

MARCELO MORGANTI SANT'ANNA

**ADAPTAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR, POTÊNCIA AERÓBIA E
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MENINOS SUBMETIDOS A UM
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PORTO ALEGRE - RS - BRASIL

2002

MARCELO MORGANTI SANT'ANNA

**ADAPTAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR, POTÊNCIA AERÓBIA E
COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MENINOS SUBMETIDOS A UM
PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), como requisito parcial para obtenção do grau de MESTRE EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO.

ORIENTADOR: Prof. Dr. ÁLVARO REISCHAK DE OLIVEIRA

PORTO ALEGRE - RS - BRASIL

2002

AGRADECIMENTOS

Ao término desta longa caminhada, gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos e de dividir a alegria de ter concluído essa importante etapa da minha vida acadêmica e profissional a todos que me ajudaram a chegar até aqui.

A Deus, por ter me dado saúde, tranqüilidade e perseverança para alcançar os meus sonhos.

À memória de meu pai, pela educação dada e por ensinar-me que a humildade e o respeito com o próximo são qualidades humanas fundamentais na construção do caráter de um homem.

Aos meus queridos familiares, pelo apoio incondicional, companheirismo, incentivo e amor que expressaram por mim em todos os momentos.

À Miriam, pelo seu amor, carinho, amizade, compreensão, paciência e pela sua presença constante.

Ao Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA), em especial ao Cel. Edmir Mármora Júnior e Ten. Luciano Zucco, por apoiarem e possibilitarem a realização deste estudo nas dependências do Colégio.

Ao amigo e Prof. Ms. Ricardo de Almeida Castillo, pela sua determinante contribuição na divulgação deste trabalho aos alunos e professores do CMPA.

Aos alunos do CMPA, pela participação disciplinada e comprometida durante o período do estudo.

À Clínica Clinodens de Densitometria Óssea, em especial ao Dr. Mauro e a Profa. Maria Aparecida, por oportunizarem a avaliação da composição corporal pelo método DXA.

Aos professores da ESEF-UFRGS, por proporcionarem-me condições de uma formação acadêmica qualificada.

Ao Programa Especial de Treinamento (PET), em especial a Profa. Dra. Silvana Vilodre Goellner, pelos primeiros passos ao conhecimento científico e estímulo à carreira acadêmica.

A Profa. Dra. Flávia Meyer, pela oportunidade de trabalhar junto ao seu grupo e pela ajuda e orientação na área da fisiologia da criança.

Ao Prof. Ms. Marcelo Cardoso, pelo auxílio e conselhos na área da Estatística.

Ao Prof. Dr. Luís Fernando Martins Krueel, pelas críticas e sugestões ao projeto desta pesquisa.

A todos os funcionários, colegas e professores do Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX), por sua colaboração e atenção.

Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, em especial a Profa. Rosane Amaro Lopes pelo auxílio na formatação desta dissertação.

A CAPES, por conceder-me uma Bolsa de Estudos.

Aos amigos e colegas Cláudia Schneider e Jerri Ribeiro pelo apoio e incentivo na realização deste trabalho.

Aos Professores Carolina Arsego Collet e Gianni Rodolfi, e graduandos Cinara Bos, Lucimére Bohn e Nórton Luís Oliveira pela participação e apoio incansável na realização das avaliações e do programa de treinamento de força.

E, finalmente, não poderia esquecer de agradecer fortemente aos amigos e Professores Álvaro Reischak de Oliveira e Ronei Silveira Pinto, pelos seus conselhos, idéias, “puxões de orelha” e por me fazerem acreditar na realização deste trabalho. A eles minha profunda admiração e respeito profissional.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	III
SUMÁRIO	VI
LISTA DE FIGURAS	IX
LISTA DE QUADROS	X
LISTA DE TABELAS	XI
RESUMO	XII
ABSTRACT	XIII
1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
1.1 OBJETIVO GERAL	4
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
1.3 HIPÓTESES.....	5
1.4 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	5
2 REVISÃO DE LITERATURA	7
2.1 TREINAMENTO DE FORÇA.....	7
2.2 TREINAMENTO DE FORÇA EM CRIANÇAS	9
2.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA.....	12
2.3.1 <i>O Treinamento de Força Dinâmico</i>	12
2.3.2 <i>Periodização do Treinamento de Força</i>	15
2.3.3 <i>Velocidade de Execução dos Exercícios</i>	16
2.3.4 <i>Intervalo de Recuperação</i>	16
2.3.5 <i>Aquecimento e Volta à Calma</i>	17
2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS DO TREINAMENTO DE FORÇA EM CRIANÇAS.....	17
2.5 ADAPTAÇÕES DA FORÇA MUSCULAR AO TREINAMENTO DE FORÇA.....	20
2.5.1 <i>Avaliação da Força Muscular</i>	23
2.6 ADAPTAÇÕES DA POTÊNCIA AERÓBIA AO TREINAMENTO DE FORÇA.....	24
2.6.1 <i>Avaliação da Potência Aeróbia</i>	26
2.7 ADAPTAÇÕES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL AO TREINAMENTO DE FORÇA.....	27
2.7.1 <i>Avaliação da Composição Corporal</i>	28

3 METODOLOGIA	30
3.1 ASPECTOS ÉTICOS	30
3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA	30
3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA	31
3.4 PROCESSO DE AMOSTRAGEM	31
3.5 RECURSOS HUMANOS ENVOLVIDOS	32
3.6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA	32
3.6.1 <i>Ficha de Dados Individuais</i>	32
3.6.2 <i>Planilha de Classificação do Estágio Maturacional</i>	32
3.6.3 <i>Programa de Avaliação Nutricional (PED)</i>	34
3.6.4 <i>Balança</i>	35
3.6.5 <i>Estadiômetro</i>	35
3.6.6 <i>Equipamentos de Musculação</i>	35
3.6.7 <i>Pesos Extras</i>	38
3.6.8 <i>Goniômetro</i>	38
3.6.9 <i>Metrônomo</i>	38
3.6.10 <i>Dinamômetro Isocinético</i>	39
3.6.11 <i>Esteira Rolante</i>	39
3.6.12 <i>Ergoespirômetro de Circuito Aberto</i>	40
3.6.13 <i>Eletrocardiógrafo</i>	41
3.6.14 <i>Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA)</i>	41
3.7 VARIÁVEIS	42
3.7.1 <i>Variáveis Dependentes</i>	42
3.7.2 <i>Variável Independente</i>	42
3.7.3 <i>Variáveis de Controle</i>	43
3.7.4 <i>Variável Interveniente</i>	43
3.8 PROCEDIMENTOS DAS COLETAS DE DADOS	44
3.8.1 <i>Avaliação da Força Muscular</i>	44
3.8.2 <i>Avaliação da Potência Aeróbia</i>	46
3.8.3 <i>Avaliação da Massa Magra e Massa de Gordura Corporal</i>	48
3.9 TRATAMENTO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE – PROGRAMA DE TREINAMENTO	48
3.9.1 <i>Considerações Metodológicas do Programa de Treinamento de Força</i>	51
3.10 DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO	52
3.11 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	53

4 RESULTADOS	54
4.1 FORÇA MUSCULAR	62
4.2 POTÊNCIA AERÓBIA	65
4.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL	65
5 DISCUSSÃO	68
5.1 ADAPTAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR.....	73
5.2 ADAPTAÇÕES NA POTÊNCIA AERÓBIA.....	76
5.3 ADAPTAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL.....	78
6 CONCLUSÕES	81
7 SUGESTÕES	82
8 BIBLIOGRAFIA	83
9 ANEXOS	92

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - Cadeira Extensora.....	36
FIGURA 2 - Roldana Baixa (A) e Banco Scott (B).....	36
FIGURA 3 - Supino Vertical.....	36
FIGURA 4 - Cadeira Abduutora.....	37
FIGURA 5 - Cadeira Adutora.....	37
FIGURA 6 - Dinamômetro Isocinético Cybex – Norm.....	39
FIGURA 7 - Ergoespirômetro de Circuito Aberto.....	40
FIGURA 8 - DXA. <i>Lunar</i> , modelo DPX-L.....	42
FIGURA 9 - Programa Pediátrico <i>SmartScan</i> , versão 4.7c.....	42
FIGURA 10 - Preparação para o Teste Cardiopulmonar de Exercício.....	47
FIGURA 11 - Modelo de Periodização.....	50
FIGURA 12 - Delta 1 RM de flexão de cotovelo.....	63
FIGURA 13 - Delta 1 RM de extensão de joelho.....	63
FIGURA 14 - Delta pico de torque 30°/s de extensão de joelho.....	64
FIGURA 15 - Delta pico de torque 90°/s de extensão de joelho.....	64
FIGURA 16 - Delta massa de gordura corporal.....	67
FIGURA 17 - Delta massa corporal magra.....	67

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 - Desenho experimental do estudo.	52
QUADRO 2 - Perfil do GRUPO EXPERIMENTAL – Pré-Treinamento.	54
QUADRO 3 - Perfil do GRUPO CONTROLE – Pré-Treinamento.	55
QUADRO 4 - Teste de Normalidade – GRUPO EXPERIMENTAL.	56
QUADRO 5 - Teste de Normalidade – GRUPO CONTROLE.	57
QUADRO 6 - Comparações Intragrupo – GRUPO EXPERIMENTAL.	58
QUADRO 7 - Comparações Intragrupo – GRUPO CONTROLE.	59
QUADRO 8 - Comparações Intergrupos – GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE.	60
QUADRO 9 - Comparações Intergrupos – GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE.	61
QUADRO 10 - Perfil da Composição Corporal do GRUPO EXPERIMENTAL.	100
QUADRO 11 - Perfil da Força Muscular e Potência Aeróbia do GRUPO EXPERIMENTAL.	101
QUADRO 12 - Perfil da Composição Corporal do GRUPO CONTROLE.	102
QUADRO 13 - Perfil da Força Muscular e Potência Aeróbia do GRUPO CONTROLE.	103

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Resultados dos testes de força muscular de 1 RM e Isocinético.	62
TABELA 2 - Resultados da avaliação da potência aeróbia.	65
TABELA 3 - Resultados da avaliação da composição corporal pelo método DXA.	66

RESUMO

Os efeitos do treinamento de força têm sido bem documentados em adultos. No entanto, existem controvérsias sobre a eficácia desta atividade em promover adaptações fisiológicas em crianças. O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos de um programa de treinamento na força muscular, potência aeróbia e composição corporal de meninos. Participaram deste estudo 18 meninos (10 a 12 anos), pré-púberes, depois de serem submetidos a uma avaliação médica e seus pais terem assinado um termo de consentimento. O grupo experimental (GE; $n = 9$) participou de um programa de treinamento de força durante 12 semanas, três vezes por semana, realizando exercícios de musculação. O grupo controle (GC; $n = 9$) não participou de nenhum treinamento específico de força, mantendo suas atividades diárias. As forças muscular, dinâmica e isocinética foram avaliadas, respectivamente, através do teste de 1 RM (nos exercícios de extensão de joelho - ExtJo e flexão de cotovelo - FlexCo) e do dinamômetro isocinético (nas velocidades de 30 e 90°/s). A potência aeróbia foi avaliada por teste cardiopulmonar de exercício realizado em esteira. As medidas de massa corporal magra (MCM) e massa de gordura corporal (MGC) foram avaliadas no DXA. Os efeitos do programa de treinamento nas variáveis dependentes foram analisados pelo teste t dependente (comparações intragrupo) e pelo teste t independente (comparações intergrupos), antes e depois (valor Δ) de 12 semanas de intervenção. O índice de significância utilizado foi $p < 0,05$. O GE apresentou maiores aumentos na força dinâmica que o GC (Δ ExtJo = $7,9 \pm 1,26$ vs. $2,9 \pm 0,74$ kg, e Δ FlexCo = $4,2 \pm 0,67$ vs. $1,0 \pm 0,62$ kg; $p < 0,05$). Não houve aumento da potência aeróbia em ambos os grupos. A MCM aumentou em ambos os grupos (GE = $26,8 \pm 2,08$ vs. $27,6 \pm 2,12$ kg, e GC = $29,2 \pm 4,52$ vs. $30,0 \pm 4,85$ kg, $p < 0,05$) e não houve diferenças intergrupos. A MGC aumentou somente no GC ($9,2 \pm 3,01$ vs. $10,3 \pm 3,65$ kg, $p < 0,05$), entretanto não houve diferenças no GE. Os resultados analisados demonstraram que meninos pré-púberes submetidos a treinamento de força reportaram maiores ganhos na força muscular que meninos não-treinados. O programa proposto neste estudo não

promoveu adaptações na potência aeróbia e composição corporal do GE quando comparado ao GC.

ABSTRACT

The effects of resistance training have been well documented in adults. However, there are controversies about the effectiveness of this activity in promoting physiological adaptations in children. The purpose of this study was to investigate the effects of a resistance training program on muscular strength, aerobic power, and body composition of boys. Eighteen prepubescent boys (10-12 years old) participated in this study after a medical investigation and written informed consent from their parents. The experimental group (EG; $n = 9$) participated in a supervised resistance training program during 12 weeks, 3 days/wk, performing exercises against resistance. Control group (CG; $n = 9$) did not participate in any specific resistance training, maintaining its daily activities. Muscular, dynamic, and isokinetic strengths were assessed through 1-RM test (in knee extension – KneeExt and arm curl – ArmCurl exercises) and through isokinetic dynamometer (at speeds of 30° and $90^\circ/\text{sec}$), respectively. Aerobic power was assessed through an exercise cardiopulmonary test performed in treadmill. Lean body mass (LBM) and fat body mass (FBM) measurements were assessed through DXA. The training program effects in the dependent variables were analyzed through paired t -tests (within-group comparisons) and unpaired t -tests (between-group comparisons), before and after (Δ value) a 12-wk intervention. The significance index used was $p < 0.05$. EG presented greater increases in dynamic strength than CG (Δ KneeExt = 7.9 ± 1.26 kg vs. 2.9 ± 0.74 kg, and Δ ArmCurl = 4.2 ± 0.67 kg vs. 1.0 ± 0.62 kg, $p < 0.05$). There was no increase in aerobic power in both groups. LBW increased in both groups (EG = 26.8 ± 2.08 kg vs. 27.6 ± 2.12 kg, and CG = 29.2 ± 4.52 kg vs. 30.0 ± 4.85 kg, $p < 0.05$), and there were no between-group differences. FBM increased only in CG (9.2 ± 3.01 kg vs. 10.3 ± 3.65 kg, $p < 0.05$); however, there were no differences in EG. The results analyzed showed that prepubescent boys submitted to a resistance training reported greater gains in muscular strength than untrained boys. The program proposed in this study did not promote adaptations in EG's aerobic power and body composition when compared to CG's.

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

~	Aproximadamente
%	Porcento
>	Maior
<	Menor
≥	Maior ou Igual
≤	Menor ou Igual
Δ	Delta
1 RM	Uma Repetição Máxima
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACSM	American College Sports Medicine
AHA	American Heart Association
ASEP	American Society of Exercise Physiologists
CMPA	Colégio Militar de Porto Alegre
DXA	Dual-Energy X-Ray Absorptiometry
EMG	Eletromiografia
ESEF	Escola de Educação Física
EXTJO	Extensão de Joelho
FC	Frequência Cardíaca
FCmax	Frequência Cardíaca Máxima
FLEXCO	Flexão de Cotovelo
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Experimental
g	Gramas
h	Horas
kg	Quilogramas
Km.h ⁻¹	Quilômetros por Hora
LAPEX	Laboratório de Pesquisa do Exercício
L.min ⁻¹	Litros por Minuto

min	Minutos
mL	Mililitros
$\text{mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$	Mililitros por Quilograma de Peso por Minuto
mph	Milhas por Hora
N	Newton
Nm	Newton metro
NCHS	National Center for Health and Statistics
OMS	Organização Mundial da Saúde
O_2	Oxigênio
PED	Programa de Avaliação do Estado Nutricional em Pediatria
VO_2	Consumo de Oxigênio
$\text{VO}_{2\text{max}}$	Consumo Máximo de Oxigênio
$\text{VO}_{2\text{pico}}$	Pico de Consumo de Oxigênio
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O treinamento de força, também conhecido como treinamento com pesos (FLECK e KRAEMER, 1999), tornou-se uma das formas mais conhecidas de exercício, tanto para aprimorar o desempenho físico de atletas como para melhorar a aptidão física de pessoas não-atletas.

