

EFEITO DO TREINAMENTO CONCORRENTE E DESTREINAMENTO SOBRE O BIOMARCADOR ANTI-INFLAMATÓRIO E NÍVEIS DE CONDICIONAMENTO FÍSICO EM CRIANÇAS OBESAS



ARTIGO ORIGINAL

EFFECT OF CONCURRENT TRAINING AND DETRAINING ON ANTI-INFLAMMATORY BIOMARKER AND PHYSICAL FITNESS LEVELS IN OBESE CHILDREN

Saeid Fazelifar (Educador Físico)¹
Khosrow Ebrahim (Educador Físico)²
Vaghinak Sarkisian (Educador Físico)³

1. Departamento de Educação Física, Ministério de Educação, Amol, Irã.
2. Departamento de Esportes e Fisiologia do Exercício, Faculdade de Educação Física e Ciência do Esporte, Universidade Shahid Beheshti, Tehran, Irã.
3. L. Orbeli Instituto de Fisiologia, NAS da Armênia, Yerevan, Armênia.

Correspondência:

Departamento de Educação Física
Ministério da Educação Amol, Irã
sorena1740@yahoo.com

RESUMO

Objetivo: Examinar o efeito de 12 semanas de (3 dias/sem) de treinamento concorrente e 4 semanas de destreino nas concentrações séricas de adiponectina e níveis de condicionamento físico em meninos obesos sem intervenção dietética. **Métodos:** Vinte e quatro meninos saudáveis, 11-13 anos de idade com índice de massa corporal > 28 participaram voluntariamente do estudo. Estes foram divididos em dois grupos, experimental (n= 12) e controle (n=12). **Resultados:** Concentrações de adiponectina após 12 semanas tiveram declínio significativo em ambos os grupos em comparação com o nível basal ($p < 0,05$). $VO_{2\text{ pico}}$, flexibilidade, força, endurance de abdominais e agilidade aumentaram significativamente no grupo experimental comparado com o grupo controle ($p < 0,05$). Foi evidenciado que após destreino de 4 semanas, a adiponectina sérica não se alterou significativamente no grupo experimental e que condicionamento físico benéfico foi gradualmente diminuído. **Conclusão:** Nossos resultados sugerem que os efeitos benéficos do exercício físico no condicionamento são temporários. Uma vez que o processo de adaptação é reversível, parece que as concentrações de adiponectina foram inevitavelmente afetadas pelas alterações morfológicas e hormonais que ocorreram durante a puberdade em meninos.

Palavras-chave: treinamento de endurance, adiponectina, condicionamento físico, crianças obesas.

ABSTRACT

Objective: To examine the effect of 12 weeks of (3 days/week) concurrent training and 4 weeks of detraining on serum adiponectin concentrations and physical fitness levels in obese boys without dietary intervention. **Methods:** 24 healthy boys, 11-13 years old with body mass index >28 voluntarily participated in the study. They were divided into two groups, experimental (n = 12) and control (n = 12). **Results:** Adiponectin concentrations after 12 weeks presented significant decline in both experimental and control group compared with the baseline ($p < 0.05$). $VO_{2\text{ peak}}$, flexibility, strength, endurance of sit-ups and agility significantly increased in the experimental group compared with the control group ($p < 0.05$). It was shown that after a 4-week detraining, serum adiponectin did not significantly change in the experimental group and that beneficial physical fitness was gradually decreased. **Conclusion:** Our results suggest that the beneficial effects of exercise training on physical fitness are temporary. Since the process of adaptation is reversible, it seems that adiponectin concentrations were inevitably affected by morphological and hormonal changes that occurred during puberty in boys.

Keywords: endurance training, resistance training, adiponectin, physical fitness, obese children.

Artigo recebido em 07/09/2012, aprovado em 21/01/2013.

INTRODUÇÃO

A incidência de obesidade tem crescido em países desenvolvidos e em desenvolvimento e tal fato não pode ser atribuído somente a fatores genéticos uma vez que os genes humanos não se modificaram ultimamente¹. Atividades físicas habituais entre humanos são características complexas que são determinadas pela interação de fatores biológicos e psicossociais assim como o ambiente físico². Entre os jovens, a atividade física desempenha um papel importante no crescimento, maturação e desenvolvimento normais. Na verdade, atividade física é um conceito central no campo da ciência do exercício pediátrico². Existe uma real preocupação de que excessos de peso corporal bem

como ausência de atividade física regular ou falta de condicionamento físico estejam associados com riscos de diabetes tipo 2, hipertensão e outras doenças crônicas em indivíduos progressivamente mais jovens, incluindo crianças e adolescentes, e possa levar à morbidade recorrente, qualidade de vida ruim e morte prematura⁴. Exercício regular reduz o risco de doenças metabólicas crônicas e cardiopulmonares uma vez que o exercício causa efeitos anti-inflamatórios; sendo assim, a atividade física regular por longos períodos pode proteger o corpo contra o desenvolvimento de doenças crônicas⁴. Sabe-se que os adipócitos secretam um grupo diverso de proteínas chamadas adipocitocinas, as quais participam em diferentes funções biológicas incluindo imuni-

dade, sensibilidade à insulina, apetite, angiogênese, metabolismo de lipídeos, função vascular e inflamação⁵. A adiponectina é considerada uma adipocitocina anti-inflamatória com a capacidade de reduzir vários marcadores inflamatórios⁶. Ela tem atraído bastante atenção ultimamente devido a seus efeitos anti-inflamatórios, antidiabéticos e antiaterogênicos. Níveis baixos séricos de adiponectina são relacionados com obesidade⁷. Os níveis de adiponectina aumentam com obesidade⁸. Comparativamente com outras adipocinas, a expressão de adiponectina aparece reduzida em tecidos adiposos de camundongos e humanos obesos⁹.

