

O Papel do Exercício Físico na Composição Corporal e na Taxa Metabólica Basal de Meninos Adolescentes Obesos

The Role of Physical Exercise in Body Composition and Basal Metabolic Rate in Obese Adolescent Boys

SCHNEIDER, P.; MEYER, F. O Papel do Exercício Físico na Composição Corporal e na Taxa Metabólica Basal de Meninos Adolescentes Obesos. *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(1): 101-107.

RESUMO: A obesidade entre adolescentes vem aumentando, sendo considerada um dos principais problemas de saúde pública. A inserção do exercício físico ou o seu aumento, objetivando o aumento do gasto energético diário, é um dos tratamentos mais utilizados. O treinamento aeróbico é importante na diminuição da massa e da gordura corporal. O treinamento de força é importante tanto para o aumento da força muscular para as atividades da vida diária, quanto para o aumento da massa corporal magra, podendo consequentemente aumentar a taxa metabólica basal, o que previne o retorno do peso corporal. O objetivo deste estudo foi o de revisar a importância de diferentes tipos de exercício físico na composição corporal e na TMB de adolescentes obesos. Os artigos utilizados foram pesquisados pela base de dados medline tendo como critério a busca de artigos publicados sobre o tema em questão entre os anos de 1995-2004. É importante adicionar o treinamento de força a um programa de perda de peso para preservar a massa corporal magra e consequentemente a taxa metabólica basal. O exercício físico em forma de circuito pode ser uma forma de incentivar a aderência ao programa.

Palavras-chave: Gordura Corporal, Massa Corporal Magra, Obesidade

SCHNEIDER, P.; MEYER, F. The Role of Physical Exercise in Body Composition and Basal Metabolic Rate in Obese Adolescent Boys. *R. bras. Ci e Mov.* 2007; 15(1): 101-107.

ABSTRACT: Obesity among adolescents has been increasing and is considered a major public health problem. The addition of physical exercise or its increase, aiming the increase of daily energy expenditure, is one of the most used treatments. Aerobic training is important for the decrease of body and fat mass. Strength training is important either to increase muscular strength in daily activities or to increase fat-free-mass, which might consequently increase basal metabolic rate, what would prevent the return of body weight. The purpose of this study was to review the importance of different kinds of physical exercises in body composition and basal metabolic rate in obese adolescent boys. The articles were researched using medline database and the inquiry of published articles about the subject between 1995-2004 was used as the criterium. The strength training should be added to a weight-loss program aiming to prevent fat-free mass and basal metabolic rate, consequently. Circuit physical training should be a good way to encourage program adherence.

Keywords: Body Fat, Fat-Free-Mass, Obesity.

Patrícia Schneider¹

Flávia Meyer

¹ Graduada em Educação Física pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Doutoranda em Ciências do Movimento Humano na mesma Universidade. (Fone 51-3381-8661 e 9654-8762)

Fonte Financiadora: CNPq Baseado no Mestrado da primeira autora, defendido em 14/03/2005 na mesma instituição, com orientação da Dra. Flávia Meyer.

Recebimento: 12/2005
Aceite: 07/2006

A obesidade em crianças e adolescentes é uma doença de difícil e complexo tratamento, pois apresenta causas genéticas, fisiológicas, comportamentais, ambientais e psicológicas. Dentre as causas comportamentais e ambientais, a atividade física insuficiente é uma das mais importantes.

Para o controle do peso corporal alguns autores^{3,18} indicam, além da adequação da ingestão alimentar, o treino de resistência aeróbia com ênfase na duração e na frequência do treino, por gerar um grande gasto energético. A desvantagem desse tipo de treino é que ele diminuiu a massa corporal magra (MCM) em um programa de dieta alimentar para crianças e adolescentes obesos⁴ ou apenas mantém a MCM²¹.

Além do possível retorno ou aumento da massa corporal (MC), outro aspecto negativo da diminuição é que a MCM apresenta uma forte correlação com a taxa metabólica basal (TMB) em crianças e adolescentes obesos^{3,15}. Para diminuir a perda da MCM, no caso de grandes modificações da MC ou para aumentá-la, a adição de exercícios de força e resistência muscular a programas de redução de peso para crianças e adolescentes obesos vem sendo estudada²³. Porém, alguns estudos em adultos têm demonstrado que apenas o treinamento de força (TF) pode não ser capaz de promover benefícios na composição corporal como demonstraram Lemmer et al.¹⁶. Apesar de o treinamento de força promover o aumento da força muscular, importante para uma maior facilidade e melhor realização de atividade física espontânea ou sistemática em grupo de obesos, é importante a adição do treinamento aeróbio para resultados na diminuição da MC e da gordura corporal (GC).

