

TREINAMENTO CONCORRENTE E O TREINAMENTO FUNCIONAL PROMOVEM ALTERAÇÕES BENÉFICAS NA COMPOSIÇÃO CORPORAL E ESTEATOSE HEPÁTICA NÃO ALCOÓLICA DE JOVENS OBESOS

CONCURRENT TRAINING AND FUNCTIONAL TRAINING PROMOTES BENEFICIAL CHANGES IN BODY COMPOSITION AND NONALCOHOLIC FATTY LIVER OF OBESE YOUTH

Suziane Ungari Cayres^{*}
Diego Giuliano Destro Christofaro^{**}
Bruno Affonso Parenti de Oliveira^{***}
Barbara de Moura Mello Antunes^{*}
Loreana Sanches Silveira^{****}
Ismael Forte Freitas Júnior^{**}

RESUMO

Comparar efeito do treinamento concorrente e o treinamento funcional na composição corporal, perfil lipídico e esteatose hepática não alcoólica (EHNA) em adolescentes obesos. Estudo longitudinal/analítico por amostragem não aleatória. Amostra de 49 adolescentes obesos (treinamento concorrente[n=36]; treinamento funcional[n=13]). Nos dois tipos de treinamento físico 50% de atividade aeróbia, e 50% resistida (concorrente: musculação; funcional: peso do próprio corpo e/ou pesos livres). Para distribuição normal aplicou-se Teste t de Student para dados pareados. Treinamento concorrente apresentou redução para lipoproteína de baixa densidade (-16,45%), colesterol total (-11,55%), gordura corporal (-8,52%) e gordura de tronco (-9,95%) e aumento da massa muscular (5,05%). Treinamento funcional reduziu 76,9% a ocorrência da EHNA, gordura corporal (-4,97%), gordura intra-abdominal (-19,90%), e aumento na massa muscular (4,18%). Devido ao alto acometimento da EHNA neste grupo, futuras investigações se fazem necessárias. Para tanto, o treinamento concorrente parece ser uma ferramenta útil para o tratamento da EHNA em adolescentes obesos.

Palavras-chave: Adolescente. Obesidade. Exercício Físico. Esteatose Hepática.

INTRODUÇÃO

A obesidade é uma doença crônica caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura corporal. Este distúrbio é considerado um fator de risco para diversas morbidades, como dislipidemias e as doenças cardiovasculares (HILLS; ANDERSEN; BYRNE, 2011; WHO, 2010). A prevalência da obesidade infantil é crescente e tende a se manter na idade adulta (OGDEN et al. 2012; DUNCAN et al., 2011; LAMB et al., 2011). Neste cenário, uma doença associada à obesidade, principalmente a abdominal, é a esteatose hepática não alcoólica (EHNA),

caracterizada pelo acúmulo de triglicerídeos nos hepatócitos. Esta doença pode ocorrer durante a juventude e contribuir, cronicamente, no desenvolvimento da cirrose e câncer hepático (PADOIN et al., 2008; PIANO et al., 2007).

A prevalência da EHNA varia em função dos diferentes delineamentos dos estudos, bem como, a ausência dados populacionais. Sugere-se que a prevalência pode estar em torno de 9,6% em adolescentes obesos (PADILHA et al., 2010; MATHUR; DAS; ARORA, 2007) devido a sua relação com a resistência á insulina, aumento do estresse oxidativo e processos inflamatórios (LOUTHAN et al., 2005), a mesma tem sido frequentemente associada a

* Mestranda em Ciências da Motricidade da UNESP, Rio Claro-SP.

** Professor Assistente Doutor do Departamento de Educação Física da Universidade Estadual Paulista-UNESP, Presidente Prudente-SP.

*** Mestrando em Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP), Ribeirão Preto-SP.

**** Mestre em Fisioterapia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Presidente Prudente-SP.

gordura corporal, principalmente, à abdominal e intra-abdominal (DÂMASO et al., 2008; SOLER et al., 2008).

Diante deste quadro, a utilização do treinamento físico enquanto estratégia de prevenção e tratamento a obesidade e EHNA durante a juventude tem sido largamente empregada (HILLS; ANDERSEN; BYRNE, 2011), com destaque ao treinamento concorrente. Este modelo de treinamento físico por combinar treinamento resistido e aeróbio em uma mesma sessão, estimula a oxidação lipídica, bem como, ganho de tônus e massa muscular (VASCONCELLOS et al., 2008). Paralelamente, o treinamento funcional (combina o trabalho resistido, utilizando a sustentação da própria massa corporal e pesos livres) aliado ao treinamento aeróbio parece apresentar aplicabilidade nesta linha de investigação, uma vez que não requer a aparelhagem relacionada ao treinamento resistido e, aparentemente, pode ter mais fácil utilização em diferentes locais (VASCONCELLOS et al., 2008).

Entretanto, não há estudos comparando tais métodos de treinamento físico em adolescentes obesos e não se pode dizer ao certo se o treinamento funcional aliado ao treinamento aeróbio pode oferecer resultados similares ou não ao modelo mais convencional oferecido pelo treinamento concorrente (SHAIBI et al., 2006). Assim, o objetivo do estudo foi comparar o efeito do treinamento concorrente e o treinamento funcional na composição corporal, perfil lipídico e EHNA em adolescentes obesos.

