

Márcia Braz Rossetti

**Impacto de um programa de atividade física
na cardioproteção de crianças e adolescentes
com sobrepeso ou obesidade**

Belo Horizonte
Faculdade de Medicina da UFMG
2008

Márcia Braz Rossetti

**Impacto de um programa de atividade física
na cardioproteção de crianças e adolescentes
com sobrepeso ou obesidade**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Ciências da Saúde.

Área de Concentração: Saúde da Criança e do Adolescente

Orientadora: Profa. Dra. Rocksane de Carvalho Norton

Co-Orientadora: Profa. Dra. Raquel Rodrigues Britto

Belo Horizonte
Faculdade de Medicina da UFMG
2008



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Reitor: Professor Ronaldo Tadêu Pena
Vice-Reitora: Professora Heloisa Maria Murgel Starling
Pró-Reitor de Pós-Graduação: Professor Jaime Arturo Ramirez
Pró-Reitor de Pesquisa: Professor Carlos Alberto Pereira Tavares

FACULDADE DE MEDICINA

Diretor: Professor Francisco José Penna
Vice-Diretor: Professor Tarcizo Afonso Nunes
Coordenador do Centro de Pós-Graduação: Professor Carlos Faria do Amaral

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DA SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

Coordenador: Professor Joel Alves Lamounier
Sub-Cordenador: Professor Eduardo Araújo de Oliveira

COLEGIADO

Professora Ana Cristina Simões e Silva
Professor Francisco José Penna
Professora Ivani Nonato Silva
Professor Lincoln Marcelo Silva Freire
Professor Marco Antônio Duarte
Professora Regina Lunardi Rocha
Representante Discente: Rute Maria Velásquez Santos



FACULDADE DE MEDICINA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 533
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100
Fone: (031) 3409.9641 FAX: (31) 3409.9640



DECLARAÇÃO

A Comissão Examinadora abaixo assinada, composta pelos Professores Doutores: Rocksane de Carvalho Norton, Raquel Rodrigues Britto, Hécio de Souza Maranhão, Maria Arlete Meil Schimith Escrivão, Danusa Dias Soares e Ana Lúcia Pimenta Starling, aprovou a defesa de tese intitulada: **“IMPACTO DE UM PROGRAMA DE ATIVIDADE FÍSICA NA CARDIOPROTEÇÃO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM SOBREPESO OU OBESIDADE”**, apresentada pela doutoranda **MÁRCIA BRAZ ROSSETTI** para obtenção do título de doutora em Saúde da Criança e do Adolescente, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, realizada em 03 de março de 2008.

Profa. Rocksane de Carvalho Norton
orientadora

Prof. Raquel Rodrigues Britto
Co-orientadora

Prof. Hécio de Souza Maranhão

Prof. Maria Arlete Meil Schimith Escrivão

Prof. Danusa Dias Soares

Prof. Ana Lúcia Pimenta Starling



UFMG

FACULDADE DE MEDICINA
CENTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO

Av. Prof. Alfredo Balena 190 / sala 533
Belo Horizonte - MG - CEP 30.130-100
Fone: (031) 3409.9641 FAX: (31) 3409.9640



ATA DE DEFESA DE TESE DE DOUTORADO de **MÁRCIA BRAZ ROSSETTI**, nº de registro 2004209938. Às quatorze horas do dia três do mês de março de 2008, reuniu-se na Faculdade de Medicina da UFMG a Comissão Examinadora de tese indicada pelo Colegiado do Programa para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: **"IMPACTO DE UM PROGRAMA DE ATIVIDADE FÍSICA NA CARDIOPROTEÇÃO DE CRIANÇAS E ADOLESCENTES COM SOBREPESO OU OBESIDADE"** requisito final para a obtenção do grau de Doutora em Saúde da Criança e do Adolescente, pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde - Área de Concentração em Saúde da Criança e do Adolescente. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Profa. Rocksane de Carvalho Norton, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares do Trabalho final passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público para julgamento e expedição do resultado definitivo. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Profa. Rocksane de Carvalho Norton/Orientadora	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovada</u>
Profa. Raquel Rodrigues Britto/co-orientadora	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovada</u>
Prof. Hécio de Sousa Maranhão	Instituição: UFRN	Indicação: <u>Aprovada</u>
Profa. Maria Arlete Meil Schimith Escrivão	Instituição: UNIFESP	Indicação: <u>Aprovada</u>
Profa. Danusa Dias Soares	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovada</u>
Profa. Ana Lúcia Pimenta Starling	Instituição: UFMG	Indicação: <u>Aprovada</u>

Pelas indicações, a candidata foi considerada Aprovada.
O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela presidente da comissão. Nada mais havendo a tratar a presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA que será assinada por todos os membros participantes da comissão examinadora. Belo Horizonte, 03 de março de 2008.

Profa. Rocksane de Carvalho Norton/Orientadora Rocksane

Profa. Raquel Rodrigues Britto/co-orientadora Raquel Britto

Prof. Hécio de Sousa Maranhão Hécio de Sousa Maranhão

Profa. Maria Arlete Meil Schimith Escrivão M. Arlete Meil Schimith Escrivão

Profa. Danusa Dias Soares Danusa Dias Soares

Profa. Ana Lúcia Pimenta Starling Ana Lúcia Pimenta Starling

Prof. Joel Alves Lamounier /Coordenador Joel Alves Lamounier

Obs.: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador.

CONFERE COM O ORIGINAL
Centro de Pós-Graduação

*Ao meu precioso Pai do céu, que me abençoa todos os dias sem parar...
Aos amorosos companheiros do lar: Dalmo, Isabela e Lucas...
Aos meus maravilhosos pais, que, silenciosamente,
vibram pelos seus filhotes...
À minha querida família, fonte de apoio incondicional...
Aos alunos e pacientes, motivação maior pela continuidade da luta
científica...*

AGRADECIMENTOS

Às queridas orientadoras, Professoras Rocksane de Carvalho Norton e Raquel Rodrigues Britto, exemplos de doçura mesclada com competência acadêmica. Obrigada pela oportunidade ímpar de crescimento pessoal e científico!

À Maria Cristina Pimenta Rocha, e seu pai, Dr. Paulo Pimenta Figueiredo Filho, pelo estímulo, carinho e amizade!

Às Dras. Fátima Derlene da Rocha Araújo e Zilda Maria Alves Meira, pela preciosa indicação.

À equipe do Ambulatório de Nutrologia Pediátrica, em especial às companheiras Adriana Reis Brasil, Adriana Márcia Silveira e Valéria Tassara, pelos ricos momentos de trabalho compartilhado.

À PUC Minas, pelas horas de auxílio para formação docente.

Aos muitos colegas da PUC, que, de uma forma ou de outra me auxiliaram. Com muito carinho, agradeço aos Professores Ubiratan, Raul e Daniel Marangon, que muito contribuíram neste processo.

Aos perseverantes alunos monitores: Maria Teresa, Márcia Mendes, Anna Carolina, Ana Paula, Luciana Pesce, Maria Carolina, Roberto e Guilherme.

À equipe do Laboratório de Análises Clínicas do HC-UFMG, pela coleta e na análise das amostras.

Ao Laboratório Dade Behring, nas pessoas de Leonardo Michetti e Guilherme Capurucho, pela doação dos kits para análise de PCR-*us*.

À Dra. Darlene Gonçalves Carvalho e Gleison Jesus Muniz da Silva (Laboratório Hermes Pardini), pela análise das amostras de PCR-*us*.

Ao Miguel Houry Neto, pela competente orientação na análise estatística.

À Professora Laise, pela revisão ortográfica e gramatical.

À terna e constante presença de minha família, alavanca para os momentos de fraqueza.

Aos queridos e pacientes companheiros do lar: Dalmo, Isabela e Lucas, pela compreensão com as inúmeras horas em que estive ausente. Nossos preciosos momentos lhes serão devolvidos “em dobro”!

Às crianças e adolescentes que participaram desta pesquisa e seus responsáveis: meu respeito e carinho! Cuidem-se!

“O grande objetivo da educação não é o saber, mas a ação.”

Herbert Spencer

RESUMO

ROSSETTI, Márcia Braz. **Impacto de um programa de atividade física na cardioproteção de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade.** 115p. 2008. Tese (mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina, 2008.

A epidemia de obesidade juvenil e o sedentarismo crescente da população se associam com os índices de doenças cardiovasculares (DCV). O fator causal desta associação tem sido atribuído, além de outras causas, a um estado de inflamação sistêmica de baixa intensidade. Autores têm observado aumento na concentração sérica de proteína C-reativa (PCR) tanto em adultos quanto em crianças obesas. OBJETIVO: Visando otimizar aspectos preventivos, este estudo testou a hipótese de que um programa multidisciplinar contendo orientações nutricionais além de atividade física geraria otimização em fatores cardioprotetores de jovens portadores de sobrepeso ou obesidade. MÉTODOS: Ensaio clínico, evolutivo, com grupos paralelos de crianças e adolescentes (n = 45) de ambos os sexos, idade 6-16 anos, portadores de Índice de Massa Corporal (IMC) acima do percentil 85. O grupo controle (n = 18) recebeu acompanhamento ambulatorial incluindo orientações médicas, nutricionais e psicológicas para mudança de estilo de vida. O grupo intervenção (n = 27) recebeu, além do programa padrão, sessões supervisionadas de exercícios aeróbicos de intensidade moderada por 12 semanas, três vezes por semana. Avaliações basal e de seguimento foram realizadas para obtenção das variáveis: estimativa do consumo máximo de oxigênio (VO_2 max, mL/kg.min), tempo gasto para realizar o teste de caminhada de Rockport (T, minutos), concentração sérica de proteína C-reativa *ultra sensível* (PCR-us, mg/L), relação colesterol total:lipoproteína de alta densidade (relação CT:HDL) e percentual de gordura corporal (%GC). Foram utilizados o Teste t de Student e análise multivariada ($p < 0,05$) para averiguação das diferenças obtidas entre os grupos. RESULTADOS: O grupo submetido à atividade física obteve vários benefícios potencialmente cardioprotetores como: aumento no VO_2 max ($p = 0,0001$), diminuição em: %GC ($p = 0,0001$), melhora na relação CT:HDL ($p = 0,005$), diminuição nos níveis de PCR-us ($p = 0,0001$), menor T gasto no teste ($p = 0,0001$) e menor IMC ($p = 0,003$). O grupo controle apresentou aumento nos níveis do marcador inflamatório PCR-us ($p = 0,0027$), sem alterações nas outras variáveis. CONCLUSÕES: Frente às evidentes respostas cardioprotetoras, concluímos que a atividade física regular deve ser um componente essencial no controle da obesidade infanto-juvenil, pois representa uma medida de prevenção de DCV futura.

Palavras chave: obesidade infantil; inflamação; atividade física; prevenção de doenças cardiovasculares.

ABSTRACT

ROSSETTI, Márcia Braz. **Heart Benefits of an Exercise Program applied to Overweight Children and Adolescents**. 115p. 2008. Tese (mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Medicina, 2008.

Juvenile obesity and sedentary life style have reached epidemic proportions worldwide, being important risk factors for cardiovascular diseases. Being related to a low level of systemic inflammation, both conditions have received wide scientific attention. Recently, high levels of C-reactive-protein (CRP) were observed in obese adults and children. **PURPOSE:** Focused on early prevention, this study tested the hypothesis that a program containing medical, nutritional and psychological counseling, plus supervised physical activity sessions, would generate cardio protection for overweight youths. **METHODS:** This prospective clinical trial studied parallel groups of overweight children and adolescents ($n = 45$), from 6 to 16 years old, both sexes, with a body mass index (BMI) above >85th percentile. The control group ($n = 18$) was given the traditional medical treatment aiming lifestyle changes. The intervention group ($n = 27$) underwent, beyond the standard recommendations, a moderated intensity supervised aerobic exercise program, three times a week, for 12 weeks. Estimates of oxygen consumption (VO_2 max) through the Rockport Walking Test, time spent to perform the test (T, minutes), serum levels of ultra-sensitive CRP (*us*-CRP), total cholesterol to high density lipoprotein ratio (TC:HDL) and percent body fat (%BF) were obtained for the two groups, before and after the study period. It was used the Student T-Test and multivariate analysis to check the differences obtained within and between groups ($p < 0.05$). **RESULTS:** The intervention group obtained various benefits recognized as cardio protective: increase in VO_2 max ($p = 0,0001$) and decreases in %BF ($p = 0,0001$), TC:HDL ratio ($p = 0,005$), *us*-CRP levels ($p = 0,0001$), T ($p = 0,0001$), BMI ($p = 0,003$), while the control group had increases in the inflammatory marker *us*-CRP ($p = 0,0027$), without alterations in the other variables of interest. **CONCLUSIONS:** Knowing these results, we conclude that a supervised exercise program should be an essential component of multidisciplinary approaches of juvenile obesity, since it presents anti-inflammatory and thus heart disease preventive properties.

Keywords: child obesity; inflammation; physical activity; heart disease prevention.

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Níveis de risco do primeiro IAM conforme as concentrações séricas da proteína C-reativa	30
QUADRO 2 - Níveis de risco do primeiro IAM conforme variações na relação CT:HDL	32

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - Comportamento do VO_2 max (médias \pm DP) nas avaliações basal e final, para os grupos controle e intervenção.....	71
GRÁFICO 2 - Comportamento do log da diferença dos valores da PCR-us (Log PCR-us) para o grupo intervenção, com dados obtidos nas avaliações basal e final.....	74
GRÁFICO 3 - Comportamento do log da diferença dos valores da PCR-us (Log PCR-us) para o grupo controle, com dados obtidos nas avaliações basal e final.....	74
GRÁFICO 4 - Comportamento das diferenças dos valores de PCR-us, obtidos a partir das avaliações basal e de seguimento dos grupos controle e intervenção.....	75
GRÁFICO 5 - Mudanças na relação CT:HDL nas avaliações basal e final para os grupos controle e intervenção.....	80
GRÁFICO 6 - Comportamento do %GC (médias e desvios padrão), com dados obtidos nas avaliações basal e final dos grupos controle (GC) e intervenção (GI).....	83

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Características basais (em médias \pm desvio padrão) dos grupos controle e intervenção.....	59
TABELA 2 -	Efeitos do programa de 12 semanas de exercício nos parâmetros antropométricos e clínicos do grupo intervenção.....	62
TABELA 3 -	Efeitos da abordagem padrão nos parâmetros antropométricos e clínicos para o grupo controle.....	62
TABELA 4 -	Mudanças observadas (em percentual) entre as avaliações basal e final nas variáveis antropométricas e clínicas para os grupos controle e intervenção.....	63
TABELA 5 -	Resultados da análise de variância multivariada (MANOVA) entre os dados das avaliações basal e final dos grupos controle e intervenção.....	66
TABELA 6 -	Análise da normalidade da distribuição da PCR- <i>us</i> nas avaliações basal e de seguimento, para os grupos controle e intervenção.....	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%GC	Percentual de Gordura Corporal
ACSM	American College of Sports Medicine
AGL	ácidos graxos livres
AHA	American Heart Association
ANOVA	Analysis of Variance
bpm	batimentos por minuto
CD14	Marcador macrofágico 14
CD68	Marcador macrofágico 68
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CETP	proteína de transferência dos ésteres de colesterol
DC	densidade corporal
DCV	Doenças cardiovasculares
DEPE	Diretoria de Ensino e Pesquisa
DEXA	Absorciometria de Raio X de Energia Dupla
Dif (a-v)O ₂	Diferença arteriovenosa de oxigênio
DP	Desvio Padrão
EPE	erro padrão de estimativa
EUA	Estados Unidos da América
FC	freqüência cardíaca
FC(bpm)	Freqüência Cardíaca (batimentos por minuto)
Fc _{final}	freqüência cardíaca obtida imediatamente após o término da caminhada
GC	grupo controle
GH	Hormônio do Crescimento
GI	grupo intervenção
HC-UFMG	Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais
HDL	Lipoproteína de Alta Densidade
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
IDL	Lipoproteína de Densidade Intermediária
IGF-1	<i>Insulin-Like Growth Factor - 1</i>
IL-1	Interleucina-1

IL-10	Interleucina-10
IL-1 β	Interleucina-1beta
IL-6	Interleucina-6
IL-ra	Antagonista do receptor da interleucina
IMC	Índice de Massa Corporal
kcal	calorias
kg	quilograma
kg/m ²	quilogramas dividido pelo quadrado da altura
l/min	litros por minuto
LCAT	Lecitina Colesterol Acil Transferase
LDL	Lipoproteína de Baixa Densidade
LHS	Lípase hormônio sensível
LLP	Lipase Lipoprotéica
Log	Logaritmo
M	Média
m ²	metro quadrado
MG	Massa gorda
mg/dL	miligramas por decilitro
mg/L	miligramas por litro
MIG	Massa Isenta de Gordura
min	minutos
mL/kg	mililitros por quilo
n	número de participantes
NCEP	<i>National Cholesterol Education Program</i>
NCHS	<i>National Center for Health Statistics</i>
NS	não significativo
p	escala logarítmica
p85	percentil 85
p95	percentil 95
PAI-1	inibidor do ativador plasminogênico-1
PCR	Proteína C-Reativa
PCR- <i>us</i>	Proteína C-reativa <i>ultra sensível</i>
PIG	Peso Isento de Gordura
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço

PUC Minas	Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Relação CT:HDL	Relação colesterol total:lipoproteína de alta densidade
RNA-m	Ácido ribonucléico-mensageiro
SAS	<i>Statistical Analysis System</i>
SBC	Sociedade Brasileira de Cardiologia
SNC	sistema nervoso central
T(min)	Tempo (minutos)
TF	Treinamento Físico
TNF- α	Fator de Necrose Tumoral - alfa
UFV	Universidade Federal de Viçosa,
VLDL	Lipoproteína de Muito Baixa Densidade
VO ₂ max	Consumo Máximo de Oxigênio

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	20
2.	REVISÃO DA LITERATURA.....	23
2.1	<i>O PROBLEMA DA OBESIDADE INFANTO-JUVENIL</i>	<i>23</i>
2.2	<i>FISIOPATOLOGIA DA OBESIDADE</i>	<i>25</i>
2.2.1	Gênese da Obesidade Infanto-Juvenil	26
2.2.2	Aspectos Inflamatórios da Obesidade Infanto-Juvenil	27
2.2.3	Obesidade, inflamação e aterogênese.....	30
2.3	<i>AÇÕES DO EXERCÍCIO FÍSICO NA OBESIDADE INFANTO-JUVENIL</i>	<i>33</i>
2.3.1	Aptidão física e composição corporal.....	33
2.3.2	Potencial antiinflamatório do exercício regular.....	37
2.3.3	Outros efeitos cardioprotetores	40
2.3.4	Influências da maturação biológica na resposta ao exercício físico	42
2.3.5	Resposta cardiorrespiratória e hormonal ao exercício na infância e na adolescência	44
2.4	<i>JUSTIFICATIVA PARA O ESTUDO.....</i>	<i>46</i>
3.	OBJETIVOS	47
4.	METODOLOGIA.....	48
4.1	<i>DESENHO DO ESTUDO.....</i>	<i>48</i>
4.2	<i>CASUÍSTICA</i>	<i>48</i>
4.3	<i>AVALIAÇÕES</i>	<i>49</i>
4.3.1	Consumo Máximo de Oxigênio	49
4.3.2	Proteína C-reativa ultra-sensível.....	50
4.3.3	Relação colesterol total: lipoproteína de alta densidade.....	51
4.3.4	Antropometria.....	51
4.4	<i>ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL DA OBESIDADE INFANTIL.....</i>	<i>52</i>
4.4.1	Avaliação pediátrica	53
4.4.2	Avaliação psicológica	54
4.4.3	Avaliação e acompanhamento nutricional.....	54
4.4.4	Grupo controle	54
4.4.5	Grupo intervenção.....	55
4.5	<i>ASPECTOS ÉTICOS.....</i>	<i>56</i>
4.6	<i>TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS.....</i>	<i>56</i>
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	58
5.1	<i>INTRODUÇÃO.....</i>	<i>58</i>
5.1.1	Caracterização da amostra	58
5.1.2	Efeitos do treinamento físico supervisionado.....	61
5.2	<i>CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO</i>	<i>67</i>
5.3	<i>TEMPO GASTO PARA REALIZAÇÃO DO TESTE</i>	<i>72</i>
5.4	<i>PROTEÍNA C-REATIVA ULTRA-SENSÍVEL</i>	<i>73</i>

5.5	RELAÇÃO COLESTEROL TOTAL:HDL.....	77
5.6	PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL.....	81
5.7	ÍNDICE DE MASSA CORPORAL.....	83
5.8	OUTROS ASPECTOS IMPORTANTES.....	84
5.8.1	Adesão ao tratamento e alcance das metas.....	84
5.8.2	Acompanhamentos psicológico e nutricional.....	86
5.8.3	Diferenças intersexuais e maturacionais na resposta ao exercício físico.....	87
5.8.4	Limitações do estudo.....	88
5.8.5	Considerações finais.....	89
6.	CONCLUSÃO.....	90
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	92
	APÊNDICES E ANEXOS.....	101
	<i>APÊNDICE 1 - Dados brutos: Grupos 1 (Intervenção) e 2 (Controle).....</i>	<i>101</i>
	<i>APÊNDICE 2 - Exemplo de curva de frequência cardíaca, obtida durante uma sessão de 50 minutos de exercícios aeróbicos. Dados advindos da monitorização de BGS, 10 anos, sexo feminino, IMC >p95.....</i>	<i>103</i>
	<i>APÊNDICE 3 - Fichas de Avaliação e Coleta de Dados.....</i>	<i>104</i>
	<i>APÊNDICE 4 - Termos de Esclarecimento e de Consentimento.....</i>	<i>106</i>
	<i>ANEXO 1 - Curvas de Crescimento de Acordo com o IMC (CDC, 2000).....</i>	<i>108</i>
	<i>ANEXO 2 - Colegiado Interno do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.....</i>	<i>110</i>
	<i>ANEXO 3 - Câmara Departamental de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais.....</i>	<i>111</i>
	<i>ANEXO 4 - Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais.....</i>	<i>113</i>
	<i>ANEXO 5 - Comitê de Ética e Pesquisa da PUC Minas.....</i>	<i>114</i>
	<i>ANEXO 6 - Departamento de Ensino e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais.....</i>	<i>115</i>

1. INTRODUÇÃO

A obesidade, tanto em adultos quanto em crianças, vem se constituindo como uma crescente preocupação do mundo moderno, pelo aumento significativo de sua prevalência e, também, pela sua associação a co-morbidades atuais ou futuras (BALABAN & SILVA, 2001; KIESS *et al.*, 2001; KATZMARZYK *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2003; PETERSEN & PEDERSEN, 2005; SILVEIRA *et al.*, 2006; BRASIL, 2007). Dentre as principais morbidades, relacionadas à obesidade, se destacam as doenças cardiovasculares (DCV). Essas lideram o *ranking* das doenças crônico-degenerativas como causa de mortalidade, seguidas pelo câncer, doenças pulmonares crônicas e diabetes (PELLANDA *et al.*, 2002).

Com as altas taxas de prevalência de obesidade infanto-juvenil e sua forte associação com essas comorbidades, desde 1965, as DCV têm sido consideradas um problema também pediátrico (ESCRIVÃO *et al.*, 2000; PELLANDA *et al.*, 2002; FROBERG & ANDERSEN, 2005; OGDEN *et al.*, 2006). O início dos eventos que agridem o endotélio vascular e o metabolismo, precursores da aterosclerose, ocorre na infância, enquanto os sintomas das DCV só aparecem na fase adulta (MISRA, 2000; BARBEAU *et al.*, 2002; PELLANDA *et al.*, 2002).

Ciências básicas e clínicas tentam elucidar os complexos fatores genéticos, psicossociais, metabólicos e ambientais que atuam no contexto da obesidade (ESCRIVÃO *et al.*, 2000; FORD *et al.*, 2001; KIESS *et al.*, 2001; VISSER *et al.*, 2001; BARBEAU *et al.*, 2002; BEHRMAN *et al.*, 2002; THOMAS *et al.*, 2003). Existe uma grande variedade de nomenclaturas para definir o excesso de peso na infância (BRASIL, 2007). Porém, vários estudos já demonstraram que adultos obesos, portadores de DCV, tiveram, enquanto adolescentes, índices de massa corporal (IMC) compatíveis com o estado de sobrepeso ou obesidade (FREEDMAN *et al.*, 1987; KIESS *et al.*, 2001; PELLANDA *et al.*, 2002).

É de consenso mundial o uso do IMC para adultos, visando rastreamento de obesidade nas avaliações clínicas e em estudos epidemiológicos, dada a sua acessibilidade e forte associação com parâmetros clínicos. No entanto, por não reproduzir com segurança a quantidade de massa gorda em crianças e adolescentes, especialistas discutem a complexidade do seu uso em pediatria

(COLE *et al.*, 2000; ABRANTES *et al.*, 2002a; BRASIL, 2007; CDC, 2000). Atualmente, os resultados de Cole *et al.* (2000) são muito aceitos, pelo seu caráter representativo internacional. Estabelecem pontos de corte para sobrepeso e obesidade, a partir da correlação entre os percentis do IMC, de acordo com idade, sexo e diferenças populacionais.

Indivíduos obesos, jovens ou não, tendem a apresentar um perfil de risco típico para as DCV. Este se caracteriza por um estado de baixa concentração sanguínea de lipoproteínas de alta densidade (HDL), alta concentração de lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e altos níveis de triglicérides, além de resistência à insulina, hiperglicemia e hipertensão arterial sistêmica. É reconhecido que um metabolismo alterado desde a infância cria condições favoráveis para o desenvolvimento da aterosclerose, com acúmulo de elementos fibrogordurosos nas principais artérias do organismo e associação com inflamação sistêmica de baixo nível (VISSER *et al.*, 2001; PELLANDA *et al.*, 2002; WUNSCH *et al.*, 2006; BRASIL *et al.*, 2007).

O tecido adiposo, antes considerado depósito passivo de gordura, é, hoje, reconhecido como fator ativo no metabolismo, ligado à produção de citocinas pró e antiinflamatórias, como, por exemplo, o fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α), as interleucinas 1, 6, 10 (IL-1, IL-6, IL-10) e a proteína C-reativa (PCR) (VISSER *et al.*, 2001; FORD *et al.*, 2001; HERMSDORFF & MONTEIRO, 2004; PETERSEN & PEDERSEN, 2005). Por isso, indivíduos obesos tendem a apresentar concentrações sanguíneas mais altas de proteína C-reativa *ultra-sensível* (PCR-*us*), que também se apresenta como um importante marcador de risco para as DCV (RIDKER *et al.*, 1998). Esta proteína pode ser produzida, além do fígado, por células musculares lisas em artérias coronárias, lesadas pela aterosclerose (BERWANGER, 2005).

A associação entre a obesidade infantil e o sedentarismo também é preocupante. Crianças obesas tendem a apresentar sinais precoces de disfunções metabólicas, precursoras de alterações graves no futuro (FREEDMAN *et al.*, 1987; DAS, 2001; FORD *et al.*, 2001; BARBEAU *et al.*, 2002; HALLE *et al.*, 2004; BRASIL *et al.*, 2007). Essas disfunções podem passar despercebidas a uma análise clínica mais generalizada. Atenção especial tem sido atribuída à prevenção e ao tratamento do estado de sobrepeso ou obesidade desde a infância, pois a melhor maneira de evitar suas conseqüências é, sem dúvida, a perda de peso (WUNSCH *et al.*, 2006;

BRASIL *et al.*, 2007). A perda de 1 kg/m² no IMC já tende a gerar menores taxas de morbimortalidade (CHAPMAN *et al.*, 2004). No entanto, essa tarefa é relativamente difícil, especialmente por se tratar de mudanças de estilo de vida, que envolvem toda a família (ESCRIVÃO *et al.*, 2000).

O conhecimento sobre as relações causais entre fatores de risco para as doenças crônico-degenerativas e o sedentarismo tem valorizado o uso preventivo e terapêutico do exercício físico. Seus efeitos benéficos, descritos por Hipócrates desde o período *antes de Cristo*, só receberam mais atenção da epidemiologia na década de 1950. Agindo em vários órgãos, na taxa metabólica e no sistema cardiovascular influenciam, positivamente, o estado de saúde dos indivíduos fisicamente ativos (TSOLAKIS *et al.*, 2003; HALLE *et al.*, 2004; ACSM, 2007). Infelizmente, faltam estudos prospectivos sobre as relações entre a obesidade, a resposta inflamatória e a atividade física para a população infantil. A maioria das conclusões a respeito dos benefícios da atividade física é proveniente de estudos, envolvendo adultos. A observação das altas taxas de prevalência de DCV, na fase adulta, direciona a busca de saberes sobre as repercussões do exercício físico regular nos fatores de risco, desde a infância e nos índices de morbimortalidade futura (IV DIRETRIZ BRASILEIRA SOBRE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DA ATEROSCLEROSE, 2007).

Este estudo foi conduzido buscando-se avaliar o impacto de um programa supervisionado de treinamento físico (TF) aeróbico, inserido no acompanhamento interdisciplinar (pediátrico, psicológico, nutricional), em fatores cardioprotetores, metabólicos e antropométricos: consumo máximo de oxigênio (VO₂ max); PCR-*us*; relação colesterol total e lipoproteína de alta densidade (relação CT:HDL), tempo gasto para realizar o teste de Caminhada de Rockport (T), IMC e percentual de gordura corporal (%GC) de crianças e adolescentes, com sobrepeso ou obesidade, provenientes do grupo de controle nutricional do Ambulatório de Doenças Nutricionais, pertencente ao Setor de Nutrologia, do Hospital das Clínicas, da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O PROBLEMA DA OBESIDADE INFANTO-JUVENIL

A obesidade está despontando como um dos principais problemas médicos nos países ocidentais, devido a suas relações com fatores de risco para as DCV, por ocorrer em proporções mundialmente epidêmicas, mesmo no contexto da pediatria. Aumentos de 10 a 20% nas taxas de obesidade infanto-juvenil foram registrados na última década, representando um ônus significativo para o sistema de saúde pública (ESCRIVÃO *et al.*, 2000; SIGULEM *et al.*, 2001; BEHRMAN *et al.*, 2002; PELLANDA *et al.*, 2002; ROMALDINI *et al.*, 2004). A identificação precoce do sobrepeso é importante como meio de evitar impacto futuro na saúde física, social e emocional da criança (FREEDMAN *et al.*, 1987; ESCRIVÃO *et al.*, 2000).

Pela variedade de definições e nomenclaturas, existentes para definir o excesso de peso na infância, o uso de termos como sobrepeso e obesidade tem gerado polêmicas (ABRANTES *et al.*, 2002b, 2003; BRASIL, 2007). Para a caracterização clínica desses estados, a simples inspeção do peso do indivíduo pode ser tendenciosa, refletindo não apenas a proporção da gordura corporal, mas, também, os tecidos muscular e ósseo. A exata quantidade de tecido adiposo em um organismo vivo apresenta variações relacionadas à idade, ao sexo e à estatura (RUMP *et al.*, 2002). Em função das dificuldades de se realizar medidas diretas do conteúdo de tecido adiposo, em estudos populacionais, os índices antropométricos se tornaram muito úteis. O IMC, relação entre o peso (kg) e o quadrado da estatura (m^2), unidade kg/m^2 , tem sido recomendado em ações clínicas, de triagem, para rastreamento e classificação do grau de sobrepeso em estudos epidemiológicos (ABRANTES *et al.*, 2002b, 2003; ACSM, 2007). Bem utilizado, se apresenta, também, como um método prático e de baixo custo para uso em pediatria, dada sua correlação com outras medidas do excesso de adiposidade (ESCRIVÃO *et al.*, 2000; COLE *et al.*, 2000; COLE, 2002; CONDE & MONTEIRO, 2006).

Em função do processo de desenvolvimento orgânico, as variações do IMC em crianças e adolescentes devem ser interpretadas com cautela (ABRANTES *et al.*, 2002a; BRASIL, 2007). Segundo critérios do *Centers for Disease Control and*

Prevention (CDC, 2000), a classificação de sobrepeso envolve um IMC \geq percentil 85, enquanto, na obesidade, esse índice supera o percentil 95. Ao mesmo tempo, a avaliação precisa da composição corporal, especialmente do %GC, é dispendiosa e pouco acessível. Dentre os principais métodos disponíveis destacam-se a pesagem hidrostática ou subaquática (padrão-ouro), a impedância bioelétrica, a tomografia computadorizada, a ressonância magnética, a absorciometria de raios X de energia dupla (DEXA), a medição de água duplamente marcada e a plicometria ou medição da espessura das pregas cutâneas (FORD *et al.*, 2001; GALLISTL *et al.*, 2001; SUDI *et al.*, 2001; BEHRMAN *et al.*, 2002; ACSM, 2007; WATTS *et al.*, 2006).