Em adolescentes obesos, o treinamento misto (aeróbio e de força muscular) em conjunto, proporciona aumentos na MCM e na força muscular e diminui a GC. Conseqüentemente, por meio do aumento da MCM, há um aumento na TMB. Como a TMB representa a maior porcentagem do gasto energético diário de um indivíduo, em torno de 60 a 75% do gasto energético total, torna-se importante identificar formas de potencializar o seu aumento para facilitar a perda da massa corporal. O treino misto já vem sendo realizado e indicado em programas de aumento de força muscular e de perda de peso corporal para crianças e adolescentes obesos^{17,20,25}.

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi o de revisar a importância de diferentes tipos de exercício físico na composição corporal e na TMB de adolescentes obesos.

2.1 Consequências e Controle da Obesidade

Muitos problemas de saúde decorrem da obesidade. Em crianças e adolescentes, vários autores^{25,30} têm relatado uma associação entre a obesidade e um maior risco para doenças cardiovasculares, hiperlipidemia, hiperinsulinemia, hipertensão arterial sistêmica, aterosclerose, diabetes mellitus não-insulino-dependente, diminuição de hormônios do crescimento, desordens respiratórias, problemas ortopédicos, alguns tipos de câncer e sofrimento psicológico e social.

Devido a todos os problemas para a saúde gerados pela obesidade, são necessários programas de prevenção, controle e diminuição do peso corporal. O exercício físico é eficaz na prevenção e no controle da obesidade em crianças e adolescentes.

Com a diminuição da massa corporal por meio de dieta alimentar, há uma conseqüente diminuição da massa corporal magra¹¹. A MCM é mais ativa metabolicamente do que o tecido adiposo, sendo a principal determinante do gasto energético em repouso em crianças e adolescentes obesos ou não-obesos, como sugeriram vários autores^{22,29}. Com a perda da MCM, pode ocorrer o retorno ou até mesmo o aumento da MC, devido à conseqüente redução no gasto energético, como sugere estudo com adulto¹³. Além disso, a aderência a longo prazo a esse tipo de programa é baixa.

Estudos em adultos¹¹ e crianças⁴ têm demonstrado problemas com a dieta alimentar restritiva, que pode provocar déficits nutricionais e prejuízos à manutenção da perda de peso a longo prazo devidos à diminuição da MCM e da TMB. A perda de peso por meio da dieta alimentar restritiva pode ocorrer à custa de 50% ou mais da MCM, causando perda de força muscular, que pode ocasionar sensação de fadiga e redução da TMB - ambos trazendo efeitos deletérios para o sucesso na perda de peso.

Devido à perda da MCM e suas conseqüências advindas da dieta alimentar, a atividade física é bastante indicada na prevenção e no tratamento da obesidade. A atividade física e a aptidão física (capacidade

de realizar atividade física) são importantes modificadoras de morbimortalidades relacionadas à obesidade. Existem fortes evidências de que níveis moderados a altos de aptidão física proporcionam uma redução substancial nos riscos de desenvolver doenças cardiovasculares; e esses benefícios ocorrem não apenas para grupos de obesos, mas independentemente do IMC.

Crianças e adolescentes obesos submetidos a exercício físico^{1,14,26} têm demonstrado diminuição no risco para doenças cardiovasculares, benefícios na composição corporal, na pressão arterial sangüínea, na sensibilidade à insulina, nos níveis de triglicerídeos e colesterol séricos, no condicionamento físico e em fatores psicológicos.

