

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

GUILHERME AUGUSTO DA SILVA GOMES

**EFEITOS DO TRATAMENTO MULTIDISCIPLINAR NA COMPOSIÇÃO
CORPORAL, BIOQUÍMICA SANGUÍNEA E VO₂MÁX DE ADOLESCENTES
OBESOS**

Santos

2009

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO PAULO

GUILHERME AUGUSTO DA SILVA GOMES

**EFEITOS DO TRATAMENTO MULTIDISCIPLINAR NA COMPOSIÇÃO
CORPORAL, BIOQUÍMICA SANGUÍNEA E VO₂MÁX DE ADOLESCENTES
OBESOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à
Universidade Federal de São Paulo como parte
dos requisitos para obtenção do título de bacharel
em Educação Física – modalidade saúde.

Orientador: Prof. Dra Ana R. Dâmaso

Santos

2009

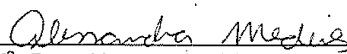
GUILHERME AUGUSTO DA SILVA GOMES

**EFEITOS DO TRATAMENTO
MULTIDISCIPLINAR NA COMPOSIÇÃO
CORPORAL, BIOQUÍMICA SANGUÍNEA E
VO₂máx DE ADOLESCENTES OBESOS**

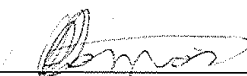
Aprovado em 3 de dezembro de 2009



Prof. Dr. José Rodrigo Pauli
Universidade Federal de São Paulo



Prof^a. Dra. Alessandra Medeiros
Universidade Federal de São Paulo



Prof^a. Dra. Ana Raimunda Dâmaso
Orientadora
Universidade Federal de São Paulo

SANTOS

2009

RESUMO

Introdução: A obesidade é uma doença crônica complexa de origem multifatorial que resulta de um balanço energético positivo de longa duração, no qual estão envolvidos tanto fatores genéticos quanto ambientais. **Objetivo:** foi avaliar o efeito do tratamento multidisciplinar (TM) sobre parâmetros: antropométricos, da composição corporal, bioquímica sanguínea e da aptidão cardiorrespiratória de adolescentes obesos. **Metodologia:** Participaram do estudo 26 adolescentes com idade entre 14 e 19 anos, com IMC acima do percentil 95 para idade e sexo. Os participantes foram avaliados antes do início do estudo e após 6 meses e 1 ano do tratamento. O TM consistiu de treinamento físico combinado composto de exercícios resistidos e aeróbicos (3 sessões/semana, orientações nutricionais e terapia psicológicas (1 sessão/semana) e clínica mensal. **Resultados:** Após 6 meses de intervenção verificou-se redução significativa no IMC e no percentual de gordura subcutânea e visceral. Além disso, houve uma melhora considerável na saúde metabólica com redução da concentração de colesterol total, LDL-colesterol e do índice HOMA-IR dos adolescentes. Após 1 ano houve ainda uma diminuição significativa da glicemia de jejum. **Conclusão:** o TM tem eficácia na redução da gordura corporal, na melhora do perfil lipídico e na aptidão cardiorrespiratória de adolescentes obesos.

PALAVRAS-CHAVE

Exercício Físico; Obesidade; Adolescentes; Composição Corporal

ABSTRACT

Introduction: The obesity a complex chronic illness of multifactorial origin that results of positive an energy rocking of long duration, in which is involved as many how much ambient genetic factors. **Objective:** it was to measure the effect of the treatment to multidiscipline (TM) on parameters: anthropometry, of the body composition, sanguineous biochemist and of the cardiorespiratory aptitude of obese adolescents. **Methodology:** The study included 26 adolescents agebetween 14 and 19 years, with BMI above the 95th percentile for age and sex. Participants were evaluated before the start of the study and 6 months and 1 year of treatment. The TM consisted of physical training consisting of combined resistance and aerobic exercises (3 sessions per week, nutritional and psychological therapy (1 session / week) and monthly clinic. **Results:** After 6 months of intervention there was a significant reduction in BMI and the percentage of subcutaneous fat and visceral. Furthermore, there was a considerable improvement in metabolic health with reduction in total cholesterol, LDL-cholesterol and HOMA-IR index of adolescents. After 1 year there was also a significant decrease in fasting glucose. **Conclusion:** The TM is effective in reducing body fat, and improves the lipid profile and cardiorespiratory aptitude of obese adolescents.

KEY-WORDS

Physical exercise; Obesity; Adolescents; Body Composition;

Sumário

1. Introdução	01
2. Justificativa	06
3. Objetivos	07
3.1 Objetivo Geral	07
3.2 Objetivos Específicos	07
4. Casuística e Métodos	08
4.1 Casuística	08
4.2 Amostra	08
4.3 Métodos	09
4.3.1 Tratamento Multidisciplinar	09
4.4 Avaliações	11
4.4.1 Clínica	11
4.4.2 Antropométrica	11
4.4.3 Composição corporal por Pletismografia	12
4.4.4 Aptidão Física – Ergoespirometria	12
4.4.5 Nutricional	13
4.4.6 Análises Sanguíneas	13
5. Análise estatística	15
6. Resultados.....	16
7. Discussão	17
8. Considerações Finais.....	22
9. Referências Bibliográficas	23

1. Introdução

A obesidade é uma doença que está relacionada às sérias conseqüências sociais, físicas e psicológicas. As conseqüências físicas estão diretamente associadas a maiores riscos de morbidade e mortalidade, bem como doenças crônicas como hipertensão arterial, diabetes mellitus tipo 2 e dislipidemias (WING et al, 2007). Deve-se salientar que a etiologia da obesidade não é de fácil identificação, uma vez que a mesma é caracterizada como doença multifatorial de complexa interação entre fatores comportamentais, culturais, genéticos, fisiológicos e psicológicos (MONTEIRO et al, 2004)

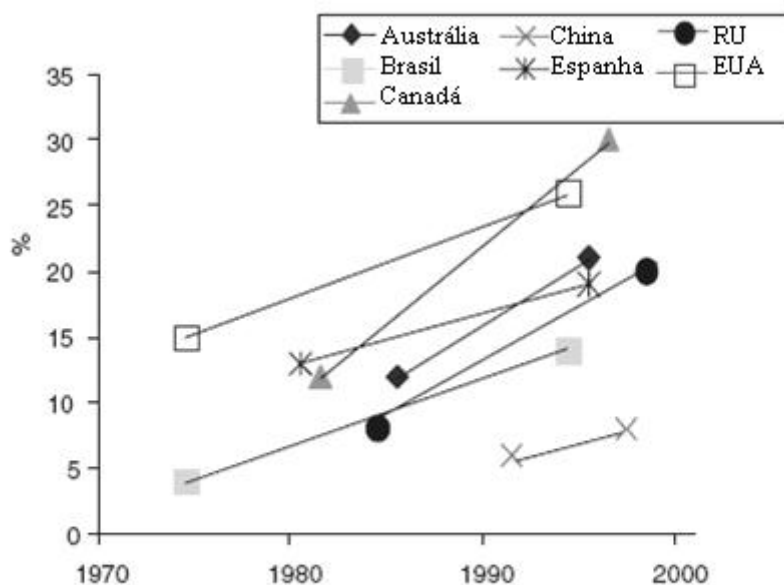
A percepção dos fatores responsáveis que influenciam no equilíbrio energético e na manutenção da massa corporal é de grande relevância nos dias atuais, uma vez que o número de pessoas com sobrepeso e obesidade tem aumentado de forma crescente no Brasil e em diversas partes do mundo (ROMERO et al, 2006). A Organização Mundial da Saúde alerta que uma criança ou um adolescente ganha 2% a mais de chance de se tornar obesa devido à grande ocorrência da modernização, isso relacionado com as horas passadas em frente ao computador, vídeo game ou televisão, aumentando drasticamente sua prevalência nessa idade, tornando esses indivíduos susceptíveis a serem adultos obesos, perpetuando e agravando a epidemia (FOWLER-BROWN et al, 2004).