A prevalência do sobrepeso e da obesidade varia de acordo com idade, sexo e classe econômica. Cerca de 50% dos adultos dos Estados Unidos da América (EUA), do Canadá e de alguns países da Europa Ocidental têm um IMC típico de sobrepeso ou obesidade, ou seja, maior ou igual a 25 kg/m² (BOUCHARD, 2003). Em alguns subgrupos populacionais dos EUA, a prevalência de sobrepeso chega a ser superior a 70% (BOUCHARD, 2003). Na infância e na adolescência, essas taxas mais do que dobraram, desde o início da década de 1960 (BOUCHARD, 2003). Em 2003-2004, 17,1% das crianças e adolescentes americanos apresentavam-se com sobrepeso, indicando aumentos de 100 a 200%, nos últimos 12 anos (OGDEN *et al.*, 2006). O aspecto mais grave do aumento da obesidade infantil é a evidência de que esses jovens terão grandes chances de, mais tarde, seguirem a mesma tendência, evento chamado *tracking* (FREEDMAN *et al.*, 1987; WHITAKER *et al.*, 1997). Além disso, os riscos, envolvidos com o acúmulo de gordura corporal, são preocupantes (FORD *et al.*, 2001; PELLANDA *et al.*, 2002; TSOLAKIS *et al.*, 2003; PETERSEN & PEDERSEN, 2005).

Alguns estudos epidemiológicos bem delineados, realizados em diferentes cidades brasileiras, demonstraram que a obesidade, também, é uma grande preocupação em nosso país (RABELO, 2001; WANG *et al.*, 2002; ABRANTES *et al.*, 2003; ROMALDINI *et al.*, 2004; BRASIL, 2007). Os pesquisadores registram, também, de forma associada, a queda nos índices de desnutrição infantil e o aumento de jovens obesos, principalmente nas classes economicamente desfavorecidas. O aumento anual de 0,5% na prevalência de obesidade de crianças e adolescentes com IMC $>$ percentil 95, caracteriza a transição nutricional que assola a América Latina (BRASIL, 2007).

A proporção de jovens brasileiros com excesso de peso evoluiu significativamente na última década. Em 2001, dados de Recife foram registrados por Balaban e Silva (2001), evidenciando taxas de sobrepeso de 26,2% e de obesidade de 8,5%. Escolares de Salvador apresentaram 15,8% de obesidade (LEÃO *et al.*, 2003) e, mais recentemente, foram observadas taxas de sobrepeso de 33,6% em crianças de seis a 11 anos, predominantemente em estudantes das escolas privadas da região nordeste (BRASIL, 2007). Na região sul do país, Monteiro *et al.* (2007) relataram ocorrência de 22,6% de obesidade em jovens do sexo masculino. Na região sudeste, Lamounier (2000) observou prevalência, em Belo Horizonte, de taxas de sobrepeso e obesidade de 7,8% e 8,5%, respectivamente, entre estudantes de seis a 18 anos de idade. Posteriormente, Abrantes *et al.* (2002a) relataram taxas de 10,4% para prevalência de sobrepeso e 1,7% de obesidade em adolescentes, além de 11,9% de obesidade em crianças.

Na atualidade, verifica-se maior incidência de fatores de risco para DCV em jovens obesos do que duas décadas atrás (PELLANDA *et al.*, 2002). Dentre esses fatores, incluem-se a elevação dos níveis plasmáticos de insulina, a síndrome da resistência à mesma, aumentos em níveis sanguíneos de marcadores inflamatórios (IL-6, TNF- α , PCR e fibrinogênio) (HALLE *et al.*, 2004; BRASIL *et al.*, 2007), leptina (BOUCHARD, 2003) e LDL e lipoproteína de muito baixa densidade (VLDL), diminuição da lipoproteína de alta densidade (HDL) (CHAPMAN *et al.*, 2004) e aumento nas taxas de hipertensão arterial sistêmica (MISRA, 2000; BARBEAU *et al.*, 2002; PELLANDA *et al.*, 2002). Medidas drásticas deverão ser implantadas, desde a infância, para controle da incidência futura de DCV, pois o risco é 2,13 vezes maior para homens e 6,21 vezes para mulheres obesas, em comparação com indivíduos adultos eutróficos (VISSER *et al.*, 1999; FORD *et al.*, 2001; REPETTO *et al.*, 2003).

2.2 FISIOPATOLOGIA DA OBESIDADE

As doenças com fisiopatologia, associada ao sobrepeso, podem ser classificadas sob dois diferentes aspectos. Existem aquelas que se formam como resultado das alterações metabólicas, causadas pelo excesso de peso, como a diabetes, as doenças da vesícula biliar, a hipertensão arterial, as DCV e, até, algumas formas de câncer. Há, ainda, aquelas doenças, causadas pelo desgaste

corporal, advindo do aumento de peso ou da deposição de gordura, gerando osteoartrites, apnéia do sono, estigmatização social e outras condições (VISSER *et al.*, 1999; REPETTO *et al.*, 2003).

2.2.1 Gênese da Obesidade Infanto-Juvenil

Os mecanismos fisiológicos que controlam o peso corporal são parcialmente compreendidos. A percepção da fome é uma resposta inata, não condicionada à necessidade de comida e mediada, em parte, pelas contrações gástricas e pelos níveis séricos de glicose, ácidos graxos, glicerol, insulina e aminoácidos. Existe, também, a percepção da saciedade, sinalizando que foi consumida uma quantidade suficiente de alimento. O apetite representa outro mecanismo regulador. Em contraste com a fome, esse é um fenômeno psicológico aprendido, envolvendo a antecipação prazerosa e servindo para lidar com necessidades emocionais mais do que nutricionais. O peso corporal é uma função do equilíbrio energético ao longo do tempo, sendo determinado pela ingestão de macronutrientes e pelo gasto de energia. Se o balanço energético é positivo, perdurando por semanas ou meses, o resultado é o ganho de peso, enquanto o balanço energético negativo exerce o efeito oposto (GANONG, 1997; ESCRIVÃO *et al.*, 2000; SIGULEM *et al.*, 2001; LEMURA & MAZIEKAS, 2002; REPETTO *et al.*, 2003).

Na gênese da obesidade, o apetite pode dominar os fenômenos da fome e da saciedade, fazendo com que o consumo de alimentos seja superior às necessidades nutricionais (BOUCHARD, 2003). Nesse contexto, tanto a maior ingestão calórica quanto o sedentarismo atuam como importantes fatores de desequilíbrio energético, causando a obesidade (SIGULEM *et al.*, 2001).

O estilo de vida urbano induz ao sedentarismo. Hoje, as crianças e adolescentes praticam brincadeiras sedentárias, andam mais de veículos automotores e o número de aulas de educação física, nas escolas de ensino médio e fundamental, diminuiu. Ao levar a população a um gasto progressivamente menor de energia, a modernidade ainda favoreceu o consumo de alimentos hipercalóricos. Interessantemente, foi observado que o número de horas, frente à televisão, se relacionou, positivamente, ao IMC dos jovens, enquanto as atividades dinâmicas ao

ar livre deveriam representar um meio de se promover maior socialização e saúde coletiva (HAGER, 2006).

Os benefícios advindos da atividade física regular devem ser enfatizados, também, no contexto pediátrico, pois envolvem aspectos de ordem músculo-esquelética, respiratória, metabólica e cardiovascular. Os exercícios aeróbicos têm efeitos diretos e indiretos no sistema circulatório, na tolerância ao esforço, na força muscular, na flexibilidade e na qualidade de vida do indivíduo ativo. A prescrição de atividades acessíveis e recreativas facilita a incorporação das mesmas ao cotidiano da criança e de sua família, aumentando a adesão e os ganhos. Segundo o *American College of Sports Medicine* (ACSM) (ACMS, 2007), estímulos corriqueiros, envolvendo brincadeiras ativas e até maior convivência familiar (brincadeiras de esconde-esconde, pega-pega, pular corda, jogar bola, subir escadas, por exemplo), podem ser altamente eficazes no sentido de mudar o estilo de vida de toda a família. Apesar das controvérsias sobre a dose ótima para se obter esses resultados específicos, são comumente sugeridas atividades de intensidade moderada, na maioria dos dias da semana, com duração de 60 minutos (GUTIN & BARBEAU, 2003; ACSM, 2007).

Das (2001) e Blascovi *et al.* (2003) relacionaram a adaptação fisiológica ao exercício físico a uma complexa interação cerebral entre neurotransmissores e outras substâncias como leptina, endorfinas e óxido nítrico. Suas ações resultam em benefícios importantes como maior regulação da saciedade, aumentada sensação de prazer e bem-estar.

2.2.2 Aspectos Inflamatórios da Obesidade Infanto-Juvenil

A obesidade é hoje relacionada a um estado inflamatório sistêmico de baixa intensidade, tanto em adultos quanto em crianças (VISSER *et al.*, 2001; HALLE *et al.*, 2004; BRASIL *et al.*, 2007; GUIMARÃES *et al.*, 2007).

Grande parte dos estudos sobre inflamação e citocinas vem de pesquisas com sepse, utilizando modelos experimentais (PETERSEN & PEDERSEN, 2005). Na inflamação, ocorre uma cascata de eventos, resultante da ativação de citocinas: fator de necrose tumoral-alfa (TNF- α), interleucinas 1, 6 e 10 (IL-1 β , IL-6 e IL-10), antagonista de receptor de interleucina 1 (IL-1ra), receptor para o fator de necrose

tumoral-alfa (sTNF-R). As citocinas TNF- α e IL-1 β são produzidas, localmente, logo após uma lesão e são chamadas pró-inflamatórias, pois, em seguida, estimulam a produção da citocina IL-6, que tem sido classificada tanto como “pró-inflamatória” quanto “antiinflamatória”. Age, posteriormente, na inibição da produção da TNF- α , na cascata clássica de citocinas (PETERSEN & PEDERSEN, 2005).

Além dos aumentados níveis de adiposidade, indivíduos com sobrepeso demonstram ligeira elevação das citocinas inflamatórias (IL-1, IL-6, IL-10, o TNF- α) e, secundariamente, da PCR, do inibidor do ativador plasminogênico-1 (PAI-1), da leptina e da resistina (MISRA, 2000; DAS, 2001; VISSER *et al.*, 2001; KNEHANS, 2002; BOUCHARD, 2003; HALLE *et al.*, 2004; BRASIL *et al.*, 2007; GUIMARÃES *et al.*, 2007). Por isso, a célula de gordura é considerada um órgão endócrino produtor de peptídeos e metabólitos biologicamente ativos. A leptina é uma proteína essencial para o controle hipotalâmico da saciedade, agindo em *feedback*, cujas ações podem estar relacionadas ao início da puberdade e à ocorrência de obesidade (GANONG, 1997; BOUCHARD, 2003; TSOLAKIS *et al.*, 2003).

Embora ainda mal esclarecidos, os mecanismos fisiológicos, envolvidos com o complexo processo da inflamação na obesidade são amplamente divulgados (DAS, 2001; FORD *et al.*, 2001; VISSER *et al.*, 2001; SANTOS *et al.*, 2003; GUIMARÃES *et al.*, 2007). Entende-se que os adipócitos sejam produtores das citocinas TNF- α e IL-6. Uma vez na corrente sanguínea, as IL-6 estimulam os hepatócitos a produzirem ácido ribonucléico-mensageiro (RNA-m) para proteínas de fase aguda da inflamação, como a PCR. Esta proteína tende a elevar-se em resposta às agressões orgânicas tais como: infecções, tabagismo, artrite reumatóide, doenças respiratórias, diabetes e DCV (RIDKER *et al.*, 1998). Mesmo entre indivíduos sãos, pode variar dentro de uma faixa bastante ampla de valores. Desde que seja excluída a ocorrência de uma infecção nas poucas semanas precedentes ao momento da coleta do sangue, os níveis da PCR de um mesmo indivíduo tendem a ser estáveis, não havendo variação diurna, sazonal ou em resposta à ingestão de alimentos. Preconiza-se que aumentos mínimos dessa proteína, no sangue, podem ocorrer anos antes que aconteçam os sintomas de DCV, de forma independente de outros fatores de risco (RABELO, 2001; VISSER *et al.*, 2001; SESSO *et al.*, 2003). Deste modo, a mesma tem sido utilizada pelo seu valor prognóstico entre pacientes adultos com DCV constatada, mostrando variações

relativas a indicadores sócio-demográficos (idade, sexo, raça), a medidas antropométricas, de pressão arterial, do perfil lipídico, tabagismo, atividade física, tolerância à glicose e sensibilidade à insulina (RIDKER *et al.*, 1998).

Segundo Ridker *et al.* (1998) a PCR é um preditor de risco de eventos cardíacos futuros mais acurado do que o colesterol, apesar de serem fatores independentes. Na verdade, sua medição adiciona valor preditivo à medição do colesterol, ou seja, altos níveis de ambos, colesterol e PCR, potencializam o risco de DCV.

Os canadenses Lambert *et al.* (2004) mostraram a associação entre um estado de baixo nível de inflamação sistêmica e fatores de risco para disfunções metabólicas como hipertensão arterial sistêmica, hipertrigliceridemia e diminuição no HDL, em população de crianças e adolescentes (n = 2224) saudáveis com idade de nove, 13 e 16 anos. Sem estar relacionada ao sexo, a distribuição da PCR nesta população demonstrou média e percentil 95, variando de 0,2 a 0,56 mg/L e 2,72 a 6,28 mg/L para idade e sexo, respectivamente. Dados americanos revelaram taxas mais altas, na faixa de 0,3 a 0,6 e de 5,9 a 8,6 mg/L (FORD *et al.*, 2003). Diferentemente dos resultados canadenses, as crianças e adolescentes americanos (idade de três a 17 anos) exibiram valores maiores para o sexo masculino. Esses dados foram associados, positivamente, à idade, ao percentual do IMC e aos níveis de pressão arterial sistólica. As crianças obesas apresentaram valores médios de PCR de 2,1 a 3,8 mg/L (FORD *et al.*, 2003). Crianças britânicas apresentaram médias de PCR de 0,15 mg/L, enquanto as finlandesas tinham média de 0,70 mg/L (JARVISALO *et al.*, 2002). Vários autores relataram, ainda, que entre crianças e adolescentes obesos, altas concentrações séricas de PCR foram associadas a maior espessamento precoce das camadas íntima e média da carótida, em comparação com os seus controles eutróficos (JARVISALO *et al.*, 2002; MEYER *et al.*, 2006; WUNSCH *et al.*, 2006). Wunsch *et al.* (2006) relataram que esse processo foi revertido com reeducação de estilo de vida, associado à perda ponderal.

Um estudo recente, envolvendo crianças e adolescentes ($6,2 \pm 14,2$ anos) do nosso meio, demonstrou a ocorrência de taxas de PCR de 0,16 a 4,17 mg/L entre os jovens com IMC > 85p e de 0,16 a 3,25 mg/L entre seus pares eutróficos (BRASIL *et al.*, 2007).

2.2.3 Obesidade, inflamação e aterogênese

Ao longo dos últimos anos, acumularam-se dados consideráveis que caracterizam a aterosclerose como um processo inflamatório na parede arterial, particularmente no local da placa instável (MILANI *et al.*, 2004; GUIMARÃES *et al.*, 2007). O componente inflamatório da aterosclerose foi demonstrado pela ocorrência de elevações discretas da PCR, ao risco de ruptura da placa e infarto agudo do miocárdio.

Desde 1998, a dosagem da PCR-*us* tem sido instituída como importante marcador de risco ou de prognóstico para as doenças arteriais coronarianas (RIDKER *et al.* 1998). Órgãos como a *American Heart Association* (AHA), o *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) e a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) estabeleceram posicionamentos científicos sobre o uso da PCR-*us*. Embora seu uso para triagem de risco cardiovascular de toda a população seja questionável, Ridker *et al.* (1998) propuseram valores de corte com estratificação do risco relativo para o primeiro infarto agudo do miocárdio (IAM), como mostra o Quadro 1.

QUADRO 1 - Níveis de risco do primeiro IAM conforme as concentrações séricas da proteína C-reativa

Níveis de PCR (mg/L)	Nível de risco para o primeiro IAM
< 0,72	Baixo
0,72 a 1,69	Intermediário
> 1,69	Alto

FONTE: Ridker *et al.*, 1998.

Diversos fatores de risco, incluindo as dislipidemias, podem contribuir para a ocorrência de lesão endotelial e desenvolvimento da aterosclerose (PELLANDA *et al.*, 2002). As dislipidemias são prevalentes no mundo ocidental, predispondo os indivíduos ao IAM, trombose cerebral, vasculopatias periféricas, assim como a várias outras complicações metabólicas e vasculares (GUIMARÃES *et al.*, 2007).

O colesterol é um constituinte essencial das membranas celulares e dos hormônios esteróides. Conta com os quilomicrons como parte de um sistema de transporte para os lipídios adquiridos via exógena, sendo formadas as VLDL, LDL e HDL, transportadores de triglicérides e de colesterol, através do organismo. As VLDL são formadas no fígado e transportam os triglicérides, formados a partir de ácidos graxos livres (AGL) e carboidratos, do fígado para os tecidos extra-hepáticos. Após a

remoção do triglicéride, pela ação da lipase lipoprotéica (LLP), as VLDL se tornam lipoproteínas de densidade intermediária (IDL). As IDL liberam fosfolipídios e, através da ação da enzima plasmática lecitina colesterol acil transferase (LCAT), captam os ésteres de colesterol, formados, a partir do colesterol, pelas HDL, lipoproteínas sintetizadas no fígado e no intestino. Algumas IDL são captadas pelo fígado, outras se transformam em LDL, quando, então, perdem proteína e triglicérides. No estado estável, tudo indica que o colesterol entra e sai livremente das células. Ao sair das células, pode ser absorvido pelas HDL. Ao se ligar a receptores de LDL, a HDL carrega colesterol de célula a célula. Além disso, o HDL provê, através da LCAT, que os ésteres colesteril sejam transferidos para o IDL e via IDL e LDL retornem ao fígado (GANONG, 1997).

Na aterogênese, ocorre infiltração de colesterol e formação de placas gordurosas nas camadas íntima e média das paredes arteriais. A seguir, uma complexa seqüência de mudanças que envolvem plaquetas, macrófagos, células musculares lisas e fatores de crescimento produzem lesões proliferativas. Nesse processo, a adesão de monócitos ativados à parede do endotélio lesado é seguida por fagocitose de partículas de LDL, modificadas pela oxidação, levando ao aumento na produção dos mediadores pró-inflamatórios e na formação de células espumosas. A progressiva proliferação da íntima e do músculo liso vascular causa obstrução do lúmen do vaso. As células espumosas, componentes da placa, são, também, produtoras de TNF- α , induzindo à formação de coágulos e à ocorrência de síndromes coronarianas agudas (angina, IAM) (PELLANDA *et al.*, 2002; PETERSEN & PEDERSEN, 2005; GUIMARÃES *et al.*, 2007).

A HDL é reconhecida pelo seu papel cardioprotetor. Chapman *et al.* (2004) atribuíram a essa lipoproteína seis dimensões fisiológicas de sua ação anti-aterogênica: a) transporte reverso do colesterol, b) atividade antiinflamatória, c) atividade antioxidativa, d) atividade antiapoptótica, e) atividade antitrombótica e f) atividade antiinfeciosa. Ao fazer o transporte reverso do colesterol, conduz a gordura para a excreção, fazendo diminuir sua deposição em tecidos-alvo. De acordo com as diretrizes do *National Cholesterol Education Program* (NCEP, 1991), baixos níveis de HDL (inferiores a 40 mg/dL) podem ser considerados como um dos principais fatores de risco, para as cardiopatias isquêmicas. Segundo Schaefer *et al.* (1994) e Chapman *et al.* (2004), basta um aumento de 1% no colesterol HDL para se

ter um risco 2 a 3% menor de DCV futuras. Em 2001, Rabelo (2001) observou que crianças e adolescentes, com sobrepeso ou obesidade, tinham níveis de HDL abaixo de 40 mg/dL. A condição foi relacionada à hipercolesterolemia e ao sexo, e mostrou que os meninos púberes eram mais afetados que as meninas. Ganong (1997) já havia sugerido que meninas púberes estariam mais protegidas pela ação do estrógeno, por induzir a diminuição nos níveis de colesterol LDL e aumento nos níveis de HDL através de maior catabolismo da LDL circulante e pelo aumento de receptores hepáticos de LDL.

O limiar de risco aterogênico, dado pelo aumento no nível do colesterol total e pela diminuição nos níveis sanguíneos da HDL, tem sido alvo de muita investigação (PRADO & DANTAS 2002; CHAPMAN *et al.*, 2004). Associando esses dados, a relação colesterol total com a lipoproteína de alta densidade (CT:HDL) foi apontada como instrumento útil na avaliação do risco do primeiro IAM, em homens aparentemente saudáveis (RIDKER *et al.*, 1998). Os autores propuseram a utilização de níveis tanto de PCR-*us* quanto da relação CT:HDL para calcular o risco relativo de DCV de um indivíduo, conforme mostra o Quadro 2:

QUADRO 2 - Níveis de risco do primeiro IAM conforme variações na relação CT:HDL

Relação CT:HDL	Nível de risco para o primeiro IAM
< 3,78	Baixo
3,78 a 5,01	Intermediário
> 5,01	Alto

FONTE: Ridker *et al.*, 1998.

A abordagem preventiva das DCV, especialmente em relação à obesidade infantil, deve ser tratada com absoluto rigor. Mudanças morfofuncionais no coração do obeso se caracterizam por aumento linear no peso deste órgão, com hipertrofia excêntrica e aumento na gordura epicárdica (MITCHELL *et al.*, 2002). Os ajustes hemodinâmicos que ocorrem para perfundir o tecido adiposo extra, tanto em repouso como durante o esforço físico, levam ao aumento no débito cardíaco, gerando maiores pré-carga e sobrecarga volumétrica para o miocárdio e aumentos na pressão arterial sistêmica.

Nos casos de hipertensão arterial essencial, o aumento na pós-carga (sobrecarga pressórica) pode gerar hipertrofia cardíaca concêntrica e posterior dilatação cardíaca (MITCHELL *et al.*, 2002). Estes achados são justificados pela Lei

de Laplace (GANONG, 1997). A disfunção miocárdica, gerada pelo aumento na massa ventricular esquerda e a diminuição na reserva coronariana, acarretam maior risco de eventos isquêmicos (MITCHELL *et al.*, 2002).

2.3 AÇÕES DO EXERCÍCIO FÍSICO NA OBESIDADE INFANTO-JUVENIL

2.3.1 Aptidão física e composição corporal

Ao longo das últimas cinco décadas, pesquisas têm documentado os efeitos benéficos da aquisição de maiores níveis de aptidão física. A obesidade se associa a uma forte tendência à inatividade física, ao aumento do tempo na frente da televisão ou no uso da Internet (BEHRMAN *et al.*, 2002; MYERS, 2005; HAGER, 2006). O sedentarismo, inserido no cotidiano do obeso, atua de forma incisiva, causando danos que poderiam ser facilmente prevenidos (KIESS *et al.*, 2001; KNEHANS, 2002; BLASCOVI *et al.*, 2003). Porém, muitos relatos confirmam a grande dificuldade em se promover mudanças nos hábitos de vida, especialmente na infância, por depender da adesão da escola e dos familiares (ESCRIVÃO *et al.*, 2000; ATLANTIS *et al.*, 2006).

A aptidão física de um indivíduo pode ser bem quantificada por um teste máximo de esforço, gerando a medida da capacidade funcional aeróbica, também chamada VO_2 max (ACSM, 2007). Evidências demonstram que alta aptidão aeróbica pode ser um dos mais potentes preditores de baixo risco para DCV, entre todas as variáveis clínicas e funcionais, tanto em populações adultas assintomáticas, de ambos os sexos, como em populações portadoras dos fatores de risco tradicionais (HALLE *et al.*, 2004; MYERS, 2005). Após ajustes para idade e outros marcadores de risco, houve redução nas taxas de mortalidade de 10 a 20% para cada 1 MET (equivalente metabólico de gasto energético humano, ou 3,5 mL O_2 /kg.min) de aumento na tolerância ao exercício (MYERS, 2005). Essa melhoria funcional é facilmente alcançável pela maioria dos indivíduos que incorpora ao seu cotidiano pelo menos 30 minutos de atividade física aeróbica. Myers (2005) demonstra que investimentos simples, visando a um estilo de vida mais ativo, são suficientes para reduzir a incidência de diabetes tipo II, osteoporose, osteoartrite, hipertensão e hiperlipidemia, além de diminuir os custos com a saúde.

O ACSM (2007) recomenda que seja feita uma avaliação funcional, através de ergometria ou de testes de campo, antes de se iniciar qualquer programa de atividade física, o que garante a aplicação de sobrecarga fisiológica individualizada. No entanto, ainda é limitado o uso de protocolos científicos para medidas de trabalho físico na população pediátrica. As avaliações cardiorrespiratórias de esforço, realizadas através de testes de campo, embora não possuam o rigor científico dos testes ergoespirométricos, são bem aceitas pelo ACSM e estimam bem a capacidade funcional inclusive de crianças. O Teste da Caminhada de Rockport, ou de uma milha, tem sido utilizado para este fim, apresentando índices de validade interna e externa, acima de 0,91, em comparação com valores de VO_2 max de adolescentes, avaliados pelo teste ergométrico, protocolo de Balke (KLINE *et al.*, 1987; McSWEGIN *et al.*, 1998; ACSM, 2007).

Programas de atividade física juvenil, visando à promoção da saúde idealmente, deveriam envolver o uso de exercícios físicos motivadores, propiciando dispêndio energético considerável e potencial mínimo de ocorrência de lesões ortopédicas (GUTIN & BARBEAU, 2003; LEMURA, 2006; ACSM, 2007). Apesar do desconhecimento sobre as doses ótimas de exercícios para esta população, os pesquisadores da área recomendam que se apliquem atividades lúdicas e recreativas, com envolvimento de grandes grupos musculares, em intensidades moderadas a vigorosas, intermitentes e de frequência idealmente diária (GUTIN & BARBEAU, 2003; ACSM, 2007). Devem visar a mudanças de hábitos de vida de forma acessível e agradável.

Existem muitas razões para se avaliar a composição corporal de um indivíduo. A poderosa associação entre a gordura visceral excessiva e o risco de DCV, diabetes, hipertensão arterial sistêmica, além de certos tipos de câncer recebeu considerável atenção nos últimos anos (WEISS *et al.*, 2004; ACSM, 2007). Considerando que tecidos ósseos e musculares são mais densos do que a água, enquanto o tecido adiposo é menos denso, a densidade corporal (DC) geralmente se aproxima de 1,10 g/mL para a massa (ou peso) isenta de gordura (MIG ou PIG) e de 0,90 g/mL para massa gorda (MG). Mesmo assim, a densidade da MIG pode variar com o crescimento, maturação, envelhecimento, sexo e etnia (HEYWARD & STOLARCZYK, 1996). Para estimativa da composição corporal (a MIG e a MG) é necessário que se conheça a DC, cuja medida, na prática clínica, é limitada pelas

dificuldades na obtenção do volume corporal exato. A massa é medida simplesmente como peso corporal, e o volume corporal pode ser medido com a pesagem hidrostática ou pela pletismografia.

A pesagem hidrostática utiliza o princípio de Arquimedes, que considera que o deslocamento de água, ao mergulhar o corpo, está relacionado ao volume do mesmo (ACSM, 2007). Tipicamente, mede-se a MG ou a MIG e, a seguir, o outro valor é calculado pela subtração do peso corporal total (ACSM, 2007). Apesar de ser a pesagem hidrostática o método de referência para a determinação de gordura corporal, ela é pouco acessível pelo custo da infra-estrutura ideal. Várias outras técnicas são, também, indicadas pela sua confiabilidade e praticidade, como a DEXA, ressonância magnética e bioimpedanciometria, mas o custo dos equipamentos continua ainda como a principal limitação da maioria destes métodos (ACSM, 2007; WATTS *et al.*, 2006). O uso de fórmulas de regressão linear específicas, ajustadas para dados antropométricos, permite o cálculo do %GC a partir da DC derivada da plicometria (HEYWARD & STOLARCZYK, 1996; ACSM, 2007). As técnicas de campo para mensuração de %GC têm sido amplamente utilizadas para fins de estudos epidemiológicos e de análise clínica, pois proporcionam uma estimativa razoável da composição corporal, mesmo em crianças, quando comparados com métodos de laboratório (HEYWARD & STOLARCZYK, 1996; ACSM, 2007).

O IMC também tem sido utilizado, abundantemente, como marcador de adiposidade na prática clínica e em estudos epidemiológicos. Porém, pesquisadores advertem que este índice deve ser utilizado com cautela para se estimar o %GC, especialmente no caso das crianças e adolescentes (PIETROBELLI *et al.*, 1998; ABRANTES *et al.*, 2002b; ACSM, 2007), pois existe o risco de classificação errônea do indivíduo como obeso, se este possui musculatura e massa esquelética acima da média, em vez de excesso de gordura. Mesmo assim, Pietrobelli *et al.* (1998) validaram o IMC como medida da adiposidade aceita para meninas e meninos, em comparação com a DEXA.

A avaliação plicométrica, ou medição das dobras cutâneas, é uma técnica bem aceita, apesar de suas limitações (KIESS *et al.*, 2001; GOSS *et al.*, 2003; WATTS *et al.*, 2006). Equações antropométricas, destinadas a estimar a composição corporal de diferentes populações, a partir da espessura das pregas cutâneas,

proporcionam estimativas válidas da DC e do %GC (HEYWARD & STOLARCZYK, 1996; ACSM, 2007). Essas estimativas são embasadas em dados populacionais específicos, pressupondo que a distribuição da gordura subcutânea e interna é igual para todos aqueles aos quais é aplicada uma determinada equação. Os autores indicam que o erro de estimativa pode ser, significativamente, reduzido com a escolha de equações específicas para diferentes idade e sexo, além, naturalmente, da experiência do examinador no uso da técnica. Comparada com a bioimpedância, a plicometria demonstrou o mesmo índice de erro (4-5%). Ambos os métodos apresentaram alta correlação ($r = 0,70-0,90$) com a pesagem hidrostática, conquistando, assim, aceitação clínica e científica (KIESS *et al.*, 2001; GOSS *et al.*, 2003). Recentemente, as limitações do uso da plicometria, em crianças e adolescentes obesos, foram constatadas, em comparação com dados provenientes da DEXA (WATTS *et al.*, 2006).

Não existem padrões aceitos de %GC para todas as idades. A maioria dos estudos sobre composição corporal utiliza pequenos grupos de indivíduos, em geral adultos jovens, demonstrando que a gordura corporal varia tipicamente de 10 a 20% para homens e de 20 a 30% para mulheres (ACSM, 2007). As recomendações vigentes de %GC ideal preconizam valores de, aproximadamente, 15% para homens e 25% para mulheres (adultos jovens). Segundo o ACSM (2007), para crianças e adolescentes (seis a 18 anos), padrões saudáveis de %GC se aproximam de 25% para meninos e 30% para meninas, tendo em vista o baixo poder de prognóstico desse índice, nessa faixa etária (ACSM, 2007).

Apesar de o %GC receber o enfoque principal nas avaliações de composição corporal, a importância da estimativa da quantidade de tecidos magros (líquido, músculos, ossos) não deve ser subestimada. Baixos níveis de massa magra contribuem para as complicações metabólicas tanto direta quanto indiretamente, estando relacionados a uma capacidade funcional deteriorada (McARDLE, 2003). Jovens obesos têm índices de VO_2 max (mL/kg.min) menores que os eutróficos (ROWLAND *et al.*, 2003). Estes autores relataram que meninas obesas de 13 anos de idade apresentaram percentuais aumentados de massa gorda e de massa isenta de gordura, quando comparadas com meninas eutróficas. Após a correção do VO_2 max para o total de massa magra, eles observaram diferenças significativas na

aptidão física, entre os grupos, reforçando a conhecida relação direta entre percentual de massa magra e aptidão física.