Os efeitos anti-inflamatórios do exercício regular podem ser mediados através da redução de massa de gordura visceral (com subsequente liberação decrescente de adipocinas) e indução de ambiente anti-inflamatório com cada série de exercício⁴. Diferentes métodos de treinamento são comumente utilizados para a melhora de condicionamento físico e saúde. Os métodos de treinamento incluem: treinamento aeróbico, treinamento resistido, treinamento intervalado, treinamento em circuito etc.

O treinamento concorrente tem sido estudado por novos métodos para reduzir taxas de obesidade. Este termo é utilizado para caracterizar o método pelo qual exercícios aeróbicos e de força são executados na mesma sessão de treinamento¹⁰. Treinamento de *endurance* (resistência), treinamento de força e a combinação de treinamento de *endurance* e força apresentam influência positiva no condicionamento físico e metabólico¹¹. Primeiramente avaliamos as variáveis de um programa de treinamento físico e depois um programa de treinamento concorrente foi confeccionado. Tendo o segundo por base, definimos volume, intensidade, duração, monitoramento de intensidade, veracidade do exercício, dentre outros. A intensidade, duração e volume de treinamentos concorrentes foram gradualmente e aumentaram progressivamente dependendo das habilidades das crianças, as quais foram supervisionadas por um professor de educação física.

O efeito de um treinamento físico sobre as concentrações de adiponectina atualmente é controverso. Existem alguns relatos de que o exercício pode levar a aumento dos níveis de adiponectina^{12,13}, enquanto outros não apresentaram nenhuma alteração nas concentrações de adiponectina^{14,15}. Pouco se sabe sobre as alterações dos níveis de adiponectina durante a puberdade e menos informação ainda se tem sobre o papel do destreinoamento após treinamento físico no condicionamento físico assim como dos níveis de adiponectina no plasma sanguíneo de crianças obesas. Não se sabe claramente o quanto os efeitos benéficos do treinamento físico após destreinoamento permanecem. É importante ressaltar novas informações nessa área e alertar os profissionais para o problema.

Assim, o principal objetivo deste estudo foi examinar o efeito de 12 semanas (3 dias/semana) de treinamento concorrente seguido de quatro semanas de destreinoamento nas concentrações de adiponectina e níveis de condicionamento físico em meninos obesos sem intervenção dietética.

METODOLOGIA

Amostra

Este estudo foi semiexperimental. Vinte e quatro meninos saudáveis (idade entre 11 e 13 anos) com índice de massa corporal (IMC) > 28 pertencentes a uma escola local (Taleb – Amoli) participaram voluntariamente do estudo. Altura e peso dos participantes foram medidos por procedimentos padrão (com roupa íntima, mas sem calçados) com uma Seca 220 (22089 Hamburgo, Alemanha). O IMC foi calculado como peso em quilos dividido pela altura em metros quadrados [kg/m²]¹⁶. As crianças não se exercitaram previamente ou tiveram qualquer partici-

pação anterior em programas de perda de peso (pelo menos durante os últimos três meses), nem tinham nenhuma história de doenças cardiovasculares, diabetes ou outros problemas médicos. Além disso, os sujeitos não fumavam e não faziam uso de medicamentos. Obesidade foi definida de acordo com a sugestão de Cole *et al.*¹⁷. Após a coleta de amostras sanguíneas, a composição corporal foi avaliada dentro da primeira semana anterior ao início do programa de treinamento físico de 12 semanas; as crianças obesas foram então divididas aleatoriamente em dois grupos, experimental (n = 12) e controle (n = 12). O grupo experimental recebeu um treinamento concorrente de 12 semanas (3 dias/semana) e o grupo controle não recebeu nenhum treinamento físico durante o período do estudo, mas foi testado antes e depois das 12 semanas (foi pedido aos sujeitos controle que não alterassem suas atividades normais diárias).

Ao fim do treinamento concorrente de 12 semanas, foi solicitado que o grupo experimental retornasse a seu estilo de vida diário pelas próximas quatro semanas sem nenhum treinamento (fase de destreinoamento). Ao fim do destreinoamento, os meninos foram convidados a participar dos testes mencionados anteriormente.

Foi solicitado que as crianças obesas evitassem qualquer exercício além do necessário para o estudo. Antes do treinamento, os pais dos alunos obesos foram convidados a coletar todas as informações sobre o estudo. Tanto quanto as crianças, seus pais foram totalmente informados sobre a natureza e objetivo do estudo e, após isso, foi obtido o consentimento informado escrito. Os procedimentos seguidos estavam de acordo com os padrões éticos do comitê responsável sobre experimentação com seres humanos e com a Declaração de Helsinki de 1975, como revisada em 1983, e o estudo foi aprovado pelo Comitê Ético em Pesquisa (FWA00017681).

COLETA DE DADOS

Antropometria

As composições corporais foram analisadas pelo Analisador de Composição Corporal *InBody 220* para todas as crianças obesas em condições iguais. Análise de composição corporal é uma das informações mais importantes do teste *InBody*. *InBody 220* mede diretamente bioimpedância de cada parte do corpo permitindo que a corrente e voltagem atravessem o corpo através de oito eletrodos (precisão aprovada com o valor de coeficiente de correlação próximo a 98%).

