabolismo glicídico, bem como as concentrações sanguíneas de insulina. O aumento do fluxo sanguíneo no músculo esquelético, provocado pela prática de exercício físico, é um dos fatores que auxiliam na maior quantidade e captação de glicose e da sensibilidade à insulina pelas células musculares. O transporte da glicose durante e após o exercício

é mediado pela translocação de proteínas transportadoras de glicose tipo 4 (e.g. GLUT4) da região intracelular para a membrana, independentemente da insulina. Tal fato pode ser confirmado em indivíduos diabéticos com ausência ou deficiência de insulina que conseguem captar a glicose durante o exercício e apresentar redução na glicemia (IRIGOYEN *et al.*, 2003).

Uma simples sessão de exercício aumenta a sensibilidade periférica à insulina que pode persistir até por dois dias após uma sessão de exercício aeróbico. Todavia, se o grau de melhoramento da sensibilidade insulínica é independente da intensidade do exercício ainda não está completamente esclarecido (BOUCHARD; BLAIR; HASKELL, 2007).

O exercício físico pode atuar de diferentes maneiras nos músculos esqueléticos, pois proporciona maior disponibilidade de glicose muscular, aumenta o fluxo sanguíneo, bem como o número de receptores de insulina, as concentrações de GLUT 4, a captação de glicose e, conseqüentemente, as reservas de glicogênio. No pâncreas, o exercício atua na redução da hiperinsulinemia, possivelmente devido à ação do exercício na diminuição da gordura abdominal, mediada pelo aumento da densidade dos receptores insulínicos e das concentrações de GLUT4, que gera redução da gliconeogênese. Além disso, o exercício promove um aumento da sensibilidade insulínica no fígado reduzindo a liberação de glicose pelos hepatócitos (IRIGOYEN *et al.*, 2003).

A adiponectina, hormônio expresso principalmente pelo tecido adiposo, possui meia vida de duas horas na corrente sanguínea e sua concentração em pessoas saudáveis está entre 1,9 e 17 $\mu\text{g/mL}$ (BERG; COMBS; SCHERER, 2002; HOFFSTEDT *et al.*, 2004). Seu efeito na melhoria da sensibilidade à insulina é mediado, pelo menos em parte, por um aumento da oxidação de gordura por ativação da AMPK em músculos esqueléticos, semelhante à ação sinalizada pela própria insulina. Além disso, a adiponectina ativa a AMPK no fígado, resultando na inibição da produção de glicose hepática (SHIBATA *et al.*, 2005). Este efeito ocorre através da diminuição da expressão gênica de enzimas responsáveis pela gliconeogênese, como por exemplo, a fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glicose 6-fosfatase (SANTOS, 2008).

A adiponectina também possui efeitos no metabolismo de carboidratos no músculo esquelético, pois sua ligação com o receptor AdipoRI aumenta a ativação dos receptores nucleares, denominados receptores ativados da proliferação de peroxissomos (PPAR) e, como conseqüência, estimula a captação de glicose (SANTOS, 2008).

Especula-se que o exercício físico altere a resistência à insulina agindo, em parte, por meio da AMPK, que pode ser ativada pela adiponectina. Considera-se também a hipótese de que o exercício aumentaria os níveis de adiponectina e/ou

expressão de receptores de adiponectina, diretamente ou pela diminuição do peso corporal, e melhoria da composição corporal (BLÜHER *et al.*, 2006). Todavia, a relação do exercício físico, agudo ou crônico, com a concentração sanguínea de adiponectina e seus efeitos sobre a glicemia e insulinemia não está completamente determinada.

EXERCÍCIO FÍSICO AGUDO E CONCENTRAÇÕES SANGUÍNEAS DE ADIPONECTINA

A influência do exercício agudo nos níveis de adiponectina e concentrações sanguíneas de insulina tem sido alvo de investigação de diversos estudos. Por exemplo, Jürimäe, Purge e Jürimäe (2005) realizaram uma pesquisa com dez remadores treinados que foram submetidos a um teste de esforço máximo em remo ergômetro. Foram determinadas as concentrações de adiponectina e insulina antes do exercício, imediatamente após e 30 minutos depois do mesmo. Os níveis de adiponectina reduziram imediatamente após o exercício, enquanto houve aumento significativo de suas concentrações 30 minutos após o teste. Não foi observada modificação significativa dos níveis de insulina sanguínea em nenhum dos momentos de aferição. Portanto, os dados apresentados neste estudo revelaram que exercício agudo de esforço máximo proporciona modificações nas concentrações de adiponectina, sem alterar os níveis sanguíneos de insulina.