2.3.2 Potencial antiinflamatório do exercício regular

A importância do exercício regular no controle das doenças da infância ou da fase adulta é amplamente reconhecida, com benefícios ligados às condições ósteo-musculares, metabólicas e cardiorrespiratórias (ATLANTIS *et al.*, 2006). O organismo reage às demandas impostas, adaptando-se de forma modulada com o sistema imunológico (GALLISTL *et al.*, 2001; SUDI *et al.*, 2001; BARBEAU *et al.*, 2002; HALLE *et al.*, 2004; MILANI *et al.*, 2004; COOPER *et al.*, 2004; ATLANTIS *et al.*, 2006).

Greenberg e Obin (2006) abordam o interessante papel do tecido adiposo na inflamação e no metabolismo. Os adipócitos, hoje reconhecidos pelo seu papel endócrino, têm múltiplas funções, promovendo a homeostase e recrutando macrófagos, que atuam na resposta inflamatória. Embora este tecido expresse e secrete várias citocinas pró-inflamatórias, os mecanismos intracelulares, através dos quais estes hormônios afetam o consumo e a utilização de energia, ainda são parcialmente desconhecidos.

Há evidências de que a ação cardioprotetora do exercício físico também ocorra por questões antiinflamatórias. A relação inversa entre o grau de aptidão física e os níveis de leptina, PCR, IL-6 e TNF- α foi estabelecida em adultos principalmente (MATTUSCH *et al.*, 2000; BARBEAU *et al.*, 2002; ABRAMSON & VACCARINO, 2002; TSOLAKIS *et al.*, 2003; HALLE *et al.*, 2004; MILANI *et al.*, 2004). Aumentos na aptidão física se relacionaram com o aumento nas concentrações de adiponectina, óxido nítrico endotelial, dopamina e acetilcolina, resultando em ações antiaterogênica, vasodilatadora e antiinflamatória, aumentos no tônus parassimpático e supressão do apetite (DAS, 2001; HALLE *et al.*, 2004)

Gallistl *et al.* (2001) conduziram um estudo envolvendo crianças obesas, submetidas à TF, associado à restrição alimentar, para avaliação do comportamento de índices de obesidade (IMC e %GC), IL-6, leptina, estradiol e pressão arterial sistêmica. Após somente 3 semanas de TF aeróbico, observaram a correlação positiva entre as concentrações de IL-6 e os índices de obesidade ($p < 0.05$). Outro

estudo longitudinal e controlado, de Barbeau *et al.* (2002), envolveu 74 adolescentes obesos, de idade entre 12 e 16 anos, e constatou a associação positiva entre o %GC, marcadores hemostáticos, dentre eles, o inibidor do ativador plasminogênico-1 (PAI-1) e índices de aptidão física. De fato, o grau de aptidão física também foi inversamente relacionado aos níveis de fibrinogênio e PCR nos estudos de Cook *et al.* (2000) e Isasi *et al.* (2003). No estudo de Cook *et al.* (2000), as 699 crianças estudadas (10 a 11 anos de idade) exibiram níveis de PCR diretamente relacionados ao IMC e indiretamente relacionados aos índices de aptidão física. Estes índices foram investigados por questionários de auto-avaliação, e não por medida direta da capacidade funcional (VO_2 max), o que pode ter originado erros. Para Isasi *et al.* (2003), esta relação foi observada de forma mais evidente em garotos que em garotas ($p < 0.01$). Os autores questionaram a influência dos hormônios sexuais, testosterona e estrógeno, neste contexto. Sugeriram a existência de um limiar de efeito, pois os garotos tiveram um VO_2 max mais alto que as garotas.

Halle *et al.* (2004) também observaram, em estudo transversal controlado, com crianças obesas e não obesas, aptas fisicamente ou não, a associação negativa entre os marcadores inflamatórios IL-6 e TNF- α e aptidão física. Crianças obesas, não aptas fisicamente, tiveram níveis mais altos de inflamação sistêmica (IL-6). As crianças aptas, mesmo estando obesas, manifestaram níveis de inflamação tão baixos quanto as não obesas. Os autores sugeriram, então, que a citocina TNF- α seria fortemente influenciada por aspectos da aptidão física, tendo importante papel como reguladora autócrina e parácrina das funções do adipócito. As altas concentrações de TNF- α e IL-6 também parecem influenciar a resistência à insulina e as desordens metabólicas, além da síntese hepática de proteínas de fase aguda (PCR, PAI-1, fibrinogênio e ferritina), fatores de risco independentes para as DCV.

Petersen e Pedersen (2005) sugeriram a denominação “miocinas” para as citocinas, produzidas nos músculos em esforço. Estabeleceram a IL-6 como a primeira destas miocinas, que seriam geradas, durante a contração muscular. Agindo em outras áreas do corpo, mediarão os benefícios do exercício físico, inclusive contra as doenças crônico-degenerativas. As fibras musculares possivelmente produzem IL-6, através de uma via independente do TNF- α , estimulando o aparecimento de outras citocinas antiinflamatórias na circulação (IL-1ra e IL-10), que inibem a produção da citocina inflamatória TNF- α , via receptor para

TNF- α , o TNF-R. A IL-6, além da atividade antiinflamatória, também parece favorecer o aumento do *turnover* de lipídios, ocasionando maiores taxas de lipólise e de oxidação de gorduras. Petersen e Pedersen (2005) também atribuíram ao exercício regular um papel de proteção do organismo contra a resposta inflamatória, induzida pelo TNF- α , através de uma cascata de citocinas, diferente daquela clássica. As citocinas pró-inflamatórias (TNF- α , IL-1 β), típicas na resposta inflamatória a agressões como a sepse, parecem não aumentar em resposta ao exercício agudo. Em contrapartida, ocorreria aumento agudo, de até 100 vezes, na concentração de IL-6 (produzida principalmente pelos músculos em esforço, mas também pelo tecido adiposo, cérebro e tecidos peritendíneos). Em seguida, as outras citocinas antiinflamatórias (IL-1ra, TNF-R e IL-10) aumentariam.

O aumento do VO₂ max e sua associação com parâmetros inflamatórios e metabólicos têm gerado resultados conflitantes. Marcell *et al.* (2005) estudaram adultos participantes de programas de TF de intensidade moderada ou intensa. Embora tenham registrado melhores índices de sensibilidade à insulina, não ocorreram alterações significativas nos marcadores de inflamação sistêmica, PCR e adiponectina. Especulam se a pouca perda de peso, resultante do programa de exercícios físicos, se relacionou com as mudanças nos marcadores de inflamação. Também em 2005, os gregos Nassis *et al.* (2005) apresentaram resultados semelhantes, provenientes de um estudo, envolvendo 19 crianças e adolescentes, portadores de sobrepeso e obesidade. A amostra foi submetida a um programa de 12 semanas de atividade física aeróbica. Apesar do aumento de 18,8% no VO₂ max e da melhoria nos índices de resistência à insulina, não houve perda de peso corporal, tampouco alterações significativas nos marcadores inflamatórios (IL-6, PCR, adiponectina sérica).

Amostras pequenas e não randomizadas sabidamente diminuem a credibilidade dos resultados, gerando conclusões tendenciosas. Apesar das controvérsias existentes nesta área de estudos, pode ser questionado: o ganho de aptidão física só melhora o perfil metabólico e das citocinas frente a uma perda ponderal significativa?

As conclusões de Fatouros *et al.* (2005) indicaram respostas dose-dependentes da aptidão física, no perfil inflamatório de adultos randomizados, para TF aeróbico ou período controle. Os dados antropométricos, a taxa metabólica basal

e as concentrações de adiponectina e leptina do grupo TF se alteraram significativamente ($p < 0,05$), de forma dose-dependente. O grupo treinado manifestou maior expressão de mRNA para adiponectina e menor expressão de marcadores macrofágicos específicos (CD14, CD68), IL-6, IL-8 e TNF- α ($p < 0,01$).

Recentemente publicados, os dados de Kelly *et al.* (2007) corroboram essas suspeitas. Sugerem que, na falta de perda de peso, aumentos na aptidão física não influenciariam o perfil inflamatório. Estudando crianças obesas, nenhum dos grupos, treinado ou controle, apresentou diferenças no peso ou na composição corporal e no perfil das adipocinas, ao longo de oito semanas de TF, apesar do aumento do VO_2 max ($p < 0,05$).

Embora a ação antiinflamatória do exercício, na obesidade, seja reconhecida na fase adulta, ainda é emergente na infância.

2.3.3 Outros efeitos cardioprotetores

Saber que a aterosclerose começa na infância mobiliza a comunidade científica em busca de maior ênfase para a prevenção (PELLANDA *et al.*, 2002; KATZMARZYK *et al.*, 2003; ACSM, 2007). Neste sentido, a indicação terapêutica do exercício físico já é prática comum na cardiologia preventiva (THOMAS *et al.*, 2003; ATLANTIS *et al.*, 2006; IV DIRETRIZ BRASILEIRA SOBRE DISLIPIDEMIAS E PREVENÇÃO DE ATEROSCLEROSE, 2007), apesar da menor ênfase para a população pediátrica. Nessa fase, a necessidade do apoio familiar e da escola para a incorporação do exercício no dia-a-dia é bem maior (ESCRIVÃO *et al.*, 2000). Ao mesmo tempo, a alta prevalência da obesidade infanto-juvenil e a escassez de estudos, acerca de mecanismos cardioprotetores do exercício, para esta faixa etária, dificultam a ampliação de seu uso para fins terapêuticos.

Os estudos sobre a relação entre as DCV e a aptidão física são consensuais em relação ao importante papel do exercício físico regular em favorecer o balanço energético negativo, além dos outros aspectos protetores. O alcance dessas metas deve envolver a prática de exercícios físicos, em geral aeróbicos, de intensidade moderada a vigorosa, pelo menos três vezes por semana, em tempo maior que 30 minutos (OBERT *et al.*, 2001; PRADO & DANTAS, 2002; CHAPMAN *et al.*, 2004; ACSM, 2007). Os benefícios, bem estabelecidos para a população adulta, incluem

maior condicionamento físico, maior tônus parassimpático, maiores concentrações sanguíneas de acetilcolina e de dopamina, maiores níveis de HDL, além de diminuições no apetite, no IMC, nos níveis de pressão arterial sistólica e diastólica, na concentração sanguínea de triglicérides, colesterol total e frações aterogênicas e melhoria no controle da síndrome metabólica, gerando maior sensibilidade à insulina (MARCELL *et al.*, 2005; NASSIS *et al.*, 2005; KELLY *et al.*, 2007).

Apesar das dificuldades de adesão dos pacientes às mudanças de estilo de vida, a prática do exercício físico deve ser um estímulo constante. Durstine *et al.* (2002) alegam que o HDL é, geralmente, responsivo ao exercício. Em geral, aumenta, linearmente, de forma dose-dependente, com aumentos no gasto energético, após pelo menos 12 semanas de TF, com mudanças na ordem de 4-22% (valores absolutos de 2-8 mg/dL), sob influência do peso, composição corporal e dieta. Os autores indicam que uma simples sessão de exercícios de baixa intensidade pode aumentar, temporariamente, as concentrações do HDL, embora as subfrações do HDL₂ e HDL₃ pareçam ser afetadas somente depois de alguns dias de sessão prolongada de exercícios.

Prado e Dantas (2002) especulam sobre as controvérsias, relacionadas à intensidade de exercícios aeróbicos, no controle das dislipidemias, além de seu potencial para aterogenicidade. Alertam que exercícios muito intensos podem tornar a oxidação da LDL mais susceptível a radicais livres. Exercícios de intensidade moderada, em longo prazo, são mais indicados por gerarem menos LDL-oxidada, efeito atribuído ao melhor funcionamento dos processos enzimáticos, envolvidos com o metabolismo lipídico. Dentre esses, citam o aumento na atividade da LLP, que favorece maior catabolismo de lipoproteínas ricas em triglicerídeos e forma menos partículas LDL aterogênicas, elevando a produção de LDL nascente. Também apresentam maior atividade a LCAT e a proteína de transferência dos ésteres de colesterol (CETP), com diminuição na atividade da lipase hepática, favorecendo a formação de subfrações HDL₂ col.

Parente *et al.* (2006) avaliaram dois grupos de crianças e adolescentes obesos, mantendo um grupo somente com dieta, e o outro, com dieta somada à atividade física por cinco meses. Observaram que aumentos de 10,4% nos níveis de HDL ($p < 0,01$) ocorreram apenas no grupo exercitado, associado à dieta de 1500 - 1800 kcal (calorias) por dia. Além do aumento no HDL, não observaram modificação

significativa nos níveis de triglicérides, colesterol total e LDL-c nos dois grupos. No entanto, todas as crianças com níveis de HDL menores que 35 mg/dL tiveram esses níveis aumentados para além de 35 mg/dL, após o tratamento. O tempo de TF e a associação com dieta restritiva, para promover esses ganhos, podem ter sido os aspectos críticos. Para o grupo submetido somente à dieta, nenhum achado foi significativo. Ao dividirem a amostra, selecionando somente aqueles com alteração do perfil lipídico, as variáveis colesterol total, HDL e LDL se mostraram otimizadas com o tratamento combinado (TF e dieta) ($p < 0,05$).

Os fenômenos da distribuição da gordura corporal, assim como os mecanismos pelos quais o exercício atua na celularidade e no metabolismo do tecido adiposo jovem ainda são conflitantes (BOUCHARD, 2003). A celularidade do tecido adiposo aumenta, gradualmente, durante a infância e depois, mais rapidamente, no início da puberdade. O diagnóstico de obesidade “hiperplástica”, ou número excessivo de células de gordura, é, ainda, incerto na obesidade infantil. Apesar da maior capacidade na mobilização e na oxidação de gorduras, após a prática de exercício físico regular, aspectos sobre a distribuição de gordura corporal ainda requisitam investigação (BOUCHARD, 2003).

2.3.4 Influências da maturação biológica na resposta ao exercício físico

Vários autores (ROWLAND *et al.*, 2003, MALINA *et al.*, 2004, ARMSTRONG, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006) defendem que a aptidão aeróbica de jovens deve ser interpretada de acordo com a idade, o crescimento e a maturação individual. Apesar disso, são escassos os estudos randomizados e controlados, envolvendo atividade física de grupos pareados por idade e maturação biológica. Segundo os autores, fatores somáticos e maturacionais, mais do que fatores cronológicos, distinguem a pré-puberdade da adolescência. A maturação biológica, consequência natural da modulação do SNC com as gônadas e as adrenais, apresenta-se de forma relativamente uniforme (ROWLAND *et al.*, 2003). Alterações na composição corporal, como aumento ou diminuição nas massas muscular e gorda, podem afetar a aptidão física para tarefas tanto anaeróbicas como aeróbicas. Wang (2002) demonstrou que a maturação precoce foi positivamente associada a sobrepeso e obesidade em meninas, mas não em meninos, portadores de maior conteúdo de

massa magra (músculos). De fato, Rowland *et al.* (2003) e Bar-Or e Rowland (2004) afirmam que, por ser metabolicamente mais ativo que o tecido gordo, o tecido magro implica maiores níveis de capacidade funcional e de força muscular em meninos, ocorrendo essa tendência desde a pré-puberdade. Defendem, no entanto, que as diferenças intersexuais, nesta fase, parecem mais pronunciadas para tarefas que requerem força, potência e velocidade do que para as tarefas de cunho aeróbico.

O estadiamento sexual, definido pelo método de Tanner (1962), foi criado para se obter estimativas do grau de maturação sexual e somática. A classificação é feita em função da presença de pêlos pubianos para ambos os sexos, estágio das mamas para garotas e estágio da genitália para garotos, em escala de 1 a 5. O grau de maturação sexual é definido de acordo com esses caracteres sexuais secundários, resultando em conclusões como: ausência de desenvolvimento, maturação inicial de mamas, pêlos púbicos e genitais, maturação contínua, ou estado adulto. A classificação maturacional do jovem é, portanto, fundamental quando se investiga as adaptações morfofuncionais, decorrentes do exercício físico, daquelas naturais do desenvolvimento biológico (BAR-OR & ROWLAND, 2004). Os autores alegam que o jovem pré-púbere tende a responder ao exercício físico diferentemente do púbere, que tende mais para o padrão adulto. Alguns aspectos fisiológicos mais típicos entre os pré-púberes, comparados com os púberes, incluem como baixa economia de movimentos, preferência por atividades intermitentes de curta duração e variadas com alto componente recreativo, além da maior habilidade com as vias aeróbicas (McMANUS *et al.*, 1997; BAR-OR & ROWLAND, 2004).

Na sua reduzida tolerância para o exercício em extremos climáticos, especialmente no clima quente, os pré-adolescentes tendem a produzir mais calor metabólico, gerando aumento no consumo de oxigênio (VO_2) em exercícios de intensidades máxima e submáxima (BAR-OR & ROWLAND, 2004). Os autores explicam que a sua menor capacidade de termorregulação é decorrente da alta relação entre superfície corporal e massa magra, além da imaturidade das glândulas sudoríparas e do sistema cardiovascular.

Pode-se ainda ressaltar que a distribuição de gordura corporal também se comporta de maneira distinta, entre os sexos, nas diferentes fases da puberdade. Esta condição justifica o uso de fórmulas de regressão linear distintas para

estimativa de %GC de grupos diferentes (HEYWARD & STOLARKZYK, 1996; ACSM, 2007).

2.3.5 Resposta cardiorrespiratória e hormonal ao exercício na infância e na adolescência

Os ajustes e adaptações de ordem metabólica e cardiorrespiratória que o organismo sofre, durante o exercício físico, são integrados por complexos centros de controle no sistema nervoso central. O sistema neurovegetativo promove uma rede de integração neural, endócrina e cardiorrespiratória, agindo, via neurotransmissores, localmente ou à distância (GANONG, 1997; NAGAI & MORITANI, 2004; ELIAKIM *et al.*, 2006). Importantes respostas, envolvendo modulação autonômica e ativação de ergorreceptores mecânicos e metabólicos, propiciam o controle cardiorrespiratório, durante o esforço físico (NAGAI & MORITANI, 2004). Ajustes neuroendócrinos também regulam a mobilização de substratos energéticos em resposta a uma única sessão de exercícios (efeito agudo), bem como às adaptações provocadas pelo treinamento físico (efeito crônico) (GANONG, 1997; ELIAKIM *et al.*, 2006).

Elevação aguda nas concentrações sanguíneas de catecolaminas, de glucagon, no hormônio do crescimento (GH), na testosterona e em outros hormônios pode ser observada com o esforço físico. Além disso, registra-se diminuição nas taxas de insulina (ELIAKIM *et al.*, 2006). As catecolaminas estimulam a glicogenólise hepática e muscular, além de gerarem maiores taxas de lipólise e de glucagon (GANONG, 1997). A insulina, pelo seu papel lipogênico, promove a síntese e o estoque de triglicerídeos. Sua ação lipolítica ocorre via adrenoreceptores β_1 , β_2 e β_3 , estimulando a atividade da lipase hormônio sensível (LHS) e inibindo a atividade da LLP (GANONG, 1997; HERMSDORFF & MONTEIRO, 2004; ELIAKIM *et al.*, 2006). Agindo em sinergia com a insulina, o glucagon contribui para o aumento da glicemia e para a maior disponibilidade de substrato aos músculos em exercício, sendo que respostas mais exacerbadas são observadas durante exercícios de maior intensidade e duração (ELIAKIM *et al.*, 2006). Os dados de Eliakim *et al.*, (2006), assim como os de Nagai e Moritani (2004) demonstram que, embora os níveis basais de catecolaminas tendam à similaridade entre obesos e eutróficos, em

resposta aguda ao exercício, aumentam menos nos obesos. Os autores também evidenciam a ocorrência, nos obesos, de menor sensibilidade dos receptores adrenérgicos do tecido adiposo às catecolaminas, enquanto ocorre uma associação positiva entre o nível de aptidão física e as taxas de secreção de catecolaminas.

A secreção do GH pela glândula pituitária anterior ocorre de forma pulsátil e intermitente e depende de fatores como idade, sexo, nutrição, sono, composição corporal, aptidão física e hormônios sexuais (GANONG, 1997). Durante o esforço físico, a secreção desse hormônio é influenciada, também, pela intensidade e pela duração da sessão, potência e massa muscular recrutadas, aptidão física e estado de treinamento do indivíduo (ELIAKIM *et al.*, 2006). Estes autores observaram que sua taxa aumentou após 10 a 20 minutos de exercício aeróbico, atingindo o pico durante ou imediatamente após a sessão e ficando elevada por aproximadamente duas horas de recuperação. Crianças e adolescentes, portadores de sobrepeso ou obesidade, exibiram respostas atenuadas tanto do GH quanto das catecolaminas em picos agudos de exercício aeróbico. Este fato foi atribuído à reduzida resposta do eixo GH-IGF-1 e a alterações na função neuroadrenérgica (ELIAKIM *et al.*, 2006). Possivelmente, ocorreram compensações fisiológicas nesses casos, pois, apesar dos aumentados níveis de insulina, o exercício não foi seguido de hipoglicemia. As mudanças no GH plasmático foram inversamente correlacionadas com o percentual do IMC e o %GC. As respostas, em relação à insulina e ao IGF-1, foram similares entre os grupos obeso e eutrófico. Também observaram uma relação inversa entre os níveis circulantes de cortisol e GH, estando o VO_2 pico (mL/kg.min) dos obesos significativamente mais baixo do que o VO_2 do grupo eutrófico (ELIAKIM *et al.*, 2006).

Prováveis mecanismos, para as respostas do obeso ao exercício, podem incluir diminuídos níveis de GH e de catecolaminas, aumentados níveis de insulina e de IGF-1. Suas limitações adrenérgicas e oxidativas (por exemplo, diminuição na atividade da citrato sintase) também podem se associar a um processo de contra-regulação, na densidade dos receptores celulares do GH pela insulina e pelo IGF-1. Em conseqüência à limitação central na mediação do eixo hipotalâmico-pituitário-adrenal e/ou na função simpática medular adrenal, menor utilização de carboidratos e gorduras e maior utilização de proteínas, durante o exercício, torna-se bastante provável (ELIAKIM *et al.*, 2006).

Dentre as adaptações decorrentes da prática regular de exercícios físicos, constata-se o aumento na atividade de enzimas oxidativas musculares, otimizando os processos aeróbicos e aumentando a tolerância ao esforço (McARDLE, 2003). Aprimoramentos nos metabolismos lipídico e glicídico também ocorrem sob a mediação da insulina e da adrenalina (ELIAKIM *et al.* (2006).

Frente à reduzida secreção de GH e de catecolaminas, pelo indivíduo obeso, o exercício físico tem importante papel regulador, seja aumentando a ação da insulina ou reduzindo a resistência à sua ação. Tanto o maior fluxo sanguíneo muscular, como o aumento no número de receptores para insulina e na translocação dos transportadores de glicose (GLUT-4) do interior para a membrana celular podem ocorrer. Além disso, a maior disponibilidade de óxido nítrico endotelial propicia maior resposta de vasodilatação arteriolar e, portanto, mais cardioproteção (MEYER *et al.*, 2006).

2.4 JUSTIFICATIVA PARA O ESTUDO

Frente à crescente prevalência mundial da obesidade infantil e ao aumento na longevidade da população, torna-se imperativa a tomada de medidas preventivas urgentes. A prática regular de exercícios físicos, por crianças e adolescentes, pode contribuir para a prevenção primária e secundária das doenças crônico-degenerativas, incluindo as DCV. Neste contexto, é fundamental o envolvimento da família e da escola para melhor efetividade dessas medidas.

Apesar dos conhecimentos obtidos até a atualidade, as respostas desse grupo seletivo de indivíduos ao esforço físico têm características peculiares, muitas vezes pouco esclarecidas. Neste sentido, a busca de evidências pela comunidade científica nos leva à otimização da assistência à saúde da população em geral (MYERS, 2005).

Faltam detalhamentos sobre os mecanismos de ação do exercício físico, como a relação dose-resposta entre atividade física, aptidão física e os benefícios obtidos. Apesar das forças e das limitações de cada estudo, as suas bases teóricas corroboram para o importante papel social do uso saudável do corpo humano. Mesmo em pequenos incrementos no cotidiano, é vital que a busca do movimento se alie a aspectos de prevenção.

3. OBJETIVOS

Tendo em vista a problemática relatada, os objetivos deste estudo foram:

- a) Avaliar a resposta de um programa supervisionado de exercícios físicos aeróbicos, de 12 semanas, envolvendo crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade, atendidos pela equipe interdisciplinar de controle da obesidade, do Ambulatório de Nutrologia Pediátrica do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais (HC-UFMG), sobre as seguintes variáveis:
 - Aptidão física ou consumo máximo de oxigênio (VO_2 max, em mL/kg.min).
 - Níveis sanguíneos de proteína C-reativa *ultra-sensível* (PCR-us, em mg/L).
 - Relação colesterol total: lipoproteína de alta densidade (Relação CT:HDL).
 - Percentual de gordura corporal (% GC).
 - Índice de Massa Corporal (IMC, em kg/m²).
 - Tempo gasto para realização do Teste de Caminhada de Rockport (T, em min).
- b) Comparar as respostas do grupo treinado com as do grupo controle, que foi incluído após o início do estudo, e recebeu o acompanhamento padrão do ambulatório, em período de 12 semanas. Para este grupo, a atividade física supervisionada não constituiu parte formal da assistência oferecida.

4. METODOLOGIA

4.1 DESENHO DO ESTUDO

Este estudo consistiu em um ensaio clínico, evolutivo, de grupos paralelos, envolvendo crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade.

4.2 CASUÍSTICA

Tratou-se de amostra não aleatória e uniforme em termos de sexo, idade e peso. Em número total de 45 ($n = 45$), foram estudados 27 ($n = 27$) crianças e adolescentes no grupo intervenção e 18 ($n = 18$) no grupo controle, de ambos os sexos, com sobrepeso ($IMC \geq$ percentil 85) ou obesidade ($IMC \geq$ percentil 95), de faixa etária entre oito e 16 anos, provenientes do Ambulatório de Nutrologia Pediátrica do HC-UFMG.

Foram incluídos os pacientes que tinham disponibilidade e desejo de participação, com avaliação prévia da PCR-*us* no Laboratório Central do HC-UFMG (também participaram do estudo transversal de Brasil *et al.*, em 2007), residentes na grande Belo Horizonte. Foram contatados, seqüencialmente, de março de 2004 até junho de 2005.

Os critérios de inclusão foram: crianças e adolescentes de ambos os sexos; idade entre seis e 16 anos, com estado de sobrepeso ou obesidade (IMC acima do percentil 85), que realizaram os exames laboratoriais (PCR-*us* e colesterol total e frações), pré-avaliados no Laboratório de Análises Clínicas do HC-UFMG; não participação em escolinhas de esportes ou outros programas estruturados de atividade física além da escolar; assinatura dos termos de esclarecimento e consentimento pela criança e por seu responsável.

Considerando que o tamanho amostral depende da variância dos dados, anteriormente ao início do estudo, foi calculado o número de pacientes necessários para garantir um poder de teste suficiente (80%, ou erro tipo II, beta) para o nível de confiança desejado (95%), ou erro tipo I (alfa = 0,05). Foi, assim, indicado um número de 30 crianças para o grupo intervenção, que seria submetido ao

treinamento físico (TF). Devido a 10% de perdas, ocorridas ao longo do estudo, a amostra final para este grupo foi de 27 participantes.

A casuística original para este estudo consistia em um modelo tipo antes-depois. No decorrer da pesquisa, com o objetivo de gerar inferências clínicas mais amplas sobre os efeitos da intervenção, decidiu-se pela inclusão de um grupo controle, que finalizou o estudo com 18 crianças e adolescentes. Não foi possível obter, daquela população, amostra de número semelhante à do grupo intervenção.

Os critérios de exclusão incluíram crianças e adolescentes com dificuldades cognitivas, para entendimento das instruções de realização do exercício físico; com diagnóstico de doenças cardiológicas, reumatológicas, respiratórias crônicas e dislipidemias; com obesidade secundária a outras doenças, do sistema nervoso central e do sistema endócrino, ou de síndromes genéticas (tipo Prader-Willi, Turner, Cushing); crianças sem desejo de participar da pesquisa e crianças que morassem fora da grande Belo Horizonte, devido às dificuldades de acesso.

Todos os participantes de ambos os grupos (intervenção e controle) foram avaliados em dois tempos: no início da pesquisa (Avaliação 1, basal ou inicial) e após, aproximadamente, 12 semanas (Avaliação 2, final ou de seguimento). Esse tempo representou o período necessário para controle ou finalização do treinamento físico aeróbico supervisionado.

4.3 AVALIAÇÕES

As variáveis de interesse deste estudo consistiram em parâmetros de reconhecida relação com a prevenção de DCV (ACSM, 2007). Foram avaliados o consumo máximo de oxigênio (VO_2 max, em mL/kg.min), os níveis sanguíneos de PCR-us (mg/L), a relação CT:HDL, o percentual de gordura corporal (% GC), o IMC e o tempo gasto para realização do teste de Caminhada de Rockport (T, em minutos), através dos métodos descritos a seguir.

4.3.1 Consumo Máximo de Oxigênio

Os testes de campo representam uma opção eficiente e economicamente exequível para obtenção de estimativas de aptidão aeróbica de grandes grupos ou

quando não é possível a utilização da ergometria padronizada (ACSM, 2007). Neste sentido, o Teste de Caminhada de Rockport, ou Teste de Caminhada de 1 milha, obteve grande aceitação, sendo perfeitamente aplicável a crianças e adolescentes (KLINE *et al.*, 1987; McARDLE *et al.*, 2003; ACSM, 2007). O cálculo do VO_2 max é gerado através da relação linear entre o tempo gasto para realizar a caminhada de 1600 metros e o grau de stress cronotrópico atingido, de forma ajustada para altura, peso, idade e sexo (equação descrita abaixo). Possui correlação igual a 0,92 com a ergometria e erro padrão de estimativa (EPE) de 5 mL/kg.min (KLINE *et al.*, 1987; ACSM, 2007).

Os testes foram administrados em duas ocasiões padronizadas, buscando-se evitar o efeito de aprendizado, separadas por uma semana, no mesmo horário do dia e condições clínicas e ambientais similares, diminuindo, assim, os efeitos do ritmo circadiano e possível impacto na resposta cardiovascular. Foi utilizada a pista de atletismo de 400 metros, do Centro de Atividades Esportivas do Campus Coração Eucarístico, da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). As crianças e adolescentes foram orientadas para caminhar na pista plana, por 1600 metros, na maior rapidez possível. Foram avaliados: tempo gasto (T), em minutos, para executar essa tarefa e a frequência cardíaca (FC), imediatamente após o teste, além dos dados antropométricos.

$$\text{VO}_2 \text{ max (mL/kg.min)} = 132,853 - 0,1692 (\text{peso corporal em kg}) - 0,3877 (\text{idade em anos}) + 6,315 (\text{sexo, onde meninas} = 0; \text{meninos} = 1) - 3,2649 (\text{tempo em minutos}) - 0,1565 (\text{FCfinal})$$

Obs: FCfinal = frequência cardíaca obtida imediatamente após o término da caminhada, em batimentos por minuto)

4.3.2 Proteína C-reativa ultra-sensível

A PCR-us foi avaliada por nefelometria de alta sensibilidade, método que detecta valores mínimos. Após proceder a uma calibração da reação, garante-se maior sensibilidade aos resultados, detectando valores até o limite de 0,0175 mg/L. Possibilita maior precisão nos testes de valores, indicados para risco de doenças coronarianas, quando ocorrem valores além de 3 mg/L. Pequenas elevações nesses valores também têm relação com o estado de inflamação sistêmica, como ocorre na obesidade, enquanto grandes alterações podem se relacionar com processos

inflamatórios (BRASIL *et al.*, 2007). O limite de valores admitido para este estudo foi de 0,0175 a 10 mg/L.

As amostras da primeira avaliação (basal) foram analisadas pelo método da nefelometria de alta sensibilidade, através do Nefelômetro BNII no Laboratório Central do HC-UFMG. Como houve troca do equipamento deste laboratório, ao longo do ano, as amostras da segunda avaliação (após período de TF ou controle) foram gentilmente analisadas no Laboratório Hermes Pardini, utilizando-se o mesmo método. Os kits, para análise da PCR, foram doados pelo Laboratório Dade Behring (São Paulo, Brasil).

4.3.3 Relação colesterol total: lipoproteína de alta densidade

A relação CT:HDL foi calculada dividindo-se os valores de colesterol total pelo valor da fração da HDL. O colesterol total e frações foram avaliados por análise enzimática (esterase oxidase, Johnson Vitros 750 XRC) no Laboratório Central do HC-UFMG.