MÉTODO

O presente estudo consiste na comparação de dois modelos de treinamento físico por amostragem não aleatória, realizados em 2010 e 2011 no município de Presidente Prudente, oeste do Estado de São Paulo. Estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual Paulista (FCT-UNESP), nº 07/2009. Inicialmente ocorreu a divulgação do tratamento da obesidade infantil em jornais e televisão local. Os interessados em participar do estudo agendaram previamente uma avaliação física em um laboratório de pesquisa da FCT-UNESP para verificar a concordância aos seguintes critérios

de inclusão: (a) ser classificado como obeso pelo Índice de Massa Corporal (IMC), seguindo as recomendações de Cole et al. (2000); (b) idade entre 12 e 15 anos completos, na data da avaliação; (c) não apresentar nenhum problema de ordem clínica que impedisse a prática dos exercícios físicos; (d) não estar engajado em programas de treinamento físico nos últimos 90 dias; (e) os pais ou responsáveis legais assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a participação do adolescente no presente estudo. Detalhes sobre a organização do estudo, bem como o número de sujeitos que participaram estão descritos na Figura 1.

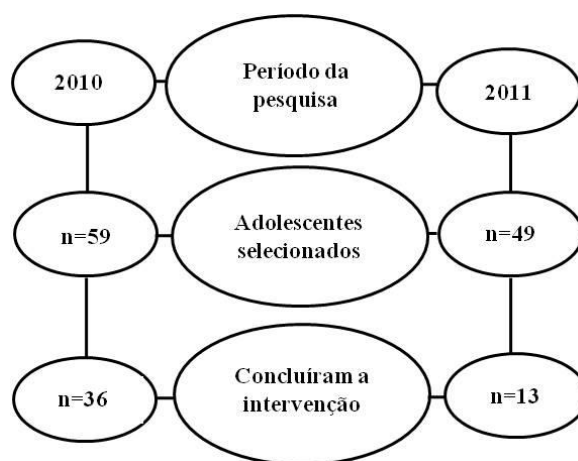


Figura 1 - Seleção dos sujeitos.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Medidas antropométricas e densitometria óssea

A massa corporal e estatura foram mensuradas seguindo as recomendações de Lohman, Roche e Martorell (1988), utilizando respectivamente, balança eletrônica, precisão de 0.1 kg (marca Filizola, modelo Personal Line 200) e estadiômetro de madeira fixo na parede, precisão de 0.1cm (marca Sanny, modelo Professional). A composição corporal foi mensurada pela técnica de absorptiometria de raio-X de dupla energia [*dual-energy x-ray absorptiometry*] (DXA), modelo GE Lunar – DPX-NT. O aparelho foi calibrado diariamente, antes do início das medidas, a fim de verificar a garantia de qualidade das varreduras seguindo as recomendações do fabricante. A partir de desta técnica, foi realizado o exame de corpo inteiro do avaliado. Durante o exame os avaliados usaram vestimentas leves, permaneceram

descalços, sem nenhum pertence de metal junto ao corpo, bem como, foram posicionados no equipamento em decúbito dorsal durante todo o exame, se mantendo imóveis durante um tempo aproximado de 15 minutos. A dose de radiação não foi prejudicial a saúde, sendo menor do que 0,05 mrem (LASKEY et al., 1992). Os valores de massa corporal magra (MCM), massa de gordura (MG) foram expressos em quilogramas, e gordura corporal (GC), gordura de tronco (GT) foram apresentados em percentuais a partir do *software* GE Medical System Lunar, versão 4.7.

Análises bioquímicas do plasma

As coletas e análises bioquímicas do plasma foram realizadas por um profissional qualificado para esta função, em um laboratório particular do município que ocorreu a pesquisa. Tal estabelecimento possui todas as certificações necessárias exigidas pelos órgãos de fiscalização. Para a coleta sanguínea, respeitou-se previamente um jejum de 12 horas, sendo retirada uma amostra de 7 mL de sangue venoso na prega do cotovelo durante o período matutino. Para a coleta os sujeitos foram posicionados sentados, com o braço apoiado sobre um suporte que ficou aproximadamente na altura de seus ombros. O braço foi garroteado no ponto médio do úmero, e na prega do cotovelo foi realizada assepsia com algodão embebido em álcool 70%, e puncionado com agulha descartável de 25X8mm no referido local.

As amostras foram depositadas em tubo á vácuo (marca BD Diagnostics) com gel separador sem anticoagulante, centrifugado por 10 minutos [centrífuga da marca Eppendorf, modelo 5810] a 3.000 rpm a fim de separar o soro dos demais componentes do sangue. Para dosagem de colesterol total (CT), lipoproteína de alta densidade (HDL-c), lipoproteína de baixa densidade (LDL-c) e triglicérides (TG) utilizou-se um kit colorimétrico (marca Johnson & Johnson) realizado por química seca em um aparelho Vitros Fusion 5.1. A dosagem sanguínea seguiu as recomendações da “III Diretrizes Brasileiras sobre Dislipidemias da Sociedade Brasileira de Cardiologia” (III DIRETRIZES..., 2001).