Ao olharmos em nossa volta percebemos, a partir de uma observação fortuita das pessoas que transitam pelas ruas, que a obesidade é hoje um dos mais importantes problemas de saúde pública no mundo. Os inúmeros estudos

que abordam as diferentes facetas epidemiológicas desta doença revelam números que nos surpreendem mais a cada ano. Partindo de uma prevalência global de 10% em 1960, a população dos Estados Unidos possui hoje mais de 30% de pessoas com obesidade (ALBANIL et al, 2005). No Brasil, dados coletados em 1975 mostravam que 7% das mulheres e 2,8% dos homens eram obesos (SUNE et al, 2007). Tais prevalências chegaram, respectivamente, a 12,5% e 7% em 1997 e a uma taxa global de 12% em 2000. Projeções da Organização Mundial de Saúde (OMS) apontam para prevalências maiores que 50% nos Estados Unidos e maiores que 25% no Brasil, no ano de 2025 (VELOSO, 2006)

Desta forma, verifica-se o aumento da prevalência de sobrepeso e obesidade em países desenvolvidos e em desenvolvimento, porém em diferentes padrões e velocidade. Na América do Norte e em alguns países europeus há uma alta prevalência, aumentando rapidamente, chegando a atingir elevações de aproximadamente 0.5% ao ano (Figura 1).

Figura 1. Tendências na prevalência de sobrepeso e obesidade, 1970-2000.



Sobrepeso e Obesidade definido pelo critério estabelecido pela IOTF. Idade dos jovens (em anos) Austrália: 2-18, Brasil 6-18, Canadá 7-13, China 6-18, Espanha: 6-14, Reino Unido (RU): 7-11, EUA: 6-18.

Fonte: Modificado de Magarey et al, 2001; Moreno et al, 2001; Tremblay et al, 2002; Wang et al, 2002; Lobstein et al, 2003.

Estudos recentes demonstraram que a obesidade na infância e na adolescência pode acarretar riscos à saúde do indivíduo adulto, tais como: predisposição à aterosclerose, doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, e como conseqüência destes fatores, a mortalidade precoce (OLIVEIRA et al, 2004; FREEDMAN, 2002; EZZATI et al, 2002).

Destaca-se a importância da distribuição e localização da adiposidade. A gordura visceral, também chamada de intra-abdominal é considerada mais deletéria à saúde estando intimamente relacionada ao desenvolvimento de doenças crônicas degenerativas (MARCHESINI et al, 2003).

O excesso de gordura corporal, principalmente a visceral, está

diretamente relacionado com alterações no perfil lipídico, com elevação da pressão arterial sistólica e/ou diastólica e hiperinsulinemia. Observa-se também a elevação dos níveis séricos de leptina e ácido úrico (OLIVEIRA et al, 2004). O conjunto destas alterações é caracterizado como síndrome metabólica ou síndrome da resistência à insulina (POORDAD, 2004; MARCHESINI et al, 2003).

A obesidade visceral aumenta a quantidade de ácidos graxos livres, uma vez que os adipócitos localizados nesta região possuem uma atividade lipolítica maior que em outras regiões. Conseqüentemente, a gordura visceral aumenta a quantidade de ácidos graxos livres no plasma, especialmente na circulação portal, expondo o fígado a uma quantidade aumentada dos mesmos. Ressalta-se que a resistência periférica à insulina também é responsável pela elevação dos níveis de ácidos graxos livres (SHIGEMATSU et al, 2006; OLIVEIRA et al, 2004).

Com a crescente evolução da ciência na área de endocrinologia e metabolismo observaram que o adipócito não apenas armazenava energia, como também possui a capacidade de sintetizar e liberar diversas substâncias, caracterizando hoje como um órgão endócrino. Entre as substâncias liberadas pelo adipócito incluem-se a adiponectina, o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), alguns hormônios sexuais, a interleucina-6 e a leptina (MOTA et al, 2007)

A leptina é um hormônio que desempenha um importante papel no controle da ingestão alimentar e no controle do peso corporal em mamíferos. Estudos recentes demonstraram que a obesidade está associada com alterações nas concentrações circulantes de leptina, analisando esse aumento em indivíduos obesos em relação aos valores verificados em eutróficos. Com

isso, verifica-se que quanto maior a concentração de tecido adiposo haverá grandes quantidades de secreção desse hormônio, aumentando, assim, sua concentração circulante. Porém, sua redução está relacionada com diminuição da adiposidade (DÂMASO et al, 2006)

Estudos recentes evidenciaram que a realização de exercício físico em alta intensidade pode diminuir a concentração circulante desse hormônio, todavia, exercícios efetuados em baixa intensidade não se obtiveram o mesmo efeito. Entretanto, a relação entre o exercício físico e a concentração plasmática de leptina não está clara, devido a alguns estudos mostrarem redução dos níveis desse hormônio enquanto outros não encontram qualquer alteração (DÂMASO et al, 2006)

Outro hormônio descoberto recentemente, junto à leptina, foi a grelina. Esse peptídeo, produzido pelas células do estômago, está envolvido diretamente na regulação do balanço energético e região central da ingestão alimentar, estimulando o apetite, lipogênese, adipogênese e reduzindo a taxa metabólica (ROMERO et al, 2006). Com isso, sua secreção é inibida pela ingestão de nutrientes, que estimulam a secreção de hormônios intestinais e pancreáticos, os quais controlam a sua liberação. Os níveis plasmáticos de grelina são baixos em sujeitos obesos quando comparados com sujeitos magros, enquanto indivíduos com dieta de baixo teor calórico, sob treinamento físico crônico, ou com anorexia nervosa apresentam níveis de grelina elevados. Estudos recentes relataram que os níveis séricos de grelina são três a quatro vezes maiores em crianças com a Síndrome de Prader-Willi do que obesos controles. Especula-se que a grelina pode ser um fator orexígeno, o qual possui uma acentuada contribuição para o apetite voraz e, conseqüentemente,

a obesidade (MOTA et al, 2007).

2. Justificativa

A obesidade é caracterizada como uma doença de etiologia multifatorial, e, o desenvolvimento desta patologia na infância e adolescência, pode acarretar em prejuízos futuros para a saúde do indivíduo e no aumento dos gastos públicos para o tratamento das co-morbidades associadas. Desta forma, programas de intervenção multidisciplinar que incluem orientação nutricional, exercício físico e intervenções comportamentais (psicológicas), são os mais indicados para o tratamento e controle desta doença (CURIONI e LOURENÇO, 2005). Nossa proposta foi investigar os resultados da intervenção multidisciplinar, incluindo tratamento médico, psicológico, nutricional e do exercício físico, para o controle da obesidade e doenças correlacionadas, com intuito final de propor mudança no estilo de vida destes indivíduos, bem como reduzir custos com a saúde. Ressalta-se que este projeto fez parte de uma pesquisa já aprovada pelo Comitê de ética para estudos em humanos sob o número 0135/04 e parte dela foi aprovada pela FAPESP sob o número 2006/00684-3, o que nos motivou a propor a continuidade de nossas investigações.