Um estudo¹⁴ randomizou 80 obesos de 13 a 16 anos de idade para oito meses de intervenção. O grupo de mudança de comportamento (C) realizou reuniões duas vezes por semana, e os grupos mudança de comportamento e treino moderado (CTM), e mudança de comportamento e treino intenso (CTI), além das reuniões realizadas duas vezes por semana, participaram de treinamento aeróbio cinco vezes semanais. O CTI apresentou maiores benefícios do que o C nos níveis de triglicerídeos (T), colesterol total/lipoproteína de alta densidade (CT/HDL) e pressão diastólica. Os grupos CTM e CTI foram reunidos e comparados com o C. Houve benefícios significativos entre os valores de T, lipoproteína de densidade muito baixa e CT/HDL nos grupos que treinavam regularmente comparados ao grupo C. Concluiu-se que o treinamento físico, especialmente o intenso, mostrou efeitos favoráveis em vários marcadores de resistência à insulina em adolescentes obesos.

2.2 Efeitos do Treinamento Físico no Gasto Energético Diário e na Composição Corporal

Além de todos os benefícios para a saúde geral, a atividade física regular é importante no gasto energético diário e na composição corporal³⁰.

O gasto energético diário é composto de três componentes principais: 1) a TMB; 2) o efeito térmico alimentar (ETA); e 3) o efeito térmico da atividade física (ETAF). O primeiro constitui de 60 a 75% do gasto energético diário e está associado com a manutenção da maioria das funções

corporais. O ETA é o aumento cumulativo no gasto energético após as refeições e constitui aproximadamente 10% do gasto energético diário. O ETAF é o componente com maior variação no gasto energético diário e pode constituir de 15 a 30%. O ETAF inclui o gasto energético relativo ao trabalho físico, à atividade muscular e ao exercício físico.

O gasto energético diário influencia diretamente a composição corporal. A composição corporal, compreendida em MCM e massa de GC, pode ser alterada com programas de treinamento físico. Assim, como há alta correlação significativa entre as mudanças na TMB e a MCM²², e como a MCM é mais ativa metabolicamente do que o tecido adiposo tem sido proposto que o exercício físico pode aumentar o gasto energético diário e preservar ou aumentar a MCM resultante da perda de peso, ajudando a manter ou aumentar a TMB¹. Por meio da perda da MCM, pode ocorrer um posterior aumento ou retorno da MC, devido à conseqüente redução no gasto energético diário. Assim, a atividade física objetivando a manutenção ou o aumento da MCM e a diminuição da GC parece ser o melhor preditor de sucesso na manutenção do peso e do emagrecimento.

2.3 Os Tipos de Treinamento Físico na Composição Corporal e na Taxa Metabólica Basal

2.3.1 Treinamento Aeróbio - Programas de treinamento físico utilizando exercícios aeróbios geralmente demonstram diminuição da MC e da GC total, mas não trazem ganhos na MCM⁹.

Vários estudos^{4,5,7} apresentam como limitação a falta de um grupo CON. Assim, o aumento da MCM pode ter ocorrido devido ao crescimento e ao desenvolvimento físico naturais na infância e na adolescência¹⁸.

Crianças e adolescentes obesos⁷ com atividade física de natureza aeróbia e dieta alimentar, demonstraram a manutenção da MCM e a diminuição da MC e do %GC. Esse estudo não apresentou um grupo CON. Da mesma forma, sem grupo CON, Denadai *et al.*⁵ com crianças e adolescentes obesos brasileiros mostraram aumento da MCM e diminuição da MC e de GC após nove meses de dieta alimentar e treinamento aeróbio duas vezes semanais. Assim, é difícil afirmar se os resultados decorreram da intervenção,

do desenvolvimento corporal natural ou das mudanças sazonais.

Um estudo¹⁰ com crianças obesas foi realizado em uma colônia de férias, com atividades predominantemente aeróbias que ocorriam durante uma hora e 30 minutos, cinco vezes ao dia, durante oito semanas; dieta alimentar de 1.400 kcal/d; e reuniões para mudança de comportamento e hábitos. Houve resultados positivos ($p < 0,001$) entre os participantes, na diminuição da MC, do IMC e do %GC, e no aumento do desempenho aeróbio e das medidas psicométricas de auto-estima. Mas, como a MCM não foi medida, pode haver ocorrido até mesmo a sua diminuição, além de ser difícil para uma criança obesa seguir uma dieta de 1.400 kcal/d no dia-a-dia.