Milon de Kroton, atleta de luta, campeão de 6 títulos em Jogos Olímpicos Antigos, foi o primeiro atleta que se tem documentado o uso do treinamento de força. Relata-se que ele exercitava seu corpo carregando um jovem bezerro até o animal se tornar adulto. Enquanto o bezerro aumentava o peso, Milon de Kroton tornava-se mais forte (NIGG e HERZOG, 1999).

Os primeiros trabalhos científicos relacionados ao treinamento de força tiveram início durante a Segunda Guerra Mundial, a partir do trabalho do médico do exército alemão DeLorme (AMERICAN COLLEGE SPORTS MEDICINE - ACSM, 2002; FEIGENBAUM e POLLOCK, 1999).

DeLorme e Watkins (1948) enfatizaram o uso de elevada resistência e baixo número de repetições para desenvolver a força muscular, e baixa resistência com alto número de repetições para desenvolver a resistência muscular. Como resultado, demonstraram a importância do exercício de resistência progressiva em aumentar a resistência e força estimulando a hipertrofia muscular na reabilitação de soldados.

Atualmente, há consenso de reconhecidas organizações internacionais, dentre as quais a American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation (1999), o ACSM (1995, 1998) e a American Heart Association – AHA (2001), em considerar o treinamento de força como um método efetivo no desenvolvimento musculoesquelético e na melhoria da saúde e do condicionamento físico.

Além disso, estudos recentes procuram investigar a eficácia de diferentes programas de treinamento de força na redução de fatores de riscos associados com doenças cardiovasculares (KELLEY, 1997, 2000; MAIORANA et al., 2000; PU et al.,

2001), na perda do peso corporal (KRAEMER et al., 1997) e no aumento da massa muscular (HÄKKINEN et al., 2001).

Embora a inclusão do treinamento de força em programas de treinamento que visem à melhora da condição física e a prevenção de doenças seja relevante (POLLOCK e EVANS, 1999), ainda existem dúvidas na sua prescrição. Entidades internacionais e pesquisadores da área têm buscado desenvolver diretrizes de programas de treinamento de força apropriadas aos vários segmentos da população (ACSM, 1998, 2002; CARPINELLI e OTTO, 1998; FEIGENBAUM e POLLOCK, 1997, 1999; LILLEGARD e TERRIO, 1994).

Dentre as diversas investigações envolvendo a prática do treinamento de força em populações específicas, destacam-se as crianças. Uma variedade de programas de treinamento de força tem sido empregadas para avaliar os benefícios e os riscos em crianças (BROWN et al., 1992; FAIGENBAUM et al., 1993a, 1999; LILLEGARD et al., 1997; OZMUN et al., 1994; RAMSAY et al., 1990; SAILORS e BERG, 1987; SERVEDIO et al., 1985; SUMAN et al., 2001; WELTMAN et al., 1986).

Apesar do treinamento de força em crianças ainda ser considerado um assunto polêmico e controvertido na sociedade, por se acreditar que esta atividade exerça um estresse demasiado nos músculos ou que lese as epífises ósseas, ele tem sido incluído como objeto de estudo em âmbito acadêmico e científico. Estudos demonstram que programas de treinamento de força, seguindo diretrizes apropriadas às características anatômicas e fisiológicas da criança, são métodos seguros e efetivos de condicionamento (FAIGENBAUM et al., 1996; FONTOURA, 2001; HAMILL, 1994; PINTO, 1998).

Como foco principal das investigações, encontram-se as adaptações fisiológicas promovidas pelo treinamento de força em crianças. Entretanto, há divergências entre os resultados de alguns estudos que envolvem o tema, caracterizando-o como especulativo e não-conclusivo. Mesmo com o apoio de organizações reconhecidas internacionalmente, dentre as quais a American Academy of Pediatrics (1990) e o ACSM (1995), a falta de uniformidade e, em alguns aspectos, o limitado número de informações envolvendo o assunto, parecem ainda prejudicar a indicação do treinamento de força para a criança e dificultar o reconhecimento da sociedade como uma atividade benéfica e segura.

A capacidade da criança em aumentar a força muscular, por exemplo, foi questionada no passado (VRIJENS, 1978; LEGWOLD, 1982). Entretanto, recentes trabalhos de meta-análise sugerem que crianças podem se beneficiar com o aumento da força muscular a partir da prática regular do treinamento de força (FALK e TENENBAUM, 1996; PAYNE et al., 1997). Além disso, este treinamento parece aperfeiçoar parâmetros anatômicos e fisiológicos de crianças, bem como promover adaptações na força muscular (CAIAFFO et al., 1996; FONTOURA, 2001; PINTO, 1998; SANT'ANNA et al., 2001), composição corporal (FUKUNAGA et al., 1992; LILLEGARD et al., 1997; SOTHERN et al., 2000; TREUTH et al., 1998a, 1998b) e alterações na potência aeróbia (DOCHERTY et al., 1987; WELTMAN et al., 1986; SUMAN et al., 2001).

Os estágios maturacionais das crianças e a diversidade de programas de treinamento de força são algumas variáveis que podem estar relacionadas as diferentes adaptações encontradas nos estudos.

Desta forma, este estudo tem por objetivo responder a seguinte pergunta: **UM PROGRAMA DE TREINAMENTO DE FORÇA É CAPAZ DE PROPORCIONAR ALTERAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR, POTÊNCIA AERÓBIA E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE MENINOS?**

1.1 OBJETIVO GERAL

Investigar adaptações na força muscular, potência aeróbia e composição corporal de meninos submetidos a um programa de treinamento de força.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Investigar o efeito de um programa de treinamento de força sobre a força dinâmica máxima de meninos.
- b) Investigar o efeito de um programa de treinamento de força sobre a força isocinética máxima de meninos.
- c) Investigar o efeito de um programa de treinamento de força sobre a potência aeróbia de meninos.
- d) Investigar o efeito de um programa de treinamento de força sobre a massa corporal magra de meninos.
- e) Investigar o efeito de um programa de treinamento de força sobre a massa de gordura corporal de meninos.

1.3 HIPÓTESES

H₁ - Meninos submetidos a um programa de treinamento de força apresentarão maiores ganhos na força muscular quando comparados com meninos não treinados.

H₂ - Meninos submetidos a um programa de treinamento de força não apresentarão maiores ganhos na potência aeróbia quando comparados com meninos não treinados.

H₃ - Meninos submetidos a um programa de treinamento de força não apresentarão maiores ganhos na massa corporal magra quando comparados com meninos não treinados.

H₄ - Meninos submetidos a um programa de treinamento de força apresentarão reduções na massa de gordura corporal quando comparados com meninos não treinados.

1.4 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

TREINAMENTO DE FORÇA – Um tipo de exercício que requer que os músculos se movam (ou tentem se mover) contra uma força de oposição, normalmente representada por algum tipo de equipamento (FLECK e KRAEMER, 1999).

Faigenbaum e Westcott (2001) definem treinamento de força como um meio planejado e progressivo de exercícios, com carga apropriada, que se deve aumentar gradualmente, à medida que o sistema musculoesquelético fica mais forte.

FORÇA MUSCULAR – É a quantidade máxima de força que um músculo ou grupo muscular pode gerar em um padrão específico de movimento e em uma determinada velocidade de movimento (KNUTTGEN e KRAEMER, 1987). No presente estudo, a força muscular foi expressa tanto pela força dinâmica máxima,

representada pela carga máxima deslocada no Teste de 1 RM, como pela força isocinética máxima, representada pelo pico de torque isocinético alcançado em avaliação isocinética.

POTÊNCIA AERÓBIA – Representada pelo Consumo Máximo de Oxigênio (VO_{2max}), a potência aeróbia é definida como a capacidade máxima de cada indivíduo em captar, fixar, transportar e consumir oxigênio (AMERICAN HEART ASSOCIATION - AHA, 2001). Conforme Armstrong et al. (1998); Bar-Or (1983); Howley et al. (1995), o Pico de Consumo de Oxigênio (VO_{2pico}) atingido durante um teste de exercício até a exaustão é o critério apropriado para representar a potência aeróbia em crianças.

MASSA CORPORAL MAGRA – Massa de músculos, ossos, e quaisquer outros tecidos excluindo lipídios e tecido adiposo avaliada, nesta dissertação, através de Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA, de Dual-Energy X-Ray Absorptiometry).

MASSA DE GORDURA CORPORAL – Massa corporal total de tecido adiposo avaliada, nesta dissertação, através de DXA.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TREINAMENTO DE FORÇA

O termo treinamento de força abrange uma grande variedade de tipos de treinamento, incluindo exercícios com pesos livres ou com equipamentos de musculação, que normalmente apresentam como objetivo principal o aumento da força muscular (BADILLO e AYESTARÁN, 2001; FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001; FLECK e KRAEMER, 1999).

Embora o aumento na força muscular seja a principal alteração promovida pelo treinamento de força é importante não confundir esta atividade com modalidades esportivas que solicitam grandes capacidades de força muscular como o Levantamento Olímpico e os Levantamentos Básicos. Essas modalidades, além do Fisiculturismo, não são exemplos de treinamento de força, mas de esportes que o utilizam (KRAEMER e FLECK, 2001), ainda que muitas pessoas acreditem que eles sejam sinônimos de treinamento de força.

Segundo Kraemer e Fleck (2001), os Levantamentos Básicos, o Levantamento Olímpico e o Fisiculturismo são esportes de competição cujos objetivos estão relacionados à capacidade de treinamento e aos valores de força dinâmica máxima dos adultos. Descreve-se, abaixo, cada uma dessas modalidades:

- Levantamento Olímpico (ou Levantamento de Peso) - é uma modalidade esportiva na qual os participantes treinam com barras pesadas e tentam levantar cargas máximas em eventos competitivos. A disputa, neste esporte, envolve o desempenho máximo em duas modalidades de levantamento, conhecidas como arranque e arremesso. Então, o objetivo é erguer o maior peso em uma repetição, em cada levantamento.
- Fisiculturismo - é uma modalidade esportiva relacionada ao desenvolvimento do tamanho e da definição dos músculos. Neste esporte, os juízes avaliam os atributos físicos do atleta, incluindo volume muscular, desenvolvimento simétrico da musculatura, definição muscular e capacidade de adotar poses.

- Levantamentos Básicos - abrangem três modalidades de levantamento: o supino, o agachamento e o levantamento-terra. O vencedor é o atleta capaz de levantar o maior peso, em uma repetição, dessas modalidades de levantamento.

Tanto quanto objeto de melhoria no desempenho dos esportes, estudos demonstram que programas de treinamento de força podem ser efetivos no aprimoramento da condição física e saúde (KELLEY, 1997, 2000; MAIORANA et al., 2000; PU, 2001).

Os estudos de meta-análise de Kelley (1997, 2000), sugerem que o treinamento de força promove redução nas pressões arteriais sistólica e diastólica de repouso em 3 e 4%, respectivamente, em adultos hipertensos. Segundo o autor, estas diminuições estão possivelmente relacionadas à diminuição da resistência periférica em repouso, podendo resultar em 15% a menos na ocorrência de infarto do miocárdio. Kelley considera que o treinamento de força, devidamente prescrito, pode ser uma importante terapia, não-farmacológica, na redução da pressão arterial em adultos, especialmente em adultos hipertensos.

Maiorana et al. (2000), investigaram adaptações cardiorrespiratórias de sujeitos, com insuficiência cardíaca crônica submetidos a 8 semanas de um programa de treinamento de força, em forma de circuito, combinado com exercícios aeróbios. Após o treinamento, o estudo resultou na melhora do $VO_{2\text{pico}}$ em 13%, diminuição do duplo-produto e diminuição da frequência cardíaca submáxima.

Da mesma forma, Pu et al. (2001) estudaram os efeitos de 10 semanas de um treinamento de força em pacientes com insuficiência cardíaca crônica. Ao final do estudo, o grupo treinado mostrou um aumento da força e resistência muscular, aumento na área da fibra do Tipo I, e melhora da capacidade oxidativa quando comparado ao grupo controle.

Além de adaptações cardiorrespiratórias citadas anteriormente, pesquisas têm sido elaboradas com o intuito de investigar os efeitos do treinamento de força na composição corporal (HÄKKINEN et al., 2001; KRAEMER et al., 1997).

Kraemer et al. (1997), investigaram a eficiência de um programa de treinamento de força, associado com exercícios aeróbios e uma dieta hipocalórica, em mulheres com sobrepeso. Após 12 semanas de treinamento, as mulheres treinadas, quando comparadas a um grupo de mulheres só com dieta e outro com

dieta e exercícios aeróbios, demonstraram não haver diferença na massa de gordura corporal. Entretanto, a massa corporal magra do grupo treinamento aumentou significativamente quando comparado aos outros grupos.

O estudo de Häkkinen et al. (2001), examinou os efeitos de 21 semanas de treinamento de força na massa muscular de mulheres idosas. Ao final do estudo, constataram um aumento significativo na área de secção transversa dos músculos do quadríceps como resultado de uma hipertrofia muscular.

Sendo assim, em virtude de inúmeros trabalhos apresentados na área do treinamento de força e as possíveis adaptações fisiológicas e morfológicas proporcionadas por ele, talvez se explique o porquê desta prática ser considerada como uma das atividades físicas mais difundidas atualmente (BAECHLE, 1994/1998).

Conforme Baechle (1998); Fleck e Kraemer (1999), o treinamento de força vem sendo praticado por pessoas de diferentes idades, de jovens a idosos, com objetivos de melhorar o condicionamento físico, evitar lesões esportivas e aumentar o desempenho esportivo.

2.2 TREINAMENTO DE FORÇA EM CRIANÇAS

A prática do treinamento de força por crianças ainda é questionada na sociedade. A maior parte da controvérsia sobre o assunto ocorre em virtude de idéias equivocadas a respeito desse treinamento. O receio de lesões musculoesqueléticas e a questionável eficácia do treinamento na melhoria da força, especialmente na pré-puberdade, geram desconfianças na prática desta atividade por crianças. A imprensa brasileira, por exemplo, afirma que o treinamento de força compromete o crescimento ósseo de crianças (FOLHA DE SÃO PAULO, 2000), além de ocasionar um grande aumento da musculatura de crianças púberes (REVISTA VEJA, 2000).

Os primeiros trabalhos científicos mostrando preocupações dessa ordem emergiram de estudos que reportaram lesões em crianças durante exercícios de levantamento Olímpico, onde cargas máximas eram erguidas (BROWN e KIMBALL,

1983; JESSE, 1979). Tais achados levaram a American Academy of Pediatrics (1983) a declarar que a prática de modalidades esportivas de levantamento de peso não deveriam ser praticadas por pré-adolescentes. Entretanto, apoiava a participação de crianças em programas de treinamento de força, desde que adequadamente supervisionadas. Defendia sua prática para realçar o desempenho atlético, aumentar a força, a velocidade, a potência e a resistência muscular. Ao término da declaração, afirmava que somente as crianças púberes obteriam os resultados benéficos, enquanto que os pré-púberes, em razão da insuficiência de andrógenos na circulação, não teriam melhorias importantes com o treinamento.