3. Objetivos

3.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito do tratamento multidisciplinar na composição corporal, consumo máximo de oxigênio e perfil bioquímico de adolescentes obesos.

3.2 Objetivos Específicos

- Os objetivos específicos do nosso trabalho foram analisar os efeitos da terapia multidisciplinar nos seguintes parâmetros:
 - Massa Corporal;
 - Índice de Massa Corporal;
 - Porcentagem de gordura;
 - Gordura visceral e subcutânea;
 - Glicemia;
 - Insulinemia;
 - Perfil lipídico sérico (Colesterol total, HDL e LDL);
 - Consumo máximo de oxigênio (VO₂máx).

- Estabelecer possíveis correlações entre as variáveis estudadas.

4. Casuística e Métodos

4.1 Casuística

Participaram do presente estudo adolescentes obesos, do gênero masculino e feminino, pós-púberes (15 a 19 anos), os quais foram analisados por meio de exames laboratoriais, consultas clínicas e nutricionais. Houve também avaliações antropométricas, exames do perfil lipídico, glicemia, ultrasonografia e composição corporal por pletismografia. As avaliações foram realizadas no início, após 6 meses e após 1 ano de intervenção multidisciplinar. O presente projeto foi previamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética para estudos em humanos sob o número 0135/04. A avaliação dos pacientes ocorreu de forma pareada por idade e sexo. Todos os participantes ou responsáveis legais assinaram termo de consentimento.

4.2 Amostra

Nesta pesquisa foram incluídos adolescentes com Índice da Massa Corporal (IMC) acima do percentil 95 da curva proposta pelo *Centers for Diseases Control* (CDC, 2000). Os critérios de não-inclusão foram: limitações músculo-esqueléticas, uso abusivo de álcool e/ou drogas, ou substâncias químicas que possam trazer a dependência. Ainda como critério de inclusão, os adolescentes realizaram uma avaliação clínica feita por um médico endocrinologista, e uma avaliação cardiológica em esteira ergométrica monitorada com eletrocardiograma. Foram incluídos no projeto todos os voluntários que não apresentaram alterações no eletrocardiograma de esforço como também outra patologia que os impedissem de realizar exercício físico.

4.3 Métodos

4.3.1 Tratamento Multidisciplinar

Os adolescentes participantes do programa multidisciplinar de atendimento ao obeso, do grupo GEO/CEPE (Grupo de Estudos em Obesidade/ Centro de Estudo em Psicobiologia do Exercício) da Universidade Federal de São Paulo foram submetidos a um treinamento físico de 3 vezes semanais, acompanhamento médico mensal, acompanhamento nutricional e psicológico individualizado e em grupo, semanalmente (DÂMASO et al, 2006).

A) Intervenção Clínica

Os adolescentes receberam acompanhamento clínico mensal, realizado pelo endocrinologista responsável pelo projeto. Durante as consultas foi realizada uma anamnese completa com o objetivo de acompanhar a evolução clínica dos voluntários. O médico também foi responsável pela orientação quanto às mudanças no estilo de vida.

B) Intervenção Nutricional

A avaliação do consumo alimentar foi realizada através de registro alimentar de três dias, não consecutivos (GRANDJEAN e RUD, 1994) no início e ao término da intervenção. Durante o período de intervenção, as alterações no comportamento e consumo alimentar, foram avaliadas com o auxílio do recordatório alimentar de 24 horas.

O consumo energético seguiu as recomendações das novas diretrizes das Dietary Reference Intakes (DRIs) (NRC, 2001) para indivíduos com baixo nível de atividade física para a mesma idade e gênero que recomenda que 55% a 60% do valor energético total (VET) seja ingerido na forma de carboidrato, 10 a 15% na forma de proteína, e de 25 a 30% na forma de lipídeos.

C) Intervenção psicológica

Os atendimentos psicológicos foram realizados em grupos uma vez por semana, sendo de 1 hora cada sessão, atendimentos estes conduzidos pela psicóloga do grupo. O objetivo da terapia foi trabalhar questões emocionais e comportamentais para mudanças no estilo e na qualidade de vida. Nos atendimentos em grupo foram realizadas dinâmicas trabalhando os seguintes temas: emoções (sentimentos), auto-estima, imagem corporal, preconceito, transtornos alimentares, dificuldades, questões familiares, bem como questões que pudessem surgir no grupo. Além disso, a psicóloga permaneceu à disposição dos voluntários para apoio e acolhimento, quando necessário.

D) Intervenção Física

Durante a intervenção multidisciplinar os adolescentes obesos foram submetidos ao programa de exercícios combinados três vezes por semana, consistindo em 30 minutos de exercícios aeróbios (bicicleta ergométrica e esteira ergométrica) e aproximadamente 30 minutos de exercícios resistidos por sessão de treinamento, adotando os seguintes exercícios: *military press*, *bench press*, *lat pull-down*, *seated rows*, *sit-ups*, *lower back*, *leg press*, *hamstring curls*, *calf raises* e *arm curls*. Todos os sujeitos foram familiarizados com o protocolo de treinamento, durante 2 semanas, antes de iniciarem o programa. Os exercícios aeróbios foram realizados na intensidade do esforço referente ao limiar ventilatório 1, determinado por análise direta de gases. O treinamento resistido foi orientado seguindo os princípios para controle da carga e do volume do treinamento propostos por Kraemer et al. (2006). A periodização do treinamento resistido utilizado foi o modelo não linear (ondulatório) proposto por Kraemer et al. (1997), desta forma, o protocolo consistiu na alteração diária da carga, dividido em dias de maior intensidade e menor volume (6 a 8-RM), dias de intensidade e volume moderados (10 a 12-RM) e dias de intensidade baixa e volume alto (15 a 20 RM). Os sujeitos realizaram 18 séries por sessão, distribuídas em 3 séries para cada exercício. O intervalo entre as séries dependeu da carga adotada na sessão de treinamento, tendo intervalos de 1,5 minutos para os dias de alta intensidade,

intervalos de 1 minuto para os dias de volume e intensidade moderados e intervalos de 45 segundos para os dias de baixa intensidade.

Os voluntários realizaram o protocolo de treinamento resistido após os 30 minutos de exercício aeróbio.

4.4 Avaliações

A seguir serão descritas todas as avaliações nas quais os adolescentes obesos foram submetidos. As avaliações foram realizadas no início, após 6 meses e ao final de 1 ano de tratamento.

4.4.1 Clínica

Uma avaliação inicial para inclusão no estudo foi efetuada, tanto para diagnóstico de saúde bem como para a classificação do estágio de maturação sexual, pós-púbere, baseado nos critérios de Tanner descrito em Marshall & Tanner (1969, 1970). Todos os adolescentes obesos foram submetidos a um eletrocardiograma de esforço e repouso, antes de iniciarem o tratamento.