Gutin e colegas¹² dividiram adolescentes obesos em dois grupos: um com reuniões para mudança no comportamento (C) e outro com o mesmo procedimento mais a atividade física aeróbia (CT), durante oito meses. O CT diminuiu o %GC comparado ao C; porém não houve diferença na MC e na MCM entre os dois grupos.

Eliakim *et al.*⁶ compararam crianças e adolescentes obesos submetidos a um programa de intervenção de 3 a 6 meses com um grupo CON. O programa consistiu em exercícios aeróbios, dieta alimentar e palestras para mudança de comportamento. A MC e o IMC foram reduzidos no grupo submetido ao programa e aumentados no grupo CON. A MCM e o %GC não foram relatados nesse estudo.

Recentemente, Deforche *et al.*⁴ com adolescentes obesos que seguiram 10 semanas de dieta alimentar e exercícios aeróbios, sem grupo CON, mostraram a diminuição da GC e da MCM. Os autores sugeriram a adição do treinamento de força com o objetivo de preservar a MCM.

2.3.2 Treinamento de Força - Atualmente, verifica-se que o treinamento de força pode manter ou aumentar a MCM e, conseqüentemente, a TMB em crianças e adolescentes. Assim, por seus benefícios a longo prazo, ele tem sido realizado e incentivado a ser incluído no tratamento da obesidade^{2,4,20,25,27,28}.

A força é a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de

movimento em uma determinada velocidade de movimento e é uma condição fisiológica para uma saúde ideal e uma boa qualidade de vida.

Em adultos, o ACSM¹ recomenda que o treinamento de força acompanhe o treinamento aeróbio em indivíduos acima do peso e obesos, pois, além de todos os benefícios para a composição corporal, a TMB e a saúde em geral, ele aumenta a força e a resistência muscular. A força e a resistência muscular são importantes para indivíduos obesos, pois possibilitam um estilo de vida mais ativo, já que viabilizam a realização das tarefas funcionais diárias, como, por exemplo, levantar da cadeira, carregar compras e sustentar seu próprio peso corporal.

Estudos de Treuth e colegas^{27,28} com meninas pré-púberes obesas examinou os efeitos de um grupo que realizou treinamento de força (TF) durante 20 min, três vezes por semana e durante 5 meses, comparado a um grupo CON de não-obesas (GCO). Foram avaliados a MC, os tecidos adiposos intra-abdominal e subcutâneo, o %GC, a MCM, a TMR, a taxa metabólica de sono, a força e o VO_{2pico} . Houve aumentos significativos nos dois grupos quanto à MC, à GC, à MCM e ao tecido adiposo abdominal subcutâneo. Apenas o tecido adiposo intra-abdominal permaneceu inalterado no TF, enquanto que aumentou no GCO. A TMR aumentou igualmente nos dois grupos, e não houve modificação da mesma quando ajustada pela MC ou pela MCM. A força aumentou no TF. O VO_{2pico} aumentou nos dois grupos, porém não quando covariado pela MC ou pela MCM. É possível que a curta duração da sessão de treinamento, que foi de 20 min, tenha sido insuficiente para provocar diferenças significativas na composição corporal entre os grupos, apresentando, assim, resultados similares na TMR. Os autores sugeriram, então, a realização de estudos com crianças obesas, combinando o treinamento de força com o treinamento aeróbio, com o fim de aumentar o gasto energético e a força muscular, e beneficiar o metabolismo geral.

SCHWINGSHANDL *et al.*²³ analisaram o efeito da dieta com o treinamento de força (DF) e apenas a dieta (D) na composição corporal de crianças e adolescentes obesos. O grupo DF obteve aumento na MCM comparada à do grupo D ($p = 0,01$); e, após um ano, essa mudança na MCM foi inversamente correlacionada com mudanças

na MC ($r=-0,44$; $p<0,05$). Esses resultados demonstram a importância da MCM na prevenção do retorno da MC depois da sua diminuição.

Estudos compararam os treinamentos aeróbio e de força muscular em relação à MCM. Uma metanálise de Garrow e Summerbell⁹ mostrou que, em homens, o treinamento aeróbio sem restrição alimentar causou perda de 3 kg de MC em 30 semanas, mas com pequeno efeito na MCM, comparado a grupo CON de sedentários. Já o treinamento de força demonstrou pequena diminuição de MC, mas aumentou a MCM em cerca de 2 kg, mostrando a importância do treino misto.