Nos anos seguintes, estudos de Servedio et al. (1985); Sewall e Micheli (1986) relatavam que programas de treinamento de força, praticados por atletas pré-púberes e supervisionados por adultos, aumentavam a força sem significar riscos de lesões.

Embora não se tenham explicações conclusivas sobre os benefícios morfológicos e funcionais de crianças submetidas a programas sistemáticos de treinamento de força, estes trabalhos deram início a um grande número de informações que vem sendo acumuladas em relação à eficácia desta prática.

Parece consenso na literatura atual que crianças, tanto pré-púberes como púberes, apresentam ganhos expressivos na força quando treinadas. Além disso, o treinamento de força, bem supervisionado, não parece trazer riscos de lesões (FAIGENBAUM et al., 1993a; OZMUN et al., 1994; PFEIFFER e FRANCIS, 1986; RAMSAY et al., 1990).

Lillegard et al. (1997) analisaram a segurança e os efeitos de 12 semanas de um programa de treinamento de força em um grupo de 91 crianças, classificadas por gênero e maturação sexual (pré-púberes e púberes). As crianças realizaram exercícios de força tanto nos equipamentos de musculação, como em pesos livres. Ao término do trabalho, verificaram que o grupo experimental, quando comparado ao grupo controle, obteve ganhos na força muscular; incremento nas circunferências de membros superiores e inferiores; aumento nos testes de habilidades motoras; aumento na flexibilidade; e diminuição das dobras cutâneas. Além disso, o trabalho não relatou qualquer lesão óssea, ligamentar ou muscular importante no grupo experimental.

Faigenbaum e Westcott (2001) afirmam que para minimizar a chance de lesão em uma cartilagem de crescimento, as crianças não devem realizar levantamentos acima da cabeça, com cargas quase máximas. Devem-se sempre seguir procedimentos de treinamento apropriados e progressivos sob uma supervisão cuidadosa.

Um mito que concerne ao treinamento de força é a perda da flexibilidade do seu praticante. Sewall e Micheli (1986) avaliaram a flexibilidade de jovens submetidos a um programa de treinamento de força e não verificaram qualquer comprometimento da mesma. Weltman et al. (1986) avaliaram a flexibilidade, através do teste “sentar-e-alcançar”, de um grupo de meninos pré-púberes submetidos a 14 semanas de treinamento de força. Observaram que o grupo experimental aumentou a flexibilidade em 8,4% e o grupo controle diminuiu 1,2%.

Lillegard et al. (1997), utilizando o mesmo teste de “sentar-e-alcançar” também verificaram aumento significativo na flexibilidade do grupo treinado, enquanto que o controle não demonstrou alteração. Foram utilizados exercícios de flexibilidade antes e depois dos exercícios de força. De acordo com os autores, embora não se possa afirmar que o treinamento de força aumente a flexibilidade, concluíram que o mesmo não comprometeu a amplitude articular das crianças.

A melhoria do desempenho motor na criança, da mesma forma como em adultos, também pode ser aperfeiçoada com o treinamento de força (FLECK e KRAEMER, 1999). Estudos demonstram melhorias nas habilidades motoras, como por exemplo, no salto vertical, enquanto resultado de várias semanas de treinamento de força (WELTMAN et al., 1986; WILLIAMS, 1991).

A eficácia do treinamento de força em melhorar a aptidão física de meninos e meninas, a influência do nível maturacional nos ganhos de força, as adaptações fisiológicas e as mudanças morfológicas associadas com o treinamento são temas que ainda precisam ser investigados.

Segundo a American Academy of Pediatrics (1990) e o ACSM (1995) tomando-se os cuidados necessários no planejamento de um programa de treinamento de resistência, por exemplo, evitar cargas máximas, avaliar o estado da saúde inicial, prescrever as cargas de treinamento individualmente, a criança poderá aprimorar sua aptidão física. Ressaltam ainda, a importância do treinamento para

umentar a força e resistência muscular localizada, diminuir a incidência de lesões nas atividades esportivas e recreativas, e melhorar o desempenho esportivo.

2.3 ASPECTOS METODOLÓGICOS DO TREINAMENTO DE FORÇA

Conforme Fleck e Kraemer (1999), a eficácia de um programa de treinamento de força é dependente das variáveis do treinamento, incluindo frequência, volume (séries e repetições), intensidade de treinamento e tipos de treinamento.

De acordo com Feigenbaum e Pollock (1999), a organização destas variáveis deve ser estabelecida a partir da idade da população a ser trabalhada, o estado de saúde, o nível de condicionamento e os objetivos a serem alcançados.

2.3.1 O Treinamento de Força Dinâmico

Os programas de treinamento de força podem ser dos seguintes tipos: Treinamento Dinâmico, Treinamento Isométrico, Treinamento Isocinético, Treinamento Excêntrico e Treinamento Pliométrico (FLECK e KRAEMER, 1999).

Em razão da maioria dos treinamentos apresentados na literatura científica serem do tipo dinâmico e, sendo este, o tipo de treinamento utilizado no atual estudo, discutiremos a respeito apenas do treinamento dinâmico.

O treinamento dinâmico é executado a partir de contrações musculares dinâmicas que podem ser realizadas com diversos tipos de sobrecargas. De acordo com Faigenbaum e Westcott (2001), as sobrecargas utilizadas em um programa de treinamento de força são: equipamentos de musculação, pesos livres, cordões de borracha, *medicine balls*, e o próprio peso corporal.

Como a possibilidade de progressão na carga de trabalho é uma variável fundamental no treinamento de força (ACSM, 2002; FEIGENBAUM e POLLOCK, 1999), os aparelhos de musculação e os pesos livres são, normalmente, os mais utilizados como treinamento dinâmico.

O treinamento com peso livre refere-se ao uso de halteres e barras, e também de vários tipos de bancos e suportes (FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001).

Os halteres e as barras são encontrados em diversas formas e tamanhos, e podem ser ajustáveis ou fixos. A maior parte das barras apresentam aproximadamente 1,5 m de comprimento e pesam cerca de 10 kg. As barras e halteres ajustáveis permitem que se altere o peso conforme o necessário, através da adição ou remoção de anilhas (pesos para barra) presas à barra por meio de presilhas ou travas. Por outro lado, os halteres com peso predeterminado (carga fixa) economizam o tempo de treinamento.

Uma das vantagens dos pesos livres sobre os outros tipos de equipamentos é que, economicamente, eles são mais baratos. Além disso, biomecanicamente permitem padrões de movimentos sem limitação e, portanto, podem realizar todos os exercícios com pesos livres em toda a sua amplitude de movimento (FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001; FLECK e KRAEMER, 1999). Conforme Fleck e Kraemer (1999) isso não somente ajuda a potencializar a flexibilidade, mas também melhora a coordenação motora, pois o praticante deverá aprender a equilibrar o peso em todas as direções.

Em geral, pode-se considerar o treinamento com peso livre mais técnico do que os outros métodos de treinamento de força e, portanto, quando se trabalhar com pessoas sem prática de treinamentos deve-se enfatizar a instrução apropriada e a supervisão rigorosa para se certificar de que o praticante esteja realizando o exercício corretamente. Como os movimentos não são fixos (tal como nos equipamentos de musculação), os praticantes podem realizar o exercício incorretamente.

Entretanto, quanto aos equipamentos de musculação, eles têm sido considerados seguros e fáceis de se aprender a executar (ACSM, 2002). Conforme Faigenbaum e Westcott (2001), os equipamentos ajudam a estabilizar o corpo e limitar o movimento sobre as articulações específicas envolvidas em determinados movimentos.

Os equipamentos de musculação podem ser de resistência variável ou invariável. Conforme Fleck e Kraemer (1999), os equipamentos de resistência variável são aqueles em que a resistência oferecida pela máquina se altera

conforme a execução do movimento. Já os equipamentos de resistência invariável, procuram oferecer a mesma resistência durante a execução do movimento. Para isso, os equipamentos de resistência invariável apresentam polias excêntricas (ou assimétricas) que tentam combinar o torque de resistência dos equipamentos com o torque de aplicação da força do praticante (FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001). Ou seja, esses equipamentos permitem que o praticante mantenha um nível de esforço constante durante toda a amplitude de movimento.

Embora os equipamentos de musculação sejam mais caros que pesos livres, a técnica correta de execução dos exercícios não requer tanta habilidade e coordenação como a de pesos livres, por exemplo. Por esta razão, a utilização de aparelhos de musculação por pessoas sem prática nenhuma de treinamento de força é a mais segura (KRAEMER e FLECK, 2001).

Como a maioria dos equipamentos de musculação são projetados para adultos, encontra-se muita dificuldade quando o público a ser trabalhado são crianças. Em função das diferenças corporais, muitas vezes as crianças não conseguem se posicionar apropriadamente nos aparelhos, além de não conseguirem realizar os exercícios por toda a amplitude do movimento. Conforme Faigenbaum e Westcott (2001), mesmo que se consiga modificar facilmente alguns aparelhos com algumas almofadas, precisa-se buscar um posicionamento apropriado de todas as partes do corpo e ajustar o equipamento com o corpo da criança.

Em todos os casos, devem-se realizar as modificações de um aparelho de tamanho adulto cuidadosamente, de maneira que nunca se comprometa a segurança do praticante jovem. Ainda assim, Faigenbaum e Westcott (2001) declaram que quando não se conseguir adaptar um determinado equipamento ao tamanho da criança, não se deve usá-lo. Os autores lembram que a segurança constitui o item mais importante do treinamento de força, principalmente em crianças.

2.3.2 Periodização do Treinamento de Força

Conforme ACSM (2002), a variação no treinamento é um princípio fundamental que suporta a necessidade de alterações em uma ou mais variáveis, permitindo a permanência de um estímulo ótimo. Normalmente, as variáveis a serem manipuladas são a intensidade e o volume.

Segundo Matveyev (1981), o controle e a manipulação da intensidade, do volume, da frequência de treinamento e dos períodos de repouso entre uma sessão e outra determinam a periodização de um treinamento. Tal procedimento reduz quaisquer efeitos negativos do supertreinamento e culminam em um desempenho máximo de um atleta.

No entanto, o uso da periodização não é limitado a atletas. Tem sido utilizada, com sucesso, como a base do treinamento tanto para sedentários como indivíduos com diversos níveis de condicionamento (ACSM, 2002).

Intensidade de Treinamento de Força

A intensidade caracteriza-se como o nível de tensão aplicada à sinergia muscular envolvida no movimento segmentar e pode ser modulada pela carga de trabalho e pela velocidade de execução do movimento (FLECK e KRAEMER, 1999).

A prescrição da intensidade dos exercícios pode ter como parâmetro o percentual do teste de Uma Repetição Máxima (1 RM) ou a carga máxima deslocada para um determinado número de repetições (ex. 10 RM).

Em um programa de treinamento de força para iniciantes saudáveis, o ACSM (2002) recomenda iniciar o treinamento com 60% a 70% de 1 RM. Ainda assim, o estudo de McDonagh e Davies (1984), sugere que a intensidade de 60 a 65% de 1 RM seja a mais adequada para se iniciar um programa de treinamento.

Volume de Treinamento de Força

O volume de treinamento é o somatório do número total de repetições executados durante uma sessão de treinamento multiplicado pela resistência usada (ACSM, 2002). Conforme o ACSM, a alternância no volume de treinamento pode ser realizada pela mudança no número de exercícios executados por sessão, pelo número de repetições executados por série, ou pelo número de séries por exercício.

Fleck e Kraemer (1999) afirmam que a frequência (número de sessões de treinamento por semana, mês ou ano) e a duração das sessões, também têm um reflexo direto sobre o volume de treinamento.

O ACSM (2002) recomenda que programas de treinamento de força para indivíduos iniciantes, comecem utilizando série simples ou múltiplas séries. Com a progressão do treinamento, programas de múltiplas séries devem ser usados com uma variação sistemática do volume e intensidade de treinamento (treinamento periodizado). Conforme o ACSM, este procedimento parece ser mais efetivo na melhoria da força muscular.

2.3.3 Velocidade de Execução dos Exercícios

Para crianças, Faigenbaum e Westcott (2001) sugerem quatro a seis segundos para cada repetição, com dois a três segundos para cada movimento concêntrico e excêntrico.

De acordo com ACSM (2002), as velocidades de movimento controladas maximizam o desenvolvimento da força e minimizam o risco de lesões nos indivíduos.

2.3.4 Intervalo de Recuperação

Outra variável determinante e não menos importante na periodização dos programas de treinamento de força é o período de recuperação entre os exercícios e

as sessões de treinamento. No que se refere ao período entre as sessões de treinamento, 24 horas de repouso parecem ser adequadas para que o sistema musculoesquelético dos indivíduos treinados, readapta-se ao estímulo do treinamento (FLECK e KRAEMER, 1999).

Feigenbaum e Pollock (1999) acrescentam que o período de recuperação necessário ao músculo varia com a intensidade do treinamento, a musculatura trabalhada e as características da população envolvida.

Em crianças, por exemplo, programas com 3 sessões por semana que permitem uma recuperação de 48 horas, têm sido mais relatados (FAIGENBAUM et al., 1999; LILLEGARD et al., 1997; PINTO, 1998; RAMSAY et al., 1990; TREUTH, et al., 1998a, b).

2.3.5 Aquecimento e Volta à Calma

Segundo Faigenbaum e Westcott (2001), todas as sessões de treinamento de força devem começar e finalizar com um período 10 a 15 minutos de aquecimento e volta à calma, respectivamente.

No aquecimento, devem-se incluir exercícios aeróbios e alongamentos. De acordo com os autores, estes exercícios aumentam o fluxo sanguíneo para os tecidos ativos além de elevarem as temperaturas muscular e central. Tais adaptações preparam o corpo para os exercícios de treinamento de força reduzindo a chance de lesões articulares ou musculares.

Fleck e Kraemer (1999); Faigenbaum e Westcott (2001) também salientam os exercícios de alongamento na volta à calma para proporcionar uma melhora da flexibilidade articular.

2.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS DO TREINAMENTO DE FORÇA EM CRIANÇAS

O AHA (1995), Pollock e Evans (1999) não apenas declaram a importância do treinamento de força para a saúde, como também reconhecem a necessidade de se

desenvolver diretrizes de programas às populações especiais, entre as quais, crianças.

Conforme os estudos de meta-análise de Falk e Tenenbaum (1996); Payne et al. (1997), para se avaliar a treinabilidade das crianças, pesquisadores têm usado diferentes combinações das variáveis do treinamento (tipos de exercícios, tempo de recuperação, intensidade e volume). Em geral, parece que diversos protocolos de treinamento podem ser efetivos em aumentar a força muscular de crianças, embora a intensidade usada pareça ser a variável mais importante. Ela influencia no número de repetições que pode ser executado, além de sustentar o estímulo relacionado às mudanças na força e resistência muscular (ACSM, 2002).

A progressão da carga de treinamento, tanto no volume como na intensidade, também é um fator necessário para que ocorra a mudança anatômica e fisiológica desejadas. Matveyev (1981) afirma que, se não é proporcionado novos estímulos ao treinamento de uma pessoa, a partir do período de adaptação, o treinamento poderá não promover mais alterações. No estudo de Vrijens (1978), por exemplo, foi prescrito um programa de 8 semanas de treinamento de força em crianças. Além da metodologia de avaliação da força não ter sido da mesma natureza que a do treinamento (avaliação isométrica e treinamento dinâmico), não houve incremento de carga no decorrer do programa. Como resultado, ao término do treinamento não foram encontradas alterações na força muscular das crianças.

As variações no volume e na intensidade de treinamento são extremamente importantes nas adaptações fisiológicas. O aumento da força, por exemplo, é decorrente de ajustes neurais, como também da hipertrofia muscular (FLECK e KRAEMER, 1999), sendo totalmente dependente do modelo de treino ou periodização empregada.