Exame de ultrasonografia

Para o diagnóstico da EHNA e as medidas da espessura do tecido adiposo subcutâneo e intra-abdominal, foi realizado o exame de ultrasonografia, no qual utilizou um ecógrafo (marca TOSHIBA Eccocee, modelo Aplio) com transdutor convexo de 3,7 Mhz. Para esta técnica respeitou-se jejum de 4 horas, sendo este exame realizado por um único profissional especializado em diagnóstico por imagem, seguindo as recomendações técnicas, bem como, da literatura específica. Os critérios de diagnóstico da EHNA seguiram as seguintes especificações: (i) ausência: ecogenicidade normal e (ii) presença: alteração dos ecos finos, visualização de diafragma e fronteiras dos vasos sanguíneos intra hepáticos seguindo as recomendações de Saadeh et al. (2002).

As medidas de gordura subcutânea (GS) e intra-abdominal (GI) seguiram as etapas descritas por Diniz et al. (2009). A GS consiste na medida entre a pele e a face externa da musculatura do reto abdominal. Para esta medida o transdutor foi posicionado a um centímetro da cicatriz umbilical, sem exercer pressão sobre a região. A GI trata-se da medida entre a face interna da musculatura do reto abdominal e a parede posterior da aorta, na linha média do abdômen. Esta medida foi coletada durante a expiração do paciente. Tais medidas de espessura do tecido adiposo foram expressas em centímetros.

Recomendações antes dos treinamentos físicos

Os participantes foram orientados a ingerir água e trajar roupas leves e adequadas durante a intervenção. O participante que faltou por mais de duas semanas ininterruptas e/ou obteve menos de 70% de frequência, foi excluído deste estudo. Foram realizados exercícios físicos de alongamento antes e depois da intervenção.

Treinamento Concorrente

Inicialmente destinou-se quatro semanas a fim de possibilitar a adaptação neuromuscular ao treinamento concorrente. As sessões tiveram 60 minutos de duração, de tal forma que 50% do tempo de atividade aeróbia (caminhadas e corridas) e 50% de treinamento com pesos (musculação) realizados na academia da FCT-

UNESP. Tais sessões ocorreram três vezes por semana, no período vespertino, durante 20 semanas [quatro semanas de adaptação e 16 semanas de sobrecarga do treinamento].

As atividades respeitaram a zona aeróbia de treinamento (65% a 85% da frequência cardíaca máxima monitorada aleatoriamente por cardiofrequencímetros (marca Polar®, modelo S810), em quatro adolescentes. Para o treinamento resistido, foram realizados testes de repetições máxima (RM), seguindo orientações no que se refere à duração da sessão, intensidade do esforço e frequência semanal do Colégio Americano de

Medicina do Esporte (*American College Sports Medicine*) (ACSM, 1998) e Watts et al. (2004). Os adolescentes foram submetidos aos seguintes exercícios físicos com progressiva sobrecarga externa: (i) Leg Press; (ii) Remada Baixa; (iii) Supino; (iv) Agachamento; (v) Puxada Alta; (vi) Mesa Flexora; (vii) Rosca Bíceps; (viii) Peck Deck; (ix) Tríceps; (x) Mesa Extensora, aliado aos exercícios físicos sem carga externa, respectivamente, Abdominal e Dorsal. O Quadro 1 apresenta a periodização do treinamento concorrente. Utilizou-se uma série e intervalo de um minuto entre os exercícios físicos.

Exercícios físicos	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês
	Leve*	40%RM	45%RM	50%RM	55%RM
Com carga externa	20 rep	20 rep	15 rep	15 rep	15 rep
Sem carga externa	15 rep	20 rep	20 rep	25 rep	25 rep

*período de adaptação, rep = repetições.

Quadro 1 - Periodização do treinamento concorrente para adolescentes obesos, Presidente Prudente-SP.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Treinamento Funcional

As atividades foram estruturadas de acordo com as orientações propostas pelo Centro de Controle de Doenças (*Centers for Disease Control and Prevention*). (CDC, 2008). Em cada sessão foram empregadas 30 minutos de atividades aeróbias (caminhadas com progressiva adaptação e transferência para a corrida [treinamento aeróbio]) e 30 minutos de atividades de fortalecimento muscular [treinamento funcional]. A aplicabilidade do treinamento funcional possibilitou realizar atividades de fortalecimento muscular, equilíbrio, coordenação motora, resistência física, além da prevenção de lesões.

O treinamento funcional foi empregado numa mesma sessão com duração total de 60 minutos cada, sendo que destinava-se aproximadamente 50% deste período a cada

intervenção [funcional/aeróbia]. Estas atividades foram realizadas durante 20 semanas (quatro semanas de adaptação e 16 semanas de sobrecarga do treinamento), no período vespertino.

A frequência semanal era de três vezes, e os exercícios físicos foram subdivididos entre os dias da semana, segundo a seguinte ordem: 1º dia da semana de treinamento físico - elevação das pernas, dorsal estático, abdominal, elevação lateral dos ombros, agachamento a fundo, rosca direta; 2º dia - flexão das pernas, tríceps francês, crucifixo, adução das pernas, dorsal dinâmico e abdominal e; 3º dia - elevação de tronco, extensão de quadril, oblíquo, abdução das pernas, polichinelo e prancha. O Quadro 2 apresenta a periodização do treinamento funcional. A duração das pausas entre os exercícios físicos foi de um minuto.