4.4.2 Antropométrica

a) Massa Corporal

As medidas de massa corporal foram realizadas na balança do equipamento de mensuração da composição corporal Bod Pod[®] com precisão de 0,001 g. Os adolescentes foram pesados em pé, descalços, vestindo o mínimo de roupa possível, com os braços ao longo do corpo, olhos fixos em um ponto a sua frente e se movendo o mínimo possível para evitar as oscilações e assim impedir a leitura (LOHMAN, 1988).

b) Estatura

Para mensurar a estatura foi utilizado um estadiômetro com escala de precisão de 0,1 cm. Os adolescentes foram posicionados sobre a base do estadiômetro, sem calçado, de forma ereta, com os membros superiores pendentes ao longo do corpo, pés unidos, procurando colocar as superfícies posteriores dos calcanhares, a cintura pélvica, a cintura escapular e a região

occipital em contato com a escala de medida. Com o auxílio do cursor foi determinada a medida correspondente à distância entre a região plantar e o vértice, permanecendo o avaliado em apnéia inspiratória e com a cabeça orientada no plano de *Frankfurt* paralelo ao solo (LOHMAN, 1988).

c) Índice de Massa Corporal (IMC)

Após a tomada das medidas de massa corporal e estatura foi calculado o IMC (índice de Quetelet) (massa corporal em kg/estatura em m²).

4.4.3 Composição corporal por Pletismografia

Pletismografia (*air displacement plethysmography, BOD POD® body composition system; Life Measurement Instruments, Concord, CA*) é um método rápido e fácil para determinação da composição corporal que utiliza a relação inversa entre pressão (p) e volume (v), baseado na Lei de Boyle ($P_1V_1=P_2V_2$), para determinar o volume corporal. As avaliações foram realizadas observando os critérios descritos pelo manual do equipamento e demais procedimentos previamente estabelecidos na literatura (FIELDS et al, 2004).

4.4.4 Aptidão Física – Ergoespirometria

Para a avaliação da capacidade aeróbia foi realizado teste ergoespirométrico de cargas crescentes para determinação das seguintes variáveis: consumo máximo de oxigênio (VO₂máx), limiar ventilatório (LV-I), frequência cardíaca máxima (FCmáx) e frequência cardíaca do limiar ventilatório (FCLV-I). Os testes foram realizados em uma sala ampla e bem iluminada com temperatura controlada entre 24 e 26°C. Os voluntários realizaram 2 testes diferentes, um em esteira ergométrica e outro em bicicleta ergométrica para maior precisão do controle da carga de trabalho nos dias de treinamento.

4.4.5 Nutricional

A avaliação do consumo alimentar foi realizada através de registro alimentar de três dias não consecutivos (GRANDJEAN e RUD, 1994) no início e ao término da intervenção. Esse registro foi ministrado pela nutricionista do grupo que orientou os pais e voluntários sobre o preenchimento do mesmo. As porções foram relatadas em termos de medida caseira por referência de um Atlas de porções alimentares. Os dados alimentares obtidos foram analisados por meio do software Nutwin (Unifesp, 2002). Durante o período de intervenção, as alterações no comportamento e consumo alimentar foram avaliadas com o auxílio do recordatório alimentar de 24 horas. Para a análise dos dados de consumo alimentar foi utilizado o software Nutwin, versão 1.5 (UNIFESP, 2002).

4.4.6 Análises Sanguíneas

As análises bioquímicas foram realizadas pelo laboratório da Associação Fundo de Incentivo a Psicofarmacologia (AFIP). As coletas sanguíneas foram realizadas através de punção periférica da veia do antebraço, após jejum noturno de 12 horas. O plasma foi separado e analisado imediatamente após a coleta.

a) Insulina

A concentração plasmática de insulina foi medida por radioimunoensaio [125I]-insulina e [125I], com kit da Amersham (AYLESBURY, UK). O kit de reagentes foi obtido da Molecular Research Center, Inc. (CINCINNATI, OH, EUA). Os valores de normalidade da concentração plasmática de insulina em jejum de acordo Schwimmer (2003) são níveis plasmáticos menores que 17 uU/ml.

b) Glicose

A concentração plasmática de glicose foi mensurada por método enzimático com espectrofotômetro UV-Visível, modelo UV-1601PC (SHIMADZU CORP, Kioto, Japão), sendo interpretada segundo os critérios estabelecidos

pelo documento da Organização Mundial da Saúde (OMS) (ALBERT & ZIMMEt, 1998).

c) Perfil lipídico

Os exames realizados para avaliação do perfil lipídico foram: colesterol total, HDL-c, LDL-c, VLDL-c e triglicérides. O colesterol total e frações foram mensurados através do método comparativo colorimétrico, utilizando o kit comercial VITROS CHOL (ORTHO-CLIMINAL DIAGNOSTICS, INC AMERSHAM, INGLATERRA).

Os triglicérideos foram mensurados pelo método comparativo colorimétrico, utilizando o kit comercial TRIG VITROS (ORTHO-CLIMINAL DIAGNOSTICS, INC AMERSHAM, INGLATERRA).

Os limites de corte para o colesterol total, o LDL-c, HDL-c e os triglicérides foram estabelecidos segundo o Consenso Brasileiro sobre Dislipidemias (1994), com valores específicos para a faixa etária estudada.

d) Determinação do HOMA-IR

A resistência à insulina (HOMA-IR) foi estimada pelo modelo de avaliação obtido através das fórmulas propostas por Schwimmer e colaboradores (2003).

$$\text{HOMA: Insulina em jejum (U}\mu\text{/ml) x glicemia em jejum (mmol/ml)/22,5.}$$

Adotou-se o valor de normalidade descrito por Schwimmer e colaboradores (2003) $< 2,0$.

f) Avaliação da Adiposidade Visceral, Subcutânea e presença de Esteatose Hepática Não Alcoólica por ultra-sonografia abdominal

A ultra-sonografia é uma alternativa simples e não invasiva, sendo uma metodologia conveniente para a mensuração quantitativa da gordura visceral e subcutânea, apresentando alta aplicabilidade (KIM et al, 2004).

A ultra-sonografia foi realizada em posição supinada de acordo com a padronização de Ribeiro, et al (2003). Para a medida da adiposidade visceral foi utilizada medida da gordura intra-abdominal, definida como a distância entre a face interna do músculo reto-abdominal e a parede anterior da aorta, por ultra-sonografia, utilizando-se o equipamento HTL / HDI 3000. Procedimento semelhante foi utilizado para a medida da adiposidade subcutânea. O diagnóstico da esteatose hepática não alcoólica foi realizado por meio da hiperecogenicidade e borramento das margens vasculares detectados pelo ultra-som.

5. Análise estatística

Os dados foram apresentados por média \pm desvio-padrão. A análise estatística foi realizada através de ANOVA TWO WAY e teste de significância, de acordo com o comportamento das variáveis. Todos os dados foram analisados pelo software STATISTICA versão 6.0 for Windows e o nível de significância fixado será de $p < 0,05$.

6. Resultados

Tabela 1: Valores de composição corporal, perfil bioquímico e consumo máximo de oxigênio basal, após 6 meses e após um ano de terapia multidisciplinar.