No estudo de Numao *et al.* (2011) indivíduos com obesidade abdominal realizaram 60 minutos de exercício em cicloergômetro com intensidade moderada (50% do consumo máximo de oxigênio, VO_{2max}) e alta intensidade (70% do VO_{2max}). Os resultados mostraram redução e ausência de modificação de adiponectina aos 60 minutos de exercício com intensidade alta e moderada, respectivamente.

Como observado nos estudos anteriores, exercícios de alta intensidade proporcionaram redução nas concentrações de adiponectina imediatamente após o exercício. De acordo com Fu *et al.* (2007), a intensidade do exercício afeta a atividade hormonal e metabólica. Em particular, as catecolaminas, que alteram com a intensidade do exercício, poderiam inibir a expressão gênica da adiponectina e, conseqüentemente, sua secreção pelo tecido adiposo (HELGE *et al.*, 2003).

Outro estudo com homens e mulheres saudáveis eutróficos e ativos fisicamente foi desenvolvido com o objetivo de verificar a influência de um exercício com intensidade moderada (60 minutos de cicloergômetro a 65% do VO_{2max}) nas concentrações sanguíneas de adiponectina e sua relação com os níveis de insulina. Observou-se que não houve modificação nas concentrações de adiponectina após o exercício, apesar da redução dos níveis de insulina (FERGUSON *et al.*, 2004).

De acordo com Jamurtas *et al.* (2006), indivíduos sedentários com sobrepeso não apresentaram alteração nas concentrações de adiponectina imediatamente após exercício de intensidade moderada (45 minutos de cicloergômetro a 65% do VO_{2max}), 24 e 48 horas depois do mesmo. Entretanto, as concentrações de insulina reduziram e a sensibilidade insulínica aumentou após o exercício. Tais dados sugerem que a adiponectina não teria efeito na sensibilidade insulínica após uma única sessão de exercício de intensidade moderada podendo, portanto, este efeito ser associado às modificações provocadas apenas pela prática do exercício (BOUCHARD; BLAIR; HASKELL, 2007).

Recentemente, verificou-se a resposta da adiponectina após um exercício agudo de força em indivíduos treinados e destreinados. Indivíduos sedentários, praticantes de treinamento de força, corredores e, praticantes de treinamento de força e corrida realizaram quatro séries de 8 a 12 repetições de *leg press* até o índice de percepção subjetiva de esforço máximo. Observou-se que os níveis de adiponectina aumentaram $30 \pm 7\%$ e $37 \pm 9\%$ nos indivíduos que eram praticantes de treinamento de força e naqueles que treinavam força e corrida, respectivamente. Estas alterações não foram observadas nos sedentários e praticantes de corrida. A vasodilatação endotelial foi mais expressiva nos grupos em que a adiponectina sofreu modificação. Diante disso, foi sugerido que o aumento da adiponectina teria um efeito protetor em relação à disfunção endotelial pela estimulação da liberação de óxido nítrico, um potente regulador vascular e inibidor de agregação plaquetária em indivíduos treinados. Entretanto, não está claro por que este efeito não foi observado nos participantes corredores (VARADY *et al.*, 2010).

Portanto, o exercício agudo de intensidade alta parece provocar redução nas concentrações sanguíneas de adiponectina, sem alterar as concentrações insulínicas, enquanto exercícios agudos de intensidade moderada não alteram as concentrações de adiponectina, apesar de proporcionar melhoria na sensibilidade insulínica. Contudo, um estudo recente realizado por Varady *et al.* (2010) apontou que o tipo de exercício praticado e o nível de aptidão física do praticante podem proporcionar respostas diferenciadas nas concentrações sanguíneas de adiponectina imediatamente após um exercício.