Período	1º mês	2º mês	3º mês	4º mês	5º mês
Séries	1	2	2	1	1
Repetições	12	8# 10#	12# 15#	20	25

= repetições realizadas durante 15 dias do referido mês.

Quadro 2 - Periodização do treinamento funcional para adolescentes obesos, realizado no ano de 2011, Presidente Prudente-SP.

Fonte: Elaborado pelos autores.

A intensidade do treinamento funcional foi monitorada pelo método de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) de Borg (1974). Os adolescentes foram encorajados a realizar as atividades na intensidade 13-14 da escala de PSE.

Protocolo do teste aeróbio

O treinamento concorrente e o treinamento funcional tiveram na mesma sessão, aproximadamente 30 minutos de atividade aeróbia, realizados na pista oficial de atletismo da FCT-UNESP. Para determinar a intensidade de treinamento aeróbio, os adolescentes foram submetidos ao teste de esforço máximo, progressivo e contínuo em esteira ergométrica (marca Inbrasport, BR, modelo ATL), peso máximo do usuário até 180 Kg, inclinação de 0 a 26% e velocidade de até 24 km/h. O teste de esforço iniciou a uma velocidade de 3 km/h, durante um minuto a uma inclinação de 1%. A cada minuto a velocidade foi aumentada em 0,5km/h, restringindo a inclinação em 1%. Durante o teste de esforço, os adolescentes utilizaram uma máscara de silicone com pneumotacógrafo de médio fluxo (10 até 120 l/min). Os dados apresentados respiração a respiração foram coletados pelo aparelho QUARK PFT (COSMED, Roma, Itália) após a retirada dos *outliers* foi considerado o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), sendo a maior média durante os 30s finais de exercício físico (OriginPro 8.0, OriginLab Corporation, Microcal, Massachusetts, USA).

Análise estatística

Primeiramente, o teste Kolmogorov-Smirnov (K-S) foi utilizado para averiguar se os conjuntos de dados seguiam o modelo Gaussiano de distribuição. Com base nos parâmetros fornecidos pelo teste K-S, foi decidido pela utilização da estatística paramétrica.

Como estatística descritiva, para as variáveis numéricas, foram empregados valores de média, desvio-padrão e delta percentual da diferença ($\Delta\%$). Para os dados categóricos, se utilizou taxas. O teste t de Student para dados pareados foi utilizado para indicar a existência de diferenças significantes entre os momentos do estudo, bem como, o teste de McNemar comparou a ocorrência do diagnóstico de EHNA

nos dois momentos de estudo. O teste t de Student para dados independentes comparou os $\Delta\%$ para ambos os tipos de treinamentos empregados.

Valores de *p* inferiores a 5% foram considerados diferentes estatisticamente. Todas as análises foram realizadas no *software Statistical Package for Social Science (SPSS versão 17.0 [Inc. Chicago. IL])*.

RESULTADOS

Amostra composta por 49 adolescentes obesos, destes 36 participaram do treinamento concorrente durante o ano de 2010 (23 do sexo masculino e 13 do sexo feminino), com idade entre 12 e 15 ($13,6\pm 1,10$) anos e em 2011, 13 adolescentes participaram do treinamento funcional (9 do sexo masculino e 4 do sexo feminino), com idade entre 12 e 15 ($13,0\pm 0,96$) anos.

Para o treinamento concorrente, a ocorrência de EHNA não diferiu nos dois momentos de avaliação (Início: 22,2% e Final: 16,7%; McNemar com *p*-valor= 0,688). Por outro lado, houve redução para o treinamento funcional (Início: 92,3% e Final: 15,4%; McNemar com *p*-valor= 0,002).

No que se refere ao treinamento concorrente, houve diminuição significativa para os valores de peso corporal (*p*-valor=0,012), IMC (*p*-valor= 0,000) gordura corporal (GC, MG e G Tronco [*p*-valor= 0,001]), perfil lipídico (LDL-c e CT [*p*-valor= 0,001) e aumento da estatura (*p*-valor= 0,000) e MCM (*p*-valor= 0,001) (Tabela 1).

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos pelo treinamento funcional. Os indicadores de adiposidade corporal (exceto GS [*p*-valor: 0,532), a MCM e o LDL-c apresentaram alterações significativas.

A Tabela 3 compara os percentuais de mudança dos dois protocolos de treinamento físico e identificou que o treinamento concorrente apresentou maior efeito sobre a adiposidade corporal. No que se refere as variáveis bioquímicas, o treinamento concorrente apresentou maior redução do CT ($-11,55\pm 9,68$ [*p*-valor= 0,022]) comparado ao treinamento funcional. Por outro lado, o treinamento funcional apresentou alterações

positivas no HDL-c ($9,38 \pm 13,56$ [p -valor= 0,039]) e diminuição da GS ($-16,0 \pm 16,3$ [p -valor=0,041]) e GI ($-19,9 \pm 27,6$ [p -valor= 0,004]).