Teste sanguíneo e medidas de condicionamento físico

O teste sanguíneo foi executado pela manhã após as crianças obesas terem feito jejum de 12-14 horas. Amostras de sangue de jejum foram coletadas em três estágios (basal, após 12 semanas de treinamento concorrente e quatro semanas de destreinoamento) de cada amostra para medida da adiponectina. Os sujeitos não executaram nenhum exercício por 48 horas antes da coleta de sangue. O plasma foi separado e armazenado a -80°C para posterior análise. Níveis de adiponectina foram analisados pelo método ELISA. Condicionamento cardiorrespiratório foi avaliado como o pico de consumo de oxigênio (VO₂ pico) medido pelo teste de Coureton¹⁸. A flexibilidade da coluna lombar e músculos isquiotibiais foi medida pelo teste de sentar e alcançar¹⁹. O teste de abdominais mede a força muscular abdominal, *endurance* e flexores de quadril²⁰. O teste de agilidade de Illinois foi utilizado para avaliar agilidade de corrida²¹.

Elaboração do treinamento concorrente

As variáveis do programa de treinamento físico foram avaliadas e, com base nelas, o programa de treinamento concorrente foi elaborado. Intensidade de treinamento: A intensidade de treinamento é uma

das variáveis mais importantes na elaboração de programas de treinamento resistido²². A intensidade do treinamento resistido foi baseada no exercício máximo repetido anterior. A intensidade do treinamento de *endurance* foi baseada na frequência cardíaca máxima (FC_{max}) estimada por: $220 - idade$. Estes treinamentos começaram com 50 a 60% de FC_{max} nas primeiras duas semanas do programa para garantir que os participantes desenvolvessem um senso de sucesso e autoestima positivo ao início do programa²³. Posteriormente, a intensidade do treinamento de *endurance* foi aumentada em 5% a cada duas semanas e, como resultado, na 12ª semana a frequência cardíaca (FC) aumentou até 80-85% da FC_{max} . Durante as sessões de treinamento de *endurance*, a FC foi continuamente monitorada com um monitor de FC (Polar, RS100th *cardio running*). A zona de FC alvo foi definida por um professor de educação física para cada sessão. Além disso, com a ajuda de um alarme de zona-alvo, os sujeitos puderam ter certeza de que o exercício estava com a intensidade correta. Quando a zona-alvo dos limites de frequência cardíaca era ativada, a unidade de pulso soava um alarme quando havia limites acima ou abaixo de seus limites. Os sujeitos receberam instruções sobre o uso dos relógios Polar durante a sessão de treinamento físico.

Volume de treinamento: O volume de treinamento se refere à quantidade total de trabalho que é executado em uma sessão de treinamento²⁴. O volume de treinamento resistido foi calculado pelo número de séries x repetição x peso dos sujeitos. Para as duas primeiras semanas, o tempo de corrida foi de 10 min e então foi aumentado em dois minutos semanalmente. Assim, na 12ª semana o tempo de corrida alcançou 30 min. Nas primeiras quatro semanas, o tempo para subir e descer as escadas foi de seis min (2 séries x 3 min = 6 min); para as segundas quatro semanas 1 min para cada série (2 séries x 4 min = 8 min) e para as últimas quatro semanas uma série a mais (3 séries x 4 min = 12 min) foi adicionada.

Intervalos entre séries e estações: Intervalos foram de 1 min e 3 min para as séries e para as estações, respectivamente, assim como de 5 min entre treinamento resistido e de *endurance*. Intervalos de recuperação foram de 3 min para a estação de *endurance* e séries de subir degrau. A recuperação ativa ocorreu entre os treinamentos.

Velocidade de repetição: Os iniciantes tiveram que aprender a executar cada exercício adequadamente e levemente. Recomendou-se que crianças obesas não treinadas executem exercício de maneira controlada e a uma velocidade moderada²⁴.

Frequência de treinamento: A frequência de treinamento concorrente foi de 3 dias/semana em dias não consecutivos, para permitir recuperação adequada entre as sessões.

Treinamentos concorrentes foram executados sob a supervisão de um professor de educação física. Cada sessão consistia de uma sessão de aquecimento de 7 min com ênfase em flexibilidade bem como um período de 7 min de relaxamento (tabela 1).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

ANOVA e posterior análise *post-hoc* de Tukey foi utilizada para avaliar o efeito do treinamento concorrente entre basal, após 12 semanas de treinamento concorrente (12 sem) e após quatro semanas de destreino no grupo experimental. Para o grupo controle, um teste *t* pareado simples foi utilizado para comparar valores obtidos no valor basal e 12 sem. Um teste *t* independente foi utilizado para analisar diferenças entre médias de variáveis para os grupos experimental e controle antes e após 12 semanas. O nível de significância foi estabelecido a $p < 0,05$. Todas as estatísticas utilizaram o programa estatístico SPSS versão 16/00. Todos os dados foram expressos como médias \pm DP.

Tabela 1. Programa de treinamento concorrente de 12 semanas para crianças obesas.