	Basal	6 meses	12 meses
Massa Corporal (kg)	103.45 ± 12.87	93.81 ± 12.05 ^a	89.79 ± 10.94 ^{bc}
IMC (Kg/m²) *	37.39 ± 5.10	33.75 ± 4.93 ^a	32.21 ± 4.65 ^{bc}
Massa de gordura corporal (%)	46.79 ± 7.03	39.36 ± 8.95 ^a	35.95 ± 10.19 ^{bc}
Gordura visceral (cm)	4.20 ± 1.06	2.94 ± 0.83 ^a	2.27 ± 0.79 ^{bc}
Gordura sub (%) *	3.64 ± 0.50	3.14 ± 0.58 ^a	3.08 ± 0.74 ^b
HOMA-IR *	3.81 ± 1.41	2.90 ± 1.64 ^a	1.74 ± 1.08 ^{bc}
Glicose (mg/dl)	88.85 ± 6.69	88.84 ± 5.41	83.13 ± 4.53 ^{bc}
Insulina (uU/ml)	17.34 ± 6.27	13.74 ± 6.63	9.13 ± 4.69
Colesterol Total (mg)	166.00 ± 26.64	149.50 ± 24.65 ^a	149.75 ± 27.22 ^b
HDL-C (mg) *	42.08 ± 6.89	43.35 ± 7.10	42.54 ± 6.35
LDL-C (mg) *	106.69 ± 24.14	90.69 ± 22.52 ^a	91.17 ± 22.04 ^b
VO2max(ml/kg/min)	25,40 ± 5,91	28,97 ± 7,55 ^a	26,13 ± 5,77 ^c

***IMC** = Índice de Massa Corporal; **Gordura Sub** = Gordura subcutânea; **HOMA-IR** = Modelo homeostático de avaliação do índice de resistência à insulina; **HDL-Colesterol** = lipoproteína de alta densidade; **LDL-Colesterol** = lipoproteína de baixa densidade.

a = diferença entre basal e 6 meses; **b** = diferença entre basal e 12 meses; **c** = diferença entre 6 meses e 12 meses. $p > 0.05$.

Valores de referência: Insulina: < 20 uU/ml; HOMA-IR: cut of < 2

A terapia multidisciplinar à curto prazo (após 6 meses de intervenção) promoveu uma diminuição estatisticamente significativa na massa corporal total (103.45 ± 12.87 para 93.81 ± 12.05), índice de massa corporal (37.39 ± 5.10 para 33.75 ± 4.93), percentual de gordura (46.79 ± 7.03 para 39.36 ± 8.95), gordura visceral (4.20 ± 1.06 para 2.94 ± 0.83) e subcutânea (3.64 ± 0.50 para 3.14 ± 0.58), HOMA-IR (3.81 ± 1.41 para 2.90 ± 1.64), colesterol total (166.00 ± 26.64 para 149.50 ± 24.65) e LDL-colesterol (106.69 ± 24.14 para 90.69 ± 22.52) e aumento de consumo máximo de oxigênio (VO2máx - 25,40 ± 5,91 para 28,97 ± 7,55). Entretanto, para promover uma melhora significativa na concentração sérica de glicose (88.85 ± 6.69 para 83.13 ± 4.53) foi necessário uma intervenção à longo prazo (12 meses).

Em relação à terapia multidisciplinar à longo prazo (após 1 ano de intervenção) houve diminuição estatisticamente significativa na massa corporal total (103.45 ± 12.87 para 89.79 ± 10.94), índice de massa corporal (37.39 ± 5.10 para 32.21 ± 4.65), percentual de gordura (46.79 ± 7.03 para 35.95 ± 10.19), gordura visceral (4.20 ± 1.06 para 2.27 ± 0.79) e subcutânea (3.64 ± 0.50 para 3.08 ± 0.74), HOMA-IR (3.81 ± 1.41 para 1.74 ± 1.08), colesterol total (166.00 ± 26.64 para 149.75 ± 27.22) e LDL-colesterol (106.69 ± 24.14 para 91.17 ± 22.04).

7. Discussão

Nas últimas décadas tem sido observado um significativo aumento na taxa de prevalência de resistência à insulina entre adolescentes tanto em países industrializados como em desenvolvimento (HOSSAIN P, KAWAR B, EL NAHAS M, 2007). A obesidade e principalmente o acúmulo excessivo de gordura na região central parece ser o principal problema na causa da resistência à insulina periférica e piora da saúde metabólica em adolescentes e idosos. Na tentativa de prevenção e tratamento da obesidade diferentes estratégias têm sido utilizadas, no entanto, os resultados não tem sido satisfatórios. A alternativa de maior sucesso consiste na modificação do estilo de vida, e em particular da redução do peso corporal e da prática regular de exercícios físicos. Em nosso estudo nós avaliamos o efeito de um programa de terapia multidisciplinar em tratar a obesidade e prevenir a resistência à insulina após 6 meses (curto prazo) e após 1 ano (longo prazo) em adolescentes obesos do gênero masculino e feminino.

Os resultados referentes à antropometria e composição corporal mostraram que o programa multidisciplinar promoveu significativa redução a curto e longo prazo da massa corporal, do IMC, da porcentagem de gordura e do conteúdo de gordura visceral. Vale destacar, que os efeitos da terapia persistiram ao longo do período de 1 ano, uma vez que, os parâmetros previamente citados tiveram redução significativa quando comparamos os resultados a curto prazo e longo prazo, demonstrando, portanto, que a estratégia utilizada teve eficácia durante todo o período experimental. Estudos científicos têm demonstrado que o IMC tem relação importante com o risco

futuro de síndrome metabólica (DAMASO et al, 2006; FLYNN et al, 2006). Tal fato mostra a relevância dos resultados do presente trabalho na saúde metabólica dos adolescentes e traz novo conhecimento sobre estratégia de treinamento físico contra a obesidade e co-morbidades associadas.

O exercício físico tem sido considerado uma ferramenta importante tanto na prevenção quanto no tratamento da obesidade e diabetes. No entanto, nem sempre o programa de exercício físico desenvolvido consegue obter resultados satisfatórios, principalmente em relação à redução do peso e da massa adiposa corporal. Diversos resultados obtidos com adolescentes obesos em estudos prévios realizados em nosso laboratório têm indicado que o programa multidisciplinar é eficaz em trazer modificações significativas na composição corporal e nas variáveis metabólicas, como perfil lipídico, glicemia e insulinemia, pressão arterial, etc (DAMASO et al, 2006; TOCK et al, 2006; CARNIER et al, 2000). No entanto, fato inovador desse estudo, foi à implantação de um programa de treinamento combinado, ou seja, de exercícios aeróbios (esteira e bicicleta ergométrica) e resistido (musculação). Pode-se, dizer diante dos resultados encontrados, que essa estratégia de treinamento foi eficiente em reduzir a massa adiposa corporal e principalmente a visceral nos primeiros 6 meses, bem como, após 1 ano de programa de exercícios combinado como previamente mencionado. O uso do modelo de exercícios resistidos não linear (ondulatório) proposto por Kraemer e colaboradores, no treinamento resistido se mostra eficaz na perda de gordura corporal, pelo menos quando associado ao programa multidisciplinar e aos exercícios aeróbios. Desse modo, sugere-se que esta forma de treinamento deva ser utilizada nos programas de emagrecimento em sujeitos obesos.