Tabela 1 - Efeito de 20 semanas do treinamento concorrente sobre a composição corporal e perfil lipídico de adolescentes obesos, Presidente Prudente-SP.

	Pré (n = 36) Média ± DP	Pós (n = 36) Média ± DP	t	p-valor
Antropometria				
Peso (Kg)	78,6±13,1	76,5±12,6	2,6	0,012*
Estatura (cm)	160,8±8,6	163,0±8,7	-6,4	0,000*
IMC (kg/m ²)	30,6±3,9	28,8±3,3	4,9	0,000*
DXA				
GC (%)	44,6±5,6	40,7±5,4	8,5	0,001*
MG (Kg)	34,8±7,7	30,8±6,9	6,1	0,001*
MCM (Kg)	39,9±7,4	41,9±7,8	6,1	0,001*
G Tronco (%)	46,4±5,9	41,9±6,1	6,8	0,001*
Exame Bioquímico				
TG (mg/dL)	113±58,0	102,9±50,2	2,0	0,050
HDL-c (mg/dL)	43,0±10,0	42,1±8,7	0,7	0,439
LDL-c (mg/dL)	101,5±32,1	84,1±27,7	7,1	0,001*
CT (mg/dL)	167,3±36,4	146,9±31,0	6,6	0,001*
Ultrassonografia				
GS (cm)	3,5±1,3	3,4±0,9	0,3	0,737
GI (cm)	4,0±1,5	3,9±1,4	0,7	0,463

Pré= antes do treinamento; Pós= depois do treinamento; DP = desvio padrão; DXA = *dual-energy x-ray absorptiometry*; GC = gordura corporal; MG = massa gorda; MCM = massa corporal magra; G Tronco = gordura de tronco; TG = triglicérides; HDL-c = lipoproteína de alta densidade; LDL-c = lipoproteína de baixa densidade; CT = colesterol total; GS = gordura subcutânea; GI = gordura intra-abdominal; * p -valor < 0,05.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 2 - Efeito de 20 semanas do treinamento funcional sobre a composição corporal e perfil lipídico de adolescentes obesos, Presidente Prudente-SP.

	Pré (n = 13) Média ± DP	Pós (n = 13) Média ± DP	t	p-valor
Antropometria				
Peso (Kg)	82,9±15,0	83,1±14,3	-0,1	0,867
Estatura (cm)	162,7±5,6	164,6±5,3	-3,9	0,002*
IMC (kg/m ²)	30,5±2,6	29,8±2,6	2,7	0,017*
DXA				
GC (%)	47,8±3,5	45,4±3,8	5,5	0,001*
MG (Kg)	38,6±7,5	36,4±7,5	3,5	0,004*
MCM (Kg)	39,7±8,2	41,2±8,2	-3,7	0,003*
G Tronco (%)	50,6±5,0	47,9±4,7	3,5	0,004*
Exame Bioquímico				
TG (mg/dL)	93,0±39,1	110,0±84,9	-0,9	0,345
HDL (mg/dL)	43,0±8,0	47,4±13,3	-2,1	0,051
LDL (mg/dL)	87,2±27,0	78,8±22,9	2,3	0,036*
CT (mg/dL)	157,0±27,9	150,2±28,3	1,3	0,217
Ultrassonografia				
GS (cm)	3,7±1,7	2,9±0,6	1,8	0,090
GI (cm)	4,7±1,6	3,5±1,1	2,4	0,032*

Pré= antes da intervenção; Pós= depois da intervenção; DP = desvio padrão; DXA = *dual-energy x-ray absorptiometry*; GC = gordura corporal; MG = massa gorda; MCM = massa corporal magra; G Tronco = gordura de tronco; TG = triglicérides; HDL-c = lipoproteína de alta densidade; LDL-c = lipoproteína de baixa densidade; CT = colesterol total; GS = gordura subcutânea; GI = gordura intra-abdominal; *p-valor < 0,05.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 - Comparação do efeito de dois tipos de treinamento ($\Delta\%$) sobre os indicadores de composição corporal e perfil lipídico em adolescentes obesos, Presidente Prudente-SP.

Variáveis	Concorrente (n =36)	Funcional (n =13)	p-valor
	Média $\Delta\% \pm DP$	Média $\Delta\% \pm DP$	
DXA			
GC (%)	-8,5 \pm 5,9	-4,9 \pm 3,3	0,047*
MG (Kg)	-10,8 \pm 10,7	-5,4 \pm 5,0	0,022*
MCM (Kg)	5,0 \pm 4,8	4,1 \pm 3,8	0,563
G Tronco (%)	-9,9 \pm 8,4	-5,1 \pm 5,5	0,043*
Exame Bioquímico			
TG (mg/dL)	-6,7 \pm 28,2	12,5 \pm 47,6	0,088
HDL-c (mg/dL)	-0,4 \pm 14,5	9,3 \pm 13,5	0,039*
LDL-c (mg/dL)	-16,4 \pm 12,9	-8,4 \pm 4,1	0,059
CT (mg/dL)	-11,5 \pm 9,6	-3,5 \pm 12,2	0,022*
Ultrassonografia			
GS (cm)	2,0 \pm 19,4	-16,0 \pm 16,3	0,004*
GI (cm)	-0,7 \pm 28,3	-19,9 \pm 27,6	0,041*

Pré= antes da intervenção; Pós= depois da intervenção; DP = desvio padrão; DXA = *dual-energy x-ray absorptiometry*; GC = gordura corporal; MG = massa gorda; MCM = massa corporal magra; %G Tronco = percentual gordura de tronco; TG = triglicérides; HDL-c = lipoproteína de alta densidade; LDL-c = lipoproteína de baixa densidade ; CT= colesterol total; GS = gordura subcutânea; GI = gordura intra-abdominal *p-valor < 0,05. Fonte: Elaborado pelos autores.