EXERCÍCIO FÍSICO CRÔNICO E CONCENTRAÇÕES SANGUÍNEAS DE ADIPONECTINA

O exercício crônico tem apresentado benefícios significativos à composição corporal ao proporcionar redução de peso, da gordura corporal e do percentual de gordura (MARCELL *et al.*, 2005; KONDO; KOBAYASHI; MURAKAMI, 2006; KIM

et al., 2007) e, muitas vezes, essas alterações têm sido relacionadas ao aumento nos níveis sanguíneos de adiponectina e melhoria da sensibilidade à insulina.

Por exemplo, adolescentes obesos que pularam corda por 40 minutos diários, cinco dias por semana, durante seis semanas, tiveram um aumento de 10% nos níveis sanguíneos de adiponectina. Houve correlação inversa entre este hormônio e os níveis de insulina avaliados pelo teste de resistência insulínica Homeostasis Model Assessment for Insulin Resistance (HOMA-IR) nestes indivíduos (KIM *et al.*, 2007).

Respostas semelhantes foram apresentadas por Kondo, Kobayashi e Murakami (2006). Eles estudaram um grupo de japonesas eutróficas e outro com obesidade, com idade entre dezoito e vinte e três anos, que realizou exercícios em cicloergômetros com intensidade de 60 a 70% da frequência cardíaca de reserva e duração de 30 a 60 minutos diários, quatro a cinco vezes semanais, durante sete meses. Após a intervenção, constatou-se que os obesos apresentaram redução do peso corporal e aumento dos níveis de adiponectina. Apesar da ausência de diferença entre os grupos, houve uma ligeira redução na resistência insulínica avaliada pelo teste HOMA-IR em ambos os grupos.

Em outro estudo, homens e mulheres de meia idade com excesso de peso, dislipidemia, sensibilidade à insulina reduzida e altas concentrações de proteína C-reativa foram divididos em três grupos: grupo aeróbico de intensidade moderada (30 minutos em diferentes intensidades durante cinco dias por semana), grupo aeróbico de alta intensidade (30 minutos a 80 a 90% frequência cardíaca máxima) e grupo controle. Ambos os grupos experimentais demonstraram redução do peso corporal, da gordura corporal total e do índice de massa corporal, assim como aumentaram modestamente os níveis de adiponectina em relação ao controle melhorando significativamente a sensibilidade a insulina (MARCELL *et al.*, 2005).

O estudo de Kriketos *et al.* (2004) demonstrou, em homens jovens com sobrepeso que praticaram caminhada e corrida por quatro a cinco dias por semana, com intensidade de 55 a 70% do VO_{2max} e duração de 40 minutos por sessão, que os níveis sanguíneos de adiponectina aumentaram 260% após a primeira semana de treinamento, permanecendo esses níveis elevados até a décima semana. Entretanto, neste estudo as concentrações de adiponectina não correlacionaram com a sensibilidade insulínica. Alguns estudos, que utilizaram amostras de pessoas ativas fisicamente e ou eutróficas, não relataram alterações significativas nas concentrações sanguíneas de adiponectina, mesmo na presença de redução do peso e do percentual de gordura corporal. Por exemplo, Mäestu *et al.* (2008) analisaram homens fisiculturistas ($25,4 \pm 8,0$ anos), divididos em dois grupos: competidores que realizaram dieta restritiva; e controles que treinaram e se alimentaram normalmente, durante onze semanas de treinamento pré-competitivo. Os participantes do

grupo controle não apresentaram alterações na composição corporal e nos níveis sanguíneos de adiponectina, entretanto, apesar dos competidores que realizaram dieta restrita terem apresentado redução de 4,1 kg e redução significativa nos valores de gordura corporal, não foram observadas mudanças nas concentrações sanguíneas de adiponectina.

Da mesma forma, remadores com alta capacidade cardiorrespiratória não apresentaram modificação nas concentrações sanguíneas de adiponectina de repouso, apesar de terem exibido redução do percentual de gordura corporal após 24 semanas de treinamento de alta intensidade e curta duração (JÜRIMÄE; PURGE; JÜRIMÄE, 2006).