Associado a perda de gordura corporal, houve também redução no índice HOMA-IR ao longo da terapia a curto e em longo prazo. Estudos em diferentes populações mostram que indivíduos com intolerância à glicose são em geral mais obesos, resistentes à insulina e apresentam níveis insulinêmicos mais elevados. Eles também apresentam alterações na fase rápida de secreção de insulina (menores elevações insulinêmicas após estímulo com glicose). Assim, alterações na sensibilidade e na secreção de insulina são eventos metabólicos que podem ser identificados em indivíduos que desenvolverão diabetes, anos antes da doença se tornar evidente (AL MAMUM

et al, 2009; RIZZO et al, 2008). Estas anormalidades se agravam na evolução de uma situação de tolerância à glicose normal para intolerância, e finalmente diabetes do tipo 2 (DM2). Portanto, as modificações encontradas no índice HOMA-IR, que mede a sensibilidade à insulina através dos valores de glicemia e insulinemia de jejum, demonstra que o programa terapêutico proposto em nosso estudo foi de fundamental importância na prevenção da obesidade e diabetes.

A associação entre obesidade e diabetes foi bem estabelecida há décadas, e a maior prova para esta associação está na capacidade do tecido adiposo em causar resistência à insulina (XU H et al, 2003). A insulino resistência representa fundamental aspecto na etiologia do DM2 e no desenvolvimento de outras doenças incluindo hipertensão, hiperlipidemia, aterosclerose, esteatose hepática não alcoólica, ovário policístico e alguns tipos de câncer. Portanto, reduzir o acúmulo excessivo do peso corporal também é prevenir contra a resistência à insulina e disfunções metabólicas associadas.

O primeiro elo entre obesidade, inflamação e resistência à insulina aconteceu pouco mais de uma década atrás quando identificou-se que o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α), uma citocina inflamatória que apresenta expressão acentuada no tecido adiposo de animais obesos (HOTAMISLIGIL, SHARGILL, SPIEGELMAN, 1993). Assim como nos camundongos, TNF- α é hiperexpresso também no tecido adiposo de humanos obesos (HOTAMISLIGIL et al, 1995; SAGHIZADEH et al, 1996). Particularmente em modelos experimentais, está evidente que a produção aumentada de TNF- α no tecido adiposo é uma característica importante da obesidade que contribui significativamente para a resistência à insulina. A partir destes achados científicos, surgiram cada vez mais evidências de uma resposta inflamatória ampla na obesidade, além da demonstração de que muitos mediadores inflamatórios exibem padrões de expressão e têm impacto sobre a ação da insulina semelhante ao TNF- α na obesidade, em diversos modelos animais (DANDONA et al, 1998; HOTAMISLIGIL et al, 1994). Apesar do nosso estudo não ter avaliado a expressão e atividade destas citocinas inflamatórias, o efeito da terapia multidisciplinar em reduzir o tecido adiposo dos participantes pode ter contribuído na melhora do metabolismo através da redução da resposta

inflamatória e conseqüentemente a isso houve a melhora na sensibilidade à insulina, identificado pelo valor de HOMA-IR.

Os lipídios também participam da regulação coordenada da inflamação e metabolismo. A elevação da concentração de lipídios no plasma ocorre na obesidade, infecção e em outros estados inflamatórios. A hiperlipidemia na obesidade contribui para o agravamento da resistência à insulina periférica e para o desenvolvimento da aterosclerose. É interessante notar que as alterações metabólicas da resposta inflamatória aguda são também pró-aterogênicas; assim, a alteração no metabolismo de lipídios é benéfica de forma aguda na defesa contra infecções, mas é prejudicial se for mantida por longos períodos, como no que acontece na obesidade (KHOVIDHUNKIT et al, 2004). Os macrófagos podem captar e armazenar lipídios, tornando-se células espumosas envolvidas no processo de aterosclerose.

Em nosso estudo, verificamos uma melhora significativa do perfil lipídico, com redução dos níveis de colesterol total e LDL-c após 6 meses de intervenção, e houve a manutenção dos valores após um ano. Quanto aos níveis de HDL-c estes não foram diferentes dos valores pré-programa terapêutico. Pode-se pensar que esta não melhora dos valores de HDL-c deva ao efeito concorrente do exercício aeróbio versus o anaeróbio do programa combinado. Como o exercício aeróbio tem sido mostrado eficiente na melhora do perfil lipídico e no aumento dos valores de HDLc, a implantação no programa dos exercícios resistidos, reconhecido como importante no aumento da massa muscular e do gasto energético, mas não tão eficiente sobre o sistema cardiovascular, tenha talvez diminuído a eficiência do treino aeróbio, que com 30 minutos, três vezes por semana, não foi suficiente para promover melhoras no conteúdo de HDL-c.

Por outro lado, o resultado referente ao consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) mostra que o programa de treinamento físico aplicado foi eficaz em melhorar esse parâmetro após 6 meses de intervenção. Os dados obtidos demonstraram melhoras significativas do VO_{2max} dos adolescentes do programa em curto prazo, com os valores em longo prazo sendo mantidos. Portanto, o treinamento aeróbio se mostrou importante na melhora cardiorespiratória, constituindo-se integrante fundamental ao programa de

treinamento estabelecido. Esta melhora do condicionamento físico tem reflexo direto na capacidade dos adolescentes em realizar outras atividades extra ao programa, aumentando assim o gasto energético com atividades do dia-dia, como por exemplo, subir escadas, andar a pé ou de bicicleta, brincar com os colegas de pega-pega e esconde-esconde, entre outras, que contribui com a melhora geral da condição física e da saúde metabólica, tornando o indivíduo mais independente e ativo.

Estudos mostram que a atividade física é fundamental na prevenção e tratamento da obesidade na infância e juventude. (ROBERTS, 2000). Nesse contexto, o músculo esquelético tem especial importância no aumento da oxidação de gordura e também no balanço energético diário, contribuindo na perda e manutenção do peso corporal. Indivíduos obesos apresentam redução da capacidade oxidativa mitocondrial, que é parcialmente revertida, pelo aumento dos níveis de atividade física. Dados disponíveis na literatura mostram que a redução do comportamento sedentário (exposição ao vídeo game e televisão) e o aumento na realização de atividades leves (caminhada) auxiliam na manutenção do peso corporal em adolescente (ROBERTS, 2000). Por fim, estudos que fizeram uso do treinamento combinado, exercícios aeróbios e resistidos tem identificado melhora no peso corporal e no IMC de adolescentes (SOTHERN, 1999; Eliakim, 2002). No entanto, a maioria deles foram realizadas em espaço curto de tempo, que vão de 3 a 6 meses ou então não se utilizaram do nosso modelo de treinamento resistido (ondulatório) (SOTHERN, 1999; ELIAKIM, 2002), por isso, os resultados do nosso estudo trazem novos conhecimentos sobre a prescrição de exercícios para adolescentes obesos e confirmam os achados anteriores do nosso laboratório de que a intervenção terapêutica multidisciplinar é eficaz no tratamento da obesidade e prevenção do diabetes.

8. Considerações Finais

Os resultados do presente estudo permitem afirmar que o programa terapêutico multidisciplinar tem eficácia na redução da gordura corporal, na melhora do perfil lipídico e na aptidão cardiorrespiratória e no aumento da sensibilidade à insulina de adolescentes obesos. Além disso, é relevante documentar que o treinamento físico combinado se mostrou importante na promoção das melhoras encontradas no estudo, trazendo uma nova perspectiva de intervenção não medicamentosa junto à prevenção e tratamento da obesidade e suas co-morbidades associadas.