Tipo de treinamento	Nome do exercício	Número de séries			Repetições		
		Semana 1	Semana 6	Semana 12	Semana 1	Semana 6	Semana 12
Resistido	Abdominais	3	4	4	10	14	20
	Flexões modificadas	3	4	4	5	8	11
	Agachamentos	3	4	4	8	12	18
Endurance	Corrida	Semana 1	10 min corrida com $FC_{max} = 50\%$ a 60%				
		Semana 6	10 min corrida com $FC_{max} = 65\%$ a 70%				
		Semana 12	10 min corrida com $FC_{max} = 80\%$ a 85%				
	Step	Semana 1	2 séries de 3 min com $FC_{max} = 50\%$ a 60%				
		Semana 6	2 séries de 4 min com $FC_{max} = 65\%$ a 70%				
		Semana 12	3 séries de 4 min com $FC_{max} = 80\%$ a 85%				
Jogam futebol com regras modificadas							

RESULTADOS

Amostras sanguíneas não puderam ser obtidas no grupo controle após destreino porque esses sujeitos foram excluídos da análise. Não existiram diferenças basais entre os grupos experimental e controle para nenhuma das variáveis descritivas medidas (tabela 2).

Tabela 2. Composição corporal, adiponectina e condicionamento físico basal após treinamento e dados de destreino nos grupos controle e experimental (média \pm DP).

Variáveis	Grupo controle		Grupo experimental		
	Basal	12 semanas	Basal	12 semanas	Destreino
Peso (kg)	72,19 $\pm 3,86$	74,08 $\pm 3,71^+$	70,15 $\pm 2,65$	71,16 $\pm 3,61^s$	71,34 $\pm 3,27$
Índice de massa corporal (kg/m^2)	29,22 $\pm 0,36$	29,28 $\pm 1,11$	28,72 $\pm 0,91$	28,57 $\pm 0,95^s$	28,65 $\pm 0,69$
Razão cintura-quadril	0,955 $\pm 0,005$	0,951 $\pm 0,0093$	0,955 \pm 0,020	0,935 \pm 0,021 ^{*s}	0,934 $\pm 0,018$
Massa de gordura (kg)	30,77 $\pm 2,21$	31,67 $\pm 3,54$	29,37 $\pm 3,44$	26,12 $\pm 3,09^{*s}$	26,25 $\pm 2,97$
Abdominais (número)	20,75 $\pm 8,17$	22,33 $\pm 8,20$	23,5 $\pm 5,6$	41,5 $\pm 5,35^{*s}$	36,25 $\pm 5,38$
VO_2 pico ($ml/kg/min$)	34,86 $\pm 0,45$	34,74 $\pm 1,65$	35,39 $\pm 0,83$	38,37 $\pm 2,11^{*s}$	36,41 $\pm 1,36^*$
Flexibilidade (cm)	23,50 $\pm 8,88$	23,92 $\pm 9,59$	22,92 $\pm 6,1$	33,17 $\pm 5,15^{*s}$	31,42 $\pm 5,50^*$
Agilidade (s)	21,77 $\pm 0,63$	21,37 $\pm 1,04$	21,21 $\pm 0,86$	19,78 $\pm 0,91^{*s}$	20,65 $\pm 0,57^*$
Adiponectina (ng/ml)	20 $\pm 5,70$	14,97 $\pm 4,64^+$	19,7 $\pm 4,97$	14 $\pm 5,46^*$	12,23 $\pm 5,18$

Dados são apresentados em média \pm DP. * Significativo entre 0 sem, 12 sem e 16 sem grupo experimental por ANOVA ($P < 0,05$). + $p < 0,05$ antes do treinamento vs. após treinamento no grupo controle por *t* teste pareado. ^s $p < 0,05$ após treinamento no grupo experimental vs. após treinamento no grupo controle por *t* teste de amostras independentes.

Teste *t* de amostra independente (tabela 2) revelou que após 12 semanas de treinamento concorrente, condicionamento cardiorrespiratório, flexibilidade de músculos da coluna lombar e isquiotibiais, força e *endurance* de abdominais e flexores de quadril e agilidade de corrida aumentaram significativamente no grupo experimental em comparação com o grupo controle ($p < 0,05$). O mesmo teste evidenciou que após 12 semanas de treinamentos concorrentes não foram encontradas diferenças para os níveis de adiponectina no grupo experimental em comparação com o grupo controle ($p < 0,05$). O teste *t* pareado mostrou que em ambos os grupos experimental e controle a concentração de

adiponectina diminuiu significativamente ao longo das 12 semanas ($p < 0,05$). O mesmo teste evidenciou que no grupo controle capacidade cardiorrespiratória, flexibilidade de músculos da coluna lombar e isquiotibiais, força e *endurance* dos abdominais e flexores de quadril e agilidade de corrida não apresentaram alteração ao longo de 12 semanas ($p < 0,05$). Teste ANOVA para três diferentes períodos (antes do treinamento, 12 semanas de treinamento e quatro semanas de destreinamento) revelaram diferenças significativas entre adiponectina, flexibilidade, abdominais, agilidade e VO_2 pico no grupo experimental ($p < 0,05$). Contudo, a análise entre os dados para pré e pós-treinamento bem como os dados para quatro semanas de destreinamento evidenciaram que a adiponectina apresentou-se significativamente diminuída no grupo experimental após 12 semanas de treinamento comparado com o estágio pré-treinamento ($p < 0,05$). Pudemos observar que ao fim da 16ª semana (seguindo quatro semanas de destreinamento) os níveis de adiponectina não foram significativamente alterados no grupo de treinamento ($p < 0,05$). O mesmo teste revelou que o condicionamento cardiorrespiratório, flexibilidade de músculos da coluna lombar e isquiotibiais, força e *endurance* dos abdominais e flexores de quadril e agilidade de corrida aumentaram significativamente no grupo experimental após 12 semanas de treinamentos concorrentes ($p < 0,05$). Após quatro semanas de destreinamento, agilidade de corrida e VO_{2pico} diminuíram significativamente no grupo experimental e permaneceram no mesmo nível até o fim das avaliações ($p < 0,05$).