Os valores de referência da relação CT:HDL admitidos para este estudo se basearam em dados publicados por Ridker *et al.* (1998), ou seja, o risco para DCV pode ser baixo (valores < 3,78), intermediário (3,78 a 5,01) ou alto (> 5,01).

4.3.4 Antropometria

Os parâmetros antropométricos foram obtidos no dia da primeira avaliação funcional, assim como na avaliação final, por pessoal treinado e equipamentos padronizados.

Para aferição do peso corporal (kg) foi utilizada Balança Antropométrica Mecânica Adulto Mod. 110 - Welmy (Brasil), com o paciente descalço e portando roupa mínima, aproximando-se a medida ao ponto mais próximo em escala de 0,10 kg. A altura (m) foi aferida utilizando-se um estadiômetro vertical de parede, aproximando a medida de altura ao milímetro mais próximo em escala de 0,5 cm. Destes valores, o IMC foi calculado, ou seja, o peso (kg) foi dividido pelo quadrado da altura (m²). Com esse dado, foi obtido o percentil do IMC, de acordo com as curvas de crescimento (CDC, 2000).

A composição corporal, determinada a partir das mensurações das pregas cutâneas, se correlaciona relativamente bem ($r = 0,70-0,90$) com a composição corporal, determinada pela hidrodensitometria (ACSM, 2007). A espessura das pregas cutâneas tricipital, torácica e subscapular foi obtida de acordo com padrões recomendados pela ACSM (2007), que foram medidas no lado direito do corpo (de pé) em triplicatas, aproximando-se a medida ao ponto mais próximo da escala milimétrica. Foi usado o Plicômetro Científico de Alta Precisão, marca *Cescorf* (Brasil), com sensibilidade de 0,1 mm e pressão aplicada de 10 g/mm, calibrado anteriormente. As médias das três pregas foram utilizadas nas equações de regressão, que levam em consideração os dados individuais para maior exatidão. A previsão do %GC, a partir das pregas cutâneas, é confiável, desde que sejam utilizadas técnicas e equações padronizadas (HEYWARD & STOLARZYK, 1996), como nas equações abaixo:

- a) Equação utilizada para estimativa da densidade corporal (DC) com uso de três pregas tricipital, subscapular e torácica:

$$DC \text{ (kg/m}^3\text{)} = 1,1125025 - 0,0013125 \text{ (soma das 3 pregas)} + 0,0000055 \text{ (soma das 3 pregas)}^2 - 0,000244 \text{ (idade)}$$

- b) Fórmulas ajustadas para sexo e idade, visando à conversão da DC em %GC:

- %GC (5-12 anos, sexo masculino) = $5,30/DC - 4,89$

- %GC (5-12 anos, sexo feminino) = $5,35/DC - 4,95$

- %GC (13-16 anos, sexo masculino) = $5,07/DC - 4,64$

- %GC (13-16 anos, sexo feminino) = $5,10/DC - 4,66$

4.4 ACOMPANHAMENTO AMBULATORIAL DA OBESIDADE INFANTIL

O objetivo do atendimento padrão, oferecido aos pacientes do Ambulatório de Nutrologia Pediátrica do HC-UFMG, com sobrepeso ou obesidade, é diagnosticar e tratar a doença, promovendo mudanças comportamentais que possibilitem sua reabilitação nutricional, funcional e emocional.

4.4.1 Avaliação pediátrica

Na anamnese, os pacientes e seus responsáveis foram questionados quanto a aspectos da história da gravidez, do nascimento e da alimentação; história do ganho de peso; história familiar de obesidade e de dislipidemia (peso e estatura dos pais); hipertensão; diabetes; morte familiar prematura, devido a DVC; nível de atividade física e de lazer, desenvolvido pela criança e seus familiares; relacionamento dos pais com a criança e grau de compreensão dos mesmos sobre o tratamento da obesidade; esclarecimento de dúvidas e comentário sobre a importância das ações multidisciplinares e familiares no tratamento.

No exame físico, foram aferidos: pressão arterial, peso, estatura, circunferência abdominal e do quadril, postura, presença de complicações respiratórias, dermatológicas e ortopédicas e estadiamento puberal, ou seja, em desenvolvimento (pré-púberes), ou com características do adulto (púberes), segundo critérios de Tanner (1962). Nessa avaliação, também foi preenchida a curva de acompanhamento longitudinal de crescimento e do IMC da criança, segundo gráficos do *National Center for Health Statistics* (NCHS) (CDC, 2000). Foram classificados nos percentis adequados, de acordo com sexo e idade, para fins de determinação do estado de sobrepeso (IMC entre percentis 85 e 95) ou obesidade (IMC > percentil 95). O IMC foi obtido utilizando-se o peso e a altura do participante na data das medidas.

Nessa primeira avaliação, foram solicitados os exames laboratoriais: dosagem da glicemia de jejum, do perfil lipídico: triglicérides, colesterol total e fracionado (HDL, LDL, VLDL), função tireoidiana (no caso de baixa estatura: T4 livre e TSH), além dos níveis séricos de PCR-*us*. Todas as coletas sanguíneas foram feitas no Laboratório Central do HC-UFMG. Após centrifugação e separação do soro, as amostras foram guardadas a -70 graus centígrados para posterior análise do PCR-*us*. A partir daí, foi agendado retorno com o pediatra após 30 dias, com o objetivo de avaliação dos resultados dos exames e, depois, de três em três meses para seguimento clínico.

4.4.2 Avaliação psicológica

Foram avaliados a imagem corporal e o perfil psicológico da criança ou adolescente e de sua família, através de entrevistas e testes (MACHOVER, 1974), além de desenhos da imagem corporal. Aspectos como a origem e a formação familiar, o relacionamento entre os pais e os filhos, a distribuição da função de cada membro da família, o relacionamento da família com parentes e vizinhos, o histórico escolar e as atividades de lazer da família foram conhecidos (TASSARA, 2006).

4.4.3 Avaliação e acompanhamento nutricional

Através da anamnese, foram pesquisados os hábitos alimentares do paciente e de sua família, assim como foram aplicados questionários semi-quantitativos de frequência alimentar. As famílias e os pacientes foram orientados sobre as mudanças necessárias para o equilíbrio do cardápio alimentar. Com base na pirâmide alimentar, buscou-se o resgate da percepção da fome e da saciedade. Palestras e dinâmicas de grupo sobre a alimentação saudável foram instituídas antes, durante e após o período de estudo.

4.4.4 Grupo controle

Pelo fato de termos decidido por um grupo controle somente após o término do programa de TF do grupo intervenção, o acompanhamento dos dois grupos ocorreu em dois semestres distintos. No período estudado, o grupo controle recebeu somente o tratamento padrão do ambulatório, compreendendo orientações pediátricas, nutricionais e psicológicas. Apesar de que não foi oferecido a este grupo um programa de atividade física supervisionada, recomendações da equipe incluíram a adoção de um estilo de vida ativo. Ficou acordado que, neste período, os pacientes não atenderiam escolinhas de esporte, ou qualquer outro tipo de atividade física sistemática, exceto pelas aulas de educação física escolar, que geralmente correspondem a uma ou duas aulas por semana, com duração de 50 minutos cada aula.

4.4.5 Grupo intervenção

Além da orientação ambulatorial padrão, este grupo recebeu supervisão contínua nas sessões de atividade física estruturada. Com o auxílio de aproximadamente três monitores para cada grupo de 10 crianças ou adolescentes, o programa visou, principalmente, ao condicionamento cardiovascular ou ao aprimoramento no VO_2 max.

No período de 12 semanas, os pacientes foram submetidos a três sessões semanais de exercícios, predominantemente aeróbicos, de intensidade moderada, durante 50 minutos. As atividades aeróbicas intermitentes foram precedidas por 10 minutos de aquecimento e sucedidas de 10 minutos de desaquecimento ou volta à calma. Foram ativados grandes grupos musculares, em atividades lúdicas, semi-competitivas e recreativas (exemplos: saltar em cama elástica, caminhar, trote, pular corda lentamente, subir e descer escadas, corrida de sacos, futebol e voleibol não competitivos). Apesar de serem predominantemente aeróbicas, as sessões de atividade física envolviam, também, alguns componentes anaeróbicos (saltos e corridas explosivas, alongamentos, flexões abdominais). Este estudo não teve como objetivo treinamento específico para ganho de força ou de massa muscular. Uma otimização parcial nesses parâmetros, no entanto, pode ter ocorrido. Estes parâmetros não foram avaliados por fugirem do escopo do estudo.

A intensidade de moderada a vigorosa foi aplicada ao TF, visando ao alcance de aproximadamente 70% da FC máxima, prevista para a faixa etária ($220 - \text{idade}$), segundo critérios anteriormente publicados (BAR-OR & ROWLAND, 2004; ACSM, 2007). Na faixa etária estudada, este grau de sobrecarga cronotrópica correspondeu a uma FC de 140 a 159 bpm, que foi aferida manualmente, por um minuto, via pulso radial, por monitores previamente treinados. Somente com o intuito de exemplificar a intensidade de esforço alcançado, uma das sessões foi gravada com o freqüencímetro POLAR S610i (ANEXO 2). Também para rastrear o grau de sobrecarga, avaliamos a percepção subjetiva de esforço (PSE), através da Escala de Borg. Este instrumento tem sido classicamente utilizado em estudos com exercício físico, por apresentar alta correlação com o VO_2 e com o grau de stress cronotrópico (ACSM, 2007). Em pico de exercício, as crianças e adolescentes

relataram a PSE em níveis de 12 a 16, ou seja, de exercício moderadamente pesado.

Além de serem informados sobre a importância do controle psicológico e nutricional, a criança e seu responsável também foram orientados quanto à necessidade de adesão ao programa, para se atingir os efeitos desejados. Por isso, a frequência foi marcada, e só foram incluídos os dados de participantes que obtiveram um mínimo de 75% de frequência, segundo critérios da ACSM (2003).

As crianças e adolescentes, assim como seus responsáveis acompanhantes, quando necessário, receberam auxílio financeiro para transporte de suas residências até o Centro de Atividades Esportivas, PUC Minas, Coração Eucarístico. Foi evitada a participação em qualquer outro tipo de atividade física sistemática, além das aulas de educação física na escola, evitando vieses. No período de 12 semanas, a principal ênfase do programa foi a formação de hábitos saudáveis, com contínua observação da expectativa dos participantes em relação às atividades e exposição dos benefícios a serem alcançados, através de palestras informativas.

4.5 ASPECTOS ÉTICOS

Este estudo foi aprovado pela Câmara do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da UFMG, pelos Comitês de Ética e Pesquisa da UFMG e da PUC Minas, além da Diretoria de Ensino e Pesquisa (DEPE) da Faculdade de Medicina da UFMG. Os participantes só foram incluídos após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido por seus responsáveis.

4.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO DOS DADOS

Os parâmetros clínicos e laboratoriais para a avaliação basal foram obtidos no período máximo de seis meses antes do início da intervenção ou período controle. Um período máximo de um mês passou após o período de 12 semanas, para a avaliação final.

Dentre as variáveis de interesse, contínuas, o VO_2 max, a relação CT:HDL, o %GC, o IMC e o tempo, gasto para realizar o Teste de Caminhada de Rockport, demonstraram distribuição gaussiana. A normalidade dessas variáveis foi testada,

através do teste de Shapiro-Wilks (SAS, Cary, EUA). Por apresentar padrões de distribuição não normal, os valores da PCR-*us* foram transformados para a escala logarítmica para melhor visualização e manejo.

As variáveis foram calculadas (no caso da relação CT:HDL, %GC, IMC), transformadas (no caso da PCR) e tratadas estatisticamente com a utilização dos programas *Statistical Analysis System* (SAS) (versão 6.12, Cary, USA), SAEG (Universidade Federal de Viçosa, UFV) e SPSS (versão 13).

Inicialmente, as análises estatísticas foram feitas a partir dos dados obtidos nas avaliações basal e de seguimento, para cada grupo separadamente. Como exposto, anteriormente, o estudo foi planejado para uma casuística do tipo antes-depois. Neste caso, os pacientes, submetidos ao tratamento padrão do ambulatório, associado a um programa de TF, seriam seus próprios controles. Visando ampliar as comparações clínicas, posteriormente conduzimos o grupo controle. Teoricamente, o exercício supervisionado foi o único aspecto técnico que distinguiu os dois grupos.

Os dados das duas avaliações (basal e final) de cada grupo foram analisados com o Teste T de Student pareado. Em seguida, a avaliação das diferenças observadas foi feita, utilizando-se o método de análise de variância ANOVA univariada (amostra estratificada para estado de puberdade) e multivariada (amostra estratificada para sexo e estado de puberdade).

Devido ao emprego de grupos paralelos, foi feita, também, a análise intergrupos, visando a uma averiguação dos efeitos da intervenção. Para tal objetivo, foi utilizado o software SPSS (análise de variância multivariada para grupos), buscando-se diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as avaliações inicial e final dos grupos controle e intervenção. Em seguida, foi utilizado o teste Post Hoc de Bonferroni, para localização das diferenças entre as medidas e sua significância estatística.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 INTRODUÇÃO

Os resultados deste estudo evidenciam importantes respostas fisiológicas, obtidas a partir de um programa multidisciplinar de controle de sobrepeso ou obesidade infanto-juvenil. Do nosso conhecimento, é o primeiro estudo brasileiro, controlado, abordando os efeitos cardioprotetores e o potencial antiinflamatório do exercício regular, nesta faixa etária. A discussão dos achados ocorrerá sequencialmente à apresentação dos resultados.

5.1.1 Caracterização da amostra

As características basais dos 45 pacientes, envolvidos com o estudo, são apresentadas na Tabela 1. As amostras dos dois grupos foram similares, provenientes da mesma população de crianças e adolescentes sob os cuidados da equipe do Ambulatório de Nutrologia Pediátrica do HC-UFMG. Estes participantes foram alocados, seqüencialmente, no grupo intervenção, e posteriormente, no grupo controle. Ambos os grupos, controle (não participantes de atividade física supervisionada) e intervenção (participantes de atividade física programada e supervisionada) foram acompanhados por 12 semanas.

Em tempo basal, a homogeneidade dos dois grupos ocorreu para a maioria das variáveis de interesse, de acordo com análise feita com o Teste T de Student (Tabela 1). No entanto, duas variáveis, a PCR-*us*, detentora de grande instabilidade (CV = 34%) e a HDL apresentaram diferenças entre os grupos, desde a avaliação basal ($p < 0,05$). Houve maior número amostral para o grupo intervenção ($n = 27$) em relação ao grupo controle ($n = 18$), com predominância de indivíduos do sexo feminino, em ambos os grupos. Houve distribuição homogênea em relação ao estado de puberdade para o grupo controle, ou seja, nove em desenvolvimento maturacional (Tanner < 5) e nove com estágio de desenvolvimento com padrão de adulto (Tanner > 5).

TABELA 1 - Características basais (em médias \pm desvio padrão) dos grupos controle e intervenção

Parâmetro	Grupo controle (n = 18)	Grupo intervenção (n = 27)	Valor de p* (Teste T de Student)
Idade (anos)	10,89 \pm 2,65	11,66 \pm 2,21	1,0
Sexo	Feminino - 10/55% Masculino - 8/45%	Feminino - 16/59% Masculino - 11/41%	
Altura (m)	1,45 \pm 0,15	1,51 \pm 0,13	0,285
Peso (kg)	56,68 \pm 20,48	67,71 \pm 18,40	0,221
Estado puberdade	Pré-púberes - 9/50% Púberes - 9/50%	Pré-púberes-12/44,4% Púberes - 15/55,5%	
IMC (kg/m ²)	25,97 \pm 4,97	28,77 \pm 4,32	0,243
GC (%)	0,19 \pm 0,06	0,23 \pm 0,03	0,147
VO ₂ max (mL/kg.min)	40,73 \pm 9,00	41,17 \pm 7,48	1,0
PCR-us (mg/L) ¶¶ (n = 23)	1,42 \pm 1,43	2,54 \pm 1,73	0,050
Col (mg/dL) (n = 24)	159,50 \pm 23,30	167,44 \pm 32,52	
LDL-col (mg/dL) (n = 24)	102,38 \pm 23,38	100,48 \pm 30,01	
HDL-col (mg/dL) (n = 24)	35,88 \pm 9,48	42,33 \pm 10,23	0,052
VLDL-col (mg/dL) n = 24)	22,88 \pm 13,45	24,25 \pm 10,09	0,169
Relação CT:HDL (n = 24)	4,74 \pm 1,44	4,16 \pm 1,37	0,223
FC ao final do Teste de Rockport (bpm)	130,33 \pm 18,72	138,55 \pm 19,95	0,169
Tempo teste (min)	18,00 \pm 1,78	17,57 \pm 1,50	0,885

LEGENDA: Valores são médias \pm desvio padrão; n = número de participantes; VO₂ max (mL/kg.min) = consumo máximo de oxigênio; PCR-us (mg/L) = proteína C-reativa ultra-sensível; Col (mg/dL) e CT = colesterol total; LDL-col = lipoproteína de baixa densidade; VLDL-col = lipoproteína de muito baixa densidade; HDL = lipoproteína de alta densidade; FC (bpm) = frequência cardíaca (batimentos por minuto)

* p < 0,05 - diferenças significativas entre os grupos controle e intervenção

¶¶: dados transformados para escala logarítmica

As dificuldades com a adesão a um programa de aconselhamento de hábitos de vida são confirmadas pela literatura (ESCRIVÃO *et al.*, 2000; ACSM, 2007; MEYER *et al.*, 2006). O cálculo prévio do tamanho amostral visou garantir o poder estatístico de 80% e a validade das conclusões. Só foram incluídos os dados provenientes de indivíduos com adesão mínima de 75% às sessões de TF (conforme recomendações de ACSM, 2003). Lamentavelmente houve perdas, tanto pela falta de comparecimento às coletas sanguíneas como às sessões de TF. Em análise grosseira, as características físicas e clínicas dos inadimplentes não foram distintas dos outros pacientes que completaram as demandas do estudo. De uma amostra de 18 pacientes que constituíram o grupo controle, três não fizeram os exames laboratoriais para conclusão da obtenção dos dados. Por isso, a amostra final desse grupo ficou em total de 15 para as variáveis que dependiam do exame de sangue,

(relação CT:HDL e PCR-*us*). O grupo intervenção finalizou o estudo com uma amostra total de 27 pacientes, ocorrendo três perdas por não comparecimento à coleta final de sangue e uma perda de alíquota de soro separado para análise posterior da PCR-*us*. Como motivos para o não comparecimento ao laboratório, no dia combinado, os pacientes (ou responsáveis) alegaram dificuldades relacionadas ao “medo de agulha” ou “esquecimento” do compromisso. Por isso, a amostra final para este grupo foi de 23 e 24 casos para as variáveis que dependiam de coleta de sangue, ou seja, a PCR-*us* e a relação CT:HDL, respectivamente.

A capacidade aeróbica ou basal (VO_2 max) era similar para ambos os grupos, quando registramos valores médios de $40,73 \pm 9,0$ e $41,17 \pm 7,48$ mL O_2 /kg.min para grupos controle e intervenção, respectivamente (Tabela 1).

Os valores médios das dosagens da PCR-*us* demonstraram diferenças significativas entre os grupos, especificamente menores para o grupo controle ($p = 0,007$). Apesar de a variância ter sido similar ($1,42 \pm 1,43$ mg/L e $2,54 \pm 1,73$ mg/L) para grupos controle e intervenção, respectivamente, apontamos a justificada instabilidade dessa variável. No entanto, as diferenças podem advir de algum fator de confusão para este marcador inflamatório, porventura relacionado a fatores como inflamação subclínica, sexo, estado de maturação biológica, peso corporal. Conscientes desse risco, desde o início do estudo, tentamos excluir quaisquer fatores que pudessem ameaçar a precisão na interpretação do dado, orientando a criança, adolescente ou seu responsável quanto à necessidade de informar à equipe sobre ocorrências de gripe, inflamações ou quaisquer lesões nos dias antecedentes à coleta sanguínea.

Embora a média dos valores do colesterol total, na avaliação basal, tenha mostrado similaridade entre os grupos (Tabela 1), a fração HDL registrou valores diferentes ($p = 0,052$), ou seja, $42,33 \pm 10,23$ mg/L e $35,88 \pm 9,48$ mg/dL para os grupos intervenção e controle, respectivamente. Apesar de desconhecida, a justificativa para essa ocorrência pode ter relação com questões dietéticas ou genéticas (CHAPMAN *et al.*, 2004). De qualquer modo, é improvável que seja devido a um estilo de vida mais ativo, pelas características homogêneas do grupo, além da similaridade na aptidão física basal. A relação CT:HDL foi ligeiramente menor para o grupo intervenção (NS).

Ainda na avaliação basal, observamos a resposta da frequência cardíaca (FC), obtida no final do Teste de Caminhada de Rockport, ligeiramente mais alta para o grupo intervenção ($138,55 \pm 19,95$ bpm), em comparação com o grupo controle ($130 \pm 18,72$ bpm). No entanto, a análise das diferenças entre os grupos (NS) demonstrou que essa diferença pode ser atribuída a variações interindividuais ($p = 0,354$). As avaliações foram uniformes e padronizadas, mas o grupo intervenção era composto de jovens ligeiramente mais pesados, com maior número de púberes e do sexo feminino (Tabela 1).

O tempo gasto para realizar o Teste de Caminhada de Rockport (T, min) também foi similar para os grupos na avaliação basal ($p = 1,0$).

5.1.2 Efeitos do treinamento físico supervisionado

A Tabela 2 apresenta os efeitos da intervenção nos pacientes submetidos a um programa ambulatorial de controle da obesidade infantil, além de 12 semanas de atividade física supervisionada. Além de dados antropométricos, as variáveis de interesse: PCR-*us*, VO_2 max, %GC, relação CT:HDL, IMC e tempo gasto para realização do teste de caminhada de Rockport (T) foram obtidas nas avaliações basal e de seguimento. A Tabela 3 apresenta os mesmos resultados para o grupo controle, submetido ao mesmo tratamento clínico, porém sem a atividade física supervisionada.

As Tabelas 2, 3 e 4 evidenciam importantes benefícios, obtidos com a prática regular de exercícios. O grupo intervenção aumentou significativamente sua habilidade de realizar exercícios aeróbicos de intensidade moderada (aumento de 15,08% no VO_2 max, $p = 0,001$). Enquanto isso, o grupo controle obteve somente 3,9% de aumento nesse parâmetro, no mesmo período ($p = 0,2535$), apesar de ter obtido recomendações da equipe para a prática regular de atividade física. Foi combinado que este grupo controle não participaria de nenhum programa externo de atividade física com sobrecarga funcional, padronizada em frequência, intensidade e duração, como ocorreu para o grupo intervenção.

TABELA 2 - Efeitos do programa de 12 semanas de exercício nos parâmetros antropométricos e clínicos do grupo intervenção

Parâmetro	Avaliação 1	Avaliação 2	Valor p Teste T de Student
Idade (anos)		11,66 ± 2,21	
IMC (kg/m ²)	28,77 ± 4,32	28,12 ± 4,74	0,0032
% GC	23 ± 0,03	20 ± 0,04	0,0001
VO ₂ max (mL/kg.min)	41,17 ± 7,48	47,38 ± 7,15	0,0001
PCR-us (mg/L) ¶ (n = 23)	2,54 ± 1,73	1,90 ± 1,42	0,0001
Col (mg/dL) (n = 24)	167,44 ± 32,52	155,37 ± 49,09	0,0514
LDL-col (mg/dL) (n = 24)	100,48 ± 30,01	88,25 ± 43,58	0,0512
HDL-col (mg/dL) (n = 24)	42,33 ± 10,23	45,37 ± 11,52	0,1022
VLDL-col (mg/dL) n = 24)	24,25 ± 10,09	21,62 ± 5,72	0,0162
Relação CT:HDL (n = 24)	4,16 ± 1,37	3,52 ± 1,04	0,0057
FC ao final do Teste de Rockport (bpm)	138,55 ± 19,95	141,96 ± 14,58	0,4970
Tempo teste (min)	17,57 ± 1,50	15,45 ± 1,27	0,0001

LEGENDA: Valores são médias ± desvio padrão; n = número de participantes; VO₂ max (mL/kg.min) = consumo máximo de oxigênio; PCR-us (mg/L) = proteína C-reativa ultra-sensível; Col (mg/dL) e CT = colesterol total; LDL-col = lipoproteína de baixa densidade; VLDL-col = lipoproteína de muito baixa densidade; HDL = lipoproteína de alta densidade; FC (bpm) = frequência cardíaca (batimentos por minuto).

¶: dados transformados para escala logarítmica.

TABELA 3 - Efeitos da abordagem padrão nos parâmetros antropométricos e clínicos para o grupo controle

Parâmetro	Avaliação 1	Avaliação 2	Valor p (Teste T de Student)
Idade (anos)		10,89 ± 2,65	
IMC (kg/m ²)	25,97 ± 4,97	26,77 ± 5,46	0,1995
GC (%)	0,19 ± 0,06	0,18 ± 0,05	0,1434
VO ₂ max (mL/kg.min)	40,73 ± 9,00	42,39 ± 8,81	0,2535
PCR-us (mg/L) ¶ (n = 23)	1,42 ± 1,43	1,87 ± 1,42	0,0027
Col (mg/dL) (n = 24)	159,50 ± 23,30	168,66 ± 23,25	0,4238
LDL-col (mg/dL) (n = 24)	102,38 ± 23,38	108,33 ± 19,49	0,5109
HDL-col (mg/dL) (n = 24)	35,88 ± 9,48	38,20 ± 8,45	0,8249
VLDL-col (mg/dL) (n = 24)	22,88 ± 13,45	22,13 ± 6,99	0,7747
Relação CT:HDL (n = 24)	4,74 ± 1,44	4,56 ± 0,99	0,8963
FC ao final do Teste de Rockport (bpm)	130,33 ± 18,72	129,77 ± 15,71	0,9129
Tempo teste (min)	18,00 ± 1,78	18,00 ± 1,78	0,3419

LEGENDA: Valores são médias ± desvio padrão; n = número de participantes; VO₂ max (mL/kg.min) = consumo máximo de oxigênio; PCR-us (mg/L) = proteína C-reativa ultra-sensível; Col (mg/dL) e CT = colesterol total; LDL-col = lipoproteína de baixa densidade; VLDL-col = lipoproteína de muito baixa densidade; HDL = lipoproteína de alta densidade; FC (bpm) = frequência cardíaca (batimentos por minuto).

¶: dados transformados para escala logarítmica.

TABELA 4 - Mudanças observadas (em percentual) entre as avaliações basal e final nas variáveis antropométricas e clínicas para os grupos controle e intervenção

Parâmetro	Grupo controle	Grupo intervenção
Altura (m)	+ 2,7** (n = 18)	+ 1,32** (n = 27)
Peso (kg)	+ 7,2** (n = 18)	- 0,99 ^{NS} (n = 27)
IMC (kg/m ²)	+ 3 ^{NS} (n = 18)	- 0,97* (n = 27)
GC (%)	- 5,3 ^{NS} (n = 18)	- 13 ^{NS} (n = 27)
VO ₂ max (mL/kg.min)	+ 3,9 ^{NS} (n = 18)	+ 15,08** (n = 27)
PCR-us (mg/L) ¶¶	+ 31,7** (n = 15)	- 25,2** (n = 23)
Col (mg/dL)	+ 5,7 ^{NS} (n = 15)	- 7,2* (n = 24)
LDL-col (mg/dL)	+ 5,8 ^{NS} (n = 15)	- 13,8* (n = 24)
HDL-col (mg/dL)	+ 6,4 ^{NS} (n = 15)	+ 7,2 ^{NS} (n = 24)
VLDL-col (mg/dL)	- 3,4 ^{NS} (n = 15)	- 12** (n = 24)
Relação CT:HDL	- 3,9** (n = 15)	- 18,2** (n = 24)
FC ao final do Teste de Rockport (bpm)	- 0,4 ^{NS} (n = 18)	+ 3,2 ^{NS} (n = 27)
Tempo teste (min)	0 ^{NS} (n = 18)	- 14** (n = 27)

LEGENDA: Teste T de Student; (*) critério de significância com $p < 0,05$; (**) critério de significância com $p < 0,001$; NS: não significativo sob o critério de $p < 0,05$; ¶¶: dados transformados para escala logarítmica; n = número de participantes; VO₂ max = consumo máximo de oxigênio; PCR-us = proteína C-reativa ultrasensível; Col e CT = colesterol total; LDL-col = lipoproteína de baixa densidade; VLDL-col = lipoproteína de muito baixa densidade; HDL = lipoproteína de alta densidade; FC (bpm) = frequência cardíaca (batimentos por minuto).

Durante o programa de TF, estimulamos atividades de intensidade submáxima ou moderada, com demanda energética média de 1800 kcal por semana, sobrecarga cronotrópica de aproximadamente 145 bpm na maior parte da sessão de 50 minutos. Essa forma de aprimoramento na aptidão aeróbica é bem sedimentada na literatura (ACSM, 2007). O Apêndice 2 demonstra um exemplo de comportamento da curva de FC, obtido durante uma das sessões de TF. Trata-se da resposta de uma das participantes do grupo intervenção (BGMF, 10 anos, sexo feminino, IMC > p95). A gravação da sessão foi realizada com freqüencímetro POLAR S610i, e evidencia o grau de stress cronotrópico estimulado. Pela conhecida relação linear da FC com o VO₂ em exercício, pode-se inferir sobre a sobrecarga aeróbica, a partir de dados cronotrópicos obtidos em esforço (ACSM, 2007).

Os participantes do grupo intervenção foram orientados quanto à imprescindível continuidade de um estilo de vida ativo após o término do estudo, visando à prevenção de doenças crônico-degenerativas. Essa medida será mais valorizada com o comprometimento das famílias, escolas e autoridades, envolvidas com as políticas de saúde pública, com a implementação de medidas rigorosas para a prevenção e controle da obesidade infanto-juvenil.

Os níveis de HDL são considerados fatores de risco independentes para as DCV (PELLANDA *et al.*, 2002; PRADO & DANTAS, 2002). As diferenças indicativas de cardioproteção não vieram desta lipoproteína isoladamente, mas da relação CT:HDL, de reconhecida ação cardioprotetora (Tabela 4). Esta relação diminuiu 18,2% para o grupo submetido a TF ($p < 0,05$), enquanto o grupo controle obteve diminuição de somente 3,9% (NS). São achados que evidenciam, mais uma vez, a ação protetora do exercício físico contra fatores lesivos à saúde vascular.

Uma maior tolerância ao esforço, durante o Teste de Caminhada de Rockport, foi observada para o grupo intervenção, que diminuiu em 14% o tempo necessário a realizar a referida tarefa (Tabelas 2 e 4). Comparativamente, o grupo controle continuou gastando o mesmo tempo, observado na avaliação basal (Tabelas 3 e 4). O grupo intervenção também aumentou em 3,2% a sobrecarga cronotrópica (FC), induzida pelo teste (Tabela 4). Tendo em vista o aumento na capacidade funcional (VO_2 max), o observado aumento na FC consiste em uma resposta não esperada, podendo, também, sugerir maior empenho e motivação, dedicados ao referido esforço físico. Apesar de não terem sido avaliados objetivamente para os quesitos agilidade, bem-estar físico e mental durante o exercício, existe a possibilidade de sua otimização, resultante da maior secreção de beta-endorfinas (BLASCOVI *et al.*, 2003). Além disso, maior tolerância ao esforço se associa a um maior potencial para descarga adrenérgica sinusal e mais eficiência na modulação autonômica em exercício (BAR-OR & ROWLAND, 2004).

Dada a faixa etária dos nossos pacientes, nosso objetivo foi de reduzir o ganho de peso, ao invés de reduzir o peso corporal. Comumente se evitam dietas restritivas, nesta faixa etária, visando prevenir comprometimentos do crescimento. A resultante da intervenção foi manutenção do peso corporal, pois este parâmetro diminuiu somente 0,99% (NS). Em igual período, ou seja, em 12 semanas, o grupo controle aumentou o peso em 7,2% ($p = 0,0001$). Provavelmente houve aumento no percentual de massa magra para o grupo intervenção, apesar de não ter sido avaliado este parâmetro.