9. Referências Bibliográficas:

AL MAMUM, A.; CRAM, S.M.; O'CALLAGHAN, M.J.; WILLIAMS, G.M.; NAJMAN, J.M. Childhood overweight status predicts diabetes at age 21 years: a follow-up study. **Obesity**, Silver Spring, v.17, n.6, p.1255-1261, jun. 2009

ALBANIL, B.M.; SANCHEZ, M.M.; TORRE, V.M.; OLIVAS, D.A.; SANCHEZ, M.M.; SANZ, C. T. Prevalencia de obesidad a los 14 anos en cuatro consultas de atencion primaria. Evolucion desde los dos anos. **An. Pediatr.**, Barcelona, v. 63, n.1, p. 39-44, jul. 2005.

ALBERT, K.G.M.M.; ZIMMET, P.Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus an its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus, provisional report of a WHO consultation. **Diabetic Med**, s.l., v.15, p.539-53,1998.

CARNIER, J.; LOFRANO, M.C.; PRADO, W.L.; CARANTI, D.A.; DE PIANO, A.; TOCK, L., et. al. Hormonal alteration in obese adolescents with eating disorder: effects of multidisciplinary therapy. **Horm. Res.**, Basel, v. 70, n.2, p.79-84, jun. 2008.

Centers for disease control and prevention (1999-2000) **Prevalence of overweight among children and adolescents: United States**. Accessed on line, 2006.
www.cdc.gov/nchs/products/pubs/pubd/hestats/overwght99.htm

CURIONI, C.C.; LOURENÇO, P.M. Long-term weight loss after diet and exercise: a systematic review. **International Journal of Obesity**, Richmond, v.29, n.2, p.1168-1174, mai. 2005.

DÂMASO, A.R.; TOCK, L.; TUFIK, S.; PRADO, W.L.; STELLA, S.G.; FISBERG, M., CINTRA, I.P.; CARANTI, D.A.; SIQUEIRA, K.O.; NASCIMENTO, C.M.; OYAMA, L.M.; LEDERMAN, H.M.; CRISTOFALO, D.; ANTUNES, H.K.; COMPARONI, A.; SANTOS, L.C.; MELLO, M.T. Tratamento Multidisciplinar reduz o tecido adiposo visceral, leptina, grelina e a prevalência de esteatose hepática não alcoólica (NAFLD) em adolescentes obesos. **Braz. J. Sports Med.**, São Paulo, v.12, n.5, p.263–267, set/out. 2006.

DANDONA, P.; WEINSTOCK, R.; THUSU, K.; ABDEL-RAHMAN, E.; ALJADA, A.; WADDEN, T. Tumor necrosis factor-alpha in sera of obese patients: fall with weight loss. **J. Clin. Endocrinol Metab.**, s.l.,v.83, n.8, p.2907-10, ago. 1998.

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 – acinical experience. **Eur. J. Pediatr.**, Heidelberg, v. 161, n. 8, p.449-454, jun. 2002.

EZZATI, M.; LOPEZ, A.D.; RODGERS, A.; VAN DER HOORN, S.; MURRAY, C.J.L.; and the Comparative Risk Assessment Collaborating Group. Select major risk factors and global and regional burden of disease. **Lancet.**, 360:p.1347-1360, 2002.

FIELDS, D.A.; HIGGINS, P.B.; HUNTER, G.R. Assessment of body composition by air-displacement plethysmography: influence of body temperature and moisture. **Dyn. Med.**, London; v.3, n.1, p.1-7, abri. 2004.

FLYNN, M.A.; MCNEIL, D.A.; MALOFF, B.; MUTASINGWA, D.; WU, M.; FORD, C., et al. Reducing obesity and related chronic disease risk in children and youth: a synthesis of evidence with “best practice” recommendations. **Obes. Rev.**, Calgary, v. 7, p.1–5., fev. 2006.

- FOWLER-BROWN, A.; KAHWATI, L.C. Prevention and treatment of overweight in children and adolescents. **Am. Fam. Physician**, s.l., v.69, n.11, p.2591-8, jun. 2004.
- FREEDMAN, D.S. Clustering of coronary heart disease risk factors among obese children. **J. Pediatr. Endocrinol Metab.**, s.l.,v.15, n.8, p.1099-108, set/out. 2002.
- GRADJEAN, A.C.; RUD, J. Nutrition for cyclists. **Clin. Sport Med.**, s.l., v.13, n.1, p. 235-47,1944.
- HOSSAIN, P.; KAWAR. B.; EL NAHAS, M. Obesity and diabetes in the development world: a growing challenge. **N. Engl. J. Méd.**, London, v.356, n.3, p.213-215, jul. 2007.
- HOTAMISLIGIL, G.S.; ARNER, P.; CARO, J.F.; ATKINSON, R.L.; SPIEGELMAN, B.M. Increased adipose tissue expression of tumor necrosis factor-alpha in human obesity and insulin resistance. **J. Clin. Invest.**, s.l.,v.95, n.5, p.2409-15, mai.1995.
- HOTAMISLIGIL, G.S.; BUDAVARI, A.; MURRAY, D.; SPIEGELMAN, B.M. Reduced tyrosine kinase activity of the insulin receptor in obesity-diabetes. Central role of tumor necrosis factor-alpha. **J. Clin. Invest.**, s.l., v.94, n.4, p.1543-9, out.1994.
- HOTAMISLIGIL, G.S.; SHARGILL, N.S.; SPIEGELMAN, B.M. Adipose expression of tumor necrosis factor-alpha: direct role in obesity-linked insulin resistance. **Science**, s.l., v.259, n.5091, p.87-91, jan.1993.

- KHOVIDHUNKIT, W.; KIM, M.S.; MEMON, R.A.; SHIGENAGA, J.K.; MOSER, A.H.; FEINGOLD, K.R.; GRUNFELD, C. Effects of infection and inflammation on lipid and lipoprotein metabolism: mechanisms and consequences to the host. **J. Lipid. Res.**, s.l., v.45, n.7, p.1169-96, abr. 2004.
- KIM, S.K.; KIM, H.J.; HUR, K.Y.; CHOI, S.H.; AHN, C.W.; LIM, S.K.; KIM K.R.; LEE, H.C.; HUH, K.B.; CHA, B.S. Visceral fat thickness measured by ultrasonography can estimate not only visceral obesity but also risks of cardiovascular and metabolic diseases. **Am. J. Clin. Nutr.**, s.l., v.79, n.4, p.593-9, abr. 2004.
- KRAEMER, W.J.; FRAGALA, M.S. Personalize It: program Design in Resistance Training. **Med. Sci. Sports Exerc.**, s.l., v.10, n.4, p7-17, jul/ago. 2006.
- KRAEMER, W.J.; VOLEK, J.S.; CLARK, K.L.; GORDON, S.E.; INCLEDON, T.; PUHL, S.M.; TRIPLETT-MCBRIDE, N.T.; MCBRIDE, J.M.; PUTUKIAN, M.; SEBASTIANELLI, W.J. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. **J. Appl. Physiol.**, v.83, n.1, p.270-279, jul. 1997.
- LOBSTEIN, T.; BAUR, L.; UAUY, R. Obesity in children and young people: a crisis in public health. **Obes. Rev.**, s.l., v.5, n.1, p. 4-85, mai. 2004.
- LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORREL, R. Anthropometric Standardization Reference Manual. Human Kinetic/Books, Illinois, 1988.
- MAGAREY, A.M.; DANIELS, L.A.; BOULTON, T.J. Prevalence of overweight and obesity in Australian children and adolescents: reassessment of 1985 and 1995 data against new standard international definitions. **Med J Aust.**, s.l., v.174, n.11, p.561-564, jun. 2001.