DISCUSSÃO

O achado mais importante no presente estudo foi que o treinamento concorrente de 12 semanas (3 d/sem) melhorou condicionamento físico, enquanto não afetou os níveis de adiponectina circulante no grupo experimental. Após quatro semanas de destreinamento, adiponectina sérica não se alterou significativamente no grupo de treinamento, mas o condicionamento físico benéfico foi gradualmente diminuído. Infância e adolescência são períodos cruciais da vida, já que modificações dramáticas fisiológicas e psicológicas acontecem nesses anos²⁵. Vários estudos foram feitos com crianças obesas²⁶⁻²⁹; esses estudos revelam que programas de treinamento físico melhoram o condicionamento físico e a condição de saúde.

Estes resultados sugerem que, em crianças obesas, um programa de treinamento concorrente de 12 semanas melhora o condicionamento cardiorrespiratório – 8% (VO_{2pico}), flexibilidade de músculos de coluna lombar e isquiotibiais – 45%, força e *endurance* de abdominais e flexores de quadril – 76% e agilidade de corrida – 7%. Sem dúvida, participação regular em programas de treinamento físico é benéfica para níveis de condicionamento, saúde em crianças e adolescentes, mas um desafio maior ainda não é claro: por quanto tempo os efeitos benéficos do treinamento físico continuam após destreinamento. O presente estudo é pioneiro em avaliar o efeito de quatro semanas de destreinamento após 12 semanas de treinamento concorrente nos níveis de condicionamento físico e alterações nas concentrações de adiponectina em crianças obesas.

Neste estudo, ao fim de um treinamento concorrente de 12 semanas, foi pedido que os participantes do grupo experimental retornassem para seu estilo de vida anterior pelas próximas quatro semanas sem qualquer treinamento (fase de destreinamento). De acordo com os resultados, o condicionamento cardiorrespiratório (VO_{2pico}) (figura 1), flexibilidade de músculos de coluna lombar e isquiotibiais, força e *endurance* de abdominais e flexores de quadril e agilidade de corrida ao fim da 16ª semana (seguindo de quatro semanas de destreinamento) reverteram e diminuíram.

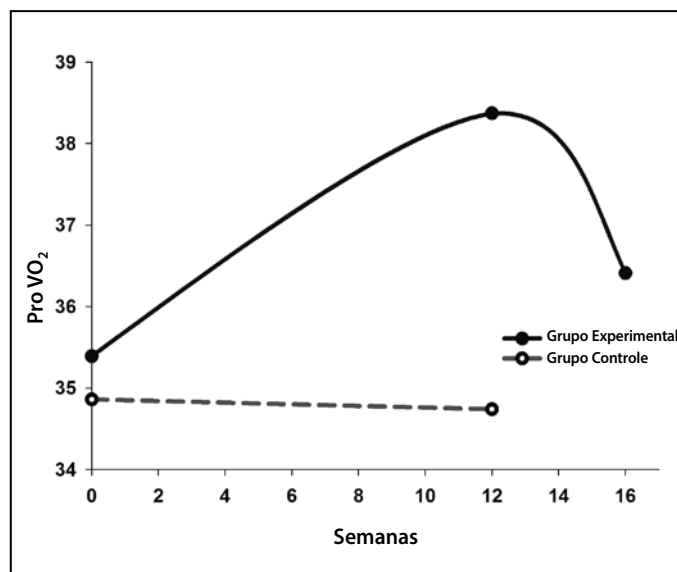


Figura 1. Alterações médias em VO_{2pico} (0 sem, 12 sem treinamento e 4 sem destreinamento) entre os grupos experimental e controle.

Um achado interessante do presente estudo foi que após o treinamento concorrente de 12 semanas, a adaptação de força e *endurance* dos abdominais e flexores de quadril e flexibilidade de músculos de coluna lombar e isquiotibiais rapidamente aumentou, mas após quatro semanas de destreinamento essas variáveis gradualmente se reverteram. Comparativamente, a adaptação do condicionamento cardiorrespiratório e agilidade de corrida rapidamente se reverteram após quatro semanas de destreinamento.

Nossos resultados demonstraram que os treinamentos resistido e de *endurance* não apresentaram efeitos negativos para melhorar força e *endurance* nem exerceram quaisquer efeitos negativos na flexibilidade e agilidade em crianças obesas.

Revisões recentes sobre efeitos anti-inflamatórios do exercício se focaram em três possíveis mecanismos: a redução de massa de gordura visceral, produção aumentada, liberação de citocinas anti-inflamatórias derivadas de músculos esqueléticos contráteis (chamados de miocinas) e expressão reduzida de receptores *Toll-like* (TLRs) nos monócitos e macrófagos⁴. Exercício agudo de curto prazo (< 60 min), exercício de longo prazo (≥ 60 min) e adiponectina – Ferguson *et al.*¹⁴ investigaram os efeitos agudos do exercício de pedalar na adiponectina em homens e mulheres saudáveis. O sujeito pedalou a 65% de VO_{2max} por 60 min. A adiponectina não se alterou com o exercício nem em homens nem em mulheres. Em outro estudo, 10 sujeitos completaram exercício por duas horas a 50% de VO_{2max} em condições de jejum e não jejum e amostras de plasma e biópsias de músculo foram obtidas durante o protocolo³⁰. Os investigadores não relataram alterações nos níveis de adiponectina plasmáticos em resposta ao teste nem em expressão de receptores 1 e 2 de adiponectina do músculo, sendo diferente entre experimentos.