Um estudo de Sothorn *et al.*²⁵ avaliou 19 obesos pré-adolescentes, de 7 a 12 anos de idade, que foram submetidos a 10 semanas de um programa de redução de peso incluindo dieta, modificação comportamental e exercícios que incluíam força muscular (TF). O grupo CON ($n=48$) realizou dieta, modificação comportamental e caminhadas três vezes por semana. A aderência ao programa do grupo TF foi de 78,9%; e a do grupo CON, de apenas 35%. Nos dois grupos, a MC e o IMC diminuíram significativamente após as 10 semanas e não aumentaram significativamente após o ano seguinte. No grupo TF, o %GC diminuiu significativamente, enquanto que a MCM não mudou significativamente. Dessa forma, o treinamento de força melhorou a aderência ao programa e foi seguro para pré-adolescentes obesos.

Os três últimos estudos demonstram a importância do treinamento de força muscular para o aumento da MCM em adultos e crianças. Isso poderia ser extrapolado para crianças e adolescentes obesos, na tentativa de manutenção da diminuição da MC a longo prazo, já que a MCM foi inversamente correlacionada com o retorno da MC nesses grupos²³.

Em crianças e adolescentes obesos, existem estudos analisando a importância da MCM como fator de predição de retorno da MC diminuída após programas de perda de peso. Recentemente, RODRÍGUEZ *et al.*²² compararam crianças e adolescentes obesos e não-obesos, onde a MCM foi o principal determinante da TMB, explicando 72,3 e 73,1% da variabilidade da TMB em obesos e não-obesos, respectivamente.

Em relação à TMB, estudos com adultos

obesos²¹ e idosos não-obesos^{13,16} mostraram aumentos da TMR após treinamento de força. Esses aumentos da TMR em idosos ocorreram mesmo após o ajuste pela MCM, mostrando que existem outros fatores responsáveis pela sua elevação. Uma das possíveis respostas seria o aumento da ativação do sistema nervoso simpático, que poderia ocorrer mediante o treino de força ou de outro tipo de treinamento, como o treino misto. Hunter *et al.*¹³ realizaram 26 semanas de treino de força em idosos e demonstraram aumento na força (36%), na MCM (2 kg) e na TMR (6,8%); diminuição na GC; e manutenção da MC. Os autores atribuíram esse aumento da TMR, em parte, ao aumento da MCM.

Lemmer *et al.*¹⁶ compararam os efeitos da idade e do gênero em resposta ao treino de força na TMR e na composição corporal, antes e após 24 semanas, em 10 homens e nove mulheres jovens (20-30 anos), e 11 homens e 10 mulheres idosos (65-75 anos). Quando todos os sujeitos foram analisados conjuntamente após o treinamento, em valores absolutos ou covariados pela MCM, a TMR aumentou significativamente em 7% (5.956 vs. 6.357 kJ/d ou 1.425 kcal/d vs. 1.521 kcal/d; $p<0,005$); quando dividida pela faixa etária, aumentou 7% nos jovens (6.458 vs. 6.750 kJ/d ou 1.545 kcal/d vs. 1.615 kcal/d; $p<0,01$) e idosos (5.641 vs. 6.028 kJ/d ou 1.350 kcal/d vs. 1.442 kcal/d; $p<0,05$), sem interação significativa entre as diferentes faixas etárias; e quando divididos por sexo, os homens apresentaram valores maiores de TMR comparados aos de mulheres. A conclusão foi que as TMRs absoluta e relativa em resposta ao treino de força foram influenciadas pelo gênero, mas não pela idade.

Em meninas pré-púberes obesas, Treuth *et al.*²⁸ não mostraram diferenças entre os aumentos na TMR entre o grupo EXP (cinco meses de treinamento de força de baixo volume) e o grupo CON.