Foi observado aumento na estatura de ambos os grupos ($p < 0,001$) (Tabelas 2, 3 e 4), apesar de o período de 12 semanas ter sido pequeno para gerar perda de peso para os pacientes que se exercitaram. A diminuição no IMC do grupo treinado ($p < 0,05$) reflete o crescimento corporal no período. Ao contrário, o grupo controle

aumentou em 3% o IMC (NS). A modesta variação deste parâmetro no grupo intervenção foi, surpreendentemente, significativa ($p < 0,05$), variando de 28,77 para 28,12 kg/m² (Tabela 2), refletindo a sua alta estabilidade (CV menor que 20). O aumento na estatura dos jovens de ambos os grupos ($p < 0,001$) também pode estar refletindo o estirão de crescimento típico desta fase. O impacto desse fator no IMC foi positivo, como demonstrado pela pequena, porém significativa, queda, neste parâmetro, somente para o grupo treinado.

O potencial para cardioproteção advindo da prática regular de exercícios na obesidade infantil pode ser duplamente demonstrado na análise do comportamento da PCR-*us*, apesar de ser este um parâmetro clínico de baixa especificidade e de alta instabilidade. Com um CV (74,5%) extremamente alto, seus valores aumentaram, ao longo do estudo, para o grupo controle ($p < 0,001$). Ao mesmo tempo, diminuiu para o grupo treinado ($p < 0,001$), como mostram as Tabelas 2, 3 e 4. Isto evidencia as diferentes respostas aos tratamentos instituídos. Não se observou queda significativa nos níveis de adiposidade (%GC) por nenhum dos grupos. No entanto, o %GC diminuiu 13% para o grupo treinado e somente 5,3% para o grupo controle (Tabela 4). A queda na concentração sanguínea de PCR-*us* corrobora com a teoria dos adipócitos como órgãos endócrinos, sintetizadores de citocinas, e envolvidos com a produção hepática de PCR (RIDKER *et al.*, 1998).

Foi feito o pareamento das diferenças entre os dados, obtidos nas avaliações basal e final, com análise da significância entre essas diferenças, através do teste T de Student. A notável ausência de alterações cardioprotetoras ficou evidente para o grupo controle, no que diz respeito aos parâmetros: IMC, VO₂ max, PCR-*us*, colesterol total e frações, relação CT:HDL e %GC (Tabelas 3 e 4). Ambos os grupos manifestaram, no período estudado, diferenças na altura, afetando o IMC, principalmente do grupo intervenção ($p < 0,05$). Apesar do crescimento observado, salienta-se que o estudo foi conduzido em um período curto, sem grandes chances de alterações maturacionais significativas.

Também foi realizada a análise de variância multivariada (MANOVA), via SPSS, dos dados de ambos os grupos, tendo grupos como fator e critério de significância de $p < 0,05$ (Tabela 5). Neste contexto, constatamos diferenças entre os grupos estudados. Somente o grupo treinado obteve significativos benefícios em relação às variáveis VO₂ max ($p = 0,05$), %GC ($p = 0,04$), HDL ($p = 0,007$) e relação

CT:HDL ($p = 0,003$). Esta análise não detectou alterações significativas nas variáveis PCR-*us* e IMC, o que provavelmente ocorreu pelas distorções, provenientes dos tamanhos amostrais variados. De qualquer maneira, podem-se evidenciar, nestes números, os resultados da prática regular de exercícios físicos.

TABELA 5 - Resultados da análise de variância multivariada (MANOVA) entre os dados das avaliações basal e final dos grupos controle e intervenção

Variável	Valor p
Altura (m)	0,090
Peso (kg)	0,134
IMC (kg/m^2)	0,179
GC (%)	0,047
VO ₂ max ($\text{mL}/\text{kg}\cdot\text{min}$)	0,059
PCR- <i>us</i> (mg/L) ¶¶	0,080
HDL-col (mg/dL)	0,007
Relação CT:HDL	0,003

LEGENDA: IMC = índice de Massa Corporal; VO₂ max ($\text{mL}/\text{kg}\cdot\text{min}$) = consumo máximo de oxigênio; PCR-*us* (mg/L) = Proteína C-Reativa-ultra-sensível; HDL = lipoproteína de alta densidade; Relação CT:HDL = relação Colesterol Total:HDL, ¶¶: dados transformados para escala logarítmica

Segundo Rowland *et al.* (2003) e Malina *et al.* (2004), nem a idade cronológica tampouco o nível de maturação sexual deveriam influenciar a resposta cardiovascular ao exercício aeróbico, desde que os parâmetros funcionais, como, por exemplo, o VO₂ max, fossem ajustados para o tamanho corporal. Em concordância com estas sugestões, nossos resultados de capacidade funcional aeróbica (VO₂ max) foram apresentados na unidade relativa, ou seja, em $\text{mL}/\text{kg}\cdot\text{min}$.

A seguir, os resultados são descritos separadamente, para todas as variáveis estudadas:

1. Consumo máximo de oxigênio (VO₂ max, em $\text{mL}/\text{kg}\cdot\text{min}$);
2. Tempo gasto para realização do teste funcional (T, em minutos);
3. Níveis séricos da proteína C-Reativa ultra-sensível (PCR-*us*, em mg/L);
4. Relação colesterol total:HDL (relação CT:HDL);
5. Percentual de gordura corporal (%GC);
6. Índice de Massa Corporal (IMC, em kg/m^2).

5.2 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO

A aptidão aeróbica máxima de um indivíduo é, rotineiramente, avaliada através de testes que estimam o consumo de oxigênio desde o repouso até a exaustão ($\text{VO}_2 \text{ max}$). Este parâmetro reflete os ajustes do organismo a sobrecargas conhecidas de exercício, e a adaptações do débito cardíaco, por exemplo, às demandas periféricas de oxigênio e de outros nutrientes. O $\text{VO}_2 \text{ max}$ está diretamente relacionado ao produto do débito cardíaco e da extração arteriovenosa de oxigênio [dif(a-v)O_2], podendo ser, fidedignamente, quantificado durante o esforço progressivo com o emprego de um analisador de gases, processo este chamado ergoespirometria (McARDLE *et al.*, 2003). O uso limitado deste método em pediatria deriva da pouca disponibilidade de equipamentos normalizadores que possam fazer a correção para as desvantagens biomecânicas e metabólicas que podem ocorrer para a população infantil.

Só recentemente, a literatura brasileira adquiriu valores de referência classificando a capacidade aeróbica das nossas crianças e adolescentes. Rodrigues *et al.* (2006) recomendaram a classificação desta aptidão como excelente para a população infanto-juvenil, quando os valores de $\text{VO}_2 \text{ max}$ superarem os 42,5 mL $\text{O}_2/\text{kg}\cdot\text{min}$. Através de protocolos ergoespirométricos de rampa, foram gerados valores para jovens eutróficos com idade entre 10 e 14 anos. O sexo feminino registrou valores médios de $36,76 \pm 5,98$ e $38,29 \pm 6,28$ mL $\text{O}_2/\text{kg}\cdot\text{min}$ (10 e 14 anos, respectivamente) enquanto o grupo masculino ficou numa faixa de $43,53 \pm 6,65$ a $49,55 \pm 7,29$ mL $\text{O}_2/\text{kg}\cdot\text{min}$ (10 e 14 anos, respectivamente). Armstrong (2006) indicou valores de 39 a 45 mL $\text{O}_2/\text{kg}\cdot\text{min}$ para jovens inglesas (sexo feminino), e 48 a 50 mL $\text{O}_2/\text{kg}\cdot\text{min}$ para rapazes do sexo masculino, da mesma faixa etária. Em 2002, Rump *et al.* (2002) haviam observado valores de $\text{VO}_2 \text{ max}$ em crianças eutróficas de sete anos de idade, testados em esteira (protocolo de Bruce), valores na ordem de $55,3 \pm 6,2$ e $49,6 \pm 7,5$ mL $\text{O}_2/\text{kg}\cdot\text{min}$ para meninos e meninas, respectivamente.

Este estudo utilizou o Teste de Caminhada de Rockport, que é um método de campo e tende a gerar um EPE relativamente baixo, de 4,4 a 5 mL/kg.min, sendo, portanto, aceito para uso científico (KLINE *et al.*, 1987; ACSM, 2007).

Além dessa limitação, observa-se a pouca disponibilidade de valores de referência para VO_2 max de jovens portadores de sobrepeso ou obesidade (BAR-OR & ROWLAND, 2004). Há consenso de que menores valores devem ser esperados para essa população, desde que se use a unidade de VO_2 max em valores relativos ($mL O_2/kg.min$), ou seja, normalizada para a massa corporal. Mesmo nesta unidade, a variabilidade individual do VO_2 max deve refletir o estado de treinamento e o desempenho funcional. Rowland *et al.* (2003) e Bar-Or e Rowland (2004) afirmam que, em unidade absoluta (l/min), os obesos têm picos de VO_2 mais altos, mas após a correção, os valores diminuem. Valores altos de VO_2 max para obesos geralmente ocorrem devido aos maiores débito cardíaco e volemia, relacionados às necessidades perfusionais do tecido adiposo extra (ROWLAND *et al.*, 2003; ARMSTRONG, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006).

Neste estudo houve minimização do EPE do VO_2 max, pois foi obtida a diferença entre as medidas: basal e final. Além disso, para o cálculo do VO_2 max, foi utilizada a equação de regressão linear, ajustada para variações de sexo, idade, peso, altura e sobrecarga cronotrópica, de acordo com Kline *et al.* (1987). As médias das diferenças no VO_2 max para os grupos controle e intervenção foram comparadas intra e intergrupos, confirmando a otimização funcional adquirida somente para o grupo intervenção (Tabelas 2 a 4).

A avaliação basal do grupo controle demonstrou valores de VO_2 max na ordem de $36,44 \pm 7,81$ e $46,09 \pm 7,70 mL O_2/kg.min$ para os sexos feminino e masculino, respectivamente (Tabela 7), enquanto o grupo treinado, em avaliação similar, exibiu valores de $37,21 \pm 5,21$ e $46,91 \pm 6,61 mL/kg.min$, para sexo feminino e masculino, respectivamente (Tabela 5). Não foram identificadas diferenças na avaliação basal, confirmando a similaridade dos grupos (Tabela 1).

Após 12 semanas (período destinado ao treinamento físico ou controle), utilizando o mesmo modelo de avaliação funcional, foram detectadas diferentes respostas nos valores de VO_2 max entre os grupos ($p < 0,05$). Valores de $38,50 \pm 7,21 mL O_2/kg.min$ (meninas) e $47,26 \pm 8,53 mL O_2/kg.min$ (meninos) do grupo controle (Tabela 5) foram menores que aqueles alcançados pelo grupo intervenção (Tabela 7). Após o TF, este grupo alcançou um VO_2 max de $43,58 \pm 6,07 mL/kg.min$ (meninas) e $52,92 \pm 4,56 mL/kg.min$ (meninos), em concordância com a literatura. Segundo a classificação funcional de Rodrigues *et al.* (2006), as crianças e

adolescentes do grupo intervenção entraram no estudo com classificação funcional regular e o finalizaram com classificação excelente.

A maior efetividade da atividade física supervisionada, em relação à simples recomendação médica para a aquisição de um estilo de vida ativo, ficou evidente, também, no contexto da pediatria.

A Tabela 10 descreve os resultados advindos das análises estatísticas após pareamento dos dados (Teste T de Student), assim como após a análise ANOVA (univariada e multivariada), métodos instituídos para averiguação de possíveis desfechos diferenciados entre meninas e meninos, pré-púberes ou púberes. Estas análises demonstraram que os componentes do grupo intervenção não reagiram diferentemente entre si. Certamente, esse tipo de desfecho teria sido possível com pareamento prévio dos grupos do estudo, com maior tamanho amostral por subgrupo (pré-púberes *versus* púberes, de ambos os sexos). Porém, tendo em vista os objetivos originais deste estudo, conclusões específicas a respeito de questões maturacionais não são viáveis.

Em relação à capacidade funcional (VO_2 max), os grupos eram similares em tempo basal (Tabela 1), apesar de que, após o tratamento, houve aumento de 15,08% somente para o grupo treinado (Tabela 4). Incrementos na tolerância aos exercícios impactam muito positivamente na saúde populacional (DWYER *et al.*, 2002; MELLO *et al.*, 2004; MEYER *et al.*, 2006). Por isso, a implementação precoce de um estilo de vida ativo é uma questão preventiva, fundamental e bastante discutida na literatura, por gerar reflexos importantes na qualidade de vida de indivíduos saudáveis, portadores ou não de fatores de risco para DVC ou metabólicas (NASSIS *et al.*, 2005; MEYER *et al.*, 2006). A otimização na saúde pública é uma consequência lógica desse processo, já que tem notável potencial preventivo e terapêutico.

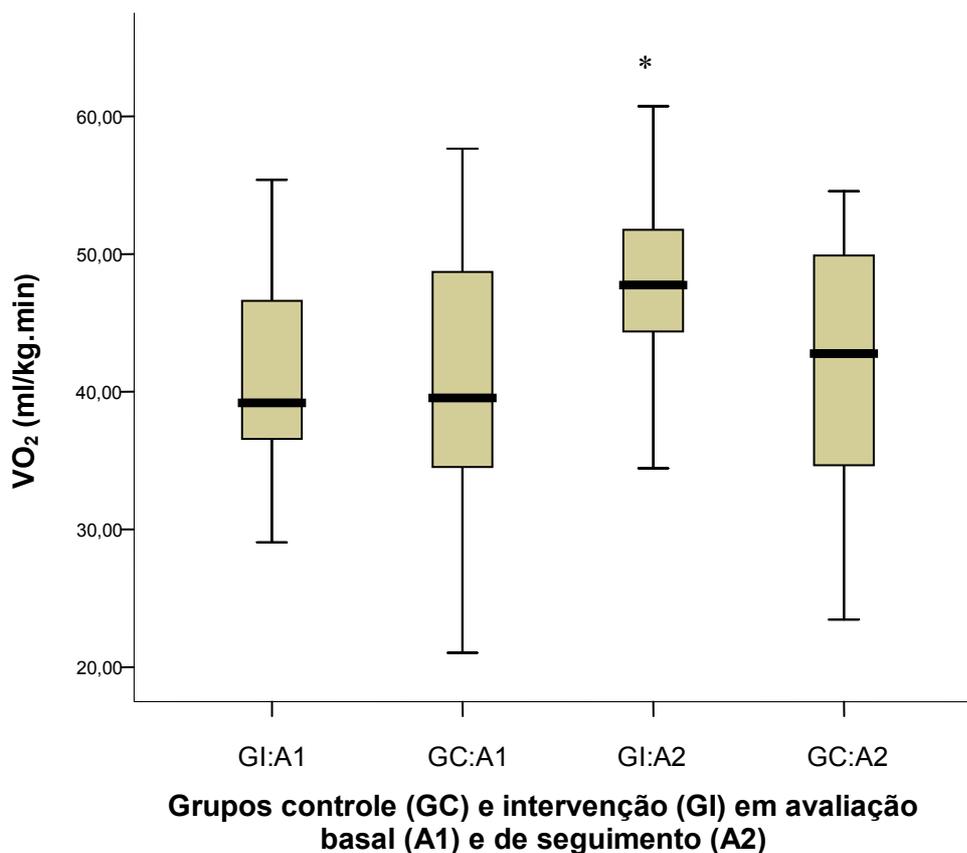
O programa de TF, instituído neste estudo, alcançou intensidade moderada, ou 70% da FC máxima prevista para a idade ($220 - \text{idade}$), segundo recomendações anteriores (ACSM, 2003), gerando uma média de 140 bpm de sobrecarga cronotrópica. Estima-se que a dose de exercícios, instituída por sessão, foi homogênea para todo o grupo. As sessões de exercício foram coletivas e ocorreram em dois turnos: entre 08h00min e 09h00min para os estudantes vespertinos, e entre 15h00min e 16h00min hr para os estudantes matutinos.

As variações, observadas na aptidão aeróbica, provavelmente foram devidas a ganhos funcionais, obtidos com o TF, e não com o processo de maturação, no curto espaço de tempo estudado. Segundo especialistas da área, Malina *et al.* (2004) e Bar-Or e Rowland (2004), o processo de maturação do jovem dura, em média, quatro anos. Entre os diferentes sexos, o VO_2 max tende a ter valores semelhantes até, aproximadamente, os 12 anos de idade, aumentando aos 14 anos em meninos (25% mais alto que nas meninas) Aos 16 anos, esta diferença fica superior a 50%, devido a maior massa muscular. Após os 16 anos, o VO_2 tende a continuar estável para os meninos, em aproximadamente 52 mL O_2 /kg.min, enquanto diminui para o sexo feminino (aproximadamente 32% mais baixo), devido ao acúmulo de gordura corporal neste sexo (McARDLE *et al.*, 2003; BAR-OR & ROWLAND, 2004; ARMSTRONG, 2006).

Apesar dessas diferenças, a validação do uso do Teste de Caminhada de Rockport, para avaliar a capacidade aeróbica de escolares, foi defendida por Kline *et al.* (1987). Em comparação com adultos, crianças podem apresentar pior performance em testes de potência aeróbica, mas o uso da equação proposta faz a correção para aspectos individuais, como peso, altura, tempo gasto para realizar a tarefa e FC obtida ao final do teste (McARDLE *et al.*, 2003; ACSM, 2007).

O Gráfico 1 demonstra o aumento de 15,08% de aptidão física ($p < 0,05$), ocorrido para o grupo intervenção, levando a conclusões sobre a efetividade de um programa simples de atividade física, de apenas 12 semanas, em aumentar a funcionalidade aeróbica dos jovens portadores de sobrepeso ou obesidade. Este achado concorda com os de Nassis *et al.* (2005), que, também, registraram aumento de 18,8% neste parâmetro ($p < 0,05$), no mesmo tempo de TF, estudando 19 garotas, portadoras de sobrepeso e obesidade.

Apesar de observarem ganho funcional nas garotas obesas, Nassis *et al.* (2005) não obtiveram mudanças em outros parâmetros cardioprotetores, ao contrário do presente estudo. Estes fatos enfatizam a essencial continuidade das ações que instituem mudanças constantes nos hábitos de vida da criança e de seus familiares, contribuindo eficazmente para a prevenção primária de DCV. O envolvimento ampliado da sociedade é fundamental para solidificar a aplicação do exercício físico em contexto preventivo, pois representa uma medida versátil, simples e de fácil acesso a todos.

GRÁFICO 1 - Comportamento do VO₂ max (médias ± DP) nas avaliações basal e final, para os grupos controle e intervenção

LEGENDA: (*) Diferenças significativas com $p < 0,05$: grupo intervenção (GI), em avaliação de seguimento.

Alterações na capacidade aeróbica não ocorreram de forma dependente do sexo ou da maturação sexual (Tabela 10), provavelmente, devido ao pequeno número de componentes dos subgrupos. Para ambos os grupos estudados, o sexo masculino apresentou maior aptidão aeróbica do que o sexo feminino, o que está em concordância com a literatura (BAR-OR & ROWLAND, 2004; MALINA *et al.*, 2004; ARMSTRONG, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2006). Os cientistas alertam, ainda, quanto à influência de fatores da composição corporal, como o percentual de massa magra e a taxa metabólica, maiores para o sexo masculino.

Existe, também, a possibilidade de vieses ocorrendo no momento da avaliação funcional, derivadas de motivação, competitividade ou variações mínimas, não detectadas, nas condições ambientais. No entanto, houve rigor metodológico na medida do possível: mesmo pessoal treinado, mesma pista, mesmo horário do dia. De qualquer forma, nossos resultados são relevantes para legitimar a resposta

benéfica, observada somente no grupo, submetido ao programa de exercícios físicos.

Após a análise multivariada, tendo grupos como fatores (controle e intervenção; avaliações basal e final), o teste Post Hoc de Bonferroni detectou variações significativas na aptidão física ($p < 0,05$) somente entre as avaliações basal e final do grupo intervenção (Gráfico 1). Este achado confirma, ao comparar os grupos, a otimização aeróbica, induzida pela intervenção proposta.

5.3 TEMPO GASTO PARA REALIZAÇÃO DO TESTE

O tempo (minutos) necessário para a realização do teste de caminhada de Rockport, na avaliação basal, demonstrou valores similares ($18 \pm 1,78$ e $17,57 \pm 1,50$ min) para os grupos controle e intervenção (Tabela 1). Porém, na avaliação final, após as 12 semanas de acompanhamento, o grupo intervenção realizou a tarefa em tempo menor, ou seja, $15,45 \pm 1,27$ min ($p = 0,0001$), como mostram as Tabelas 2 e 4. O grupo controle, por sua vez, continuou gastando exatamente o mesmo tempo para realizar a caminhada de uma milha, ou $18 \pm 1,78$ min ($p = 0,3419$), evidenciando ausência de ganhos funcionais com o acompanhamento padrão de controle da obesidade infantil (Tabelas 3 e 4).

Os testes visando a avaliação funcional foram realizados no mesmo horário do dia, na mesma pista plana, em duas semanas seguidas, para evitar possíveis efeitos de aprendizado e variações no ritmo circadiano. O teste de caminhada de Rockport é reconhecido por ter mínima participação anaeróbica, já que tem duração superior a cinco minutos. Sua indicação, para avaliar a aptidão aeróbica de crianças, se apóia, também, no fato dessa população possuir menor aptidão anaeróbica (KLINE *et al.*, 1987; McMANUS *et al.*, 1997; BAR-OR & ROWLAND, 2004).

Além de estimar o VO_2 max, o teste também permite inferências sobre a agilidade e a tolerância ao esforço, em função da velocidade, desenvolvida durante a tarefa. Fatores como o comprimento das pernas e o alto custo biomecânico da marcha, no caso dos obesos, podem influenciar os resultados (BAR-OR & ROWLAND, 2004). Pelo fato dos obesos necessitarem de mais oxigênio para realizar tarefas submáximas, como andar e correr, seu estilo da marcha é típico, com duração mais longa de cada ciclo, menor velocidade relativa e assimetria nos seus

componentes, com resultante desperdício de energia (MALINA *et al.*, 2004). Os autores apontam que pode haver desempenho diferenciado entre os sexos, sendo o sexo feminino mais freqüentemente limitado em tarefas que envolvem força, potência e velocidade.

5.4 PROTEÍNA C-REATIVA ULTRA-SENSÍVEL

Avanços no conhecimento da fisiopatologia da aterosclerose têm caracterizado o papel fundamental da inflamação como mediadora desta doença (RIDKER *et al.*, 1998; WUNSCH *et al.*, 2006). Na placa ativa, macrófagos e linfócitos produzem citocinas (IL-6, IL-8 e TNF- α) que induzem, no fígado, a produção de proteínas de fase aguda de inflamação (RIDKER *et al.*, 1998; WUNSCH *et al.*, 2006). A PCR funciona como um marcador inespecífico de inflamação sistêmica, se relacionando com o risco de ocorrência de eventos aterotrombóticos no futuro. Jovens obesos do mundo todo, inclusive da grande Belo Horizonte, já foram caracterizados com níveis séricos aumentados desta proteína (HALLE *et al.*, 2004; BRASIL *et al.*, 2007).

A variável PCR-*us*, neste estudo, demonstrou distribuição não gaussiana (teste Shapiro-Wilks, SAS, Cary, USA), conforme Cody e Smith (1991). Por isso seus valores foram transformados para a escala logarítmica, o que viabilizou sua análise e interpretação.

Foi evidenciada uma diminuição de 1,63 mg/L (25,2%) nas concentrações médias da PCR-*us*, após participação no programa de TF ($p = 0,0001$). As Tabelas 2, 3 e 4 demonstram que essa resposta “antiinflamatória” foi observada somente no grupo intervenção, valorizando as ações cardioprotetoras do exercício físico. Ao contrário, o grupo controle cursou com significativo aumento de 31,7% nesta proteína ($p = 0,0027$).

Dados individuais e transformados das concentrações de PCR-*us*, obtidos nas avaliações basal e de seguimento estão dispostas nos Gráficos 2 e 3, para os grupos intervenção e controle, respectivamente.

GRÁFICO 2 - Comportamento do log da diferença dos valores da PCR-us (Log PCR-us) para o grupo intervenção, com dados obtidos nas avaliações basal e final

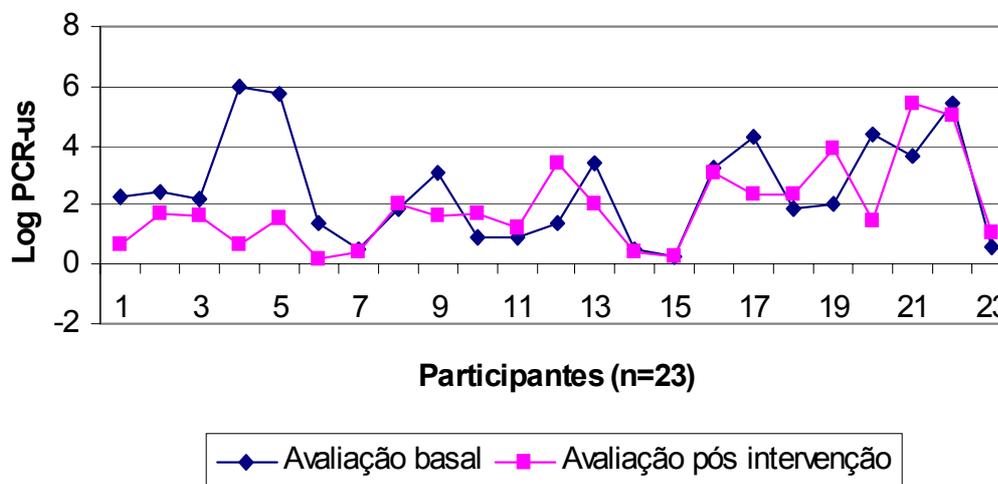


GRÁFICO 3 - Comportamento do log da diferença dos valores da PCR-us (Log PCR-us) para o grupo controle, com dados obtidos nas avaliações basal e final.

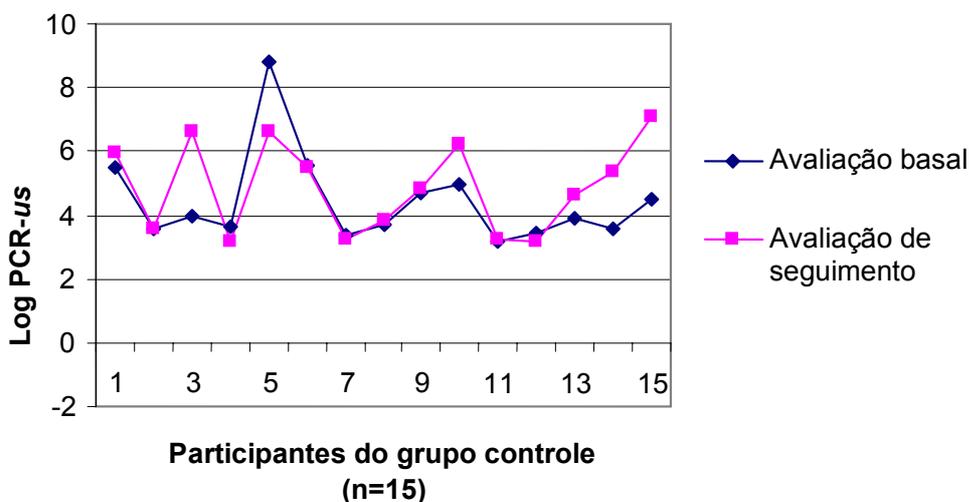


TABELA 6 - Análise da normalidade da distribuição da PCR-us nas avaliações basal e de seguimento, para os grupos controle e intervenção

Grupos	PCR-us (mg/L) (Avaliação basal)	PCR-us (mg/L) (Avaliação final)	Log Dif PCR (valor de p)
Controle (n = 15)	1,42 ± 1,43	1,87 ± 1,42	1,16 ± 0,45 (p = 0,0001)
Intervenção (n = 23)	2,54 ± 1,73	1,90 ± 1,42	1,58 ± 0,54 (p = 0,0001)

LEGENDA: PCR-us = proteína C-reativa ultra-sensível; Log = escala logarítmica; SAS = Statistical Analysis System; UFV = Universidade Federal de Viçosa.

OBS.: Variável com distribuição não normal, segundo Teste Shapiro-Wilks (SAS, Cary, USA); e distribuição normal, segundo Teste Lillifours (SAEG; UFV).

De forma contrária ao grupo submetido ao TF supervisionado, o grupo controle apresentou, na avaliação de seguimento, aumento de 31% ($p < 0,05$) nos valores de PCR-*us*, em relação aos seus valores basais. A redução de 25% ($p = 0,0001$) nos valores do grupo treinado define respostas totalmente diferentes aos tratamentos, evidenciando uma ação antiinflamatória do exercício. Ao mesmo tempo, essa resposta faz suscitar dúvidas sobre a presença de vieses à época da coleta de sangue. Embora tenhamos orientado os participantes e seus responsáveis sobre a necessidade de controle, sutis inflamações subclínicas podem ter passado despercebidas à equipe. Fatores como tempo decorrido, desde a última sessão de atividade física, uso de medicamentos e presença de sinais e sintomas de gripe ou outras infecções foram questionados.

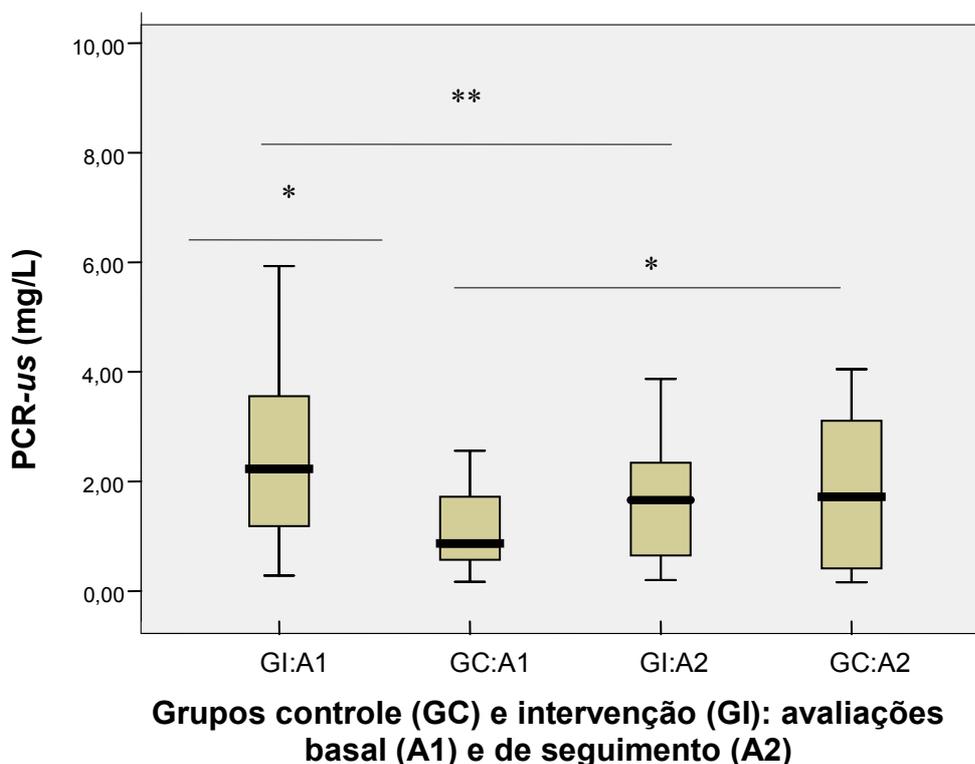
O método utilizado para dosagem da PCR-*us* foi a nefelometria ultra-sensível, um instrumento de última geração, com calibração automática e manejo do mesmo funcionário, já experiente na técnica. O Gráfico 4 compara os resultados, obtidos para os grupos controle e intervenção, nas avaliações basal e de seguimento.

Desde a avaliação basal, já era observada a diferença nos níveis da PCR-*us* entre os grupos (Tabela 1, Gráfico 4), com valores menores para o grupo controle ($1,76 \pm 1,57$ mg/L) do que para o grupo intervenção ($2,54 \pm 1,7$ mg/L) ($p = 0,041$). A grande instabilidade desta variável é justificada pelo ponto de vista fisiológico (RIDKER *et al.*, 1998) e pelo matemático ($CV = 74\%$). Enquadrando os valores da PCR na classificação de Ridker *et al.* (1998), as médias de ambos os grupos indicam grande risco de DCV futura. Apesar das limitações, devem-se considerar o significado clínico do aumento na PCR-*us* para o grupo controle ($p < 0,05$) e a sua diminuição para o grupo intervenção ($p < 0,05$), fatos que colocam em evidência a importante ação cardioprotetora do exercício físico regular.