Nesta perspectiva, Ahmadzad, Haghighi e Hamedinia (2007) realizaram um estudo randomizado de doze semanas com homens saudáveis que foram divididos em grupos: treinamento de endurance (corrida a 75-85% da frequência cardíaca máxima, durante 20 a 30 minutos, em três dias por semana), treinamento de resistência (circuito com onze exercícios incluindo quatro séries de doze repetições a 50-60% de uma repetição máxima por dia, com intervalo de trinta segundos, em três dias por semana) e grupo controle. Ambos os grupos experimentais tiveram uma redução significativa no percentual de gordura corporal e nas concentrações de insulina, enquanto as alterações no grupo controle não foram estatisticamente significativas. Além disso, não foi observado efeito significativo nas concentrações de adiponectina nos grupos experimentais.

A partir dos estudos apresentados, observa-se que indivíduos eutróficos saudáveis, geralmente, não apresentam modificações nos níveis de adiponectina em resposta ao exercício crônico. Tal fato pode ser explicado por estes indivíduos, normalmente, expressarem e secretarem altos níveis de adiponectina pelo tecido adiposo. Entretanto, indivíduos obesos resistentes à insulina apresentam um tecido adiposo que, normalmente, produz menos adiponectina, sendo que essas condições se mantêm nos obesos que permanecem com a mesma composição corporal. Portanto, o aumento da produção de adiponectina nos obesos após um período de treinamento físico pode ser associado com a perda de gordura corporal (VU; RIDDELL; SWEENEY, 2007).

Portanto, no que se refere às concentrações sanguíneas de adiponectina em resposta ao exercício crônico, ainda não há consenso na literatura, uma vez que o exercício pode ocasionar uma redução de gordura corporal (YATAGAY *et al.*, 2003; VU; RIDDELL; SWEENEY, 2007) e, como consequência, aumentar os níveis sanguíneos de adiponectina em indivíduos com sobrepeso e/ou obesidade. Dessa forma, torna-se difícil dissociar as respostas obtidas como efeito crônico do exercício ou perda de peso ao longo dos experimentos (YATAGAY *et al.*, 2003).

Apesar da dúvida quanto ao fator predominante das modificações dos níveis de adiponectina, a partir dos estudos apresentados, ficou evidente que indivíduos com sobrepeso/obesidade, pessoas propensas ao desenvolvimento de uma série de doenças crônicas, são beneficiados com aumento das concentrações desta citocina após um treinamento físico de diferentes intensidades. Esta adaptação ao exercício crônico poderia contribuir para a prevenção de doenças, devido seus potenciais efeitos anti-inflamatórios, antitumorais, antiangiogênicos e antidiabéticos (LIHN; PEDERSEN; RICHELSEN, 2005).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos apresentados, observa-se que o exercício físico agudo de intensidade alta provoca redução nas concentrações de adiponectina, sem alterar as concentrações insulínicas. Entretanto, exercícios agudos de intensidade moderada não alteram as concentrações sanguíneas de adiponectina, apesar de proporcionar melhoria na sensibilidade insulínica.

Grande parte dos estudos que envolveram exercício crônico em diferentes intensidades, realizados por indivíduos com sobrepeso ou obesos, demonstraram que o exercício altera a composição corporal, melhora a sensibilidade insulínica e aumenta os níveis sanguíneos de adiponectina. Em contrapartida, estudos da mesma natureza realizados com indivíduos eutróficos demonstraram que o exercício, normalmente, não afeta os níveis sanguíneos de adiponectina, apesar dos efeitos benéficos do exercício na composição corporal e na sensibilidade insulínica.

Sugere-se, portanto, estudos que controlem o consumo alimentar e a prática de atividades físicas extras pelos sujeitos durante o período do experimento. Além disso, é importante analisar as concentrações sanguíneas de outras citocinas que interagem com a adiponectina. Tais procedimentos metodológicos poderiam proporcionar o melhor entendimento da associação entre exercício, adiponectina e sensibilidade insulínica.