2.3.3 Treinamento Misto - Por unir os benefícios dos treinos aeróbio e de força, o treino misto tem recebido atenção. Uma metanálise de LeMura e Maziekas¹⁷ mostrou que as melhores alterações na composição corporal em crianças e adolescentes obesos acontecem com o treino misto e quando se realizam exercícios de longa duração e baixa intensidade. Em adolescentes de

ambos os sexos, com obesidade severa (12 a 16 anos de idade; IMC= 33,9; %GC=41,5%), Lazzer e colaboradores¹⁵, recentemente, analisaram os efeitos de um programa multidisciplinar de redução de peso na composição corporal e na TMB. O programa incluiu dieta alimentar moderada e treino misto durante nove meses. A composição corporal foi analisada pela DEXA; e a TMB, pela calorimetria indireta. Os adolescentes diminuíram 16,9 kg na MC; 15,2 kg na GC; e 1,8 kg na MCM ($p<0,05$). Após o programa, a TMB diminuiu significativamente em 8,3% e, quando ajustada pela MCM, em 6,3%. Quando o grupo foi dividido por gênero, essa intervenção preservou a MCM apenas dos meninos.

Sothern *et al.*²⁴ realizaram 10 semanas de um programa de perda de peso, com dieta alimentar, exercícios aeróbios, de força e flexibilidade, e mudança de comportamento com crianças obesas (10,8 anos de idade). A MC e a GC diminuíram; e, apesar disso, a MCM e a TMR permaneceram inalteradas. Esse estudo também não apresentou um grupo CON.

Sung *et al.*²⁶ compararam o perfil lipídico de crianças obesas randomizadas para seis semanas de intervenção em grupo de dieta e treino misto em circuito ou apenas dieta (900 a 1.200 kcal/d). Não houve redução na MC e no IMC, e o colesterol foi reduzido nos dois

grupos. A MCM aumentou, e a razão LDL: HDL diminuiu (ambos significativamente) no treino misto, mostrando os benefícios desse tipo de treinamento.

Conclusão

Uma alimentação saudável e equilibrada é importante para a perda de peso inicial, mas um treinamento físico que inclua o treinamento de força é primordial para o aumento do gasto calórico e para a manutenção ou o aumento da MCM, que é um bom preditor da prevenção do retorno do peso corporal^{19,23}.

Grande parte dos participantes abandonam o programa de exercícios durante os primeiros três a seis meses. Isso constitui um problema, já que, para um bom resultado, a aderência a qualquer tipo de programa de treinamento físico é imprescindível. Poucos estudos foram encontrados com o treino misto em circuito, que é a organização em forma de “estações”, em que há alternância de exercícios de membros superiores e inferiores, com um mínimo de descanso entre esses exercícios, visando, normalmente, um maior gasto calórico e um condicionamento cardiorrespiratório. Por isso, o treino misto em circuito pode ser uma opção interessante para grupos de crianças e adolescentes obesos, já que esses têm dificuldade em manter atividades monótonas, repetitivas e de longa duração como os exercícios aeróbios. Já com a adição de exercícios de força, o programa tornar-se motivante e atrativo pela constante alternância dos exercícios e resultados rápidos, em um ou dois meses de treinamento.

Referências Bibliográficas

1. American College of Sports Medicine (ACSM). **Clinical conditions influencing exercise prescription** In: ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 6. Ed., Lippincott, 2000.
2. Bar-Or O. The juvenile obesity epidemic: Is physical activity relevant? **Sports Science Exchange** 2003; 16: 2.
3. **Consenso Latino Americano sobre Tratamento da Obesidade** – CLAO - Federación Latinoamericana de Sociedades de Obesidad (FLASO) – 1998. Disponível em URL: <http://www.abeso.org.br/downloads.htm>. [2003 Out 02]
4. Deforche B, et al. Changes in fat-free mass and aerobic fitness in severely obese children and adolescents following a residential treatment programme. **Eur J Ped** 2003; 162: 616-622.
5. Denadai RC, Vitolo MR, Macedo AS, Teixeira L, Cezar C, Dâmaso AR. Efeitos do exercício moderado e da orientação nutricional sobre a composição corporal de adolescentes obesos avaliados por densitometria óssea (DEXA). **Rev Paul Ed Física** 1998; 12: 210-218.
6. Eliakim A, Kaven G, Berger I, Friedland O, Wolach B, Nemet D. The effect of a combined intervention on body mass index and fitness in obese children and adolescents – a clinical experience. **Eur J Ped** 2002; 161: 449-454.
7. Figueroa-Colon R, Matthew MS, Aldridge RA, Winder T, Weinsier RL. Body composition changes in caucasian and african american children and adolescents with obesity using dual-energy x-ray absorptiometry measurements after a 10 week weight loss program. **Obesity Res** 1998; 6: 326-331.