- MARCHESINI, G.; BUGIANESI, E.; FORLANI, G.; CERELLI, F.; LENZI, M.; MANINI, R.; NATALE, S.; VANNI, E.; VILLANOVA, N.; MELCHIONDA, N.; RIZZETTO, M. Nonalcoholic fatty liver, steatohepatitis, and metabolic syndrome. **Hepatology**, Bologna, v.37, p. 917-923, dez. 2003.
- MARSHALL, W.A.; TANNER, J.M. Variations in pattern of pubertal changes in boys. **Arch. Dis. Childh.**, s.l., v.45, n.329, p.13-23, fev. 1970.
- MARSHALL, W.A.; TANNER, J.M. Variations in pattern of pubertal changes in girls. **Arch. Dis. Childh.**, s.l., v.44, n.233, p.291-303, jun.1969.
- MONTEIRO, P.; VICTORA, C.; BARROS, F. Fatores de risco sociais, familiares e comportamentais para obesidade em adolescentes. **Rev. Panam. Salud. Publica**, s.l., v.16, n.4, p.250-8, 2004.
- MORENO, L.A.; FLETA, J.; SARRIA, A.; BUENO, M. Prevalence and trends in childhood obesity in Zaragoza (Spain). **BMJ** 2001; electronic letters 2 February 2001 <http://bmj.com/cgi/eletters/322/7277/24#12391>].
- MOTA, G.R.; ZANESCO, A. Leptin, ghrelin, and physical exercise. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v.51.n.1, fev. 2007.
- NRC (National Research Council) - Dietary Reference Intakes (DRI): applications in dietary assessment. Washington DC, **National Academy Press**, 2001.
- OLIVEIRA, C.L.; MELLO, M.T.; CINTRA, I.P.; FISBERG, M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. **Rev. Nutr.**, Campinas, v.17,n.2, p.237-245, abr/jun. 2004.

POORDAD, F.F. The Role of Leptin in NAFLD: Contender or Pretender? **J. Clin. Gastroenterol.** s.l. v.38, n.10, p.841-843, nov/dez. 2004.

RIBEIRO-FILHO, F.F.; FARIA, N.A.; AJZEN, S.; ZANELLA, M.T.; FERREIRA, S.R. Methods of estimation of visceral fat: advantages of ultrasonography. **Obes. Res.**, s.l., v.11, n.12, p.1488-1494, dez. 2003.

RIZZO, .N.S; RUIZ, J.R.; OJA, L.; VEIDEBAUM, T.; SJOSTROM, M. Associations between physical activity, body fat, and insulin resistance (homeostasis model assessment) in adolescents: the European Yuouth Heart Study. **Am. J. Clin. Nutr.** s.l., v.87, n. 3, p.586-582, mar. 2008.

ROBERTS, S.O. The role of physical activity in the prevention and treatment of childhood obesity. **Pediatr. Nurs.**, s.l., v.26, n.1 , p.33-36, jan. jan/fev. 2000.

ROMERO, C.E.M.; ZANESCO, A. The role of leptin and ghrelin on the genesis of obesity. **Revista de Nutrição**, Campinas, v.19, n.1, p.1415-5273, jan/fev. 2006.

SAGHIZADEH, M.; ONG, J.M.; GARVEY, W.T.; HENRY, R.R.; KERN, P.A. The expression of TNF alpha by human muscle. Relationship to insulin resistance. **J. Clin. Invest.**, s.l.,v.97, n.4, p.1111-6, fev. 1996.

SCHWIMMER, J.B.; DEUTSCH, R.; RAUCH, J.B.; BEHLING, C.; NEWBURY, R.; LAVINE, J.E. Obesity, insulin resistance, and other clinicopathological correlates of pediatric nonalcoholic fatty liver disease. **J. Pediatr.**, s.l. v.143, n.4, p.500-5, out. 2003.

- SHIGEMATSU, R.; OKURA, T.; KUMAGAI, S.; KAI, Y.; HIYAMA, T.; SASAKI, H.; AMAGAI, H.; TANAKA, K. Cutoff and target values for Intra-Abdominal Fat Area for Prevention of Metabolic Disorders in Pre-and Post-Menopausal Obese Women Before and After Weight Reduction. **Circ J.**, s.l., v.70, n.1, p.110-114, jan. 2006.
- SOTHERN, M.S.; LOFTIN, J.M.; UDALL, J.N.; SUSKIND, R.M.; EWING, T.L.; TANG, S.C., et. al. Inclusion of resistance exercise in a multidisciplinary outpatient treatment program for preadolescent obese children. **South Med. J.**, s.l., v.92, n. 6 , p.585-592, jun.1999.
- SUNE, F.R.; DIAS-DA-COSTA, J.S.; OLINTO, M.T.; PATTUSSI, M.P. Prevalencia e fatores associados para sobrepeso e obesidade em escolares de uma cidade no Sul do Brasil. **Cad. Saude Publica**, Rio de Janeiro, v.23, n.6, p.1361-71, jun. 2007.
- TOCK. L.; PRADO, W.L; CARANTI, D.A.; CRISTOFALO, D.M.; LEDERMAN, H.; FISBERG, M., et al. Non-alcoholic fatty liver disease decrease in obese adolescents after multidisciplinary therapy. **EUR J GASTROENTEROL HEPATOL.**, v.18, n.12 , p.1241–5, dez. 2006.
- TREMBLAY, M.S.; KATZMARZYK, P.T.; WILLMS, J.D. Temporal trends in overweight and obesity in Canada, 1981–1996. **Int. J. Obes.**, v.26, n. p.538–543, 2002.
- VELLOSO, L.A. The hypothalamic control of feeding and thermogenesis: implications on the development of obesity. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, São Paulo, v.50, n.2, abr. 2006.
- WANG, Y.; MONTEIRO, C.; POPKIN, B.M. Trends of Obesity and underweight in older children and adolescents in the United States, Brazil, China and Rússia. **Am. J. Clin. Nutr.**, s.l., v.75, n. , p.971-7, 2002.

WING, R.R.; JAKICIC, J.; NEIBERG, R.; LANG, W.; BLAIR, S.N.; COOPER, L.; HILL, J.O.; JOHNSON, K.C.; LEWIS, C.E. Fitness, fatness, and cardiovascular risk factors in type 2 diabetes: look ahead study. **Med Sci Sports Exerc.**, s.l.,v.39, n.12, p.2107-16, 2007.

XU, H.; BARNES, G.T.; YANG, Q., et al. Chronic inflammation in fat plays a crucial role in the development of obesity-related insulin resistance. **J. Clin. Invest.**, s.l., v.112: p.1821-1830, 2003.