Levels of adiponectin and exercise: associations with insulin sensitivity

ABSTRACT: The aim of this review was to present and discuss the influence of exercise on blood concentrations of adiponectin and its association with insulin sensitivity. Studies conducted over the past 10 years showed that acute exercise of high intensity causes a decrease in blood adiponectin concentrations without changing insulin concentrations. However, acute exercise of moderate intensity does not alter the blood concentrations of adiponectin, though it improves insulin sensitivity. Chronic exercise, nevertheless, increases blood levels of adiponectin, improves insulin sensitivity but alters body composition in obese individuals. In normal weight

individuals, however, the blood levels of adiponectin are not affected, despite the benefits of chronic exercise to body composition and insulin sensitivity.

KEYWORDS: Adiponectin; chronic exercise; acute exercise; insulin.

Los niveles de adiponectina y el ejercicio: asociaciones con sensibilidad a la insulina

RESUMEN: El objetivo de esta revisión fue presentar y discutir la influencia del ejercicio sobre las concentraciones séricas de adiponectina y su asociación con sensibilidad a la insulina. Los estudios realizados en los últimos 10 años muestran que el ejercicio agudo de alta intensidad causa una reducción en las concentraciones sanguíneas de adiponectina, sin cambiar las concentraciones de insulina. Sin embargo, el ejercicio agudo de intensidad moderada no altera las concentraciones sanguíneas de adiponectina, aunque proporciona sensibilidad a la insulina. Ejercicio crónico, a su vez, aumenta los niveles sanguíneos de adiponectina mejora la sensibilidad a la insulina, sino que altera la composición corporal en sujetos obesos. En individuos normales, sin embargo, los niveles de adiponectina no se ven afectados, a pesar de los beneficios del ejercicio crónica de la composición corporal y la sensibilidad a la insulina.

PALABRAS CLAVE: Adiponectina; ejercicio crónico; ejercicio agudo; insulina.

REFERÊNCIAS

AHMADIZAD, S.; HAGHIGHI, A. H.; HAMEDINIA, M. R. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *European Journal of Endocrinology*, Oslo, v. 157, n. 5, p. 625-631, nov. 2007.

BERG, A. H.; COMBS, T. P.; SCHERER, P. E. ACRP30/adiponectin: An adipokine regulating glucose and lipid metabolism. *Trends in Endocrinology Metabolism*, New York, v. 13, n.2, p. 84-89, mar. 2002.

BLÜHER, M. et al. Circulating adiponectin and expression of adiponectin receptors in human skeletal muscle: associations with metabolic parameters and insulin resistance and regulation by physical training. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, Springfield, v. 91, n. 6, p. 2310-2316, jun. 2006.

BOUCHARD, C.; BLAIR, S. N.; HASKELL, W. *Physical activity and health*. United State of American: Human Kinetics, 2007.

FERGUSON, M. A. et al. Plasma adiponectin response to acute exercise in healthy subjects. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 91, n. 2-3, p. 324-329, mar. 2004.

FU, L. et al. Beta-adrenoceptor agonists downregulate adiponectin, but upregulate adiponectin receptor 2 and tumor necrosis factor-alpha expression in adipocytes. *European Journal of Pharmacology*, Amsterdam, v. 569, n. 1-2, p. 155-162, aug. 2007.

HARA, T. et al. Body composition is related to increase in plasma adiponectin levels rather than training in young obese men. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 94, n. 5-6, p. 520-526, aug. 2005.

HELGE, J. W. et al. The effect of graded exercise on IL-6 release and glucose uptake in human skeletal muscle. *The Journal of Physiology*, London, v. 546, p. 299-305, jan. 2003.

HOFFSTEDT, J. et al. Adipose tissue adiponectin production and adiponectin serum concentration in human obesity and insulin resistance. *Journal of Clinical Endocrinology Metabolism*, Springfield, v. 89, n. 3, p. 1391-1396, mar. 2004.

IRIGOYEN, M. C. et al. Exercício físico no diabetes melito associado à hipertensão arterial sistêmica. *Revista Brasileira de Hipertensão*, Ribeirão Preto, v. 10, n. 2, p. 109-116, abr./jun. 2003.