Exercício de curto prazo (< 60 min) – Nove sujeitos com sobrepeso executaram exercício submáximo por 45 min (65% de VO_{2max}). A concentração de adiponectina foi medida antes do exercício e imediatamente 24 e 48 h após o exercício. Os autores mencionaram que não houve alterações significativas na adiponectina com o tempo. Os resultados deste estudo indicaram que um exercício aeróbico submáximo não resultou em alterações significativas em adiponectina até 48 h pós-exercício em sujeitos com sobrepeso³¹.

Exercício de longo prazo (≥ 60 min) – O efeito do exercício de pedalar (60 min a 65% de VO_{2max}) na resposta de adiponectina em ho-

mens e mulheres saudáveis foi estudado mostrando que pós-exercício em homens ou mulheres não mostrou alterações em concentrações de adiponectina ou leptina. Foi concluído que exercício agudo não afetou as concentrações de adiponectina nos dois sexos³¹. Em geral, esses estudos revelaram que exercícios agudos, de curto e de longo prazo, não afetaram as concentrações de adiponectina. Em contraste, Saunders *et al.*¹³ reportaram que tanto exercício aeróbico agudo e de curto prazo (~1 semana) resultaram em aumento significativo nos níveis plasmáticos de adiponectina em homens obesos abdominalmente inativos, o que é independente da intensidade de exercício.

Treinamento de curto prazo (< 12 semanas) e adiponectina – Kelly *et al.*⁵ relataram que treinamento físico de oito semanas (4 d/sem) consistindo de exercício de pedalar estático em crianças com sobrepeso não melhorou o perfil de adiponectina na ausência de perda de peso. O efeito de 10 semanas de treinamento aeróbico nas concentrações de adiponectina foi investigado em mulheres jovens e de meia-idade. Após o programa de treinamento, as concentrações de séricas de adiponectina foram aumentadas em ambos os grupos³¹.

Treinamento de longo prazo (≥ 12 semanas) – Moghadasi *et al.*¹² investigaram a adiponectina mRNA e concentrações plasmáticas em homens de mais idade com sobrepeso e obesos após treinamento físico de 12 semanas de alta intensidade (4 d/sem) com 75-80% do consumo máximo de oxigênio individual por 45 min e após uma semana de destreinamento. Os resultados mostraram que as concentrações plasmáticas de adiponectina aumentaram após o treinamento no grupo experimental comparado com o grupo controle ($p < 0,05$). Após uma semana de destreinamento, as variáveis não apresentaram alterações significativas no grupo de treinamento. Nassisa *et al.*³² mostraram que a concentração de adiponectina não se alterou após o treinamento de exercício aeróbico após 12 semanas (3 d/sem) em meninas com sobrepeso e obesas (idade – 13 anos). Contrário a isso, Donoso *et al.*³³ relataram aumento nos níveis de adiponectina circulante durante toda a puberdade em bailarinas. Em adolescentes com sobrepeso e obesos seguindo 12 semanas de um programa de treinamento aeróbico, adiponectina sérica, interleukin (IL)-6 e proteína C reativa (PCR) permaneceram inalterados⁹. Em um outro estudo, 12 sujeitos masculinos obesos foram investigados antes e após três meses de treinamento dinâmico de força. Após o treinamento, peso corporal total, adiponectina, IL-6 e TNF- α permaneceram inalterados³⁴. Os últimos estudos mostram resultados misturados sobre efeitos do treinamento físico nas concentrações de adiponectina. Infelizmente, os mecanismos pertencentes a esses dados controversos ainda não estão esclarecidos. Acredita-se que as diferenças entre os resultados podem ser devidas à aplicação de diferentes metodologias, resultados de dados e várias intensidades, volume, duração dos treinamentos ou podem ser afetadas por alterações morfológicas e hormonais que ocorrem após diferentes tipos de programas de treinamento.

Os resultados de nosso estudo (figura 2) indicam que, após 12 semanas, os níveis de adiponectina diminuíram significativamente em ambos os grupos, experimental (29%) e controle (25%). Além disso, após quatro semanas de destreinamento, o processo de redução de adiponectina ainda continuou. Uma queda transitória do nível de adiponectina foi encontrada em meninos com idade entre 10 e 12 ou mais jovens, mas não em meninas. A queda púbere dos níveis de adiponectina em meninos coincide com um aumento marcante na concentração de testosterona. Uma correlação negativa entre níveis de testosterona e concentrações de adiponectina foi também verificada em meninos. Alguns autores reportaram uma queda transitória do nível de adiponectina durante a puberdade masculina, o qual se