8. Freedman DS, Dietz WH, Srinivasan SR, Berenson GS. The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the bogalusa heart study. **Pediatrics** 1999; 103: 1175-1182.
9. Garrow JS, Summerbell CD. Meta-analysis: effect of exercise, with or without dieting, on the body composition of overweight subjects. **Eur J Clin Nutr** 1995; 49: 1-10.
10. Gately PJ, Cooke CB, Butterly RJ, Knight C, Carroll S. The acute effects of an 8-week diet, exercise, and educational camp program on obese children. **Pediatric Exercise Science** 2000; 12: 413-423.
11. Goran M, Fields DA, Hunter GR, Herd SL, Weinsier RL. Total body fat does not influence maximal aerobic capacity. **International Journal Obesity** 2000; 24: 841-848.
12. Gutin B, et al. Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. **Am J Clin Nutr** 2002; 75: 818-826.
13. Hunter GR, Wetzstein CJ, Fields DA, Brown A, Bamman MM. Resistance training increases total energy expenditure and free-living physical activity in older adults. **J Appl Physiol** 2000; 89: 977-984.
14. Kang H-S, et al. Physical training improves insulin resistance syndrome markers in obese adolescents. **Med Sci Sports Exerc** 2002; 34: 1920-1927.
15. Lazzar S, Boirie Y, Montaurier C, Vernet J, Meyer M, Vermorel MA. Weight reduction program preserves fat-free mass but not metabolic rate in obese adolescents. **Obesity Res** 2004; 12: 233-240.
16. Lemmer JT, et al. Effect of strength training on resting metabolic rate and physical activity: age and gender comparisons. **Med Sci Sports Exerc** 2001; 33: 532-541.
17. Lemura LM, Maziakas MT. Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. **Med Sci Sports Exerc** 2002; 34: 487-496.
18. Malina RM, Bouchard C. Risk factors and children's health. In: **Growth, maturation and physical activity**. Champaign, Illinois: Human Kinetics Books, 1991.
19. Mcinnis KJ, Franklin BA, Rippe JM. Counseling for physical activity in overweight and obese patients. **Am Family Physician** 2003; 67.
20. Pikosky M, Faigenbaum A, Westcott W, Rodriguez N. Effects of resistance training on protein utilization in healthy children. **Med Sci Sports Exerc** 2002; 34: 820-827.
21. Poehlman ET, et al. Effects of endurance and resistance training on total daily energy expenditure in young women: a controlled randomized trial. **J Clin Endocrin Metab** 2002; 87: 1004-1009.
22. Rodriguez G, et al. Determinants of resting energy expenditure in obese and non-obese children and adolescents. **J Physiol Bioc** 2002; 58: 9-15.
23. Schwingshandl J, Sudi K, Eibl B, Wallner S, Borkenstein M. Effect of an individualised training programme during weight reduction on body composition: a randomised trial. **Arch Dis Child** 1999; 81: 426-428.
24. Sothorn MS, Loftin JM, Suskind RM, Udall JN, Blecker U. The impact of significant weight loss on resting energy expenditure in obese youth. **Journal Investigation Medicine** 1999; 47: 222-226.
25. Sothorn MS, et al. Safety, feasibility and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese children. **Am J Med Sci** 2000; 319: 370-375.
26. Sung RYT, Yu CW, Chang SKY, Mo SW, Woo KS, Lam CWK. Effects of dietary intervention and strength training on blood lipid level in obese children. **Arch Dis Child** 2002; 86: 407-410.
27. Treuth MS, Hunter GR, Figueroa-Colon R, Goran MI. Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. **Med Sci Sports Exerc** 1998a; 30: 1738-1743.
28. Treuth MS, Hunter GR, Pichon C, Figueroa-Colon R, Goran MI. Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. **Med Sci Sports Exerc** 1998b; 30: 1130-1136.
29. Van Mil EGAH, Westerterp KR, Kester ADM, Saris WHM. Energy metabolism in relation to body composition and gender in adolescents. **Arch Dis Child** 2001; 85: 73-78.
30. World Health Organization (WHO). **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases**. Who Technical Report Series. Report of a joint who/fao expert consultation. Geneva, 2003.