Nossos achados tendem a associar a adiposidade com aspectos inflamatórios. Apesar da limitação da plicometria para se estimar a adiposidade em crianças e adolescentes obesos (WATTS *et al.*, 2006), observa-se que o grupo controle aumentou o IMC sem alterar o %GC, ao passo que o grupo intervenção apresentou diminuição ($p = 0,0001$) em ambos os parâmetros (IMC e %GC). Concordam parcialmente com os resultados de Nassis *et al.* (2005), que mostraram melhoria na sensibilidade à insulina de garotas portadoras de sobrepeso e obesidade, após participação em programa de exercícios aeróbicos com duração

similar ao nosso estudo. Não evidenciaram nenhum efeito do exercício nos marcadores inflamatórios IL-6, PCR e adiponectina sérica, apesar do incremento de 18,8% na capacidade funcional ($p < 0,05$). Nossos resultados registram, com apenas 15,08% de incremento no VO_2 max, diminuição no PCR-*us* dos treinados ($p = 0,001$) e aumento nos indivíduos do grupo controle ($p = 0,027$). Após análise de correlação entre os valores da PCR-*us* e do VO_2 max dos dois grupos foi observada uma relação inversa entre estes parâmetros, obtidos na avaliação basal do grupo controle ($r = - 0,48$; $p = 0,05$). Na avaliação final, esta relação não foi significativa.

GRÁFICO 4 - Comportamento das diferenças dos valores de PCR-*us*, obtidos a partir das avaliações basal e de seguimento dos grupos controle e intervenção.



LEGENDA: (*) diferenças significativas - $p < 0,05$; (**) diferenças significativas - $p < 0,001$.

Nossos dados também diferem daqueles de Barbeau *et al.* (2002), que falharam em detectar o aspecto antiinflamatório da atividade física regular em adolescentes. Como a adesão ao programa não foi controlada, no estudo de Barbeau *et al.* (2002), possivelmente, houve assimetrias na quantidade de exercícios realizados. No presente estudo, os participantes que não atenderam a pelo menos 75% das sessões tiveram seus dados excluídos.

Podemos afirmar que níveis favoráveis de aptidão física se associam a menor risco de DCV futura, dadas as alterações nos níveis da PCR-*us* observadas em crianças e adolescentes, portadores de sobrepeso e obesidade, mesmo sem perda de peso corporal.

5.5 RELAÇÃO COLESTEROL TOTAL:HDL

As dislipidemias e a obesidade estão sabidamente ligadas à gênese e à evolução das lesões ateroscleróticas (CHAPMAN *et al.*, 2004). Na busca de alternativas terapêuticas que sejam acessíveis à população, o exercício físico mostra-se como um importante aliado na prevenção primária e secundária de cardiopatias. As escassas evidências de sua ação, para a população pediátrica, são, por vezes, controversas e pouco esclarecedoras, principalmente no que diz respeito ao melhor tipo e quantidade de exercícios que seriam mais efetivos.

Os valores médios da relação CT:HDL para a população infanto-juvenil, de ambos os sexos (sete a 14 anos) normalmente se aproximam de $3,5 \pm 1,1$, para ambos os sexos (MOURA *et al.*, 2000). Nossos resultados indicam que as crianças e adolescentes do grupo controle apresentaram valores basais de $4,74 \pm 1,44$, enquanto o grupo intervenção apresentou média e desvio padrão de $4,16 \pm 1,37$. A avaliação de seguimento demonstrou queda somente para o grupo intervenção ($p = 0,0057$), como mostram as Tabelas 1 a 4.

A diminuição na dosagem do colesterol total tem importância clínica e epidemiológica comprovada (PRADO & DANTAS 2002; CHAPMAN *et al.*, 2004; PARENTE *et al.*, 2006). Ocorrendo somente para o grupo treinado ($p = 0,051$), este achado se aliou à queda das frações lipoprotéicas LDL ($p = 0,051$) e VLDL ($p = 0,016$), além da já mencionada relação CT:HDL (Tabela 2). Alterações significativas entre as avaliações não foram observadas dentro do grupo controle (Tabela 3).

O nível plasmático da HDL é considerado um marcador independente de risco cardiovascular (CHAPMAN *et al.*, 2004; PARENTE *et al.*, 2006). Neste estudo, porém, a análise dos dados intragrupos não demonstrou alteração importante nessa lipoproteína. No período de 12 semanas de estudo, o HDL subiu somente 7,2% e 6,4% (NS), para o grupo intervenção e controle, respectivamente (Tabelas 2, 3 e 4).

O efeito protetor do exercício regular ficou mais evidente ao se considerar a relação CT:HDL. Apesar da importância deste alcance, em termos preventivos, não se pode descartar a possível influência de vieses nas mudanças do HDL e suas subfrações, como alertam Chapman *et al.* (2004). Além disso, a capacidade aeróbica individual, o momento da coleta de sangue, o tempo decorrido desde a última sessão de exercícios e, até mesmo, a dieta podem afetar os níveis de HDL (PARENTE *et al.*, 2006; GRANDJEAN & CROUSE, 2006).

O difícil controle das dislipidemias na infância é discutido na literatura. Crianças com níveis de HDL abaixo de 35 mg/dL só aumentaram seus níveis de HDL após cinco meses de TF associado com dieta (GRANDJEAN & CROUSE, 2006). Estes autores relatam redução de apenas 3-5% no colesterol total, com aumentos no HDL, variando de 4 a 34% após exercício físico, independentemente de serem os sujeitos treinados ou sedentários. Para Durstine *et al.* (2002), incrementos nas taxas de HDL para a população infanto-juvenil dependem, rigorosamente, além da quantidade de exercícios realizados, de fatores dietéticos.

Estudando adultos, Spate-Douglas e Keyser (1999) observaram que a intensidade moderada de exercícios foi suficiente para aumentar o HDL de 20,8 a 24,7% ($p < 0,05$). Esse comportamento não se repetiu para a nossa população infanto-juvenil, levando a questionamentos a respeito da influência de fatores etários, hormonais ou dietéticos, sabidamente diferentes para a população jovem.

Nossos resultados concordam com os de Ridker *et al.* (1998) e Prado e Dantas (2002): os obesos parecem ter mais dificuldades para aumentar o HDL, mesmo após o TF, se não obtiverem perda de massa corporal. Ademais, o período de 12 semanas, embora possa ser útil para iniciar um processo de reeducação de estilo de vida, parece ser muito curto para alterar a massa corporal. Há que se lutar por esta meta. Schaefer *et al.* (1994) afirmaram que apenas 1% de aumento nos níveis de HDL se associado a menos 2 a 3% no risco de DCV futura.

A perda de peso pode ser essencial para potencializar as alterações benéficas da HDL com o exercício. Os resultados de Weiss *et al.* (2004) indicam que tanto os níveis de HDL como os de adiponectina diminuíram com a obesidade crescente, sugerindo que o papel protetor dessas substâncias possivelmente está atrelado à necessidade de perda de peso.

Não houve perda de peso neste estudo. Após a estratificação dos dados dos grupos controle e intervenção, por sexo e estado de puberdade, não foram geradas alterações diferenciadas no HDL. Porém, a análise conjunta dos grupos, pelo método MANOVA, demonstrou diferenças nos parâmetros HDL, relação CT:HDL e %GC ($p < 0,05$), como exposto na Tabela 9. Considerando a similaridade basal dos grupos em relação a este parâmetro (Tabela 1), o efeito benéfico da atividade física no perfil lipídico é comprovado para esta população.

Welsman e Armstrong (2000) e Grandjean e Crouse (2006) reportam diferenças sexuais na resposta ao TF, atribuindo uma possível ação cardioprotetora do estrógeno, mesmo na puberdade. Esta consideração justifica, parcialmente, nossos achados, pois o grupo treinado era constituído principalmente de meninas púberes. Além desse, outros fatores, não avaliados, podem afetar o metabolismo lipídico e, conseqüentemente, a HDL, como, por exemplo: a menor massa muscular e maior massa adiposa típicas do sexo feminino, distribuição da gordura corporal (ginecóide *versus* andróide), flutuações no ciclo menstrual, uso de anticoncepcionais.

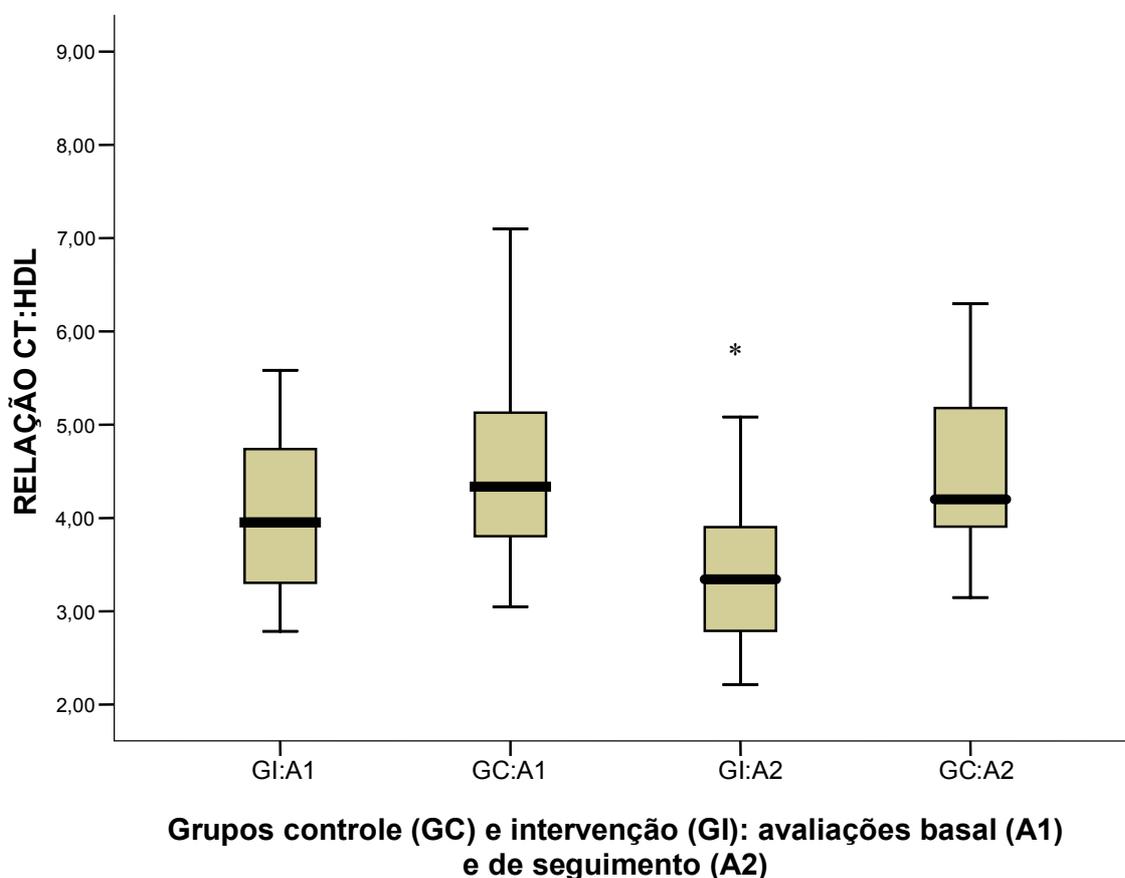
O papel cardioprotetor do exercício físico foi o foco do trabalho, independentemente da perda de peso. Em concordância com Prado e Dantas (2002) e Chapman *et al.* (2004), enfatizamos que a mudança de hábitos de vida, implementada lentamente, constitui forma altamente eficiente de prevenção primária de DCV. Alterações significativas na concentração das lipoproteínas HDL e LDL em resposta ao exercício físico aeróbico, contínuo e regular, de intensidade baixa ou alta e de duração maior que 20 minutos tendem a ocorrer (PRADO & DANTAS, 2002). Sabidamente, a sobrecarga hemodinâmica do exercício age estimulando um melhor funcionamento dos processos enzimáticos, envolvidos no metabolismo lipídico, como o aumento da LLP e da LCAT e redução da lipase hepática (LH) e da CETP (PRADO & DANTAS, 2002; CHAPMAN *et al.*, 2004). O efeito antiaterogênico ocorre com aumentos nos níveis do HDL e na subfração HDL₂-colesterol, com modificação na composição química do LDL.

O aumento na atividade da LPL nos músculos ativos ocorre, imediatamente após uma única sessão, alcançando um ápice cerca de 24 horas após o estímulo, enquanto a atividade da LH parece se manter reduzida ou inalterada por até setenta e duas horas, após o exercício (PRADO & DANTAS, 2002). Isto poderia resultar em

maior tempo de sobrevivência para o HDL e seu aumento após exercício agudo. A aumentada atividade da LPL após uma sessão prolongada de exercícios também mediará a queda nos níveis de triglicerídeos, de forma diretamente proporcional à intensidade e à duração do exercício. A maior reposição dos estoques de triglicerídeos intramiofibrilares, acelerará o metabolismo dos quilomicrons e do VLDL. O resultante aumento do HDL, além de maior utilização da gordura como substrato energético, pode ser demonstrado pela maior atividade da CETP (PRADO & DANTAS, 2002).

O potencial da relação CT:HDL como instrumento de prognóstico deve ser mais considerado para fins de acompanhamento de crianças e adolescentes obesos. As Tabelas 2 e 3, além do Gráfico 5, demonstram a importante diminuição desse índice, ocorrida somente para o grupo submetido à prática de atividade física regularmente ($p < 0,05$).

GRÁFICO 5 - Mudanças na relação CT:HDL nas avaliações basal e final para os grupos controle e intervenção



LEGENDA: (*) $p < 0,05$.

A ação antiaterogênica do exercício pode ainda se estender para o aumento na densidade de receptores para LDL nas células, levando à retirada mais precoce da LDL do plasma. Em relação a aspectos anti-oxidativos, foi observada a ocorrência de aumento na atividade das enzimas superóxido dismutase e glutadione peroxidase, além de menores índices de peroxidação lipídica como efeitos crônicos do exercício físico (SCHAEFER *et al.*, 1994; CHAPMAN *et al.*, 2004).

Melhor esclarecimento acerca dos mecanismos de ação do exercício nas dislipidemias é fundamental (MALINA *et al.*, 2004). De fato, os autores alertam que embora a treinabilidade de crianças ou adolescentes possa estar em níveis semelhantes à dos adultos, eles estão mais sujeitos às influências de fatores como: alterações hormonais, de intensidade de TF, de capacidade de adaptação fisiológica e do VO₂ max prévio.

5.6 PERCENTUAL DE GORDURA CORPORAL

Os valores de referência para %GC na infância e na adolescência dependem do sexo e da idade. Em 2002, Vermorel *et al.* (2002) indicaram que meninos de 12 a 13 anos deveriam, idealmente, ter o %GC em torno de $21,3 \pm 1,1\%$, enquanto meninas, da mesma idade, ficariam com $21,5 \pm 1,1\%$; meninos de 14 a 16 anos com $15,2 \pm 1,1\%$ e meninas, da mesma idade, com $22,6 \pm 1,1\%$. Rump *et al.* (2002) relataram valores médios de %GC para adolescentes do sexo masculino de $16,6 \pm 3,51\%$ e para o sexo feminino em média de $20,5 \pm 4,6\%$. Apesar da concordância entre os autores, é fato que a avaliação da composição corporal pode derivar de métodos muito variados, gerando padrões também diferentes, especialmente para uma população em contínuo desenvolvimento físico. Nossos resultados são compatíveis com os autores Rump *et al.* (2002) e Vermorel *et al.* (2002).

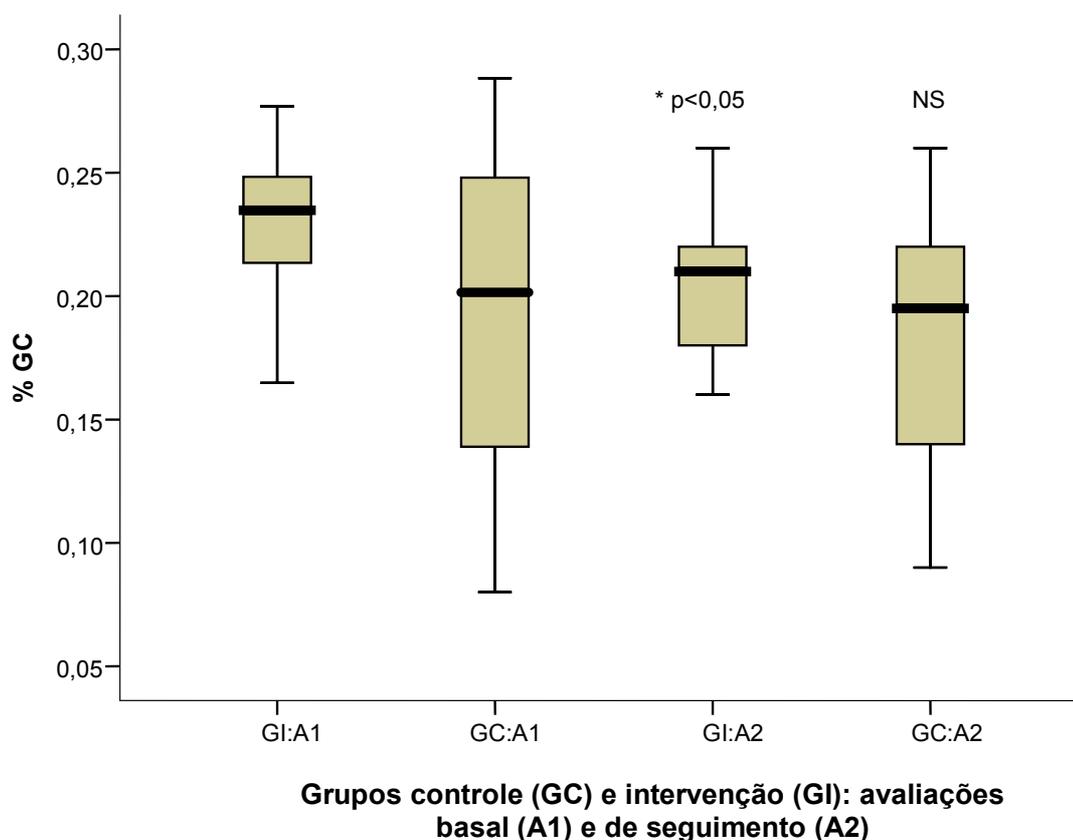
O TF alterou, favoravelmente, esses valores. Para o grupo controle (idade de $10,89 \pm 2,65$ anos) o %GC variou de $18 \pm 0,06\%$ (meninas) e $21 \pm 0,06\%$ (meninos), na avaliação basal, para $17 \pm 0,05\%$ (meninas) e $21 \pm 0,05\%$ (meninos) na avaliação de seguimento ($p = 0,1434$), dados expostos na Tabela 3. O grupo intervenção (idade de $11,66 \pm 2,21$ anos) apresentou mudança nos valores de $22 \pm 0,03\%$ (meninas) e $25 \pm 0,03\%$ (meninos) na avaliação basal, para $19 \pm 0,04\%$ (meninas) e

21 ± 0,04% (meninos) na avaliação pós TF ($p = 0,0001$), como mostra a Tabela 2. Os sexos feminino e masculino apresentaram diminuição similar, após o programa de TF.

A queda no %GC, ocorrida somente para o grupo intervenção, aponta a eficácia do exercício físico regular na diminuição da adiposidade juvenil. Apesar do uso da plicometria para derivar a medida, utilizamos fórmulas de regressão linear ajustadas para idade e sexo, minimizando erros (HEYWARD & STOLARCZYK, 1996; ACSM, 2007). Segundo Rump *et al.* (2002), diferenças intersexuais, neste parâmetro, se justificam frente às inúmeras alterações de composição corporal típicas dessa faixa etária. Além disso, meninos possuem mais massa muscular, o que pode afetar o grau de otimização da performance aeróbica em resposta ao exercício físico.

A significativa diminuição da adiposidade (%GC) do grupo intervenção (Tabela 2) observada neste estudo está em concordância com a literatura (GUTIN & BARBEAU, 2003; MALINA *et al.*, 2004). De forma associada, o aumento significativo no VO_2 max do grupo intervenção ($p < 0,05$) sugere aumento no percentual de MIG em consequência ao TF aeróbico. Aumentos no VO_2 max ocasionam maior ação metabólica do tecido magro em relação ao tecido adiposo, induzido pelo aumento da atividade de enzimas oxidativas (ex: citrato sintase, desidrogenase succinato) além das enzimas glicolíticas (ex: fosfofrutoquinase) (McARDLE *et al.*, 2003). Embora não tenhamos registrado alteração substancial no peso dos jovens ao longo de 12 semanas, houve benefícios relacionados à composição corporal e ao estado de treinamento. Esses achados, de grande valor na prevenção de DCV futuras, são apontados por Lohman *et al.* (2006), como o meio menos oneroso de cuidar da saúde futura de nossos jovens.

O Gráfico 6 demonstra o comportamento do %GC entre os grupos controle e intervenção, nas avaliações basal e de seguimento. Alteração significativa ($p < 0,05$) foi observada somente quando se associou o atendimento ambulatorial padrão ao regime de atividade física supervisionada por 12 semanas.

GRÁFICO 6 - Comportamento do % GC (médias e desvios padrão), com dados obtidos nas avaliações basal e final dos grupos controle (GC) e intervenção (GI)

LEGENDA: (*) $p < 0,05$; NS: não significativo.

5.7 ÍNDICE DE MASSA CORPORAL

A promoção de mudanças de hábitos em portadores de sobrepeso ou obesidade é essencial para prevenção primária de DCV. A ênfase deste estudo foi a cardioproteção, obtida através da atividade física, sem priorizar a perda ponderal. De forma natural, a perda de massa corporal é uma consequência do estilo de vida ativo, tanto para a criança como para a sua família.

O IMC (kg/m^2) do grupo intervenção era similar ao do grupo controle, na avaliação basal (Tabela 1), alterando-se após o período de TF ($p = 0,0032$), como mostra a Tabela 2. Embora essa alteração possa ter sido motivada pelo crescimento dos jovens, ela foi significativa somente para o grupo intervenção. O IMC do grupo controle aumentou de 25,97 para 26,77 kg/m^2 ($p = 0,1995$) (Tabela 3), registrando, também, incrementos em peso e altura ($p = 0,0001$). O peso corporal se mostrou inalterado para o grupo intervenção ($p = 0,9342$). A análise multivariada, intergrupos,

não demonstrou diferenças significativas para o IMC dos grupos (Tabela 9). Este fato pode ser justificado pelo rigor do método, perante as diferenças nos tamanhos das amostras, dos grupos controle ($n = 15$) e intervenção ($n = 23$).

Apesar de ser um índice nada específico, para diferenciação do tipo de massa corporal, o IMC tem significativo valor epidemiológico. Reinher e Andler (2004) alegaram que uma melhoria significativa no perfil de risco cardiovascular e na resistência à insulina deve ser esperada somente após redução de, pelo menos, 0,5 no IMC.

5.8 OUTROS ASPECTOS IMPORTANTES

Com tantas evidências de que a aterosclerose se inicia na infância, justifica-se o estudo de suas relações causais, especialmente quando se considera a importância social da prevenção primária, no contexto epidemiológico. Alguns aspectos marcantes, observados no acompanhamento de jovens obesos, são destacados.

5.8.1 Adesão ao tratamento e alcance das metas

Programas de aconselhamento comportamental e atividade física regular, geralmente, resultam em poucas mudanças no peso e no IMC, em curto prazo. Porém, criam um momento em que se inicia o processo gerador de consciência preventiva que tende a influenciar fortemente toda a família. A falta de adesão às sessões ou às recomendações da equipe são, freqüentemente, discutidas (MEYER *et al.*, 2006). De fato, Lohman *et al.* (2006) defendem esta como a melhor forma de mudar o cenário da obesidade infantil.

Os jovens que tiveram seus dados analisados, neste estudo, obtiveram freqüência mínima de 75%, e os inadimplentes foram excluídos por não preencherem os critérios de inclusão. As perdas por inadimplência chegaram a 10%.

O processo reeducativo, no contexto da obesidade infantil, parece depender fortemente da percepção do jovem para os benefícios, obtidos com a sua participação ativa. Para garantir a assiduidade e o envolvimento, enfatizamos a

atuação multiprofissional e a aplicação de exercícios lúdicos e recreativos, tentando induzir na experimentação, a sensação de vitória.

Envolvidos no contexto multidisciplinar, os participantes do programa de atividade física relataram aumento da sensação de bem-estar, pelos aspectos de diversão e socialização adquiridos. Os exercícios, de intensidade moderada, levaram a um alcance médio de FC de 145 bpm, por 50 minutos, em uma ampla variedade de atividades aeróbicas, lúdicas e intermitentes, mais do tipo endurance e não específicas para ganho de força. Otimizações na flexibilidade, bem-estar, autoconfiança e nível de alegria aumentam, automaticamente, a adesão dos pacientes aos programas. Foram especialmente apreciadas as atividades do tipo caminhada rápida, trote, saltos na cama elástica, subida e descida de escadas e atividades competitivas como corrida de sacos, além de futebol e voleibol.

Segundo o ACSM (2007), a taxa de abandono nos programas de atividade física, geralmente, varia de 9 a 87%, nos primeiros três meses. Isto pode estar refletindo também a baixa motivação e falta de perseverança, possivelmente partes da problemática intrínseca do obeso (MEYER *et al.*, 2006). McManus *et al.* (1997) e Reinehr *et al.* (2003) discutem as dificuldades de adesão ao tratamento da obesidade. O uso de “terapias de alto custo e longa duração”, com atividade física supervisionada, reeducação alimentar e terapia cognitivo-comportamental, com acompanhamento multidisciplinar é preconizado.

Das 30 crianças e adolescentes que iniciaram o programa de TF, somente 27 ficaram até o final das 12 semanas. Posteriormente, foi acrescentado o grupo controle ao estudo, de modo que foram analisados os dados de 45 crianças e adolescentes (27 participantes do grupo intervenção e 18 do grupo controle). Os motivos de perdas foram:

- 2 casos: taxas de comparecimento às sessões menor que 75%;
- 1 caso: ferimento no pé em ambiente domiciliar;
- 3 casos: pacientes não compareceram ao laboratório para coleta de sangue após-treinamento físico;
- 1 tubo de sangue (para PCR-*us*) foi extraviado no próprio laboratório.

Para viabilizar as metas propostas, é necessário que haja cooperação mútua entre a família e a escola. A epidemia da obesidade e do sedentarismo infanto-juvenil tende a aumentar, por isso, é o uso dos efeitos terapêuticos do exercício que

deve se atrelar a drásticas mudanças ambientais. Esses são objetivos ambiciosos, que ultrapassam os limites de atuação da área de saúde, mas serão bem-sucedidos na medida em que envolverem saberes interdisciplinares e maior comprometimento dos líderes políticos com a saúde do seu povo.

5.8.2 Acompanhamentos psicológico e nutricional

O acompanhamento psicológico evidenciou que as crianças e adolescentes se sentiram mais valorizadas, mesmo como obesos, no contexto familiar. Se identificaram como responsáveis pela própria “aquisição” de características pessoais positivas como: “forte”, “trabalhador”, “prestativo”. A existência de uma “memória familiar” tende a sustentar uma identidade dos seus membros, com sentimentos de pertencimento, como por exemplo, o fato de a criança ou adolescente ser gordo (a) por herança genética.

Em relação ao contexto social, como na escola, a sensação de serem discriminadas pela freqüente exposição a apelidos denotativos, afetando a autoestima, autoconfiança e a própria identidade. Essas vivências contraditórias, em relação à identidade, foram geradoras de conflito expresso nos desenhos da imagem corporal, retratando a desvalorização da identidade familiar e evidenciando sentimentos de medo e de culpa em relação ao processo de emagrecimento (TASSARA, 2006).

Do ponto de vista nutricional, foram observadas atitudes que denotam a efetiva mudança de hábitos alimentares, como os relacionados com a escolha do tipo do alimento, o prazer no alimentar-se e adoção de estilo de vida mais ativo para aqueles que se exercitaram.

As intervenções interdisciplinares, no tratamento da obesidade infantil, favorecem o desenvolvimento psicoafetivo e corporal; ampliam as possibilidades de identificação individual, estabelecendo trocas recíprocas intra e extra familiar para a promoção da saúde coletiva (TASSARA, 2006).

5.8.3 Diferenças intersexuais e maturacionais na resposta ao exercício físico

Conclusões errôneas podem ser derivadas de problemas metodológicos ao se estudarem as respostas de jovens ao exercício físico, por falta de consideração com o nível maturacional das amostras, segundo Malina *et al.* (2004). Os autores referem que diferentes níveis maturacionais geram respostas diferentes aos mesmos estímulos físicos, por isso o agrupamento da amostra é sempre interessante.

Ponderações de Rowland (2004) e Janz e Mahoney (1997) indicam que é improvável que a maturação tenha exercido influência significativa nos nossos resultados, pois variações maturacionais não ocorreriam tão marcadamente no curto período de 12 semanas.

O pouco esclarecido papel do hormônio do crescimento (GH) também pode afetar a resposta de jovens ao esforço. Alcançando pico durante ou imediatamente após atividade física, o GH, geralmente, fica elevado por, mais ou menos, duas horas do período de recuperação (ELIAKIM *et al.*, 2006). A intensidade do esforço parece ser crítica para sua secreção que, provavelmente, é afetada pelas diferenças sexuais e pelo estado de obesidade (ELIAKIM *et al.*, 2006; KANALEY *et al.*, 1997). Os autores sugerem que os efeitos do exercício, nessa população, sejam analisados sob a luz do eixo hipotálamo hipofisário (GH-IGF-1) e das catecolaminas circulantes. Na obesidade, tende a ocorrer atenuação nas respostas do GH e de catecolaminas a picos agudos de exercício, determinando dificuldades nos ajustes e nas adaptações ao esforço.

Woo *et al.* (2005) tentaram explicar diferenças sexuais ao TF com base nos níveis de adiponectinas, citocinas cardioprotetoras produzidas pelos adipócitos, diminuídas na obesidade e, possivelmente, influenciadas pelo estágio puberal e pelo sexo. Estudos, em andamento, tentam elucidar como e quanto afetam a resposta ao TF. Seus efeitos sensibilizadores da insulina, antiinflamatórios, antidiabéticos e antiaterogênicos estão sendo alvos de ampla investigação.

Apesar de conflitantes, as informações aqui compiladas têm importantes implicações para a saúde pública. Os mecanismos de ação e de regulação hormonal em exercício são de profundo interesse epidemiológico, tendo em vista sua complexidade e as altas taxas de prevalência da obesidade infantil.

5.8.4 Limitações do estudo

Pelo fato de dados biológicos estarem tão sujeitos à ação de fatores confundidores, conclusões errôneas podem ser geradas. Algumas limitações desse estudo foram:

- a) A escolha dos participantes não foi aleatória, tendo ocorrido a partir da indicação médica e conseqüente aceitação do paciente (amostra de conveniência).
- b) Além de não terem sido acompanhados simultaneamente, os grupos tiveram tamanho amostral diferente: grupo controle (n = 18) e grupo intervenção (n = 27). Para evitar distorções, a prioridade de análise dos dados dos grupos foi intragrupo. Posteriormente, foi feita a análise intergrupos, que permitiu algumas comparações de grande significado clínico para o grupo intervenção.
- c) Apesar de pertencerem à mesma população, os grupos controle e intervenção apresentaram diferenças em relação aos níveis de PCR-*us*, mais alto no segundo grupo (p = 0,041). Sendo a variável um marcador inespecífico de inflamação, de distribuição não normal, de alto CV, sua variação não surpreende. Não se pode descartar, no entanto, a possibilidade de alguma inflamação subclínica na época da avaliação basal (grupo intervenção).
- d) O principal objetivo do estudo foi avaliar a cardioproteção, induzida pelo exercício físico, na população infanto-juvenil. O papel das diferenças sexuais e maturacionais na resposta ao exercício, embora tenham sido questionadas, não foram o escopo original da pesquisa.
- e) O seguimento individual às recomendações nutricionais não foi controlado.
- f) Não foram avaliados os padrões de distribuição de gordura corporal, também indicativos de risco de DCV.
- g) Apesar da utilização dos testes de campo, Teste de Caminhada de Rockport e Plicometria, suas limitações foram parcialmente controladas, utilizando pessoal treinado e experiente, além de fórmulas de regressão linear, específicas para idade e sexo. O uso da plicometria registra falha na ordem de 4 a 5% (ACSM, 2007).
- h) Embora o tamanho da amostra tenha sido calculado para prover poder estatístico de 80%, as perdas relatadas podem ter afetado o resultado.

Nesses casos, as tendências são registradas para inferências clínicas e futura confirmação científica.