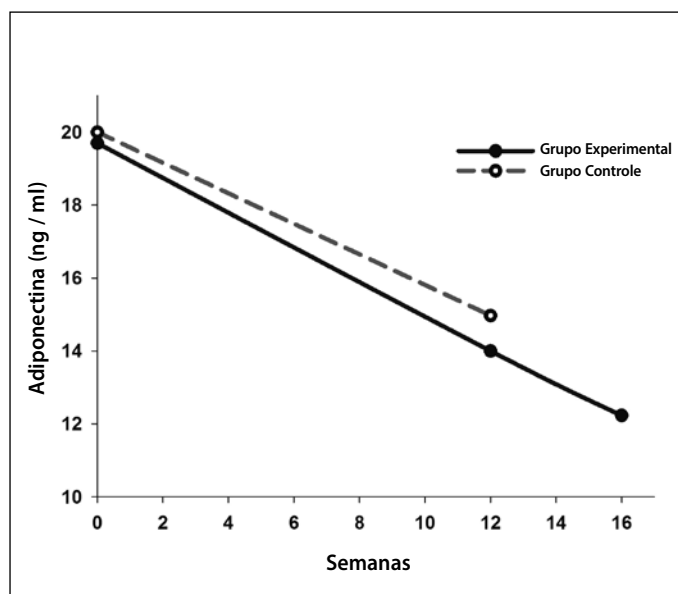


Figura 2. Alterações médias em concentração de adiponectina (0 sem, 12 sem treinamento e 4 sem destreinamento) entre os grupos experimental e controle.

relaciona com aumento no nível de testosterona em meninos³⁵. Um declínio transitório associado à puberdade dos níveis de adiponectina em meninos a qual é associada ao aumento nos níveis de testosterona foi relatado em crianças de Taiwan com idade entre 6-18 anos⁹. Em nosso estudo, declínio de adiponectina em meninos durante a puberdade pode ser devido a aumento nos níveis de testosterona, mesmo com exercício regular. Destacando a importância da cuidadosa atenção a fatores biológicos (e.g. hereditariedade, sexo, adiposidade, puberdade etc), parece que os fatores de puberdade devem ser considerados para a avaliação do impacto do treinamento físico em meninos obesos.

CONCLUSÃO

Um programa de treinamento concorrente e seu gradual ganho sob a supervisão de um professor de educação física em crianças obesas pode levar a benefícios funcionais e de saúde. Aparentemente, os efeitos positivos do treinamento físico são temporários, mas o processo de adaptação é reversível. As adaptações de força e flexibilidade muscular reduziram após quatro semanas de destreinamento em uma taxa muito mais lenta do que condicionamento cardiorrespiratório ($VO_{2\text{pico}}$) e agilidade em crianças obesas. Nossos resultados demonstraram que treinamentos resistidos e de endurance não apresentam efeitos negativos para a melhora de força e endurance e não exercem efeito negativo na flexibilidade e agilidade em crianças obesas. O treinamento de endurance e resistido são duas modalidades comuns de treinamento físico. Os resultados mostram que o treinamento concorrente, que é a combinação entre treinamento de endurance e resistido, pode resultar em adaptações específicas para ambos os tipos de exercício. Parece que as concentrações de adiponectina foram inevitavelmente afetadas por alterações morfológicas e hormonais que ocorrem durante a puberdade em meninos, dadas as potenciais conexões entre alterações de neuroendócrino e composição corporal durante a puberdade e o declínio em atividade física durante esse período. Recomendamos que investigações multidisciplinares futuras em crianças sejam encorajadas para fornecer um melhor entendimento sobre a base biológica e fisiológica da atividade física durante a puberdade. Devemos mencionar a necessidade de futuras pesquisas para claramente demonstrar os mecanismos diretos e indiretos moleculares pelos quais exercício físico influencia o perfil biológico e condição física em crianças obesas. Não existe dúvida de que exercício regular é

benéfico para a saúde, mas é um grande desafio encorajar a população em geral para que se engaje em treinamento físico. É imperativo que mais atenção seja dada para a promoção de condicionamento físico durante a infância, adolescência e vida adulta.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Ebrahim Nemati, Mohammad Varamini e Harutyun

Stepanyan pela colaboração. Gostaríamos também de agradecer às crianças voluntárias que participaram deste estudo e pela cooperação de seus pais.