Talvez a consideração mais importante com relação aos programas de treinamento de força para crianças seja que elas não são meramente adultos em miniatura. Os protocolos de exercícios adultos padronizados podem não ser o melhor para jovens. Por exemplo, as crianças respondem melhores a um treinamento altamente repetitivo (13 a 15 repetições) do que a um programa com nível baixo de repetição (6 a 8 repetições) (FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001).

Faigenbaum et al. (1999) compararam os ganhos de força de pré-adolescentes obtidos a partir de poucas repetições (6 a 8) com cargas elevadas, e os obtidos a partir de mais repetições (13 a 15) com cargas moderadas. Diferentemente dos adultos, suas descobertas indicam que os meninos e meninas pré-adolescentes tiveram melhores resultados com mais repetições e cargas moderadas durante os primeiros meses de treinamento. Ou seja, as crianças que treinaram com cargas que permitiam aproximadamente catorze repetições ganharam mais força que as que treinaram com cargas que permitiam aproximadamente sete repetições.

Estes autores consideram também que a realização de duas ou três séries por exercício pode levar a um desenvolvimento de força maior que em relação a uma única série, especialmente se for feita progressivamente.

Além disso, Faigenbaum et al. (1996) sugerem que as crianças devem usar uma carga suficiente para completar entre 10 e 15 repetições em uma velocidade de movimento controlada (quatro a seis segundos por repetição). Quando conseguirem completar 15 repetições com boa execução, a carga deveria ser incrementada na menor quantidade possível (0,5 a 1,5 kg).

Devido às diferenças de idade, tamanho e maturidade, torna-se essencial apontar as necessidades e as capacidades de cada criança quando se projeta o programa de treinamento de força. Ou seja, deve-se personalizar o protocolo de exercícios e os procedimentos de treinamento tanto quanto possível (FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001).

Anterior a escolha da metodologia a ser utilizada no programa de treinamento de força em crianças, é importante considerarmos algumas diretrizes recomendadas por entidades internacionais e pesquisadores da área na organização do treinamento (AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS, 1990; ACSM, 1993; FAIGENBAUM et al., 1993a, 1996, 2001). Entre as diretrizes destacam-se:

- proporcionar um ambiente de exercícios seguro, espaçoso, silencioso, bem-ventilado e bem-iluminado;
- proporcionar equipamentos de treinamento de boas condições de trabalho e ter um tamanho apropriado para os participantes;

- evitar qualquer forma de brincadeira barulhenta que distraia a atenção da criança quando ela estiver no ambiente de exercícios;
- proporcionar pelo menos um instrutor para cada cinco participantes;
- orientar as crianças das técnicas de exercícios e procedimentos de segurança;
- auxiliar as crianças a se sentirem competentes, confiantes e confortáveis no ambiente de exercícios.

Tomando-se estes cuidados, segundo Faigenbaum e Westcott (2001) a metodologia do treinamento de força em crianças deve seguir as seguintes recomendações:

- um programa que realize duas ou três sessões de treinamento por semana;
- a realização de um aquecimento que preceda o treinamento de força e a realização de uma volta à calma após o treinamento;
- não deverá ser adicionado nenhuma carga de trabalho até que a criança consiga demonstrar uma forma apropriada de execução;

Quanto à execução dos exercícios, a criança deve:

- realizar de uma a três séries por exercício, de 6 a 15 repetições por série;
- focalizar a forma e a técnica correta do exercício e não a quantidade de peso que ela levanta;
- evitar levantamentos máximos e rápidos;
- enfatizar ações musculares concêntricas e excêntricas no programa;
- realizar a execução dos exercícios propostos por meio de uma amplitude total de movimento.

2.5 ADAPTAÇÕES DA FORÇA MUSCULAR AO TREINAMENTO DE FORÇA

Até o início dos anos 80, em razão da imaturidade do sistema hormonal, achava-se que pouco ou nenhum ganho da força ou hipertrofia muscular era alcançado pelas crianças submetidas a treinamento de força (LEGWOLD, 1982; VRIJENS, 1978).

Os primeiros estudos a contradizerem estes achados foram os de Pfeiffer e Francis (1986), Servedio et al. (1985), Sewall e Micheli (1986), Weltman et al. (1986)

que verificaram ganhos significativos na força, tanto em crianças como em adolescentes. De acordo com Blimkie et al. (1993a), o mecanismo do aumento da força em crianças é semelhante às adaptações em adultos, ou seja, ocorreria inicialmente uma adaptação neurológica através do aumento da ativação de unidades motoras e após, o aumento da massa muscular. Salientam, ainda, que a falta de ganhos na força apresentada nos trabalhos de Legwold (1982) e Vrijens (1978) podem ser atribuídas a programas de treinamento de força insuficientemente idealizados ou projetos experimentais insatisfatórios.

Nos últimos anos, muitas pesquisas científicas forneceram evidências de que o incremento na força muscular é realmente possível em crianças, incluindo os pré-púberes. Esses achados são mostrados em artigos de meta-análise (FALK e TENENBAUM, 1996; PAYNE et al., 1997) que verificaram a disponibilidade de estudos em bases de dados (ex. Medline, Sirc, Sport Discus) avaliando a eficácia do treinamento de força em crianças.

Os artigos relatam inúmeras deficiências metodológicas nas investigações analisadas, como: ausência de grupo controle e da classificação maturacional, dados estatísticos incompletos, insuficiência nas informações da metodologia de treinamento empregada. Selecionados os trabalhos que se adequavam aos critérios das investigações, os resultados sugerem que crianças pré-púberes e púberes podem demonstrar ganhos consideráveis na força e resistência musculares, a partir do treinamento de força.

As supostas causas do ganho da força em crianças submetidas a treinamento têm sido investigadas. Estudos demonstram que o treinamento de força aumenta a ativação de unidades motoras, o que explicaria o incremento na força (OZMUN et al., 1994; RAMSAY et al., 1990).

Ramsay et al. (1990), por exemplo, treinaram dinamicamente 13 meninos pré-púberes, durante 20 semanas, 3 vezes por semana. Analisaram o comportamento das forças isocinética, isométrica e isotônica (teste de 1 RM) nos músculos flexores de cotovelo e extensores de joelho. As avaliações foram realizadas antes, durante e depois do treinamento, verificando aumentos significativos de 21,3 a 37,3% nas forças durante e depois do treinamento. Através das técnicas de potencial evocado e da eletromiografia, encontraram incrementos nos sinais elétricos dos músculos

flexores de cotovelo e extensores de joelho. A área de secção transversa do músculo, avaliada pela técnica de ressonância magnética, e as circunferências de braço e coxa não se alteraram na metade ou ao final do treinamento. Concluíram que o aumento da força foi conseqüência das adaptações neuromusculares e não morfológicas.

Não muito diferente, Ozmun et al. (1994) observaram o efeito de 8 semanas de treinamento de força em meninos e meninas pré-púberes. Avaliaram a força isotônica (1 RM) e isocinética (pico de torque) dos músculos flexores de cotovelo. Juntamente com a avaliação isocinética, dados eletromiográficos do músculo bíceps braquial foram analisados. Ao término do treinamento, houve aumentos de 22% na força isotônica, 27% na força isocinética, e 16% no sinal elétrico do músculo. Segundo os autores, esses resultados foram conseqüência de adaptações neuromusculares.

Lillegard et al. (1997) investigaram a eficácia do treinamento de força em crianças pré-púberes e púberes, comparando as adaptações pelo gênero e nível maturacional. O programa de treinamento consistiu de 12 semanas, executados 3 vezes por semana, com 1 hora de duração. Ao término do treinamento, verificaram que tanto os meninos como as meninas tiveram ganhos semelhantes em seus estágios maturacionais.

Os estudos citados acima demonstram que as crianças aumentam sua força muscular mediante o aperfeiçoamento da capacidade funcional do sistema nervoso, ao invés do crescimento do músculo. Pelo menos, parece ser esse o processo que ocorre nos programas de treinamento de força que duram seis meses ou menos.

Fleck e Kraemer (1999) apresentam as seguintes alterações nos mecanismos neuromusculares promovidos pelo treinamento de força: aumento do impulso neural no músculo; aumento da sincronização das unidades motoras, incremento da ativação dos elementos contráteis; inibição dos mecanismos protetores do músculo (fusos musculares e órgãos tendinosos de Golgi). Tais alterações parecem explicar, do ponto de vista neuromuscular, o aumento da força em crianças pré-púberes e púberes ocorrida com o treinamento.

2.5.1 Avaliação da Força Muscular

Conforme Howley e Franks (1997); McArdle et al. (1998), a força muscular é geralmente avaliada pelos testes de 1 RM e dinamômetros isocinéticos computadorizados.

A partir da revisão bibliográfica realizada, constatou-se que os métodos de 1 RM e da dinamometria isocinética computadorizada são procedimentos bastante utilizados, atualmente, para avaliar a força muscular de crianças. Estudos relatam o uso destas avaliações para verificar o efeito de programas de treinamento de força na força muscular, tanto dinâmica como isocinética (FONTOURA, 2001; FUKUNAGA et al., 1992; OZMUN et al., 1994; PINTO, 1998; RAMSAY et al., 1990; SUMAN et al., 2001; WELTMAN et al. 1986; WITZKE e SNOW, 2000).

Teste de Uma Repetição Máxima (1 RM)

O teste de 1 RM consiste executar, em uma única vez, um determinado movimento articular em toda a sua amplitude e velocidade constante, com a maior resistência possível (KNUTTGEN e KRAEMER, 1987). A resistência (ou a carga) em que o sujeito ergue somente numa repetição, sem ser capaz de repetir, é denominada de Uma Repetição Máxima ou 1 RM.

Segundo Fleck e Kraemer (1999), ações musculares próximas da força máxima voluntária parecem ser mais efetivas para a melhoria da força muscular. A medida de 1 RM torna-se então indispensável para a prescrição adequada da intensidade do treinamento, como também para o acompanhamento dos resultados obtidos.

Segundo o ACSM (2002) as séries de exercícios realizadas em um programa de treinamento, bem como o número de repetições em cada exercício é estabelecido a partir de determinados valores que correspondem a percentuais do valor máximo obtido no 1 RM. Dessa forma, a intensidade dos exercícios torna-se adequada e uniformemente controlada em função dos valores de 1 RM obtidos.

OACSM (2002) e a ASEP (2001) recomendam a avaliação da força dinâmica máxima através do teste de 1 RM, especialmente na prescrição da carga em programas de treinamento de força.

Dinamometria Isocinética Computadorizada

Um dinamômetro isocinético é um aparelho eletromecânico, contendo um mecanismo controlador da velocidade que é utilizado para medir força (HOWLEY e FRANKS, 1997). Com a velocidade de movimento do membro mantida a uma velocidade pré-selecionada constante, o dinamômetro isocinético acomoda-se automaticamente para fornecer uma força contrária uma vez alcançada a velocidade pré-selecionada. Dessa forma, pode-se aplicar força máxima através da amplitude de movimento completa da articulação. Segundo Howley e Franks (1997), é essa a característica de um exercício isocinético que se diferencia de uma contração muscular dinâmica isotônica.

O dinamômetro é conectado a um computador que exibe a curva de força-velocidade durante cada ciclo de contração. O ponto mais alto na curva de força-velocidade é definido como torque máximo e representa a força máxima atingida.

2.6 ADAPTAÇÕES DA POTÊNCIA AERÓBIA AO TREINAMENTO DE FORÇA

Conforme entidades internacionais (ACSM, 1995, 1998; AHA, 2001), a potência aeróbia ou o $VO_{2máx}$ são incrementados a partir de exercícios aeróbios. Este incremento é promovido pelos aumentos na microcirculação (tanto do músculo cardíaco como do músculo exercitado) e no débito cardíaco. Tais alterações estão relacionadas com o aumento da captação de oxigênio e, conseqüentemente, no incremento do $VO_{2máx}$.

Embora o treinamento de força não seja um exercício aeróbio (FLECK e KRAEMER, 1999), algumas pesquisas demonstram que programas de treinamento de força também podem aumentar o $VO_{2máx}$ (ANTONIAZZI, 1999; GETTMAN et al., 1982; MAIORANA et al., 2000). Este aumento talvez dependa de vários fatores,

como o tipo de programa de treinamento e o nível de aptidão física das pessoas envolvidas.

Antoniazzi (1999) investigou as alterações do $VO_{2máx}$ de indivíduos com idades entre 50 e 70 anos, de ambos os sexos, submetidos a um programa de treinamento de força. O programa foi realizado durante 3 meses, 3 vezes por semana, com 2 séries de 25 repetições máximas para membros superiores e 3 séries de 6-10 repetições máximas para membros inferiores. Ao final do estudo constatou um aumento da potência aeróbia de 13% para os homens e 16% para as mulheres.

O estudo de Gettman et al. (1982), comparou os efeitos fisiológicos de homens e mulheres submetidos a um programa de treinamento de força, combinado a exercícios aeróbios. Depois de 12 semanas de treinamento, 3 sessões por semana, os sujeitos do grupo experimental apresentaram mudanças nos valores de $VO_{2máx}$ maiores que o grupo controle, corrigido tanto pelo peso corporal como pela massa magra.

Os efeitos do treinamento de força na potência aeróbia durante a infância são inconsistentes e parecem ser dependentes da natureza do programa de treinamento. Estudos que incorporaram programas de treinamento de força, do tipo dinâmico, não encontraram efeitos (TREUTH, 1998a) ou uma ligeira e insignificante redução (BLIMKIE, 1993b) em ambos valores absoluto e relativo (normalizado pela massa corporal) da potência aeróbica de crianças.

Em contraste, estudos de Docherty et al. (1987) e Weltman et al. (1986) que incorporaram reciprocamente treinamento de força do tipo isocinético, onde somente contrações concêntricas eram realizadas, reportaram significantes aumentos entre 14 e 21% nos valores absoluto e relativo de $VO_{2máx}$ em meninos pré-púberes. Docherty et al. (1987) submeteram um grupo de meninos a 4 semanas de treinamento de força, praticados 3 vezes por semana, em equipamentos hidráulicos. Ao final do estudo, os meninos treinados obtiveram aumentos significativos do $VO_{2máx}$, tanto nos valores absoluto como relativo, enquanto que o grupo controle não demonstrou aumentos.

Weltman et al. (1986), registraram aumento do $VO_{2máx}$ de meninos pré-púberes em 19,4% e 13,8%, quando expresso em valores absoluto e relativo,

respectivamente. O treinamento foi realizado 3 vezes por semana durante 14 semanas.

Estes estudos sugerem que as adaptações ocorridas na potência aeróbia a partir de programas de treinamento de força podem ser influenciadas pela escolha da metodologia do treinamento.

Fleck e Kraemer (1999) sugerem que programas de treinamento de força que consistem em realizar séries de exercícios de 12 a 15 repetições entre 50% a 70% de 1 RM, com períodos curtos de descanso de 15 até 30 segundos entre os exercícios, parecem ser os mais apropriados para ganhos no VO_{2max} .

2.6.1 Avaliação da Potência Aeróbia

A habilidade do desempenho no exercício aeróbio é associada com o VO_{2max} do indivíduo, que é amplamente reconhecido como o melhor índice do condicionamento aeróbio (ASTRAND e RODAHL, 1986).

Convencionalmente, o critério utilizado para o valor alvo do VO_{2max} durante um teste cardiopulmonar de exercício é a estabilização ou platô do VO_2 , apesar de um aumento na intensidade do exercício (HOWLEY et al., 1995). Ainda assim, a AHA (1995) sugere que o termo VO_{2max} seja empregado somente nesses casos de estabilização ou platô do VO_2 . Ao contrário, quando essa estabilidade não ocorrer, o termo mais adequado é o pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}).