- i) A PCR, sendo um marcador não específico de inflamação, está sujeito a variações por causa desconhecida. Apesar do nosso zelo com as condições clínicas dos jovens, pré-coleta sanguínea, infecções subclínicas não detectadas podem ter interferido no resultado do exame.

Apesar das limitações descritas, esse estudo demonstra o importante papel da equipe multidisciplinar no controle dos fatores de risco para DCV, desde a tenra idade. O diagnóstico precoce da obesidade infantil e o aconselhamento adequado, acerca dos hábitos de vida, devem incluir programas supervisionados de exercícios, visando a maior capacidade aeróbica, força muscular, habilidades perceptivo-motoras e gosto por uma vida mais ativa.

5.8.5 Considerações finais

As crianças e adolescentes, portadores de sobrepeso, portam algumas características peculiares, dignas de nota:

- Grande dificuldade de abstração em atividades mais prolongadas: poderia ocorrer devido à heterogeneidade do grupo em relação a estatura, habilidades perceptivo-motoras e motivação.
- Foram especialmente apreciadas as atividades lúdicas, envolvendo velocidade e competição. Os principais ganhos relatados envolveram maior socialização, motivação, auto-estima, vaidade, concentração e prazer.
- Idealmente, futuros estudos poderão expandir estes resultados, evidenciando os efeitos das diferenças sexuais, cronológicas e maturacionais na resposta inflamatória ao esforço e a força da associação exercício *versus* inflamação para a população pediátrica.
- Apesar das conhecidas dificuldades com a adesão de obesos ao TF, uma amostra maior que considere as perdas é aconselhada.
- Também são intrigantes os conceitos ligados à intensidade do exercício no aumento do stress oxidativo e a cardioproteção (positiva ou negativa), relacionada a esses achados. Segundo Hipócrates, o exercício e o alimento, nas medidas certas, são eficientes remédios.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo contribui com dados brasileiros, essenciais no cenário mundial, com tratamento abordando a “pandemia” de sobrepeso e obesidade. Maiores índices de aptidão cardiovascular se opõem a efeitos negativos da obesidade já na infância. Essa constatação tem potencial para preservar a futura população do impacto devastador das doenças metabólicas que conduzem às DCV e ao déficit na saúde pública. Esta desafiante meta deve envolver os diversos setores competentes, dos planejadores aos agentes de saúde, além do conjunto da sociedade: os pais, as escolas, as indústrias alimentícias e os meios de comunicação.

Ao rejeitar a hipótese nula para a maioria das variáveis, podemos afirmar que a atividade física regular promove a proteção cardiovascular de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade. As médias dos valores obtidos nas avaliações, realizadas antes e após o programa de atividade física, foram significativamente diferentes para a maioria das variáveis, sob o critério de $p < 0,05$.

Dessa forma, se aceita a hipótese alternativa, ou seja, crianças e adolescentes submetidos a 12 semanas de exercícios físicos supervisionados, além do tratamento conservador, apresentaram ganhos significativos em parâmetros cardioprotetores, mais especificamente:

1. Maior VO_2 max;
2. Menores níveis séricos de PCR-us;
3. Menor relação CT:HDL;
4. Menor %GC;
5. Menor IMC (kg/m^2);
6. Menor tempo gasto para realização do Teste de Caminhada de Rockport (min).

Ao comparar as respostas do grupo treinado com o grupo controle, confirmamos as primeiras conclusões. Mudanças favoráveis à cardioproteção não ocorreram em igual intensidade para os participantes do grupo controle, em relação às variáveis:

1. VO_2 max: inalterado

2. Níveis séricos de PCR-*us*: aumentados
3. Relação CT:HDL: inalterada
4. Percentual de gordura corporal (%GC): inalterado
5. IMC (kg/m²): inalterado
6. Tempo gasto para realização do Teste de Caminhada de Rockport (min): : inalterado

Futuras pesquisas deverão investigar o papel do estado pubertário e das diferenças intersexuais nas adaptações orgânicas ao exercício físico, suas relações com os hormônios sexuais e efeitos dose-resposta.

Tratar e prevenir a obesidade infanto-juvenil é uma prioridade de saúde pública mundial. Estratégias preventivas, adotadas desde a infância, além de otimizar a qualidade de vida do adulto, contribuem para um mundo mais humano e mais justo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMSON, J. L.; VACCARINO, V. Relationship between physical activity and inflammation among apparently healthy middle-aged and older US adults. **Arch Intern Med.**, v. 162, n. 11, p. 1286-1292, 10 jun. 2002.
- ABRANTES, M. M.; LAMOUNIER, J. A.; COLOSIMO, E. A. [Overweight and obesity prevalence among children and adolescents from Northeast and Southeast regions of Brazil]. **J Pediatr (Rio J)**, v. 78, n. 4, p. 335-340, jul./ago. 2002a.
- ABRANTES, M. M.; LAMOUNIER, J. A.; COLOSIMO, E. A. Comparison of body mass index values proposed by Cole et al. (2000) and Must et al. (1991) for identifying obese children with weight-for-height index recommended by the World Health Organization. **Public Health Nutr.**, v. 6, n. 3, p. 307-311, mai. 2003.
- ABRANTES, M. M.; LAMOUNIER, J. A.; COLOSIMO, E. A. Índice de Massa Corporal para identificar obesidade na infância e adolescência: indicações e controvérsias. **Rev Med Minas Gerais**, v. 12, n. 3, p. 150-154, 2002b.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE (ACSM). **Manual de Pesquisa das Diretrizes do ACSM para testes de esforço e sua prescrição**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- ARMSTRONG, N. Aerobic fitness of children and adolescents. **J Pediatr (Rio J)**, v. 82, n. 6, p. 406-408, nov./dez. 2006.
- ATLANTIS, E.; BARNES, E. H.; SINGH, M. A. Efficacy of exercise for treating overweight in children and adolescents: a systematic review. **Int J Obes (Lond)**, v. 30, n. 7, p. 1027-1040, jul. 2006.
- BALABAN, G.; SILVA, G. A. [Overweight and obesity prevalence in children and adolescents from a private school in Recife]. **J Pediatr (Rio J)**, v. 77, n. 2, p. 96-100, mar./abr. 2001.
- BARBEAU, P. *et al.* Hemostatic and inflammatory markers in obese youths: effects of exercise and adiposity. **J Pediatr**, v. 141, n. 3, p. 415-20, set. 2002.
- BAR-OR, O.; ROWLAND, T. W. Nutritional Diseases. In: BAR-OR, O.; ROWLAND, T. W. **Pediatric Exercise Medicine: from physiologic principles to health care application**. Human Kinetics, USA, 2004. cap. 9, p. 237-268.
- BEHRMAN, R. E.; KLIEGMAN, R. M.; JENSON, H. B. Obesidade. In: **Tratado de Pediatria**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. cap. 43, p. 172-177.

BERWANGER, O. Estratificação de risco cardiovascular: necessitamos de novos marcadores para identificação do paciente de alto risco? **Rev Soc Card R G Sul**, ano 14, n. 6, p. 4-7, set./dez. 2005.

BLASCOVI, S. M. *et al.* Endorfinas: conceitos básicos e relações com a imunologia e a reabilitação. **Fisioter Bras**, v. 4, n. 5, p. 364-368, set./out. 2003.

BOUCHARD, C. Introdução. In: BOUCHARD, C. **Atividade física e obesidade**. São Paulo: Manole, 2003. cap. 1, p. 3-22.

BRASIL, A. R. *et al.* C-reactive protein as an indicator of low intensity inflammation in children and adolescents with and without obesity. **J Pediatr (Rio J)**, v. 83, n. 5, p. 477-480, set./out. 2007.

BRASIL, Lana do Monte Paula. **Excesso de peso em região do nordeste do Brasil: contraste entre escolares das redes pública e privada de ensino**. 2007. 55f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). National Center for Health Statistics. **2000 CDC Growth Charts: United States**. Atlanta: CDC, 2000. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/growthcharts/>>. Acesso em: 06 abr. 2008.

CHAPMAN, M. J. *et al.* Raising high-density lipoprotein cholesterol with reduction of cardiovascular risk: the role of nicotinic acid—a position paper developed by the European Consensus Panel on HDL-C. **Curr Med Res Opin**, v. 20, n. 8, p. 1253-1268, ago. 2004.

CODY, R. P.; SMITH, J. K. **Applied Statistics and the SAS Programming Language**. 3. ed. New York: Elsevier Science Publishers, 1991.

COLE, T. J. A chart to link child centiles of body mass index, weight and height. **Eur J Clin Nutrition**, v. 56, n. 12, p. 1194-1199, 2002.

COLE, T. J. *et al.* Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. **BMJ**, v. 320, n. 7244, p. 1240-1243, 2000.

CONDE, W. L.; MONTEIRO, C. A. Body mass index cutoff points for evaluation of nutritional status in Brazilian children and adolescents. **J Pediatr (Rio J)**, v. 82, n. 4, p. 266-272, 2006.

COOK, D. G. *et al.* C-reactive protein concentration in children: relationship to adiposity and other cardiovascular risk factors. **Atherosclerosis**, v. 149, n. 1, p. 139-150, 2000.

COOPER, D.; NEMET, D., GALASSETTI, P. Exercise, stress and inflammation in the growing child: from the bench to the playground. **Curr Opin Pediatr**, v. 16, n. 3, p. 286-292, 2004.

DAS, U. N. Is obesity an inflammatory condition? **Nutrition**, v. 17, n. 11-12, p. 953-966, 2001.

DURSTINE, J. L. *et al.* Lipids, lipoproteins and exercise. **J Cardiop Rehabil**, v. 22, n. 6, p. 385-398, 2002.

DWYER, J. T. *et al.* Maintenance of lightweight correlates with decreased cardiovascular risk factors in early adolescence. **J Adolesc Health**, v. 31, n. 2, p. 117-124, 2002.

ELIAKIM, A. *et al.* Reduced exercise-associated response of the GH-IGF-I axis and catecholamines in obese children and adolescents. **J Appl Physiol**, v. 100, n. 5, p. 1630-1637, 2006.

ESCRIVÃO, M. A. M. S. *et al.* Obesidade exógena na infância e adolescência. **J Pediatr**, v. 76, n. 3, p. 305-310, 2000.

FATOUROS, I. G. *et al.* Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. **J Clin Endocrinol Metab**, v. 90, n. 11, p. 5970-7, 2005.

FORD, E. S. *et al.* C-reactive protein and body mass in children: Findings from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994. **J Pediatr** 138:486-92, 2001.

FORD, E. S.; NATIONAL HEALTH AND NUTRITION EXAMINATION SURVEY. C-reactive protein concentration and cardiovascular disease risk factors in children: findings from the National Health and Nutrition Examination Survey 1999-2000. **Circulation**, v. 108, n. 9, p. 1053-1058, 2003.

FREEDMAN, D. S. *et al.* The relation of overweight to cardiovascular risk factors among children and adolescents: the Bogalusa Heart Study. **Pediatrics**, v. 103, n. 6 Pt 1, p. 1175-1182, 1999.

FROBERG, K.; ANDERSEN, L. B. Mini review: physical activity and fitness and its relations to cardiovascular disease risk factors in children. **Int J Obes (Lond)**, v. 29, Sup. 2, p. S34-S39, 2005.

GALLISTL, S. *et al.* Changes in serum interleukin-6 concentrations in obese children and adolescents during a weight reduction program. **Int J Obes Relat Metab Disord.**, v. 25, n. 11, p. 1640-43, 2001.

GANONG, W. F. Circulating Body Fluids. In: GANONG, W. F. **Review of Medical Physiology**. 18. ed. S.I.: Appleton & Lange, 1997.

GOSS, F. *et al.* A comparison of skin folds and leg-to-leg bioelectrical impedance for the assessment of body composition in children. **Dyn Med**, v. 26, n. 1, p. 5, 2003.

GRANDJEAN, P.; CROUSE, S. F. Distúrbios dos lipídios e das lipoproteínas. In: LEMURA, L. M.; DUVILLARD, S. P. Von **Fisiologia do Exercício Clínico: aplicação e princípios fisiológicos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. cap 5, p. 46-73.

GREENBERG, A. S.; OBIN, M. S. Obesity and the role of adipose tissue in inflammation and metabolism. **Am J Clin Nutr**, v. 83, n. 2, p. 461S-465S, 2006.

GUIMARÃES DED *et al.* Adipocitocinas: uma nova visão do tecido adiposo. **Rev Nut**, v. 20, n. 5, p. 549-559, 2007.

GUTIN, B.; BARBEAU, P. Atividade física e composição corporal em crianças e adolescentes. In: BOUCHARD, C. **Atividade física e obesidade**. São Paulo: Manole, 2003. cap. 11, p. 245-284.

HAGER, R. L. Television viewing and physical activity in children. **J Adolesc Health**, v. 39, n. 5, p. 656-661, 2006.

HALLE, M *et al.* Low-grade systemic inflammation in overweight children: impact of physical fitness. **Exerc Immunol Rev** 10:66-74, 2004.

HERMSDORFF, H. H. M.; MONTEIRO, J. B. R. Gordura visceral, subcutânea ou intramuscular: onde está o problema? **Arq Bras Endocrinol Metabol** v. 48, n. 6, p. 803-811, 2004.

HEYWARD, V. H.; STOLARCZYK, L. M. **Applied Body Composition Assessment**. Champaign: Human Kinetics, 1996.

ISASI, C. R. *et al.* Physical fitness and C-reactive protein level in children and young adults: the Columbia University BioMarkers Study. **Pediatrics**, v. 111, n. 2, p. 332-338, 2003.

IV Diretriz Sobre Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia. **Arq Bras Cardiol**, v. 88, Sup I, p. 2-19, 2007.

JANZ, K. F.; MAHONEY, L. T. Three-year follow-up of changes in aerobic fitness during puberty: the Muscatine Study. **Res Q Exerc Sport**, v. 68, n. 1, p. 1-9, 1997.

JÄRVISALO, M. J. *et al.* Elevated serum C-reactive protein levels and early arterial changes in healthy children. **Arterioscler Thromb Vasc Biol**, v. 22, n. 8, p. 1323-1328, 2002.

KANALEY JA *et al.* Human growth hormone response to repeated bouts of aerobic exercise. **J Appl Physiol**, v. 83, n. 5, p. 1756-1761, 1997.

KATZMARZYK, P. T. *et al.* The utility of the international child and adolescent overweight guidelines for predicting coronary heart disease risk factors. **J Clin Epidemiol**, v. 56, n. 5, p. 456-62, 2003.

KELLY, A. S. *et al.* In the absence of weight loss, exercise training does not improve adipokines or oxidative stress in overweight children. **Metabolism**, v. 56, n. 7, p. 1005-1009, 2007.

KIESS, W. *et al.* Obesity in childhood and adolescence: clinical diagnosis and management. **J Pediatric Endocrinol Metab** v. 14, n. 6, p. 1431-40, 2001.

KLINE, G. M. *et al.* Estimation of VO₂ max from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. **Med Sci Sports Exerc**, v. 19, n. 3, p. 253-259, 1987.

KNEHANS AW. Childhood obesity: why is this happening to our children **J Okla State Med Assoc**, v. 95, n. 8, p. 539-44, 2002.

LAMBERT, M. *et al.* C-reactive protein and features of the metabolic syndrome in a population-based sample of children and adolescents. **Clinical Chemistry**, v. 50, n. 10, p. 1762-1768, 2004.

LAMOUNIER, J. A. Situação da obesidade na adolescência no Brasil. In: Simpósio sobre Obesidade e Anemia Carencial na Adolescência, **Anais...**, p. 15-31, São Paulo: Instituto Danone, 2000.

LEÃO, S. C. S.; ARAÚJO, L. M. B.; ASSIS, A. M. Prevalência da obesidade em escolares de Salvador-Bahia. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 47, n. 2, p. 151-157, 2003.

LEMURA, L. M. Obesidade pediátrica. In: Linda M. LeMura; Serge P. Von Duvillard. **Fisiologia do exercício clínico: aplicação e princípios fisiológicos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006, cap. 24, p. 311-323.

LEMURA, L. M.; MAZIEKAS, M. T. Factors that alter body fat, body mass, and fat-free mass in pediatric obesity. **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 3, p. 487-496, 2002.

LOHMAN, T. G. *et al.* Associations of body size and composition with physical activity in adolescent girls. **Med Sci Sports Exerc** v. 38, n. 6, p. 1175-1181, 2006.

MACHOVER, K. **Proyección de la personalidad en el dibujo de la figura humana**. 1. ed. Colombia: Cultural, 1974. 170p.

MALINA, R. M.; BOUCHARD, C.; BAR-OR, O. **Growth, maturation, and physical activity**, 2. ed. Champaign: Human Kinetics, 2004.

MARCELL, T. J. *et al.* Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. **Metabolism**, v. 54, n. 4, p. 533-541, 2005.

MATTUSCH, F. *et al.* Reduction of the plasma concentration of C-reactive protein following nine months of endurance training. **Int J Sports Med**, v. 21, n. 1, p. 21-24, 2000.

McARDLE, W. D. Atividade física, saúde e envelhecimento. In: McARDLE, W. D.; KATH, F. K. I.; KATH, V. L. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. Tradução por Giuseppe Taranto. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. Cap. 30, p. 842-888.

McMANUS, A. M.; ARMSTRONG, N.; WILLIAMS, C. A. Effect of training on the aerobic power and anaerobic performance of prepubertal girls. **Acta Paediatr** v. 86, n. 5, p. 456-459, 1997.

McSWEGIN, P. C. *et al.* The validity of a One-Mile Walk Test for High School Age Individuals. **Measur Phys Educ Ex Sc**, v. 2, n. 1, p. 47-63, 1998.

MELLO, E. D.; LUFT, V. C.; MEYER, F. Atendimento ambulatorial individualizado versus programa de educação em grupo: qual oferece mais mudança de hábitos

alimentares e de atividade física em crianças obesas? **J Pediatr (Rio J)**, v. 80, n. 6, p. 468-474, 2004.

MEYER, A. A. *et al.* Improvement of early vascular changes and cardiovascular risk factors in obese children after a six-month exercise program. **J Am Coll Cardiol** v. 48, n. 9, p. 1865-70, 2006.

MILANI, R. V.; LAVIE, C. J.; MEHRA, M. R. Reduction in C-Reactive Protein Through Cardiac rehabilitation and Exercise Training. **J Am Coll Cardiol**, v. 43, n. 6, p. 1056-1061, 2004.

MISRA A. Risk factors for atherosclerosis in young individuals. **J Cardiovasc Risk**, v. 7, n. 3, p. 215-29, 2000.

MITCHELL, B. M. *et al.* Left ventricular structure and function in obese adolescents: relations to cardiovascular fitness, percent body fat, and visceral adiposity, and effects of physical training. **Pediatrics** , v. 109, n. 5, p. e73-3, 2002

MONTEIRO, C. A.; CONDE, W. L.; POPKIN, B. M. Income-specific trends in obesity in Brazil: 1975-2003. **Am J Public Health**, v. 97, n. 10, p. 1808-12, 2007.

MOURA, E. C. *et al.* Perfil lipídico em escolares de Campinas, SP, Brasil. **Rev Saúde Pública** , v. 34, n. 5, p. 499-505, 2000.

MYERS, J. Physical activity: the missing prescription. **Eur J Cardiovasc Prev Rehabil**, v. 12, n. 2, p. 85-86, 2005.

NAGAI, N.; MORITAN, I T. Effect of physical activity on autonomic nervous system function in lean and obese children. **Int J Obes Relat Metab Disod**, v. 28, n. 1, p. 27-33, 2004.

NASSIS, G. P. *et al.* Aerobic exercise training improves insulin sensitivity without changes in body weight, body fat, adiponectin, and inflammatory markers in overweight and obese girls. **Metabolism** v. 54, n. 11, p. 1472-1479, 2005.

NATIONAL CHOLESTEROL EDUCATION PROGRAM. National Heart Lung and Blood Institute, Public Health Service, U.S. Department of Health and Human Services. **Report of the expert panel on blood cholesterol levels in children and adolescents**. Bethesda, MD: National Institutes of Health, 1991. (NIH Publication No. 91-2732).

OBERT, P. *et al.* Effect of a 13-week aerobic training programme on the maximal power developed during a force-velocity test in prepubertal boys and girls. **Int J Sports Med**, v. 22, n. 6, p. 442-446, 2001.

OGDEN, C. L. *et al.* Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. **JAMA**, v. 295, n. 13, p. 1549-1555, 2006.

PARENTE, E. B. *et al.* [Obese children lipid profile: effects of hypocaloric diet and aerobic physical exercise]. **Arq Bras Endocrinol Metabol** v. 50, n. 3, p. 499-504, 2006. [Article in Portuguese]

PELLANDA, L. C. *et al.* [Ischemic heart disease: prevention should begin in childhood]. **J Pediatr (Rio J)**, v. 78, n. 2, p. 91-96, 2002. [Article in Portuguese]

PEDERSEN BK *et al.* Muscle-derived interleukin-6: possible biological effects. **J Physiol**, v. 536, n. 2, p. 329-337, 2001.

PETERSEN, A. M.; PEDERSEN, B. K. The anti-inflammatory effect of exercise. **J Appl Physiol**, v. 98, n. 4, p. 1154-1162, 2005.

PIETROBELLI, A. *et al.* Body mass index as a measure of adiposity among children and adolescents: a validation study. **J Pediatr**, v. 132, n. 2, p. 204-10, 1998.

PRADO, E. S.; DANTAS, E. H. M. Efeitos dos exercícios físicos aeróbico e de força nas lipoproteínas HDL, LDL e lipoproteína (a). **Arq Bras Cardiol** v. 79, n. 4, p. 429-433, 2002.

RABELO, L. M. Fatores de risco para doença aterosclerótica na adolescência. **J Pediatr (Rio J)**, v. 77, supl. 2, p. S153-S164, 2001.

REINEHR, T.; KERSTING, M.; ALEXU, U.; ANDLER, W. Long term follow-up of overweight children: after training, after a single consultation session, and without treatment. **JPGN**, v. 37, n. 1, p. 72-74, 2003.

REPETTO, G., RIZZOLLI, J., BONATTO, C. Prevalência, riscos e soluções na obesidade e sobrepeso: here, there and everywhere. **Arq Bras Endocrinol Metab**, v. 47, n. 6, p. 633-635, 2003.

RIDKER, P. M.; GLYNN, R. J.; HENNEKENS, C. H. C-reactive protein adds to the predictive value of total and HDL cholesterol in determining risk of first myocardial infarction. **Circulation**, v. 97, n. 20, p. 2007-2011, 1998.

RODRIGUES, N. A. *et al.* Maximum oxygen uptake in adolescents as measured by cardiopulmonary exercise testing: a classification proposal. **J Pediatr (Rio J)**, v. 82, n. 6, p. 426-430, 2006.

ROMALDINI, C. C. *et al.* [Risk factors for atherosclerosis in children and adolescents with family history of premature coronary artery disease]. **J Pediatr (Rio J)**, v. 80, n. 2, p. 155-139, 2004. [Article in Portuguese]

ROWLAND, T. *et al.* Cardiac response to progressive cycle exercise in moderately obese adolescent females. **J Adolesc Health**, v. 32, n. 6, p. 422-427, 2003.

RUMP, P. *et al.* Body composition and cardiorespiratory fitness indicators in prepubescent boys and girls. **Int J Sports Med**, v. 23, n. 1, p. 50-54, 2002.

SANTOS, W. B. *et al.* Proteína C-Reativa e doença cardiovascular: as bases da evidência científica. **Arq Bras Cardiol**, v. 80, n. 4, p. 452-56, 2003.

SCHAEFER, E. J. *et al.* Factors associated with low and elevated plasma high density lipoprotein cholesterol and apolipoprotein A-I levels in the Framingham Offspring Study. **J Lipid Res**, v. 35, n. 5, p. 871-882, 1994.

SESSO, H. D. *et al.* C-reactive protein and the risk of developing hypertension. **JAMA**, v. 290, n. 32, p. 2945-2951, 2003.

SIGULEM, D. M. *et al.* Obesidade na Infância e Adolescência. **Compacta Nutrição**, v. 2, n. 1, p. 1-18, 2001.

SILVEIRA, D. *et al.* Risk factors for overweight among Brazilian adolescents of low-income families: a case-control study. **Public Health Nutr**, v. 9, n. 4, p. 421-428, 2006.

SPATE-DOUGLAS, T.; KEYSER, R. E. Exercise intensity: its effect on the high-density lipoprotein profile. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 80, n. 6, p. 691-695, 1999.

SUDI, K. M. *et al.* Effects of weight loss on leptin, sex hormones, and measures of adiposity in obese children. **Endocrine**, v. 14, n. 3, p. 429-35, 2001.

TANNER, J. M. Growth at Adolescence. 2nd ed. Oxford, United Kingdom: Blackwell, 1962.

TASSARA, V. **Obesidade na infância no contexto sociofamiliar: possibilidades de (des)construção e (res)significação de identidades (pré-)escritas**.137f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde – área de concentração: Ciências da Saúde da criança e do adolescente) – Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

THOMAS, N. E.; BAKER, J. S.; DAVIES, B. Established and recently identified coronary heart disease risk factors in young people: the influence of physical activity and physical fitness. **Sports Med**, v. 33, n. 9, p. 633-650, 2003.

TSOLAKIS, C.; VAGENAS, S.; DESSYPRIS, A. Growth and anabolic hormones, leptin, and neuromuscular performance in moderately trained prepubescent athletes and untrained boys. **J Strength Cond Res**, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2003.

VERMOREL, M. *et al.* Daily energy expenditure, activity patterns, and energy costs of the various activities in French 12-16-y-old adolescents in free living conditions. **Eur J Clin Nutr**, v. 56, n. 9, p. 819-829, 2002.

VISSER, M. *et al.* Elevated C-reactive protein levels in overweight and obese adults. **JAMA**, v. 282, n. 22, p. 2131-2135, 1999.

VISSER, M. *et al.* Low-grade systemic inflammation in overweight children. **Pediatrics**, v. 107, n. 1, p. e13, 2001.

WANG Y. Is obesity associated with early sexual maturation? A comparison of the association in American boys versus girls. **Pediatrics**, v. 110, n. 5, p. 903-910, 2002.

WATTS, K. *et al.* Do skinfolds accurately assess changes in body fat in obese children and adolescents? **Med Sci Sports Exerc**, v. 38, n. 3, p. 439-444, 2006.

WEISS, R. *et al.* Obesity and the metabolic syndrome in children and adolescents. **N Engl J Med**, v. 350, n. 23, p. 2362-2374, 2004.

WELSMAN, J. R.; ARMSTRONG, N. Longitudinal changes in submaximal oxygen uptake in 11- to 13-year-olds. **J Sports Sci**, v. 18, n. 3, p. 183-189, 2000.

WHITAKER, R. C. *et al.* Predicting obesity in young adulthood from childhood and parental obesity. **N Engl J Med**, v. 337, n. 13, p. 869-73, 1997.

WOO, J. G. *et al.* Adolescent sex differences in adiponectin are conditional on pubertal development and adiposity. **Obes Res**, v. 13, n. 12, p. 2095-2101, 2005.

WUNSCH, R. *et al.* Intima-media thickness in obese children before and after weight loss. **Pediatrics**, v. 118, n. 6, p. 2334-2340, 2006.

APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE 1 - Dados brutos: Grupos 1 (Intervenção) e 2 (Controle)

Grupos 1 (Intervenção)

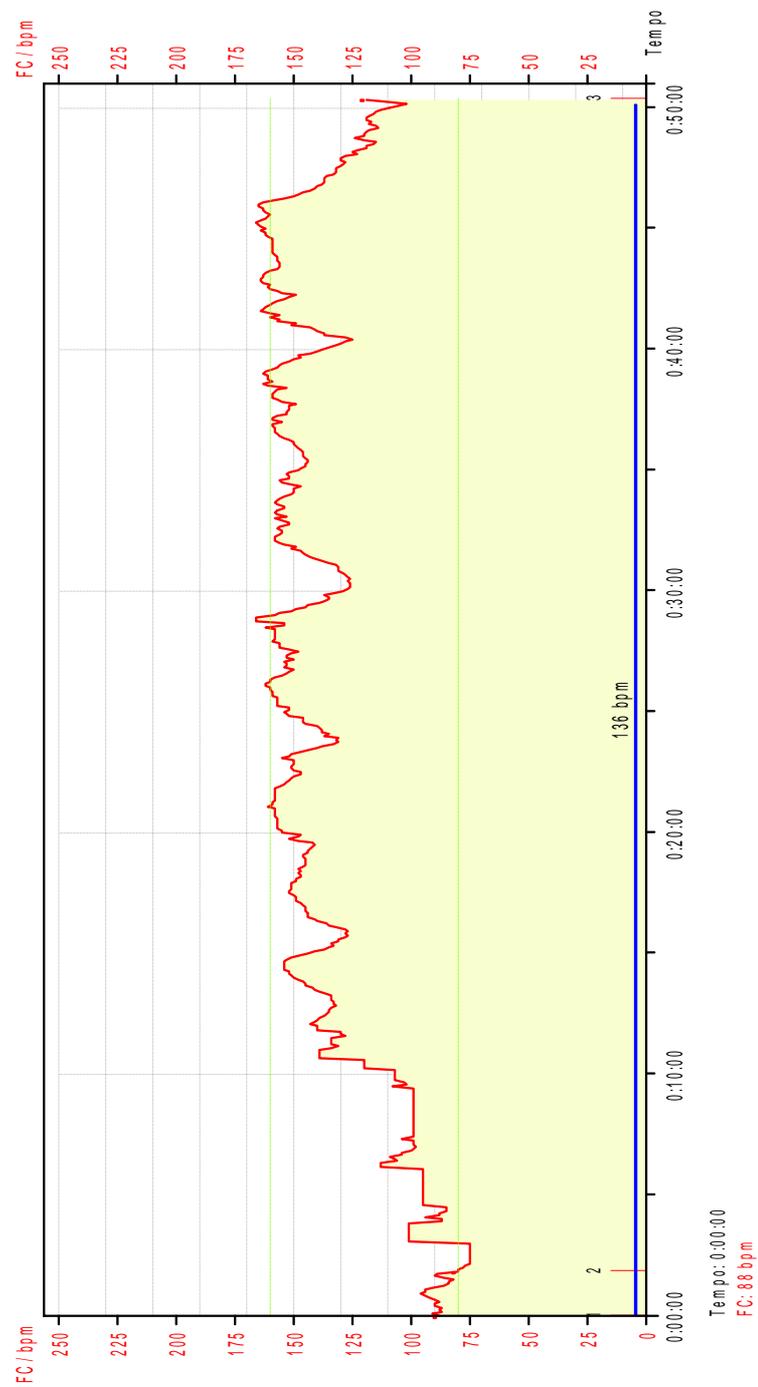
Grupos	Idade (anos)	Peso pré (kg)	Peso pós (kg)	Altura pré (m)	Altura pós (m)	Tempo de teste pré (min)	Tempo pós (min)	FCfinal pré (bpm)	FCfinal pós (bpm)	VO ₂ pré (mL/kg.min)	VO ₂ pós (mL/kg.min)
1,00	12,00	61,60	58,90	1,51	1,55	18,33	17,10	140,00	124,00	42,76	49,44
1,00	10,00	46,20	48,50	1,39	1,42	17,25	15,42	136,00	140,00	50,20	55,39
1,00	11,00	71,80	70,50	1,44	1,46	18,16	17,06	152,00	128,00	36,56	40,99
1,00	12,00	69,20	67,50	1,50	1,53	17,25	14,30	152,00	160,00	43,03	51,76
1,00	14,00	79,80	77,50	1,62	1,63	17,25	13,85	120,00	148,00	39,15	47,04
1,00	11,00	65,80	65,00	1,57	1,60	15,00	13,85	124,00	156,00	55,39	55,38
1,00	12,00	62,90	61,60	1,58	1,60	18,42	13,37	120,00	152,00	39,19	50,83
1,00	12,00	64,80	63,50	1,60	1,62	17,56	13,85	131,00	152,00	48,16	55,87
1,00	11,00	53,40	51,90	1,47	1,49	15,00	13,85	145,00	136,00	54,20	60,73
1,00	6,50	40,80	44,70	1,24	1,27	19,10	16,25	150,00	160,00	37,73	45,00
1,00	8,00	37,50	37,00	1,26	1,27	19,83	16,25	188,00	156,00	30,32	46,35
1,00	13,50	88,00	87,50	1,75	1,77	16,48	16,00	186,00	112,00	36,75	49,36
1,00	15,00	84,40	85,00	1,75	1,77	17,56	14,33	112,00	140,00	38,62	44,38
1,00	11,50	49,50	48,90	1,42	1,42	16,28	14,33	132,00	156,00	52,88	55,66
1,00	10,00	55,30	54,10	1,43	1,45	17,25	16,25	120,00	152,00	51,16	49,62
1,00	12,00	55,60	53,30	1,53	1,54	16,25	14,73	168,00	144,00	48,22	49,50
1,00	12,00	64,00	62,70	1,40	1,41	20,05	16,53	124,00	152,00	32,57	40,52
1,00	14,00	76,60	77,50	1,59	1,59	16,08	14,42	148,00	148,00	38,90	44,63
1,00	12,00	108,90	111,50	1,63	1,64	18,00	17,30	140,00	140,00	29,06	31,33
1,00	7,00	44,90	44,50	1,33	1,34	18,67	17,27	144,00	140,00	39,93	44,67
1,00	13,00	69,50	68,00	1,60	1,61	16,67	14,62	152,00	132,00	45,04	54,89
1,00	11,00	70,00	71,00	1,55	1,55	15,00	15,41	152,00	132,00	43,98	46,27
1,00	14,00	89,30	97,20	1,70	1,73	19,00	16,17	128,00	132,00	36,57	44,07
1,00	12,00	94,50	100,00	1,62	1,62	18,00	17,86	136,00	136,00	32,16	32,86
1,00	14,00	75,00	72,10	1,56	1,58	17,00	15,50	107,00	112,00	42,49	47,74
1,00	10,00	49,00	48,40	1,36	1,38	21,00	15,83	124,00	124,00	32,72	50,77
1,00	11,50	100,00	99,50	1,67	1,68	18,00	15,86	120,00	169,00	33,93	34,44
2,00	11,00	54,90	57,10	1,51	1,56	23,00	19,18	148,00	136,00	21,04	23,46
2,00	8,00	39,50	38,40	1,28	1,31	18,05	18,36	124,00	132,00	35,40	33,07
2,00	9,00	50,00	59,70	1,47	1,47	17,00	16,56	132,00	128,00	51,05	52,20
2,00	15,00	89,00	92,20	1,56	1,56	19,00	19,41	96,00	108,00	34,53	46,40
2,00	11,00	48,00	53,60	1,45	1,52	16,00	14,58	108,00	156,00	57,64	54,57
2,00	16,00	72,40	72,40	1,53	1,54	17,38	17,21	100,00	120,00	42,50	39,69
2,00	11,00	49,10	51,50	1,43	1,48	17,38	18,75	120,00	120,00	47,58	47,17
2,00	15,00	99,30	105,80	1,74	1,77	18,41	18,28	148,00	140,00	33,80	34,22
2,00	7,00	55,00	57,90	1,32	1,38	21,00	20,08	142,00	128,00	29,85	34,66
2,00	12,00	70,50	81,50	1,69	1,75	16,00	14,60	136,00	124,00	49,06	54,05
2,00	11,00	50,00	52,70	1,40	1,45	18,40	17,00	146,00	116,00	44,04	52,33
2,00	7,00	33,80	38,50	1,26	1,29	20,50	18,43	160,00	116,00	33,10	45,85
2,00	13,00	86,00	93,10	1,61	1,65	19,00	18,75	132,00	156,00	36,89	33,72
2,00	8,00	31,10	33,50	1,24	1,29	18,93	17,26	152,00	132,00	40,10	47,40
2,00	10,00	55,00	59,80	1,50	1,58	18,00	17,81	140,00	148,00	38,99	37,34
2,00	13,00	70,00	73,40	1,58	1,63	17,29	17,01	112,00	104,00	48,70	49,90
2,00	11,00	35,80	34,30	1,31	1,34	19,10	18,80	138,00	152,00	38,70	38,60
2,00	8,00	31,00	38,50	1,26	1,32	17,00	22,00	112,00	120,00	50,31	38,59