DISCUSSÃO

No presente estudo, ambos os protocolos de treinamento físico propiciaram redução da gordura corporal, corroborando com achados prévios da literatura. Este comportamento deve-se, principalmente, a intensidade do esforço físico, fato que pode contribuir na predominância do metabolismo oxidativo durante o treinamento aeróbio (FERNANDEZ et al., 2004).

Sabe-se que o treinamento resistido estimula o aumento de massa corporal magra, bem como, força e tônus muscular (SHAIBI et al., 2006). Neste cenário nossos resultados foram similares aos resultados encontrados por Foschini et al. (2010), uma vez que ambos os modelos de treinamento físico possibilitaram aumento neste componente. Por outro lado, este resultado não apresentou diferença entre tais intervenções. Estas alterações na composição corporal podem interferir diretamente no balanço energético, estimulando o aumento do gasto calórico (SABIA; SANTOS; RIBEIRO, 2004).

Quando analisada as alterações no perfil lipídico, apenas o treinamento concorrente apresentou redução significativa para o CT. Por outro lado, ambos os modelos de treinamento físico propiciaram diminuição da LDL-c. Resultados similares ao nosso estudo foram encontrados por Foschini et al. (2010). Tal evento pode ter acontecido pelo fato de que exercícios aeróbios de intensidade entre 60 e 65% do consumo máximo de oxigênio estimulam a predominância da oxidação lipídica em comparação as outras vias de depleção de substrato energético (LIMA-SILVA et al., 2006; WILMORE; COSTILL, 2001).

Em nenhum dos treinamentos físicos observou-se aumento significativo do HDL-c. Porém, o treinamento funcional teve maior impacto sobre esta variável. O comportamento do HDL-c apresenta resultados similares por Foschini et al. (2010) e pode estar associada à falta de controle alimentar (SUNG et al., 2002). Além disso, cabe salientar que a intensidade do esforço está atrelada a biodisponibilidade desta lipoproteína (SPATE-DOUGLAS; KEYSER, 1999).

No que se refere à prevalência da EHNA, ressalta-se que mais de 90% da amostra dos adolescentes submetidos ao treinamento funcional apresentavam a doença, enquanto que apenas aproximadamente 25% dos adolescentes submetidos ao treinamento concorrente tinham EHNA. Fato que contribuiu para essa redução percentual mais acentuada no grupo de treinamento funcional. A prevalência da EHNA foi mais elevada no presente estudo, em comparação aos achados da literatura

(PADILHA et al., 2010). Salienta-se por sua vez a dificuldade de discutir tais achados em virtude da escassez de estudos no qual aplicaram o treinamento concorrente (ANTUNES et al., 2013) ou treinamento funcional a fim de analisar possíveis alterações na EHNA em adolescentes obesos.

Quando analisamos aspectos da morfologia hepática, houve redução da gordura intra-abdominal apenas no grupo submetido ao treinamento funcional. Sabe-se que a gordura intra-abdominal é um importante fator de risco para o desenvolvimento da EHNA, uma vez que este tecido adiposo é mais metabolicamente ativo do que o tecido adiposo subcutâneo, fato que pode acarretar severas complicações metabólicas e funcionais aos órgãos-alvo (ANTUNES et al., 2013). Porém, frente às limitações da presente investigação, outros estudos são necessários a fim de investigar a eficácia do treinamento concorrente e do treinamento funcional nesta variável em potencial.

Como limitação do estudo, apresentam-se: pequeno número amostral e o alto acometimento da EHNA nos adolescentes pré-intervenção do treinamento funcional, ausência de um grupo controle, avaliação maturacional e apenas o resultado clínico, atestado verbalmente, referente ao diagnóstico da EHNA. Além disso, é importante destacar a escassez de estudos que tenham apresentado o efeito do treinamento concorrente em comparação ao treinamento funcional na EHNA em jovens obesos impediu que comparações mais específicas fossem realizadas.

Podemos concluir que ambos os modelos de treinamento físico propiciaram alterações benéficas sobre a composição corporal e perfil lipídico. Além disso, houve maior redução na ocorrência da EHNA no grupo de jovens submetido ao treinamento funcional. Porém ressalta-se a necessidade de futuras investigações no que se refere à periodização empregada e a intensidade do esforço físico.