Em crianças, estudos demonstram que elas podem se exercitar até a exaustão sem demonstrarem um platô do VO_{2max} (ARMSTRONG et al. 1996, 1998). Dessa forma, Armstrong et al. (1998); Bar-Or (1983) sugerem que o termo apropriado para representar a potência aeróbia em crianças seja o VO_{2pico} ao invés do VO_{2max} , que implica na existência de um platô de consumo de oxigênio.

Estudos têm utilizado o VO_{2pico} para representar a potência aeróbia em crianças (ARMSTRONG et al., 1999; HEBESTREIT et al., 1998; JANZ et al., 1998), bem como avaliando adaptações da potência aeróbia ao treinamento de força (DOCHERTY et al., 1987; SUMAN et al., 2001; TREUTH et al., 1998a, b).

2.7 ADAPTAÇÕES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL AO TREINAMENTO DE FORÇA

A composição corporal, compreendida em massa corporal magra e massa de gordura corporal (LOHMAN, 1992), pode ser alterada com a prática sistemática de um programa de treinamento de força. De acordo com o ACSM (1998), as variáveis composição corporal, flexibilidade, aptidão cardiorrespiratória, força e resistência muscular são os principais componentes da aptidão física. Declara ainda que, exercícios físicos que promovam uma redução da gordura corporal e aumentos da massa muscular e óssea são importantes para a saúde de adultos e crianças.

Questionando-se as razões que levam crianças a aumentarem a força muscular, diversos estudos têm investigado as mudanças morfológicas com o treinamento de força. O principal objetivo destas investigações é verificar se os ganhos de força são decorrentes de adaptações neurais, e/ou pelo aumento da massa muscular.

De acordo com Fleck e Kraemer (1999), o crescimento acentuado do músculo, em resposta ao treinamento de força, pode começar depois da adolescência, quando os perfis hormonais de homens e mulheres começam a surgir.

Até o início da puberdade, têm se demonstrado que o treinamento de força é incapaz de aumentar a massa muscular em razão dos baixos níveis hormonais de andrógenos (FAIGENBAUM et al., 1993b; OZMUN et al., 1994; RAMSAY et al., 1990). Coletivamente, os resultados destes estudos sugerem que o treinamento não causa hipertrofia muscular em pré-púberes, e que os ganhos induzidos na força durante este período são independentes das mudanças na área muscular.

Em contrapartida, alguns trabalhos verificaram aumentos musculares em meninos pré-púberes submetidos a programas de treinamento de força (FUKUNAGA et al, 1992; LILLEGARD et al., 1997).

Fukunaga et al. (1992), examinaram 51 estudantes da primeira a quinta séries que treinaram força durante 12 semanas. O treinamento consistia de três ações isométricas máximas sustentadas de flexão de cotovelo durante 10 segundos, duas vezes por dia, três sessões por semana. Utilizando o método de ultra-som, foi observado um aumento da área de secção transversa do músculo no grupo treinado.

Lillegard et al. (1997) trabalharam com 91 crianças classificadas em grupos controle e experimental, gênero e estágio maturacional (estágios 1-2 e 3-5 de Tanner). O treinamento durou 12 semanas, executados 3 vezes por semana com 1 hora de duração. Ao final do treinamento, o grupo experimental, quando comparado ao grupo controle, apresentou aumento nas medidas de circunferências de braço e coxa.

Atualmente, além das discussões apresentadas a respeito das alterações musculares de crianças, pesquisadores têm mostrado interesse em investigar a eficácia do treinamento em crianças obesas (TREUTH et al., 1998a; SOTHERN et al., 2000).

Treuth et al. (1998a) avaliaram os efeitos de um programa de treinamento de força de 20 semanas em meninas pré-púberes e obesas. As sessões eram realizadas 3 vezes por semana, com duração de 20 minutos cada. Através da absorptometria radiológica de dupla energia (DXA), os autores avaliaram a massa magra e a massa de gordura corporal, tanto de corpo inteiro como compartimentado em braços, pernas e tronco. Para avaliar o tecido adiposo abdominal usaram a técnica da tomografia computadorizada. Após as reavaliações, não encontraram diminuição na gordura corporal, tanto de corpo inteiro como fragmentado. Entretanto, o tecido adiposo intra-abdominal manteve-se, enquanto que no grupo controle aumentou.

As adaptações na composição corporal de crianças submetidas a treinamento de força parecem depender de uma série de variáveis. Talvez o estágio maturacional da criança, a metodologia de treinamento e o nível de atividade física da criança, sejam fatores importantes de interferência e que devem ser controlados.

2.7.1 Avaliação da Composição Corporal

Muitos métodos têm sido utilizados na avaliação da composição corporal, entre eles destaca-se a pesagem hidrostática, a antropometria, a ressonância magnética, a tomografia computadorizada, a análise de impedância bioelétrica e a absorptometria radiológica de dupla energia (LOHMAN, 1996).

A descrição da avaliação aqui apresentada corresponde ao método utilizado neste estudo.

Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA)

A Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA) é o modelo mais avançado que a Absortometria de Duplo Photon (DPA) que foi originalmente desenvolvida para determinar a densidade mineral óssea (LOHMAN, 1996).

De acordo com Kohrt (1995), o DXA requer raios-X de todo corpo, utilizando feixes de energia de dosagem extremamente baixa. A exposição à radiação ao DXA é mínima e equivale a aproximadamente um quarto da exposição à radiação de raios-X dentário. À medida que os feixes de raios-X atravessam o sujeito, a densidade de todas as partes do corpo é determinada.

Segundo Kohrt (1998), embora a pesagem hidrostática seja considerada o método de referência (padrão-ouro) de avaliação da composição corporal, a fácil e precisa aplicabilidade do método DXA o tem elegido como um novo candidato de referência da composição corporal.

Além dos procedimentos característicos dos dois métodos de avaliação (o DXA e o DPA), o DXA tem a vantagem de avaliar a massa mineral óssea em adição a massa corporal magra e a massa de gordura corporal (LASKEY e PHIL, 1996), bem como, compartimentar o corpo em membros superiores, inferiores e tronco (LOHMAN, 1996).

O procedimento de avaliação é relativamente rápido (5 a 20 minutos, dependendo da técnica utilizada) e tem o potencial para resultados muito precisos, seja qual for à idade, sexo ou raça do indivíduo testado.

3 METODOLOGIA

A forma de apresentação deste trabalho obedeceu às orientações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) quanto às normas para Numeração Progressiva das Seções de um Documento - NBR 6024 (ABNT, 1989), Referências - NBR 6025 (ABNT, 2000), Sumário - NBR 6027 (ABNT, 1989), Resumos - NBR 6028 (ABNT, 1990), Apresentação de Citações em Documentos - NBR 10520 (ABNT, 2001), Apresentação de Trabalhos Acadêmicos - NBR 14724 (ABNT, 2001) e Normas de Apresentação Tabular (IBGE, 1993).

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa foi submetida ao Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) que emitiu parecer favorável à sua execução (ANEXO 1).

3.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Esta pesquisa caracterizou-se como estudo de intervenção, do tipo quase-experimental, com medidas pré e pós-treinamento.

Conforme Pereira (1995), as investigações quase-experimentais são conceituadas como experimentos que têm tratamentos, medida dos resultados e unidades experimentais, mas não usam alocação aleatória para criar as comparações nas quais os efeitos dos tratamentos são avaliados.

3.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

A população alvo deste estudo foi formada por alunos, meninos, das quintas e sextas séries do Colégio Militar de Porto Alegre (CMPA).

Como critérios de inclusão da amostra, nenhum menino havia praticado algum tipo de programa de treinamento específico de força e não apresentava qualquer problema físico que impossibilitasse a execução das avaliações ou do treinamento.

A amostra foi composta por 18 meninos, voluntários, com idades entre 10 e 12 anos. Desta amostra, nove meninos se propuseram a participar das avaliações e programa de treinamento (grupo experimental). E, nove meninos, somente das avaliações (grupo controle).

3.4 PROCESSO DE AMOSTRAGEM

Os alunos do CMPA foram selecionados por voluntariedade. O recrutamento dos meninos compreendeu as seguintes etapas:

1ª Etapa: Apresentação e aprovação do projeto da pesquisa pelo Coordenador da Sessão de Educação Física e pelo Comandante do CMPA.

2ª Etapa: Convite aos alunos das 5^{as} e 6^{as} séries para participarem da pesquisa.

Os convites foram realizados através de palestras informativas e comunicações verbais em salas de aula. Ao final dos encontros, um termo de consentimento informado foi enviado aos pais dos alunos interessados (ANEXO 2).

3ª Etapa: Avaliação Médica.

Todos os alunos foram avaliados pelo departamento médico do CMPA, antes e depois do período de treinamento. A avaliação médica consistiu de um histórico de lesão musculoesquelético, avaliação do peso e estatura, verificação da pressão arterial e frequência cardíaca, ausculta cardíaca e pulmonar, avaliação do abdômen, avaliação da flexibilidade e integridade das articulações do joelho, ombro e cotovelo.

Após consulta ao médico responsável, todos os meninos voluntários apresentavam-se aptos a participarem da pesquisa.

4ª Etapa: Organização das datas e horários das avaliações.

Todas as avaliações foram realizadas no turno da manhã, até uma semana antes e depois do início e término do período de treinamento, respectivamente.

3.5 RECURSOS HUMANOS ENVOLVIDOS

A execução das avaliações e do programa de treinamento contou com a colaboração de quatro estudantes do curso de Educação Física (ESEF) da UFRGS e um professor de educação física do CMPA.

3.6 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

Para esta pesquisa foram utilizados os equipamentos disponíveis no Laboratório de Pesquisa do Exercício da UFRGS (LAPEX-UFRGS), na Clínica Clinodens de Densitometria Óssea e no Colégio Militar de Porto Alegre.

3.6.1 Ficha de Dados Individuais

Para a coleta de dados utilizou-se uma ficha de dados pessoais, na qual constava nome do indivíduo, idade, estágio maturacional, peso, estatura, prática de atividade física sistemática e os resultados das avaliações do teste de 1 RM, da potência aeróbia e da composição corporal (ANEXO 3).

3.6.2 Planilha de Classificação do Estágio Maturacional

Na avaliação das características sexuais secundárias para classificar o estágio maturacional dos meninos, utilizou-se a planilha dos cinco estágios de desenvolvimento da genitália e da pilosidade pubiana elaborada por Tanner (1962).

A avaliação foi feita em um local isolado, individualmente e sempre pelo mesmo avaliador. Através de uma inspeção visual, comparou-se o tamanho da genitália e a quantidade de pêlos pubianos do avaliado com as cinco fotografias dos diferentes estágios de desenvolvimento das características sexuais apresentadas na planilha de Tanner (1962).

A característica sexual avaliada foi registrada da seguinte forma:

- G (para genitália);
- P (para pêlos pubianos);
- Mais o número correspondente ao estágio (1 a 5).

Malina e Bouchard (1991), sugerem que os estágios de Tanner assumem características específicas quanto aos níveis de desenvolvimento da genitália e dos pêlos pubianos.

Genitália:

G 1 - Fase pré-adolescência (infantil).

G 2 – Aumento da bolsa escrotal e dos testículos, sem aumento do pênis.

G 3 – Também ocorre aumento do pênis, inicialmente em toda a sua extensão.

G 4 – Aumento do diâmetro do pênis e da glândula. Crescimento dos testículos, cuja pele escurece.

G 5 – Tipo adulto.

Pêlos pubianos:

P 1 – Fase pré-adolescência (não há pelagem).

P 2 – Presença de pêlos longos, macios, ligeiramente pigmentados na base do pênis.

P 3 – Pêlos mais escuros, ásperos sobre o púbis.

P 4 – Pelagem do tipo adulto, mas a área coberta é consideravelmente menor que no adulto.

P 5 – Tipo adulto, estendendo-se até a face interna das coxas.

A partir da identificação dos níveis de desenvolvimento da genitália e dos pêlos pubianos, Malina e Bouchard (1991) relacionam estes parâmetros aos estágios maturacionais de Tanner, onde:

- a) Genitais e Pêlos Pubianos 1 – PRÉ-PÚBERE.
- b) Genitais e Pêlos Pubianos 2, 3 e 4 - PÚBERE.

c) Genitais e Pêlos Pubianos 5 – PÓS-PÚBERE.

3.6.3 Programa de Avaliação Nutricional (PED)

O estado nutricional foi determinado pelo programa PED, de acordo com os critérios de Waterlow (1977). O PED é um Sistema de Avaliação do Estado Nutricional em Pediatria, desenvolvido pelo Centro de Informática em Saúde da Escola Paulista de Medicina, com suporte da disciplina de Nefrologia Pediátrica, também da mesma Escola.

O programa PED considera o referencial do *National Center for Health and Statistics* (NCHS), recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS). Os índices percentuais são calculados a partir dos dados de peso, altura e idade, utilizando-se como padrão a mediana, da seguinte forma:

- $\text{Altura para idade} = \text{altura da criança} \times 100 / \text{altura padrão para idade}$
- $\text{Peso para altura} = \text{peso da criança} \times 100 / \text{peso padrão para a altura}$

Os resultados obtidos enquadram as crianças e adolescentes nos seguintes grupos: desnutridos crônicos, desnutridos progressivos, desnutridos atuais, eutróficos, com sobrepeso, obesos e grande obesos.

- Desnutridos crônicos: Quando o déficit for de peso e estatura, ou seja, percentual de peso em relação à mediana $< 90\%$ do esperado para sua altura, e estatura $< 95\%$ do esperado para sua idade e sexo.
- Desnutridos progressivos: Quando o déficit for somente de estatura, ou seja, o percentual de peso em relação à mediana for $> 90\%$ do peso esperado para sua altura, e estatura $< 95\%$ do esperado para idade e sexo.
- Desnutridos atuais: Quando o déficit for somente de peso, ou seja, percentual de peso em relação à mediana for $< 90\%$ do peso esperado para a altura, e estatura $> 90\%$ do esperado para sua idade e sexo.
- Eutróficos: Quando o percentual de peso em relação à mediana estiver entre 90% e 110% do peso esperado para estatura.

- Sobrepeso: Quando o peso em relação à mediana for $> 110\%$ e $< 120\%$ do peso esperado para a estatura.
- Obesos: Quando o peso em relação à mediana for $\geq 120\%$ e $< 140\%$ em relação à estatura.
- Grande obesos: Quando o peso em relação à mediana for $> 140\%$ em relação à estatura.

3.6.4 Balança

O instrumento utilizado para determinação da massa corporal foi uma balança de alavanca da marca *Filizola*, com resolução de 100 gramas.

A balança foi aferida com pesos padrões, no início das avaliações e a cada três avaliações realizadas.

3.6.5 Estadiômetro

Para medir a estatura foi utilizado um estadiômetro de acrílico da marca *Stainless Steel*, com resolução de 1 mm.

3.6.6 Equipamentos de Musculação

Para avaliar a força dinâmica máxima nos exercícios de extensão de joelho e flexão de cotovelo utilizou-se uma cadeira extensora da marca *Leader* (FIGURA 1) e um banco *scott* acoplado a uma roldana baixa (FIGURA 2), respectivamente, ambos da marca *Vitally*.



FIGURA 1 - Cadeira Extensora.



FIGURA 2 - Roldana Baixa (A) e Banco Scott (B).

O programa de treinamento também contou com os equipamentos de supino vertical (FIGURA 3), uma cadeira adutora de quadril (FIGURA 4) e uma cadeira abductora de quadril (FIGURA 5), todos da marca *Vitally*.



FIGURA 3 - Supino Vertical.



FIGURA 4 - Cadeira Abdutora.



FIGURA 5 - Cadeira Adutora.

Verificou-se, através da balança, o peso contido nas placas de carga acopladas aos equipamentos de musculação.