Grupos 2 (Controle)

Grupos	IMC pré (kg/m ²)	IMC pós (kg/m ²)	PCR-us pré (mg/L)	PCR-us pós (mg/L)	%GC pré	%GC pós	HDL pré (mg/dL)	HDL pós (mg/dL)	Col-t pré (mg/dL)	Col-t pós (mg/dL)	Relação CT:HDL pré (mg/dL)	Relação CT:HDL pós (mg/dL)
1,00	27,02	24,68	4,27	2,32	0,25	0,20	60,00	61,00	167,00	215,00	2,78	3,52
1,00	23,91	24,05	2,27	#NULO!	0,22	0,22	44,00	#NULO!	153,00	#NULO!	3,48	#NULO!
1,00	34,63	33,07	2,46	1,70	0,23	0,21	36,00	36,00	201,00	166,00	5,58	4,61
1,00	30,76	28,84	5,93	0,63	0,24	0,22	46,00	36,00	184,00	120,00	4,00	3,33
1,00	30,41	29,17	2,28	0,65	0,28	0,24	41,00	38,00	167,00	134,00	4,07	3,53
1,00	26,69	25,39	5,43	5,00	0,24	0,21	46,00	62,00	171,00	140,00	3,72	2,26
1,00	25,36	24,06	1,35	0,20	0,16	0,09	44,00	46,00	133,00	140,00	3,02	3,04
1,00	25,31	24,20	1,91	2,03	0,20	0,18	32,00	48,00	163,00	173,00	5,09	3,60
1,00	24,71	23,38	1,02	#NULO!	0,23	0,16	61,00	#NULO!	180,00	#NULO!	2,95	#NULO!
1,00	26,75	27,71	8,21	#NULO!	0,15	0,17	35,00	23,00	170,00	130,00	4,86	5,65
1,00	23,62	22,94	0,88	1,23	0,19	0,19	35,00	47,00	141,00	104,00	4,03	2,21
1,00	28,90	28,09	3,12	1,66	0,25	0,18	37,00	40,00	116,00	99,00	3,14	2,48
1,00	27,56	27,13	0,57	1,03	0,26	0,22	60,00	52,00	168,00	129,00	2,80	2,48
1,00	24,72	24,25	3,68	5,38	0,22	0,18	28,00	38,00	229,00	232,00	8,18	6,11
1,00	27,04	25,73	0,53	0,44	0,21	0,17	41,00	36,00	148,00	147,00	3,61	4,08
1,00	23,75	22,47	2,23	1,60	0,16	0,11	46,00	40,00	213,00	190,00	4,63	4,75
1,00	32,65	31,54	5,77	1,54	0,24	0,21	33,00	42,00	160,00	144,00	4,85	3,43
1,00	30,29	30,65	4,34	1,43	0,25	0,22	59,00	60,00	249,00	305,00	4,22	5,08
1,00	40,99	41,46	2,00	3,87	0,23	0,22	36,00	34,00	112,00	114,00	3,11	3,35
1,00	25,38	24,78	1,61	#NULO!	0,20	0,18	32,00	#NULO!	161,00	#NULO!	5,03	#NULO!
1,00	27,32	26,23	0,28	0,24	0,27	0,25	50,00	35,00	174,00	99,00	3,48	2,83
1,00	29,14	29,55	0,48	0,40	0,24	0,22	35,00	49,00	160,00	126,00	4,57	2,57
1,00	30,90	32,40	0,90	1,73	0,25	0,25	36,00	37,00	128,00	110,00	3,56	2,97
1,00	36,01	37,87	3,43	2,06	0,24	0,22	43,00	60,00	170,00	165,00	3,95	2,75
1,00	30,82	28,88	1,90	2,34	0,27	0,26	25,00	43,00	205,00	160,00	8,20	3,72
1,00	26,49	25,41	1,39	3,38	0,23	0,22	58,00	59,00	169,00	182,00	2,91	3,08
1,00	35,86	35,46	3,22	3,07	0,23	0,17	44,00	54,00	168,00	165,00	3,82	3,06
2,00	24,07	23,46	#NULO!	0,61	0,15	0,14	42,00	42,00	148,00	172,00	3,52	4,10
2,00	24,10	22,45	0,77	#NULO!	0,20	0,12	20,00	#NULO!	142,00	#NULO!	7,10	#NULO!
2,00	23,14	27,63	1,39	#NULO!	0,20	0,21	31,00	#NULO!	137,00	#NULO!	4,42	#NULO!
2,00	36,17	37,48	2,50	2,97	0,29	0,26	28,00	34,00	123,00	156,00	4,39	4,59
2,00	22,83	23,20	0,57	0,58	0,18	0,18	22,00	33,00	188,00	205,00	8,55	6,21
2,00	30,33	30,53	0,96	3,60	0,27	0,23	40,00	35,00	142,00	147,00	3,55	4,20
2,00	24,17	23,67	0,64	0,20	0,08	0,10	46,00	40,00	175,00	178,00	3,80	4,45
2,00	32,99	33,77	5,79	3,61	0,28	0,26	44,00	47,00	185,00	178,00	4,20	3,78
2,00	32,05	30,18	2,56	2,50	0,23	0,22	42,00	37,00	128,00	132,00	3,05	3,57
2,00	24,68	26,76	0,34	0,24	0,23	0,22	20,00	27,00	135,00	170,00	6,75	6,30
2,00	25,51	25,07	0,71	0,82	0,22	0,21	32,00	#NULO!	155,00	#NULO!	4,84	#NULO!
2,00	21,28	23,31	1,72	1,83	0,14	0,15	43,00	26,00	184,00	161,00	4,28	6,19
2,00	33,18	34,20	1,96	3,24	0,27	0,26	45,00	34,00	199,00	136,00	4,42	4,00
2,00	20,23	20,13	0,17	0,24	0,10	0,09	28,00	40,00	165,00	192,00	5,89	4,80
2,00	24,44	23,95	0,43	0,16	0,19	0,18	41,00	35,00	156,00	141,00	3,80	4,03
2,00	28,04	27,63	0,87	1,61	0,25	0,22	50,00	43,00	193,00	168,00	3,86	3,91
2,00	20,86	18,96	0,56	2,38	0,13	0,13	31,00	61,00	159,00	192,00	5,13	3,15
2,00	19,52	18,96	1,51	4,05	0,11	0,17	41,00	39,00	157,00	202,00	3,83	5,18

OBS.: # NULO = dados perdidos pela falta do paciente no dia da coleta da amostra de sangue.

APÊNDICE 2 - Exemplo de curva de frequência cardíaca, obtida durante uma sessão de 50 minutos de exercícios aeróbicos. Dados advindos da monitorização de BGS, 10 anos, sexo feminino, IMC >p95



APÊNDICE 3 - Fichas de Avaliação e Coleta de Dados

A - IDENTIFICAÇÃO DO PARTICIPANTE NO PROJETO

- NOME _____ 3 - SAME _____
- DATA DE NASCIMENTO ___/___/____ 4 - IDADE: _____ (meses)
- DATA 1ª. CONSULTA ___/___/____ 6-SEXO: (1) masculino
(2) feminino

PROCEDÊNCIA (1) BH (2) Grande BH (3) Interior MG (4) Outros estados
(9) Sem informação

Endereço: _____ Cidade: _____

CEP: _____ Telefone: () _____

- COR (1) Branca (2) Parda (3) Negra (9) Sem informação

B - HISTÓRIA CLÍNICA

- Hipertensão:
- Depressão (medicamentos):
- Atividade física regular (tipo, duração, frequência semanal, etc.):
- Dieta alimentar?
- História de doenças crônicas:
 - Asma
 - Doenças reumáticas
 - Hiperlipidemia
 - Síndromes genéticas
 - Outras: _____

C - USO DE MEDICAÇÕES

- (1) Antiinflamatórios
- (2) Anti-concepcionais ou outros hormônios
- (3) Outros: _____
- (9) Sem informação

D - TABAGISMO

- (1) Sim
- (2) Não
- (3) Sem informação

E - EXAME FÍSICOPESO: _____(kg) ALTURA: _____ (m) IMC: _____ (kg/m²)

(CLASSIFICAÇÃO DO IMC: (1) ≥ p 95 (2) ≥ p 85 e < p 95 (3) < p 85)

Pressão Arterial sistólica/diastólica: _____

Classificação: (1) Normal

(2) Elevada

(9) Sem informação

- CLASSIFICAÇÃO DE TANNER: (1) Pré-púbere

(2) Púbere

F - PLANILHA DE COLETA DOS DADOS:

Nome:

Código:

SAME:

Dados laboratoriais:

Variável	Data coleta	Dados pré-TF	Dados pós-TF	Obs.
PCR (mg/dL)				
Col - total (mg/dL)				
HDL-col (mg/dL)				
LDL-col (mg/dL)				
VLDL (mg/dL)				
Col-tot/HDL				

Dados do Teste da Caminhada / Plicometria (ACSM, 2007).

Parâmetro	Data	Pré-TF (T1a)	Pré-TF (T1b)	Pós-TF (T2a)	Pós-TF (T2b)
Peso (kg)					
Altura (m)					
IMC (kg/m ²)					
Dist. Total perc. (m)					
Tempo (min)					
FC final (bpm)					
VO ₂ max (mL/kg.min)					
Espes. Prega tricipital (mm)					
Espes. Prega subescapular (mm)					
Espes. Prega torácica (mm)					
Soma das três pregas (mm)					
%GC					

APÊNDICE 4 - Termos de Esclarecimento e de Consentimento

A prevenção de doenças cardiovasculares como o infarto, a hipertensão e outras deve se iniciar na infância. O sedentarismo, o aumento do colesterol e a obesidade, na infância e na adolescência, predispõem o adulto de amanhã a ter mais chances de desenvolver problemas de saúde. Por isso, essas situações têm preocupado muito os profissionais da área de saúde.

Nossa pesquisa: “Níveis de aptidão física, gordura corporal, PCR e HDL em crianças e adolescentes”, visa aprofundar conhecimentos sobre o nível de aptidão física, o nível de colesterol HDL (o bom colesterol) e da proteína C-reativa (marcador de inflamação no sangue) nos indivíduos obesos e compará-los com não obesos. Através de medidas preventivas, visamos diminuir o risco das doenças cardíacas através da orientação de grupos de crianças obesas para a prática de atividade física.

Você, ou seu filho (a), como participante neste estudo, será submetido a um teste de caminhada em que deverá andar 1,6 km, com supervisão constante, em pista plana, sem nenhum risco. A distancia total percorrida, neste tempo, será medida, assim como seu peso, altura, frequência cardíaca e a espessura da prega de gordura do tórax, costas e braço, procedimentos estes totalmente sem dor.

Caso queira, você poderá se inscrever em um programa de atividade física no Laboratório do Movimento (anexo ao Hospital das Clínicas). Também receberá orientações da fisioterapeuta quinzenalmente, visando orientar e controlar o exercício praticado ou outros aspectos, preventivos para o controle da obesidade.

Para isso, solicitamos a autorização de vocês (crianças ou adolescentes e de seus pais) para acessarmos seu prontuário e obtermos dados do PCR e HDL, além de sua disponibilidade para os testes de caminhada e medições corporais.

Desde que você e seu filho (a) entendam os objetivos e meios da pesquisa, informamos que seus dados serão mantidos em total sigilo, nunca expondo a sua identidade. Caso você não queira mais participar, não haverá alteração quanto ao tratamento médico que vem recebendo.

(Qualquer informação adicional poderá ser obtida através do meu telefone - 3223-1542 - ou do telefone do Comitê de Ética em Pesquisas da UFMG 3248-9364).

Termo de Consentimento

Eu, _____
abaixo assinado, portador de RG número _____ e meu
responsável pelo paciente _____
concordo com a minha na pesquisa sobre “Níveis de aptidão física, gordura corporal,
PCR e HDL em crianças e adolescentes obesos”. Confirmo que fui devidamente
esclarecido sobre os objetivos e procedimentos desta pesquisa. Declaro que faço
esta autorização de livre e espontânea vontade e que, em nenhum momento, eu me
senti coagido a fazê-lo. A desistência de participar ou o não consentimento não trará
nenhum prejuízo para mim (criança ou adolescente) e meu (minha) filho (a)
(responsável). Continuarei a ter os mesmos direitos e deveres de acordo com as
normas vigentes no hospital.

Assinatura legível do responsável (RG)

Assinatura legível da criança/ adolescente (RG)

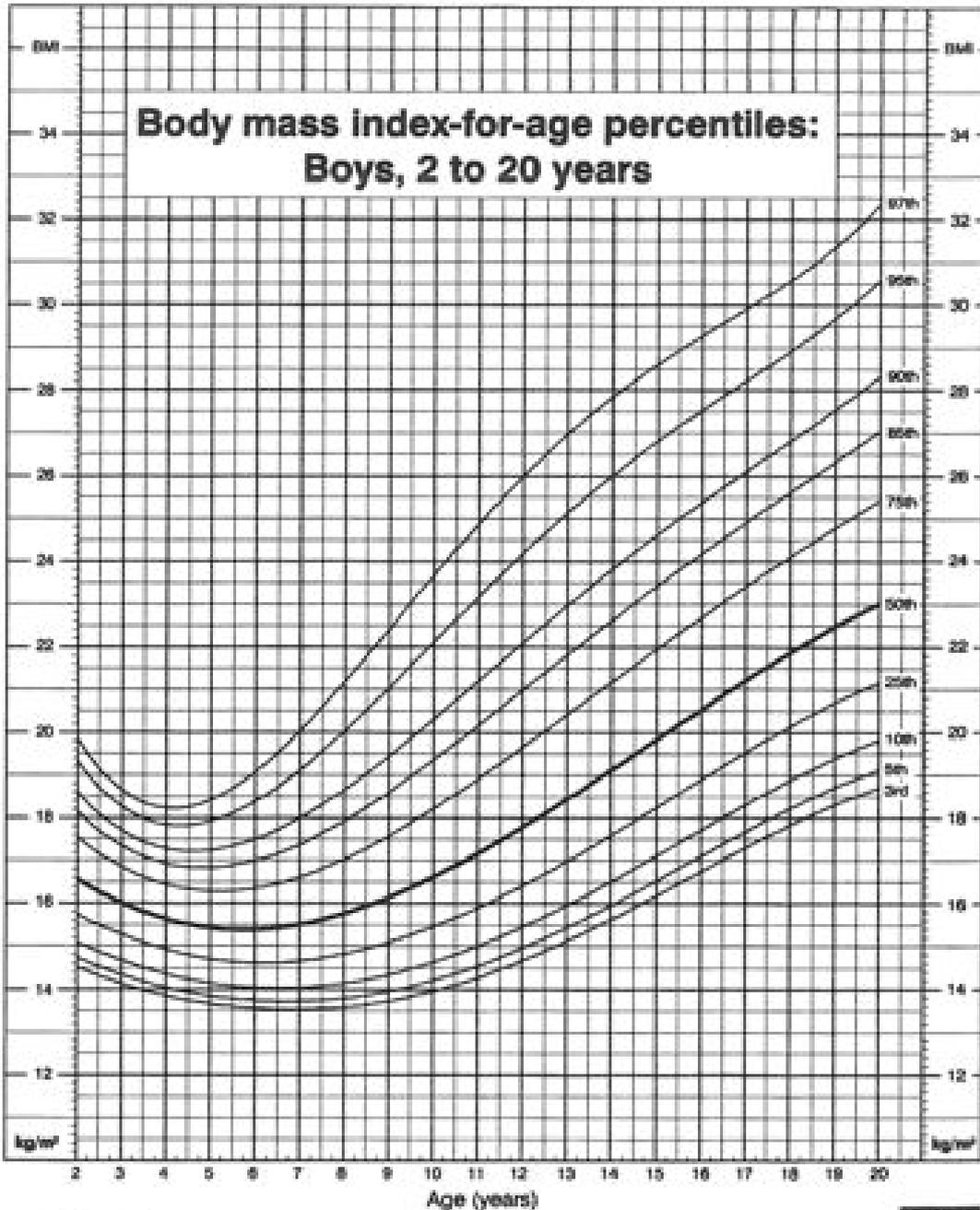
Assinatura legível da testemunha (RG)

Belo Horizonte, -----/-----/-----

ANEXO 1 - Curvas de Crescimento de Acordo com o IMC (CDC, 2000)

Meninos: 2 a 20 anos

CDC Growth Charts: United States



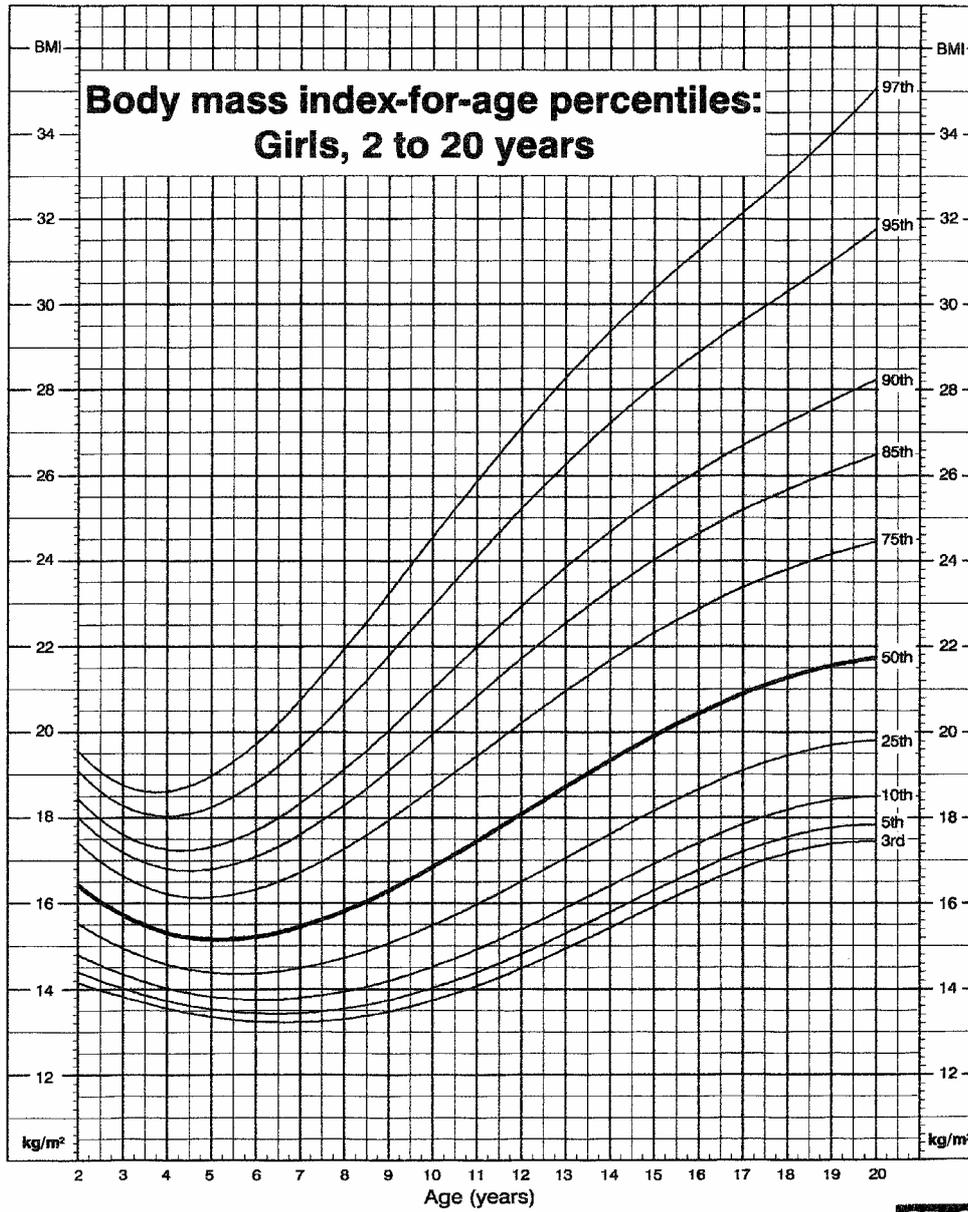
Published May 20, 2000.
SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).



SAFER • HEALTHIER • PEOPLE™

Meninas: 2 a 20 anos

CDC Growth Charts: United States



Published May 30, 2000.
SOURCE: Developed by the National Center for Health Statistics in collaboration with
the National Center for Chronic Disease Prevention and Health Promotion (2000).



ANEXO 2 - Colegiado Interno do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais



*Unidade Funcional Pediátrica
Hospital das Clínicas
Universidade Federal de Minas Gerais*

- COLEGIADO INTERNO DA U.F.PEDIATRIA - ANALISE DE PROJETOS DE PESQUISA

Título do Projeto de Pesquisa: Impacto de um programa de atividade Física nos níveis séricos de proteína C reativa HDL e percentual de gordura corporal de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade.

Pesquisador(a): Márcia Braz Rosseti

Orientador(a): Prof.a Rocksane de carvalho Norton

Data da reunião do Colegiado Interno em que ocorreu a discussão:

15/02/2005.

Recomendações/restrições para o desenvolvimento da pesquisa: Nenhum

Parecer do Colegiado Interno da U.F.Pediatria: deferido

Belo Horizonte, 15 de fevereiro de 2005.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maria do Carmo de Souza Moja Avelar Gomes'.

Maria do Carmo de Souza Moja Avelar Gomes
P/ Colegiado Interno da UF Pediatria

ANEXO 3 - Câmara Departamental de Pediatria da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais

Parecer número 62/2004.

Câmara do Departamento de Pediatria da Faculdade de Medicina da UFMG.

Projeto: Avaliação do Impacto de um programa de atividade física no percentual de gordura corporal, níveis séricos de proteína C-reativa e HDL de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade.

Interessadas:

Márcia Braz Rosseti: doutoranda.

Profa: Rocksane de Carvalho Norton: orientadora.

Raquel Rodrigues Brito: co-orientadora.

Histórico: a prevenção das doenças cardiovasculares deve se iniciar na infância e dentre os fatores de risco para estas patologias, destacam-se a obesidade e o sedentarismo.

O **exercício físico** é um recurso barato e de fácil acesso, tem efeito cardioprotetor e deve ser incorporado ao dia a dia de todos, inclusive das crianças e adolescentes obesos.

Com evidências na literatura de que a aterosclerose se inicia na infância, justifica-se estudar mais profundamente os mecanismos e suas associações com o sedentarismo, obesidade e outros fatores de risco. Além disto, observa-se significativa escassez de estudos endereçando os aspectos preventivos multidisciplinares entre crianças e adolescentes obesos brasileiros. O tecido adiposo é hoje considerado um estimulante para a produção de citocinas como a PCR e interleucina 6, marcadores de inflamação sistêmica, também relacionados com a lesão endotelial que precede a formação de placas ateroscleróticas.

Objetivo Geral: Avaliar o impacto de um programa de treinamento físico no risco de doença cardiovascular futura em criança e adolescentes com sobrepeso ou obesidade, participantes do programa de Controle da Obesidade do Ambulatório São Vicente HC/UFMG.

Objetivos Específicos: Avaliar a inter-relação entre a aptidão física $V O_2$ máximo antes e após o treinamento físico aeróbico supervisionado, com duração de 12 semanas com as variáveis abaixo:

- níveis sanguíneos de Proteína C reativa.
- níveis sanguíneos de HDL.
- Percentual de gordura corporal.

Metodologia: este é um estudo prospectivo, longitudinal que utiliza um programa de atividade física supervisionada de 12 semanas para avaliar o impacto do exercício nas variáveis : consumo máximo de oxigênio (VO_2 max.), PCR, HDL e percentual de gordura corporal na população estudada.

A amostra consistirá de um total de 30 crianças e adolescentes obesos, tendo sido calculada para alcançar um nível de confiança de 95% e poder estatístico de 80%. Todos eles são participantes do programa de controle de obesidade do Ambulatório São Vicente

do HC-UFMG. Deverão apresentar Índice de massa Corpórea acima do percentil 85, idade entre 6 e 16 anos, exames laboratoriais previamente avaliados para outro estudo em andamento e disponibilidade e desejo de participar do programa.

O programa proposto consiste em: Teste de caminhada de Rockport: é um teste indicado pela ACSM (American College of Sports Medicine) para avaliação metabólica indireta de populações infantis que consiste em caminhada de 1 milha em pista plana. Os participantes farão duas caminhadas em semanas separadas no mesmo horário avaliando-se o VO2 max.

Programa de Atividade Física: composto de exercícios aeróbicos recreativos realizados no Laboratório do Movimento, 3 vezes por semana com duração máxima de 60 minutos, intensidade moderada por 12 semanas.

Todos os pacientes já possuem os exames laboratoriais prévios ao programa de atividade física. Para dosagem destes parâmetros após o treinamento físico, o mesmo laboratório o fará segundo a rotina do Ambulatório acrescentando pequeno volume para dosagem de PCR com os kits gentilmente cedidos pela Dade Behring.

Mérito: o projeto apresentado tem a relevância de estudar a interferência de um Programa de Atividade Física em parâmetros fisiológicos, antropométricos e laboratoriais de crianças e adolescentes obesos e a inclusão de do exercício físico como instrumento terapêutico na obesidade infantil promovendo uma importante medida preventiva para as doenças cardiovasculares.

O projeto está bem estruturado, a metodologia bem delineada e operacionalidade exequível. Os critérios de inclusão e exclusão estão bem definidos. Haverá gasto financeiro com passagens para os pacientes e seus acompanhantes, estando a pesquisadora tentando conseguir auxílio transporte. Caso não consiga, a própria pesquisadora assumirá o ônus.

O projeto não apresenta empecilhos éticos e um outro projeto semelhante já foi aprovado pelo COEP. Os termos de Esclarecimento e Consentimento estão indexados e pertinentes.

Conclusão: diante do exposto, somos pela aprovação do projeto.

Atenciosamente,

Câmara do Departamento de Pediatria

Aprovação em Reunião da Câmara Departamental

EM: 27/08/12

Prof.ª Roguane de Carvalho Norton
Chefe do Departamento de Pediatria
Faculdade de Medicina / UFMG

ANEXO 4 - Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais

UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG - COEP

Parecer nº. ETIC 399/04

Interessada: Profa. Dra. Rocksane de Carvalho Norton
Faculdade de Medicina - UFMG

DECISÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG – COEP aprovou no dia 24 de novembro de 2004, após ter atendido as solicitações á diligência o projeto de pesquisa intitulado « **Impacto de um Programa de Atividade Física nos Níveis de Proteína C-Reativa, HDL e Percentual de Gordura Corporal de Crianças e Adolescentes com Sobrepeso ou Obesidade** » bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido do referido projeto.

O relatório final ou parcial deverá ser encaminhado ao COEP um ano após o início do projeto.



Profa. Dra. Maria Elena de Lima Perez Garcia
Presidente do COEP/UFMG

ANEXO 5 - Comitê de Ética e Pesquisa da PUC Minas



Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Pró-Reitoria de Pesquisa e de Pós-Graduação

Belo Horizonte, 28 de novembro de 2004.

De: Prof. Heloísio de Rezende Leite
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa

Para: Márcia Braz Rossetti
ICBS – PUC Minas

Prezada Pesquisadora,

Informamos que o projeto de pesquisa CEP 2004/55 - *"Impacto de um programa de atividade física nos níveis de proteína C-Reativa e HDL no percentual de gordura corporal de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade"* foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da PUC Minas.

Atenciosamente,

Helóísio de Rezende Leite
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa – PUC Minas

ANEXO 6 - Departamento de Ensino e Pesquisa do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais



Universidade Federal de Minas Gerais
Hospital das Clínicas
Diretoria de Ensino, Pesquisa e Extensão - DEPE

UFMG

Belo Horizonte, 18 de abril de 2005.

PROCESSO Nº 008/05

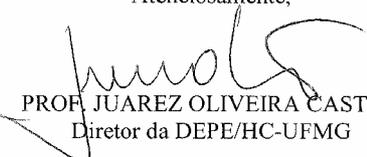
TÍTULO: "Impacto de um programa de atividade física nos níveis séricos de proteína C reativa, HDL e percentual de gordura corporal de crianças e adolescentes com sobrepeso ou obesidade."

Sr(a) Pesquisador(a):

Reportando-nos ao projeto de pesquisa acima referenciado, considerando sua concordância com o parecer da Comissão de Avaliação Econômico Financeira de Projetos de Pesquisa sobre o mesmo e sua aprovação pelo COEP/UFMG em 24/11/04, esta Diretoria aprova seu desenvolvimento no âmbito institucional.

Solicitamos enviar à DEPE relatório parcial ou final, após um ano.

Atenciosamente,


PROF. JUAREZ OLIVEIRA CASTRO
Diretor da DEPE/HC-UFMG

À
Profa. Rocksane de Carvalho Norton e Dra. Márcia Braz Rossetti
Departamento de Pediatria
Faculdade de Medicina/UFMG