CONCURRENT TRAINING AND FUNCTIONAL TRAINING PROMOTES BENEFICIAL CHANGES IN BODY COMPOSITION AND NONALCOHOLIC FATTY LIVER OF OBESE YOUTH

ABSTRACT

To compare the effect of concurrent and functional exercise training on body composition, lipid profile and non-alcoholic steatohepatitis in obese adolescents. Longitudinal/analytical study by non-random sampling carried out with 49 obese adolescents (n=36 in concurrent and n=13 in functional exercise training). Both protocols had 50% of the session designed to aerobic activities and the other half session to resistance and functional training (activities using self-body weight and dumbbells). Set data had normal distribution and the paired sample t test was applied. Concurrent exercise training decreased low density lipoprotein (-16.45%), total cholesterol (-11.55%), body fatness (-8.52%), trunk fatness (-9.95%) and increased fat free mass (5.05%). On the other hand, functional exercise training decrease body fatness (-4.97%), trunk fatness (-5.11%), intra-abdominal adiposity (-19,9%), increase fat free mass (4.18%) and occurrence of non-alcoholic steatohepatitis (reduction of 76.9%). Concurrent training seems a relevant tool to the treatment of non-alcoholic steatohepatitis in obese adolescents.

Keywords: Adolescent. Obesity. Physical Exercise. Hepatic Steatosis.

REFERÊNCIAS

DIRETRIZES Brasileira sobre Dislipidemias e Diretriz de Prevenção da Aterosclerose do Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 77, p. 1-48, 2001.

ACSM. American College of Sports Medicine. Position stand: the recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine Science Sports and Exercise*, v. 30, p. 975-991, 1998.

ANTUNES, B. M. M.; MONTEIRO, P. A.; SILVEIRA, L. S.; CAYRES, S. U.; SILVA, C. B.; FREITAS JÚNIOR, I. F. Júnior Effect of concurrent training on risk factors and hepatic steatosis in obese adolescents. *Revista Paulista de Pediatria*, Presidente Prudente, v. 31, n. 3, p. 371-376, 2013.

BORG, G. A. Perceived exertion. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, v. 2, n. 5, p. 131-153, 1974.

CDC. Centers for Disease Control and Prevention Division of Nutrition. **Fact Sheet for Health Professionals on Physical Activity Guidelines for Children and Adolescents**. Physical Activity, and Obesity: CDC, 2008.

COLE, T. J.; BELLIZZI, M. C.; FLEGAL, K. M.; DIETZ, W. H. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ*, London, v. 320, p. 1240-1243, 2000.

DÂMASO, A. R.; do PRADO, W.L.; de PIANO, A.; , L. TOCK, L.; CARANTI, D. A.; LOFRANO, M. C.; CARNIER, J.; CRISTOFALO, D. J. M.; LEDERMAN, H.; TUFIK, S.; de MELLO, M. T. Relationship between nonalcoholic fatty liver disease prevalence and visceral fat in obese adolescents. *Digestive and Liver Disease*, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 132-139, 2008.