- Cadeira Extensora – 5 kg cada placa;
- Puxador Baixo – 3,5 kg cada placa;
- Cadeira Supinadora – 3,5 kg cada placa;
- Cadeira Abdutora – 5 kg cada placa;
- Cadeira Adutora – 5 kg cada placa.

Os equipamentos foram devidamente ajustados ao tamanho de cada menino, tanto nas avaliações como no treinamento. Todos os ajustes foram anotados com a intenção de se repetir à execução dos exercícios nos mesmos padrões da primeira avaliação da força.

A manutenção dos equipamentos foi realizada uma vez por semana. As roldanas, os cabos e as guias da pilha de pesos eram freqüentemente lubrificadas conforme orientações dos fabricantes.

3.6.7 Pesos Extras

Além das placas de cargas contidas nos equipamentos, foram utilizadas barras de pesos extras planejados para serem facilmente acrescentados ou removidos das pilhas de pesos dos equipamentos. Os pesos extras apresentavam as seguintes características:

- 2 barras de 250 g;
- 2 barras de 500 g;
- 2 barras de 1 kg;
- 2 barras de 2 kg.

A finalidade destes pesos extras foi de possibilitar uma progressão suave, tanto na carga de treinamento como nas avaliações da força muscular. De acordo com Fleck e Kraemer (1999), é importante que se evite grandes aumentos na carga ou no volume de treinamento, especialmente para pessoas com pouca experiência em treinamento de força.

A verificação dos pesos extras foi realizada através de uma balança eletrônica de precisão, da marca *Laberquip*, modelo L-520, com resolução de 0,01 g e capacidade de 3100 g.

3.6.8 Goniômetro

Um goniômetro da marca *Pró-Fisiomed*, modelo Trident, foi utilizado para que as avaliações da força dinâmica máxima, em cada menino, fossem realizadas sempre na mesma amplitude articular verificada na primeira avaliação.

O goniômetro apresentava resolução de 1° (um grau).

3.6.9 Metrônomo

Para determinar o ritmo de execução nas avaliações da força dinâmica máxima foi utilizado um metrônomo *Winter*, modelo Taktell Júnior.

A regulagem da frequência do sinal sonoro do metrônomo foi de 1 segundo.

3.6.10 Dinamômetro Isocinético

Para avaliar a força isocinética máxima, através do movimento de extensão de joelho, foi utilizado um dinamômetro isocinético computadorizado da marca *Cybex*, modelo Norm (FIGURA 6).



FIGURA 6 - Dinamômetro Isocinético *Cybex* – Norm.

A calibração do equipamento foi realizada antes de cada avaliação.

Todos os ajustes da cadeira foram anotados para possibilitar a reavaliação no mesmo padrão que a primeira avaliação.

3.6.11 Esteira Rolante

O teste cardiopulmonar de exercício foi realizado através de uma esteira *Inbramed-ATL 10200*.

3.6.12 Ergoespirômetro de Circuito Aberto

Para a realização da coleta e análise do consumo de oxigênio utilizou-se o ergoespirômetro *MedGraphics Cardiorespiratory Diagnostic Systems*, modelo MGC/CPX-D (FIGURA 7). Este aparelho coleta amostras de gases através de um bocal utilizado pelo avaliado. Um ocluser nasal foi utilizado para limitar o indivíduo a respirar apenas pela boca.



FIGURA 7 - Ergoespirômetro de Circuito Aberto.

A calibração do equipamento foi realizada a cada manhã de avaliação, antes dos testes, e sob condições ambientais controladas (temperatura ambiente, pressão barométrica e umidade relativa do ar). Através do aparelho de ar condicionado, e com o uso de um termômetro, mantinha-se a temperatura da sala variando de 20 à 23°C.

Conforme Dimri (1980), não é necessário realizar uma nova calibração a cada teste, devido à estabilidade dos analisadores de gases. A análise da troca gasosa exige a informação da pressão barométrica, temperatura ambiente e umidade relativa do ar, porque de acordo com as leis dos gases, eles expandem-se com o calor e/ou baixa pressão barométrica e contraem-se com o frio e /ou alta pressão barométrica. Sugere que elas girem, dentro do laboratório de fisiologia, em torno de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e 60% da pressão barométrica, respectivamente.

Após essa etapa, calibrou-se os fluxos e volumes do pneumotacógrafo através de uma seringa graduada com capacidade para 3 litros. Foram realizadas, manualmente, cinco injeções e ejeções de fluxos em velocidades diferentes para assegurar a estabilidade necessária.

A última etapa correspondeu à calibração dos analisadores de gases utilizando-se misturas conhecidas, contidas dentro de dois cilindros. O cilindro de referência e o cilindro de calibração. O cilindro de referência continha 5% de CO₂ e 12% de O₂ balanceados com nitrogênio super seco. O cilindro de calibração continha 21% de O₂ também balanceado com nitrogênio super seco.

3.6.13 Eletrocardiógrafo

Foi utilizado um eletrocardiógrafo da marca *Funbec*, modelo 4-1 CN, para a avaliação da frequência cardíaca durante o teste cardiopulmonar de exercício.

3.6.14 Absortometria Radiológica de Dupla Energia (DXA)

O DXA (de *Dual-Energy X-Ray Absorptiometry*) da marca *Lunar*, modelo DPX-L (FIGURA 8) foi utilizado para avaliar a composição corporal dos meninos. Através do programa pediátrico *SmartScan*, versão 4.7c, (FIGURA 9) analisou-se os valores de massa corporal magra e massa de gordura corporal.



FIGURA 8 - DXA. *Lunar*, modelo DPX-L

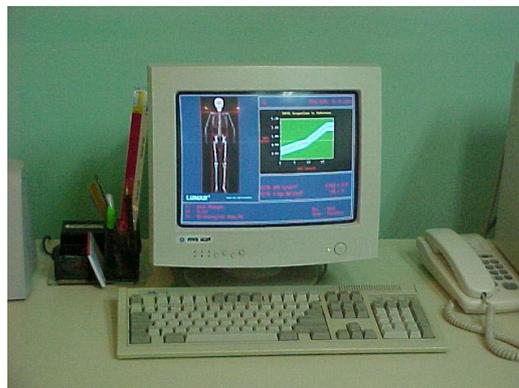


FIGURA 9 - Programa Pediátrico *SmartScan*, versão 4.7c.

A calibragem do equipamento e a análise do programa foram realizadas, respectivamente, todos os dias e a cada quinze dias pela técnica responsável na operação do aparelho.

3.7 VARIÁVEIS

3.7.1 Variáveis Dependentes

- Força Muscular
- Potência Aeróbia
- Massa Corporal Magra
- Massa de Gordura Corporal

3.7.2 Variável Independente

- Programa de Treinamento de Força

3.7.3 Variáveis de Controle

Maturação Biológica

Identificou-se, antes e depois do período de treinamento, o estágio maturacional dos meninos. Pois, conforme Bar-Or (1983), Beunen (1989), Malina e Bouchard (1991), a maturação biológica é um fator que influencia a composição corporal e o desempenho motor de crianças.

Estado Nutricional

Nenhum menino apresentava desnutrição crônica. De acordo com Guedes e Guedes (1997), Malina e Bouchard (1991), crianças que apresentam desnutrição crônica podem apresentar uma melhora no desempenho motor, mas não apresentarão um melhor desempenho perante crianças e adolescentes bem nutridos.

Prática de Atividade Física Paralela

Com exceção das aulas de educação física, onde todos os meninos participavam, não houve a participação em práticas sistemáticas de atividade física durante o período de treinamento.

Conforme Bar-Or (1989), programas regulares de atividade física podem promover alterações na composição corporal, além de melhorar o desempenho motor de crianças.

3.7.4 Variável Interveniente

Alimentação

Para minimizar o efeito da alimentação durante o período do estudo, principalmente na variável dependente Massa de Gordura Corporal, foi solicitado aos meninos e seus pais para que seguissem, normalmente, com a mesma conduta alimentar.

3.8 PROCEDIMENTOS DAS COLETAS DE DADOS

Para as coletas de dados, foram utilizadas as dependências do LAPEX da ESEF-UFRGS, da Clínica Clinodens e do CMPA.

Todos os meninos foram instruídos a se apresentarem no Colégio Militar em dias e horários pré-determinados.

Os pesquisadores ficaram responsáveis pelo acompanhamento e transporte dos meninos aos locais de avaliação.

O peso corporal, a estatura e o estágio maturacional dos meninos foram avaliados no LAPEX da ESEF-UFRGS.

As avaliações da força muscular, potência aeróbia e composição corporal foram realizadas em dias diferentes, sempre no turno da manhã, até uma semana antes e depois do início e término do período de treinamento, respectivamente.

As sessões de treinamento foram realizadas nas dependências do CMPA.

3.8.1 Avaliação da Força Muscular

Força Dinâmica Máxima

Na sala de musculação do Colégio Militar foi avaliada a força dinâmica máxima.

Antes do teste de força, todos os meninos tiveram uma semana para se adaptarem aos aparelhos, à técnica dos exercícios e ao teste.

Foi utilizado o 1 RM, descrito por Knuttgen e Kraemer (1987), para avaliar a carga máxima deslocada (em quilogramas) em um tempo de 5 segundos (3s – fase concêntrica e 2s - fase excêntrica) e em toda a amplitude dos movimentos de flexão de cotovelo e extensão de joelho.

A escolha do teste de 1 RM e dos exercícios de flexão de cotovelo e extensão de joelho é semelhante ao encontrado nos estudos de Blimkie (1993b), Faigenbaum et al. (1993b), Ozmun et al. (1994), Ramsay et al. (1990), Treuth et al. (1998a, b), que também investigaram a treinabilidade da força de meninos.

Após uma série de aquecimento com intensidade baixa, utilizou-se o método de tentativa e erro para identificar a carga máxima do sujeito nos testes de 1 RM. Durante os testes, houve um aumento gradual do peso (~1 kg, diminuindo para 500 g e 250 g quando a carga tornava-se difícil de deslocar) até se identificar à carga máxima que o sujeito deslocava no mesmo ritmo de execução e na amplitude articular da primeira tentativa.

As sucessivas tentativas foram realizadas com um período de 2 min entre elas. Aproximadamente 3 a 5 tentativas foram necessárias para alcançar o 1 RM antes, durante e depois do período de treinamento.

Durante os testes, os meninos foram expostos aos mesmos estímulos visuais e auditivos.

A carga máxima deslocada nos testes de 1 RM foi utilizada como valor representativo da força muscular dinâmica máxima.

Força Isocinética Máxima

No LAPEX, da ESEF-UFRGS, foi avaliada a força isocinética máxima.

O teste isocinético foi executado nos extensores de joelho da perna direita, em velocidades angulares de 30 e 90°/s.

Os meninos foram sentados e devidamente ajustados na cadeira do Cybex. A articulação do joelho, através do côndilo femoral medial, foi alinhada com o eixo mecânico do dinamômetro.

Após ajustes no equipamento, o menino tinha o tronco, o quadril e a coxa estabilizados, de acordo com o manual de instruções do equipamento (NORM TESTING AND REHABILITATION SYSTEM USER'S GUIDE, 1995).

Todos os meninos foram familiarizados com o teste. Os avaliadores demonstraram e explicaram os procedimentos. Além disso, antes do teste em cada velocidade angular, três repetições submáximas foram realizadas para os meninos se adaptarem ao movimento.

Depois de três repetições submáximas de aquecimento, três repetições contínuas da máxima força voluntária isocinética foram realizadas em toda a

amplitude de extensão e flexão de movimento, em contrações concêntrica e excêntrica.

Dois minutos de recuperação foi dado entre as velocidades angulares.

O pico de torque (Nm) obtido na fase concêntrica dos extensores de joelho, nas velocidades angulares de 30 e 90°/s, representaram os valores de força isocinética máxima.

3.8.2 Avaliação da Potência Aeróbia

No LAPEX da ESEF-UFRGS foi avaliada a potência aeróbia dos meninos.

Os procedimentos de avaliação seguiram as diretrizes recomendadas pela AMERICAN HEART ASSOCIATION (1995).

A preparação dos meninos para o teste teve os seguintes passos:

1º Passo) Fixação de eletrodos de superfície para monitorização da frequência cardíaca através do eletrocardiógrafo.

Foram colocados três eletrodos: um no manúbrio (parte superior do osso esterno), um no corpo do osso esterno próximo a 7ª cartilagem costal, e um no 4º espaço intercostal tendo como base a linha axilar (ARAÚJO, 1986).

2º Passo) Colocação do bocal e fixação à cabeça por uma touca. Um prendedor de nariz também foi utilizado para que o sujeito ventilasse apenas pela boca.



FIGURA 10 - Preparação para o Teste Cardiopulmonar de Exercício.

A medida da potência aeróbia foi determinada na esteira rolante através do protocolo descrito abaixo:

1º Etapa) Repouso. Duração de 3 minutos.

Após estar corretamente monitorada, a criança era colocada sentada em uma cadeira.

2º Etapa) Adaptação. Duração de 2 minutos.

Início do exercício na esteira com velocidade de 2 mph e inclinação de 10%.

3º Etapa) Teste propriamente dito.

Aumento da velocidade de 0,5 mph, a cada minuto, até a capacidade máxima voluntária da criança de suportar o exercício. A inclinação da esteira manteve-se constante.

4º Etapa) Recuperação.

Após finalização do teste, a velocidade da esteira era reduzida. A criança continuava caminhando com o objetivo de diminuir a frequência cardíaca e a ventilação.

Todas as avaliações da potência aeróbia tiveram a supervisão de dois avaliadores que estimulavam verbalmente os meninos durante o teste.

Os volumes expirados de oxigênio (O_2) e de dióxido de carbono (CO_2) foram analisados, detectados e dimensionados em tempo real pelo ergoespirômetro.

Utilizou-se o pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}), expressado tanto em valores absolutos, relativos a massa corporal e a massa corporal magra, atingidas durante o teste cardiopulmonar de exercício como medida da potência aeróbia dos meninos (ARMSTRONG et al., 1998; BAR-OR, 1983).

3.8.3 Avaliação da Massa Magra e Massa de Gordura Corporal

A composição corporal dos meninos foi avaliada na Clínica Clinodens de Densitometria Óssea, onde os valores de massa magra e massa de gordura corporal foram verificados através do DXA.

Durante o teste, cada sujeito foi solicitado para permanecer imóvel em uma mesa, por aproximadamente 12 minutos.

A avaliação foi supervisionada pela técnica responsável na operação do equipamento. A avaliação consistia de um escaneamento do corpo inteiro em que, através de um software pediátrico (*SmartScan*, versão 4.7c) analisava-se os valores de massa de gordura corporal, percentual de gordura, massa corporal magra e a massa corporal magra total e compartimentada em braços e pernas.

3.9 TRATAMENTO DA VARIÁVEL INDEPENDENTE – Programa de Treinamento

Depois de realizarem as avaliações iniciais, o grupo experimental participou por 12 semanas de um programa de treinamento de força, enquanto que os sujeitos do controle foram orientados a não participarem de treinamento específico de força, durante o período experimental.

O programa de treinamento de força consistiu de três sessões semanais realizados em dias alternados (Terças e Quintas-feiras, das 7h 30min às 8h 30min, e Sábados, das 9h às 10h), durante doze semanas. Cada sessão teve duração de aproximadamente 60min, dividida em três etapas:

1ª Etapa: Aquecimento através de jogos esportivos ou brincadeiras. Duração de 15min.

2ª Etapa: Exercícios nos aparelhos de musculação. Duração de 30min.

3ª Etapa: Exercícios de alongamento e de fortalecimento das musculaturas abdominal e paravertebral. Duração de 15min.