JAMURTAS, A. Z. et al. The effects of acute exercise on serum adiponectin and resistin levels and their relation to insulin sensitivity in overweight males. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v. 97, n. 1, p. 122-126, may. 2006.

JÜRIMÄE, J.; PURGE, P.; JÜRIMÄE, T. Adiponectin and stress hormone responses to maximal sculling after volume-extended training season in elite rowers. *Metabolism Clinical and Experimental*, New York, v. 55, n. 1, p. 13-19, jan. 2006.

JÜRIMÄE, J.; PURGE, P.; JÜRIMÄE, T. Adiponectin is altered after maximal exercise in highly trained male rowers. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, 93, n. 4, p. 502-505, jan. 2005.

KIM, E. S. et al. Improved insulin sensitivity and adiponectin level after exercise training in obese Korean youth. *Obesity*, Silver Spring, v. 15, n. 12, p. 3023-3030, dec. 2007.

KONDO, T.; KOBAYASHI, I.; MURAKAMI, M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocrine Journal*, Tokyo, v. 53, n. 2, p. 189-195, apr. 2006.

KRIKETOS, A. D. et al. Exercise increases adiponectin levels and insulin sensitivity in humans. *Diabetes Care*, New York, v. 27, n. 2, p. 629-630, feb. 2004.

LIHN, A. S.; PEDERSEN, S. B.; RICHELSEN, B. Adiponectin: action, regulation and association to insulin sensitivity. *Obesity Reviews*, Oxford, v. 6, n. 1, p. 13-21, feb. 2005.

MÄESTU, J. et al. Increases in ghrelin and decreases in leptin without altering adiponectin during extreme weight loss in male competitive bodybuilders. *Metabolism Clinical and Experimental*, New York, v. 57, n. 2, p. 221-225, feb. 2008.

MARCELL, T. J. et al. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectina. *Metabolism Clinical and Experimental*, New York, v. 54, n. 4, p. 533-541, apr. 2005.

NUMAO, S. *et al.* Influence of acute aerobic exercise on adiponectin oligomer concentrations in middle-aged abdominally obese men. *Metabolism Clinical and Experimental*, New York, v. 60, n. 2, p. 186-194, 2011.

POLAK, J. *et al.* Effect of aerobic training on plasma levels and subcutaneous abdominal adipose tissue gene expression of adiponectin leptin, interleukin 6, and tumor necrosis factor α in obese women. *Metabolism Clinical and Experimental*, New York, v. 55, n. 10, p. 1375-1381, oct. 2006.

SANTOS, A. C. dos. *Efeito da adiponectina no controle hipotalâmico da fome*. 2008. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Médica) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

SHIBATA, R. *et al.* Adiponectin protects against myocardial ischemia-reperfusion injury through AMPK- and COX-2-dependent mechanisms. *Nature Medicine*, New York, v. 11, n. 10, p. 1096-1103, oct. 2005.

SIMPSON, K. A.; SINGH, M. A. F. Effects of exercise on adiponectin: A systematic review. *Obesity*, Silver Spring, v. 16, n.2, p. 241-256, feb. 2008.

VARADY, K. A. *et al.* Adipokine responses to acute resistance exercise in trained and untrained men. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v. 42, n. 3, p. 456-462, mar. 2010.

VU, V.; RIDDELL, M.C.; SWEENEY, G. Circulating adiponectin and adiponectin receptor expression in skeletal muscle: effects of exercise. *Diabetes/Metabolism Research and Reviews*, Oxford, v. 23, n. 8, p. 600-611, nov. 2007.

YATAGAI, T. *et al.* Relationship between exercise training-induced increase in insulin sensitivity and adiponectinemia in healthy men. *Endocrine Journal*, Tokyo, v. 50, n. 2, p. 233-238, apr. 2003.

Recebido: 08 set. 2010

Aprovado: 12 jun. 2011

Endereço para correspondência:

Paula Guedes Cocate

Rua da Harmonia, 82, apto. 102

Bairro Centro

Ubá-MG.

CEP: 36500-000