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

REFERÊNCIAS

1. Das UN. Obesity: Genes, brain, gut, and environment. *Nutrition* 2010;26:459-73.
2. Eisenmann JC, Wickel EE. The biological basis of physical activity in children: Revisited. *Pediatr Exerc Sic* 2009;21:257-72.
3. Souza MS, Cardoso AL, Yasberk PJ, Faintuch J. Aerobic ENDURANCE, energy expenditure, and serum leptin response in obese, sedentary, prepubertal children and adolescents participating in a short-term treadmill protocol. *Nutrition* 2004;20:900-4.
4. Gleeson M, Bishop NC, Stensel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. The anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol* 2011;11:607-15.
5. Kelly AS, Steinbergera J, Olsonb TP, Dengel DR. In the absence of weight loss, exercise training does not improve adiponectines or oxidative stress in overweight children. *Metabolism* 2007;56:1005-9.
6. Bendor L. Leptin, adiponectin, and insulin in women with PCOS, and the effects of apple polyphenols and adiponectin. *Experimental Biology and Medicine* 2007;232:184-94.
7. Panagopoulou P, Fotoulaki M, Manolitsas A, Pavlitou-Tsiontsi E, Tsiouridis I, Nousia-Arvanitakis S. Adiponectin and body composition in cystic fibrosis. *J Cyst Fibros* 2008;7:244-51.
8. Schwarzenberg SJ, Sinaiko AR. Obesity and inflammation in children. *Paediatr Respir Rev* 2006;7:239-46.
9. Kraemer RR, Castracane D. Exercise and Humoral Mediators of Peripheral energy balance: ghrelin and adiponectin. *Experimental Biology and Medicine* 2007;232:184-94.
10. Rosa G, Cruz L, Mello DB, Fortes MD, Dantas EH. Plasma levels of leptin in overweight adults undergoing concurrent training. *International SportMed Journal* 2010;11:356-62.
11. Elmaghoub SM, Lambers S, Stegen S, Van Laethem C, Cambier D, Calders P. The influence of combined exercise training on indices of obesity, physical fitness and lipid profile in overweight and obese adolescents with mental retardation. *Eur J Pediatr* 2009;168:1327-33.
12. Moghadasi M, Mohebbi H, Rahmani-Nia F, Hassan-Nia S, Noroozi H, Pirooznia N. High-intensity ENDURANCE training improves adiponectin mRNA and plasma concentrations. *Eur J Appl Physiol* 2012;112:1207-14.
13. Saunders TJ, Palombella A, McGuire KA, Janiszewski PM, Despres JP, Ross R. Acute exercise increases adiponectin levels in abdominally obese men. *J Nutr Metab* 2012;2012:148729. doi: 10.1155/2012/148729.
14. Ferguson MA, White LJ, McCoy S, Kim HW, Petty T, Wilsey J. Plasma adiponectin response to acute exercise in healthy subjects. *Eur J Appl Physiol* 2004;91:324-9.
15. Pop D, Bodisz G, Petrovai D, Borz B, Zdrenghea V, Zdrenghea D. The effect of very short duration acute physical exercise upon adiponectin and leptin in overweight subjects. *Rom J Intern Med* 2010;48:39-45.
16. Ben Ounis O, Elloumi M, Ben Chiekh I, Zbidi A, Amri M, Lac G, et al. Effect of two-month physical- ENDURANCE and diet-restriction programmes on lipid profiles and insulin resistance in obese adolescent boys. *Diabetes Metab* 2008;34:595-600.
17. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320:1240-3.
18. Tartibian B, Khorshidi M. Predication of physical indexes in exercise (field & laboratory), Iran, Tehran, 2007;109-10.
19. Cornbleet SL, Woolsey NB. Assessment of hamstring muscle length in school-aged children using the sit- and-reach test and the inclinometer measure of hip joint angle. *Phys Ther* 1996;76:850-5.
20. Saygin Ö, Öztürk MA. The effect of twelve week aerobic exercise programme on health related physical fitness components and blood lipids in obese girls. *J Pharm Pharmacol* 2011;5:1441-5.
21. Sheppard JM, Young WB. Agility literature review: classifications, training and testing. *J Sports Sci* 2006;24:919-32.
22. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamental of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36:674-88.
23. Wong PC, Chia MY, Tsou IY, Wansaicheong GK, Tan B, Wang JC, et al. Effects of a 12-week exercise training programme on aerobic fitness, body composition, blood lipids and C-reactive protein in adolescents with obesity. *Ann Acad Med Singapore* 2008;37:286-93.
24. President's council on physical fitness and sports. Resistance training for obese children and adolescents. *Research Digest* 2007;8:1-8.
25. Ortega FB, Ruiz JJ, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in children and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes* 2008;32:1-11.
26. Farris JW, Taylor L, Williamson M, Robinson C. A 12-week interdisciplinary intervention program for children who are obese. *Cardiopulm Phys Ther* 2011;22:12-20.
27. Meye AA, Kundt G, Lenschow U, Schuff-Werner P, Kienast W. Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. *J Am Coll Cardiol* 2006;48:865-70.
28. Shih KC, Janckila AJ, Kwok CF, Ho LT, Chou Y, Chao TY. Effects of exercise on insulin sensitivity, inflammatory cytokines, and serum tartrate-resistant acid phosphatase 5a in obese Chinese male adolescents. *Metabolism* 2010;59:144-51.
29. Lee YH, Song YW, Kim HS, Lee SY, Jeong HS, et al. The effects of an exercise program on anthropometric, metabolic, and cardiovascular parameters in obese children. *Korean Circ J* 2010;40:179-84.
30. Punyadeera C, Zorenc AH, Koopman R, McAinch AJ, Smit E, Manders R, et al. The effect of exercise and adipose tissue lipolysis on plasma adiponectin concentration and adiponectin receptor expression in human skeletal muscle. *Eur J Endocrinol* 2005;152:427-36.
31. Bouassida A, Chamari K, Zaouali M, Feki Y, Zbidi A, Tabka Z. Review on leptin and adiponectin responses and adaptations to acute and chronic exercise. *Br J Sports Med* 2010;44:620-30.
32. Nassissa GP, Papantakou K, Skenderia K, Triandafilopoulou M, Kavouras SA, Yannakoulia M, et al. Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. *Metabolism* 2005;54:1472-9.
33. Donoso MA, Munoz-Calvo MT, Barrios V, Garrido G, Hawkins F, Argente J. Increased circulating adiponectin levels and decreased leptin/soluble leptin receptor ratio throughout puberty in female ballet dancers: association with body composition and the delay in puberty. *Eur J Endocrinol* 2010;162:905-11.
34. Klimcakova E, Polak J, Moro C, Hejnova J, Majercik M, Vigueirie N, et al. Dynamic strength training improves insulin sensitivity without altering plasma levels and gene expression of adipokines in subcutaneous adipose tissue in obese men. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:5107-12.
35. Tsou PL, Jiang YD, Chang CC, Wei JN, Sung FC, Lin CC, et al. Sex-related differences between adiponectin and insulin resistance in schoolchildren. *Diabetes Care* 2004;27:308-13.