- DINIZ, A. L. D.; TOMÉ, R. A. F.; DEBS, C. L.; CARRARO, R.; ROEVER, L. B.; PINTO, R. M. C. Avaliação da reprodutibilidade ultrassonográfica como método para medida da gordura abdominal e visceral. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 42, n. 6, p. 353-357, 2009.
- DUNCAN, S.; DUNCAN, E. K.; FERNANDES, R. A.; BUONANI, C.; BASTOS, K. D-N.; SEGATTO, A. F. M.; CODOGNO, J. S.; GOMES, I. C.; FREITAS JÚNIOR, I. F. Modifiable risk factors for overweight and obesity in children and adolescents from São Paulo, Brazil. **BMC Public Health**, Presidente Prudente, v.11, n. 7, p. 585, 2011.
- FERNANDEZ, A. C.; MELLO, M. T.; TUFIK, S.; CASTRO, P. M.; FISBERG, M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 10, n. 3, p. 152-158, 2004.
- FOSCHINI, D.; ARAÚJO, R. C.; BACURAU, R. F. P.; PIANO, A.; ALMEIDA, S. S.; CARNIER, J.; ROSA, T. D. S.; MELLO, M. T. D.; TUFIK, S.; DÂMASO, A. R. Treatment of obese adolescents: the influence of periodization models and ACE genotype. **Obesity**, São Paulo, v. 18, n. 4, p. 766-772, 2010.
- HILLS, A. P.; ANDERSEN, L. B.; BYRNE, N. M. Physical activity and obesity in children. **British Journal of Sports Medicine**, South Brisbane, v. 45, n. 1, p. 866-870, 2011.
- LAMB, M. M.; OGDEN, C. L.; CARROLL, M. D.; LACHER, D. A.; FLEGAL, K. M. Association of body fat percentage with lipid concentrations in children and adolescents: United States, 1999-2004. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Atlanta, v. 94, n. 3, p. 877-883, 2011.
- LASKEY, M. A.; CRISP, A. J.; COLE, T. J.; COMPSTON, J. E. Comparison of the effect of different reference data on Lunar DPX and Hologic QDR-1000 dual-energy X-ray absorptiometers. **British Journal of Radiology**, v. 65, n. 780, p. 1124-1129, 1992.
- LIMA-SILVA, A. E.; ADAMI, F.; NAKAMURA, F. Y.; OLIVEIRA, F.; GEVAERD, M. S. Metabolismo de gordura durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Joinville, v. 8, n. 4, p. 106-114, 2006.
- LOHMAN, T. G.; ROCHE, A. F.; MARTORELL, R. Anthropometric standardization reference manual. **Human Kinetics**, Champaign: Human Kinetics Books, 1988. p. 3-8.
- LOUTHAN, M. V.; BARVE, S.; McCLAIN, C. J.; JOSHI-BARVE, S. Decreased serum adiponectin: an early event in pediatric nonalcoholic fatty liver disease. **Journal of Pediatrics**, Louisville, v. 147, n. 1, p. 835-838, 2005.
- MATHUR, P.; DAS, M. K.; ARORA, N. K. Non-alcoholic fatty liver disease and childhood obesity. **Indian Journal of Pediatrics**, New Delhi, v. 74, n. 4, p. 401-407, 2007.
- OGDEN, C. L.; CARROLL, M. D.; KIT, B. K.; FLEGAL, K. M. Prevalence of obesity and trends in body mass index among US children and adolescents. **The Journal of the American Association**, Hyattsville, v. 307, n.5, p. 487-90, 2012.
- PADILHA, P. C.; ROCHA, H. F.; ALVES, N.; PERES, W. A. F. Prevalence of nonalcoholic fatty liver disease in obese children and adolescents: a systematic review. **Revista Paulista de Pediatria**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 387-393, 2010.
- PADOIN, A. V.; STAUB, H. L.; CHATKIN, J. M.; MORETTO, M.; MAGGIONI, L.; RIZZOLLI, J.; MOTTIN, C. C. Doença hepática não alcoólica gordurosa e risco de cirrose. **Scientia Medica**, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 172-176, 2008.
- PIANO, A.; PRADO, W. L.; CARANTI, D. A.; SIQUEIRA K. O.; STELLA, S. G.; LOFRANO, M.; TOCK, L.; CRISTOFALO, D. M.; LEDERMAN, H.; TUFIK, S.; MELLO M, T.; DÂMASO, A. R. Metabolic and nutritional profile of obese adolescents with nonalcoholic fatty liver disease. **Journal of Pediatric, Gastroenterology and Nutrition**, São Paulo, v. 44, n. 4, p. 446-452, 2007.
- SAADEH, S.; YOUNOSSI, Z. M.; REMER, E. M.; GRAMLICH, T.; ONG, J. P.; HURLEY, M.; MULLEN, K. D.; COOPER, J. N. The utility of radiological imaging in nonalcoholic fatty liver disease. **Gastroenterology**, Cleveland, v. 123, n. 3, p. 745-750, 2002.
- SABIA, R. V.; SANTOS, J. E.; RIBEIRO, R. P. P. Efeito da atividade física associada à orientação alimentar em adolescentes obesos: comparação entre o exercício aeróbio e anaeróbio. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 10, n. 5, p. 349-355, 2004.
- SHAIBI, G. Q.; CRUZ, M. L.; BALL, G. D. C.; WEIGENSBERG, M. J.; SALEM, G. J.; CRESPO, N. E.; GORAN, M. I. Effects of resistance training on insulin sensitivity in overweight Latino adolescent males. **Medicine Science Sports and Exercise**, Los Angeles, v. 38, n. 1, p. 1208-1215, 2006.
- SOLER, G. L. N.; SILVA, A. W. S. M.; SILVA, V. C. G. Doença hepática gordurosa não-alcoólica: associação com síndrome metabólica e fatores de risco cardiovascular. **Revista da Socerj**, Rio de Janeiro, v.2, n. 2, p. 94-100, 2008.
- SPATE-DOUGLAS, T.; KEYSER, R. Exercise intensity: its effect on the high-density lipoprotein profile. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, Allendale, v. 80, n. 6, p. 691-695, 1999.
- SUNG, R.Y.; YU, C.; CHANG, S.; MO, S.; WOO, S.; LAM, S. Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. **Archives of Disease in Childhood**, Hong Kong, v. 86, n. 6, p. 407-410, 2002.
- VASCONCELLOS, S. A. N.; GONÇALVES, R. N.; MONTEIRO, L. L.; PEREIRA, E. F. M. Uma revisão sobre treino concorrente. **Ensaios e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, Valinhos, v. 12, n. 2, p. 17-33, 2008.

WATTS, K.; BEYE, P.; SIAFARIKAS, A.; DAVIS, E. A.; JONES, T. W.; O'DRISCOLL, G.; GREEN, D. J. Exercise training normalizes vascular dysfunction and improves central adiposity in obese adolescents. **American College of Cardiology**, Crawley, v. 19, n. 10, p. 1823-1827, 2004.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2001.

WHO. World Health Organization. **Workshop on the Implementation of the Global Strategy on Diet, Physical Activity and Health in the Pacific**. WHO, 2010.

Recebido em 12/11/2013

Revisado em 13/01/2014

Aceito em 24/02/2014

Endereço para correspondência: Suziane Ungari Cayres. Universidade Estadual Paulista, Departamento de Educação Física, Rua Roberto Simonsen 305, Centro Educacional, CEP: 19060-900, Presidente Prudente-SP, Brasil. E-mail: suziungari@yahoo.com.br

Apoio: Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico e Científico (PIBIC/CNPq) processo 07/2009