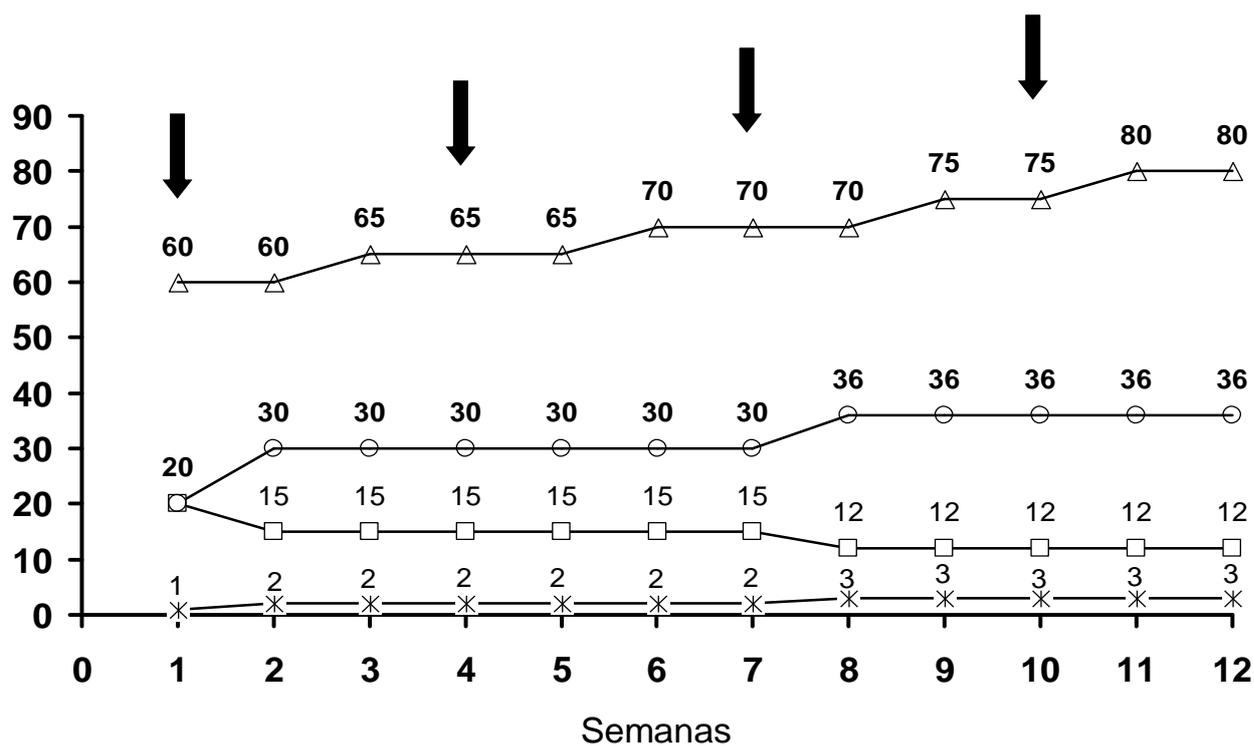
Os exercícios realizados nos equipamentos de musculação foram: extensão de joelho, flexão de cotovelo, flexão horizontal do ombro (supino), adução e abdução do quadril. Os exercícios foram considerados primários ou complementares de acordo com a função no treinamento.

Exercícios Primários

Os exercícios primários (extensão de joelho e flexão de cotovelo) foram escolhidos com a função de proporcionarem, principalmente, as adaptações na força muscular com o treinamento. Desta forma, a manipulação da intensidade e do volume de trabalho destes exercícios, durante o treinamento, foi diferenciada dos complementares.

A intensidade e o volume por sessão de treinamento, nos exercícios primários, variaram de 60 a 80% do 1 RM e de 20 a 36 repetições, respectivamente. As repetições foram proporcionalmente adequadas à intensidade. Na organização das séries foi empregado o sistema de séries alternadas por segmentos. A metodologia do programa de treinamento seguiu as normas e padrões internacionais utilizadas em investigações científicas (BAECHLE, 1994; FAIGENBAUM, 1993a, 2001; KRAEMER e FLECK, 2001; Associação Americana de Força e Condicionamento - NSCA, 1985).

A cada três semanas foi realizado um teste de 1 RM para identificar a força máxima dinâmica. Conseqüentemente, prescreveu-se o percentual da carga de trabalho em resposta da carga obtida nos testes de 1 RM. A periodização do treinamento nos exercícios primários seguiu o esquema explicativo:



-x- Séries -□- Repetições -△- % de 1 RM -○- Volume

FIGURA 11 - Modelo de Periodização

- 1ª semana: 1 série de 20 repetições a 60% do 1 RM1*
- 2ª semana: 2 séries de 15 repetições a 60% do 1 RM1
- 3ª semana: 2 séries de 15 repetições a 65% do 1 RM1
- 4ª semana: 2 séries de 15 repetições a 65% do 1 RM2*
- 5ª semana: 2 séries de 15 repetições a 65% do 1 RM2
- 6ª semana: 2 séries de 15 repetições a 70% do 1 RM2
- 7ª semana: 2 séries de 15 repetições a 70% do 1 RM3*
- 8ª semana: 3 séries de 12 repetições a 70% do 1 RM3
- 9ª semana: 3 séries de 12 repetições a 75% do 1 RM3
- 10ª semana: 3 séries de 12 repetições a 75% do 1 RM4*
- 11ª semana: 3 séries de 12 repetições a 80% do 1 RM4
- 12ª semana: 3 séries de 12 repetições a 80% do 1 RM4

* Avaliação de nova carga máxima.

Exercícios Complementares

Os exercícios complementares [flexão horizontal do ombro (supino), adução e abdução do quadril] tiveram a função de auxiliar na promoção de um condicionamento geral, favorecendo as adaptações cardiorrespiratórias e morfológicas do treinamento.

Foi realizado o teste de 1 RM nos exercícios complementares para identificar a carga de trabalho (60% do 1 RM inicial) que iria ser executado durante o período de treinamento. Realizou-se uma série de vinte repetições nos exercícios complementares. Quando a criança era capaz de executar trinta repetições, a carga era aumentada e o número de repetições reduzido.

3.9.1 Considerações Metodológicas do Programa de Treinamento de Força

Através do Sistema de Séries Alternadas (FLECK e KRAEMER, 1999) estabeleceu-se o sistema de treinamento de força. O trabalho foi realizado alternando as séries dos exercícios de membro superior com os de membro inferior. Um mínimo de intervalo (15 a 30s) foi feito entre a execução de uma série e outra.

Nas sessões de treinamento foi passada para os meninos uma ficha, individualizada, que continha orientações metodológicas da rotina de treinamento (número de séries, repetições e carga) (ANEXO 4).

Cada sujeito manteve a velocidade constante durante a execução dos exercícios.

Todas as sessões de treinamento tiveram a supervisão de professores que dirigiam a realização dos exercícios e corrigiam a execução.

Nenhuma forma de treinamento específico de força foi permitida fora da pesquisa. No entanto, todas as crianças tiveram a possibilidade de seguirem, regularmente, com suas aulas de educação física e atividades esportivas.

3.10 DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO

Neste estudo foram utilizados dois grupos: um grupo experimental e um grupo controle.

O grupo experimental participou, durante doze semanas, de um programa de treinamento de força. Foram realizadas avaliações das variáveis dependentes antes e depois do treinamento.

O grupo controle realizou avaliações antes e depois de um período de doze semanas e não participou de nenhum tipo de treinamento específico de força, conforme o quadro:

QUADRO 1 - Desenho experimental do estudo.

GRUPOS	PRÉ-TESTE	TRATAMENTO	PÓS-TESTE
GE	O_1	X_1	O_2
GC	O_1		O_2

GE = Grupo Experimental;

GC = Grupo Controle;

O_1 = Medidas das variáveis Força Muscular, Potência Aeróbia, Massa Corporal Magra e Massa de Gordura Corporal que ocorreram antes do período de doze semanas;

O_2 = Medidas das variáveis Força Muscular, Potência Aeróbia, Massa Corporal Magra e Massa de Gordura Corporal que ocorreram depois do período de doze semanas;

X_1 = Tratamento 1. Doze semanas de programa de treinamento de força;

3.11 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A descrição da amostra foi realizada através da estatística descritiva. Para verificar a normalidade na distribuição das variáveis dependentes antes do período de treinamento foi utilizado o Teste de *Shapiro-Wilk*. Utilizou-se o Teste de *Levene* para igualdade das variâncias. A diferença (Δ) dos valores absolutos das variáveis de cada sujeito, antes e depois do estudo, foi utilizada para comparar o efeito do período do programa de treinamento intergrupos. Foram utilizados os Testes t dependente e independente para verificar diferenças existentes intra e intergrupos, respectivamente. O índice de significância adotado foi de $p < 0,05$ em todas as comparações. O pacote estatístico computacional utilizado foi o SPSS para Windows, versão 8.0.

4 RESULTADOS

Dezoito meninos classificados maturacionalmente como pré-púberes, participaram deste estudo. Nove sujeitos constituíram o grupo experimental (GE) e, outros nove, o grupo controle (GC).

Os dados de descrição dos grupos experimental e controle ao início do período do programa de treinamento são apresentados nos Quadros 2 e 3.

QUADRO 2 - Perfil do GRUPO EXPERIMENTAL – Pré-Treinamento.

Variáveis	<i>n</i>	Média	Desvio Padrão	Menor valor	Maior valor
Idade (anos)	9	10,4	0,53	10,00	11,00
Massa Corporal (kg)	9	37,7	5,67	31,30	47,60
Estatura (cm)	9	141,6	4,76	134,50	147,50
Massa corporal magra (kg)	9	26,8	2,08	24,40	30,30
Massa de Gordura Corporal (kg)	9	7,9	4,08	2,30	14,00
Massa Corporal Magra de Braço (g)	9	2472,9	408,43	2029,00	3124,00
Massa Corporal Magra de Perna (g)	9	9398,3	928,17	8281,00	10750,00
Percentual de Gordura Corporal (%)	9	21,8	9,00	8,20	32,10
Extensão de joelho (kg)	9	10,8	1,30	9,00	13,00
Flexão de cotovelo (kg)	9	6,4	0,81	5,50	7,50
Pico de torque 30°/s	9	71,7	12,17	48,00	88,00
Pico de torque 90°/s	9	60,6	1,67	58,00	63,00
VO2 máx absoluto (ml/min)	9	1264,2	108,15	1142,00	1430,00
VO2 máx relativo (ml/kg/min)	9	34,1	4,77	27,50	41,00
VO2máx corrigido pela MCM (ml/kg/min)	9	47,2	2,71	43,50	50,40
Tempo teste esteira (min)	9	11,8	1,59	10,12	15,11

QUADRO 3 - Perfil do GRUPO CONTROLE – Pré-Treinamento.

Variáveis	n	Média	Desvio Padrão	Menor valor	Maior valor
Idade (anos)	9	10,9	0,78	10,00	12,00
Massa Corporal (kg)	9	41,5	6,77	33,90	51,70
Estatura (cm)	9	145,7	8,04	135,00	158,50
Massa corporal magra (kg)	9	29,2	4,52	23,00	34,70
Massa de Gordura Corporal (kg)	9	9,2	3,01	4,90	14,60
Massa Corporal Magra de Braço (g)	9	2670,7	542,97	2070,00	3542,00
Massa Corporal Magra de Perna (g)	9	10570,9	1775,35	8331,00	12681,0
Percentual de Gordura Corporal (%)	9	23,7	5,15	13,50	30,30
Extensão de joelho (kg)	9	12,7	3,38	7,50	17,00
Flexão de cotovelo (kg)	9	6,2	0,90	5,25	7,50
Pico de torque 30°/s	9	89,9	29,79	50,00	142,00
Pico de torque 90°/s	9	73,4	19,40	42,00	102,00
VO2 máx absoluto (ml/min)	9	1454,8	279,69	1105,00	1883,00
VO2 máx relativo (ml/kg/min)	9	34,9	1,94	32,20	38,40
VO2max corrigido pela MCM (ml/kg/min)	9	49,7	3,46	45,10	54,30
Tempo teste esteira (min)	9	11,7	0,87	10,02	13,03

O perfil descritivo de todos os parâmetros no pré, pós-treinamento e valores Δ , tanto do grupo experimental como no controle, são apresentados no ANEXO 5.

Para testar a normalidade da amostra, utilizou-se o Teste de Shapiro-Wilk, o qual é indicado para amostras com menos de 50 indivíduos. Os resultados apresentaram uma distribuição normal em todos os parâmetros avaliados, conforme mostram os Quadros 4 e 5.

QUADRO 4 - Teste de Normalidade – GRUPO EXPERIMENTAL.

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Massa Corporal (kg) - Pré-Teste	,897	9	,302
Massa Corporal (kg) - Pós-Teste	,905	9	,343
Delta Massa Corporal (kg)	,946	9	,616
Estatura (cm) - Pré-Teste	,932	9	,482
Estatura (cm) - Pós-Teste	,956	9	,729
Delta Estatura (cm)	,902	9	,328
Massa Corporal Magra (kg) - Pré	,911	9	,375
Massa Corporal Magra (kg) - Pós	,924	9	,443
Delta Massa Corporal Magra (kg)	,884	9	,234
Massa Gordura Corp. (kg) - Pré	,963	9	,800
Massa Gordura Corp. (kg) - Pós	,906	9	,347
Delta Massa Gordura Corp. (kg)	,940	9	,551
Massa Magra Braço (g) - Pré	,879	9	,205
Massa Magra Braço (g) - Pós	,824	9	,046
Delta Massa Magra Braço (g)	,963	9	,808
Massa Magra Perna (kg) - Pré	,871	9	,165
Massa Magra Perna (kg) - Pós	,925	9	,448
Delta Massa Magra Perna (kg)	,949	9	,657
% Gordura Corporal - Pré	,909	9	,363
% Gordura Corporal - Pós	,910	9	,369
Delta % Gordura Corporal	,913	9	,384
Extensão de joelho (kg) - Pré	,902	9	,325
Extensão de joelho (kg) - Pós	,901	9	,322
Delta Extensão do Joelho (kg)	,847	9	,079
Flexão de cotovelo (kg) - Pré	,879	9	,203
Flexão de cotovelo (kg) - Pós	,944	9	,593
Delta Flexão de Cotovelo (kg)	,964	9	,818
Pico de torque 30o/s - Pré	,932	9	,483
Pico de torque 30o/s - Pós	,942	9	,571
Delta Pico de torque 30o/s	,927	9	,457
Pico de torque 90o/s - Pré	,957	9	,734
Pico de torque 90o/s - Pós	,936	9	,515
Delta Pico de torque 90o/s	,867	9	,144
VO2máx absoluto (ml/min) - Pré	,920	9	,423
VO2máx absoluto (ml/min) - Pós	,844	9	,076
Delta VO2máx absoluto (ml/min)	,922	9	,432
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pré	,929	9	,468
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pós	,886	9	,243
Delta VO2máx relativo (ml/kg/min)	,910	9	,370
VO2máx/MCM (ml/kg/min) - Pré	,901	9	,320
VO2máx/MCM (ml/kg/min) - Pós	,960	9	,770
Delta VO2máx/MCM (ml/kg/min)	,889	9	,258
Tempo teste esteira (min) - Pré	,857	9	,097
Tempo teste esteira (min) - Pós	,851	9	,086
Delta Tempo Esteira (min)	,903	9	,332

QUADRO 5 - Teste de Normalidade – GRUPO CONTROLE.

	Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.
Massa Corporal (kg) - Pré-Teste	,905	9	,340
Massa Corporal (kg) - Pós-Teste	,944	9	,601
Delta Massa Corporal (kg)	,931	9	,480
Estatura (cm) - Pré-Teste	,949	9	,652
Estatura (cm) - Pós-Teste	,953	9	,695
Delta Estatura (cm)	,847	9	,081
Massa Corporal Magra (kg) - Pré	,896	9	,295
Massa Corporal Magra (kg) - Pós	,877	9	,193
Delta Massa Corporal Magra (kg)	,923	9	,436
Massa Gordura Corp. (kg) - Pré	,980	9	,962
Massa Gordura Corp. (kg) - Pós	,927	9	,459
Delta Massa Gordura Corp. (kg)	,918	9	,413
Massa Magra Braço (g) - Pré	,911	9	,373
Massa Magra Braço (g) - Pós	,941	9	,568
Delta Massa Magra Braço (g)	,915	9	,397
Massa Magra Perna (kg) - Pré	,878	9	,201
Massa Magra Perna (kg) - Pós	,915	9	,396
Delta Massa Magra Perna (kg)	,946	9	,620
% Gordura Corporal - Pré	,938	9	,527
% Gordura Corporal - Pós	,970	9	,877
Delta % Gordura Corporal	,949	9	,650
Extensão de joelho (kg) - Pré	,909	9	,361
Extensão de joelho (kg) - Pós	,945	9	,612
Delta Extensão de Joelho (kg)	,871	9	,164
Flexão de cotovelo (kg) - Pré	,865	9	,132
Flexão de cotovelo (kg) - Pós	,923	9	,439
Delta Flexão de Cotovelo (kg)	,884	9	,232
Pico de torque 30o/s - Pré	,959	9	,756
Pico de torque 30o/s - Pós	,935	9	,505
Delta do Pico de torque 30o/s	,875	9	,183
Pico de torque 90o/s - Pré	,982	9	,971
Pico de torque 90o/s - Pós	,971	9	,889
Delta Pico de torque 90o/s	,873	9	,173
VO2máx absoluto (ml/min) - Pré	,939	9	,540
VO2máx absoluto (ml/min) - Pós	,909	9	,364
Delta VO2máx absoluto (ml/min)	,904	9	,335
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pré	,962	9	,793
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pós	,955	9	,721
Delta VO2máx relativo (ml/kg/min)	,925	9	,445
VO2máx/MCM (ml/kg/min) - Pré	,876	9	,187
VO2máx/MCM (ml/kg/min) - Pós	,851	9	,087
Delta VO2máx/MCM (ml/kg/min)	,978	9	,950
Tempo teste esteira (min) - Pré	,952	9	,687
Tempo teste esteira (min) - Pós	,923	9	,439
Delta Tempo Esteira (min)	,958	9	,751

Na análise comparativa, observou-se também a homogeneidade das variâncias através do Teste de Levene.

Os resultados das análises permitiram o uso de estatística paramétrica em todas as variáveis.

Dessa forma, o Teste t de Student para dados pareados foi utilizado para comparar o efeito do período do programa de treinamento em cada grupo (intragrupo), através da comparação dos valores obtidos no pré com os do pós-treinamento (Quadros 6 e 7).

QUADRO 6 - Comparações Intragrupo – GRUPO EXPERIMENTAL.

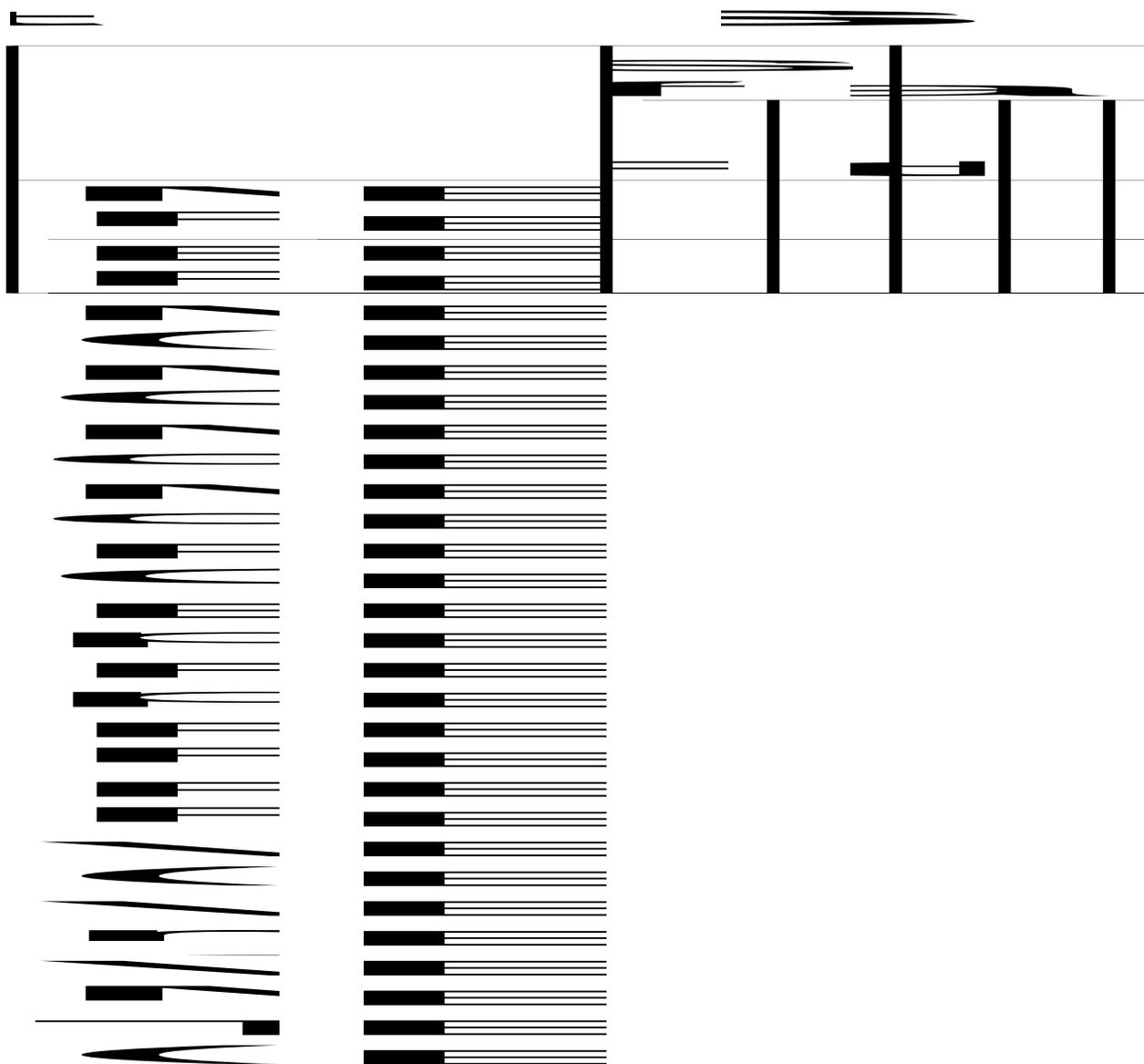
	t	df	Sig. (2-tailed)
Massa Corporal (kg) - Pré x Pós-Teste	-3,315	8	,011*
Estatura (cm) - Pré x Pós-Teste	-4,816	8	,001*
Massa Corporal Magra (kg) - Pré x Pós-Teste	-4,050	8	,004*
Massa de Gordura Corporal (kg) - Pré x Pós-Teste	-,468	8	,652
Massa Magra Braço (g) - Pré x Pós-Teste	-,764	8	,137
Massa Magra Perna (kg) - Pré x Pós-Teste	-2,583	8	,032*
% Gordura - Pré x Pós-Teste	,335	8	,747
Extensão de joelho (kg) - Pré x Pós-Teste	-18,899	8	,000*
Flexão de cotovelo (kg) - Pré x Pós-Teste	-19,000	8	,000*
Pico de torque 30o/s - Pré x Pós-Teste	-6,165	8	,000*
Pico de torque 90o/s - Pré x Pós-Teste	-8,273	8	,000*
VO ₂ máx absoluto (ml/min) - Pré x Pós-Teste	-1,902	8	,094
VO ₂ máx relativo (ml/kg/min) - Pré x Pós-Teste	-1,307	8	,227
VO ₂ máx / MCM (ml/kg/min) - Pré x Pós-Teste	-1,167	8	,277
Tempo teste esteira (min) - Pré x Pós-Teste	-2,281	8	,052

QUADRO 7 - Comparações Intragrupo – GRUPO CONTROLE.

	t	df	Sig. (2-tailed)
Massa Corporal (kg) - Pré x Pós-Teste	-6,974	8	,000*
Estatuta (cm) - Pré x Pós-Teste	-10,733	8	,000*
Massa Corporal Magra (kg) - Pré x Pós-Teste	-3,588	8	,007*
Massa de Gordura Corporal (kg) - Pré x Pós-Teste	-2,937	8	,019*
Massa Magra Braço (g) - Pré x Pós-Teste	-3,753	8	,006*
Massa Magra Perna (kg) - Pré x Pós-Teste	-4,261	8	,003*
% Gordura - Pré x Pós-Teste	-2,695	8	,027*
Extensão de joelho (kg) - Pré x Pós-Teste	-11,701	8	,000*
Flexão de Cotovelo (kg) - Pré x Pós-Teste	-4,989	8	,001*
Pico de torque 30o/s - Pré x Pós-Teste	-2,087	8	,070
Pico de torque 90o/s - Pré x Pós-Teste	-1,042	8	,328
VO2máx absoluto (ml/min) - Pré x Pós-Teste	,018	8	,986
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pré x Pós-Teste	1,181	8	,272
VO2máx / MCM (ml/kg/min) - Pré x Pós-Teste	,700	8	,504
Tempo teste esteira (min) - Pré x Pós-Teste	-,498	8	,632

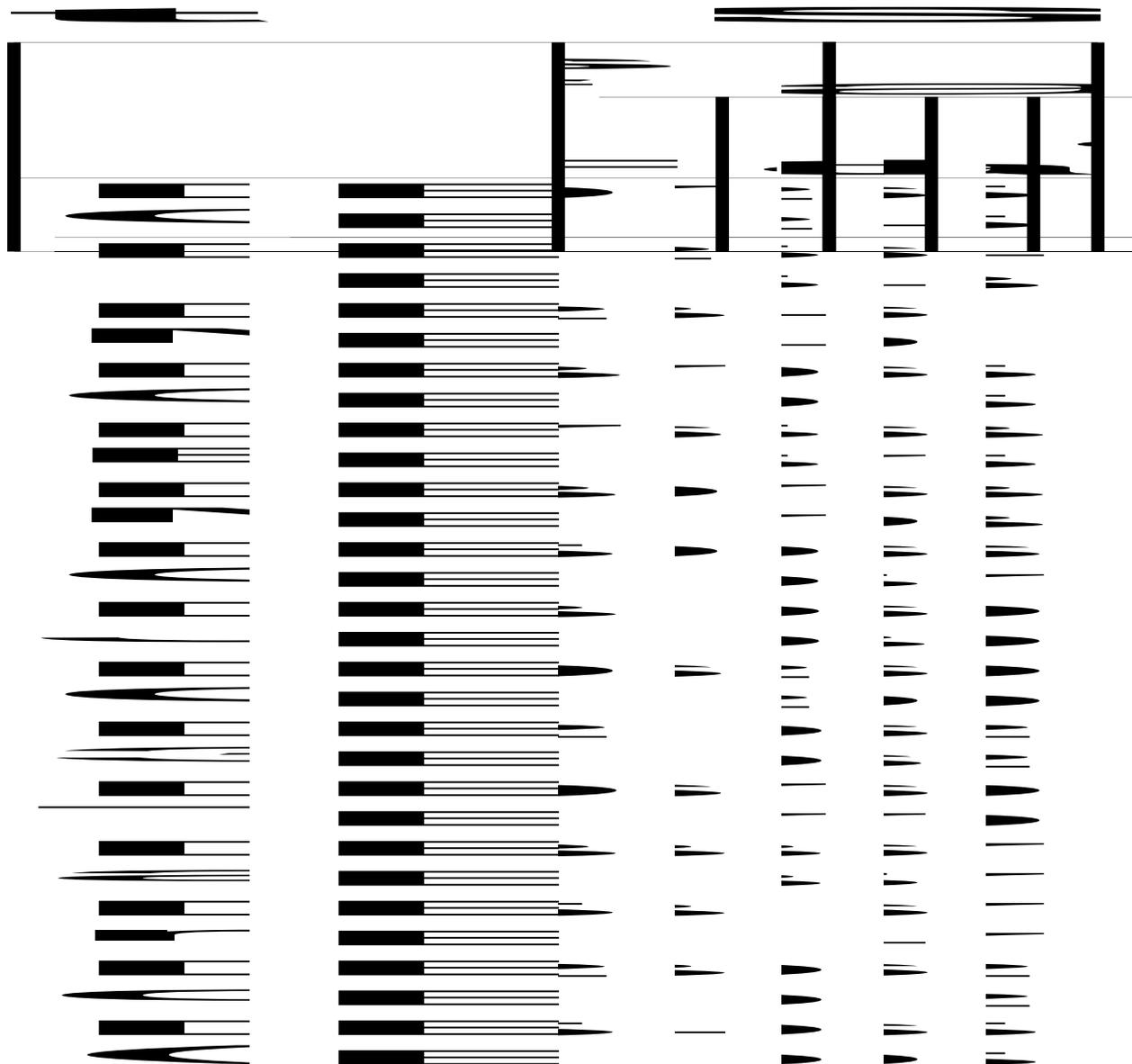
Utilizou-se, também, o Teste t de Student para amostras independentes com o objetivo de verificar se haviam diferenças entre o grupo experimental e controle (comparação intergrupos) ao iniciarem o período do programa de treinamento (Quadro 8).

QUADRO 8 - Comparações Intergrupos – GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE.



Além disso, utilizando os valores Δ , verificou-se o efeito do período do programa de treinamento intergrupos (Quadro 9).

QUADRO 9 - Comparações Intergrupos – GRUPO EXPERIMENTAL x GRUPO CONTROLE.



4.1 FORÇA MUSCULAR

A força muscular foi expressa tanto pela força dinâmica máxima como pela força isocinética máxima.

O teste de 1 RM foi realizado nos exercícios de flexão de cotovelo e extensão de joelho. A carga máxima deslocada (kg) nos testes de 1 RM foram utilizados como valores representativos da força dinâmica máxima.

A avaliação isocinética foi realizada no movimento de extensão de joelho com velocidades angulares de 30 e 90°/s. O pico de torque (Nm) atingido nas duas velocidades, em contração concêntrica, foi utilizado como valor representativo da força isocinética máxima. Os resultados são mostrados na Tabela 1.

TABELA 1 - Resultados dos testes de força muscular de 1 RM e Isocinético.

	Grupo Experimental (<i>n</i> = 9)		Grupo Controle (<i>n</i> = 9)	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
FLEXCO (kg)	6,4 ± 0,81	10,6 ± 0,99*	6,2 ± 0,90	7,2 ± 1,35*
EXTJO (kg)	10,8 ± 1,30	18,7 ± 2,06*	12,7 ± 3,38	15,6 ± 4,00*
Pico 30°/s (Nm)	71,7 ± 12,17	90,3 ± 16,98*	89,9 ± 29,79	94,6 ± 28,98
Pico 90°/s (Nm)	60,6 ± 1,67	78,1 ± 6,94*	73,4 ± 19,40	76,1 ± 19,77

Valores médios ± desvio padrão de flexão de cotovelo (FLEXCO), extensão de joelho (EXTJO) e pico de torque a 30°/s e 90°/s dos grupos experimental (GE) e controle (GC), no pré e pós-treinamento. *n* = tamanho amostral; * diferença significativa intragrupos; ***p* < 0,05**.

Conforme os resultados pode-se verificar que:

- Os valores de 1 RM avaliados nos exercícios de FLEXCO e EXTJO pós-treinamento, foram maiores que no pré-treinamento, tanto no GE como no GC (*p*<0,05).
- Os valores de pico de torque a 30°/s e 90°/s do GE no pós-treinamento foram maiores que no pré-treinamento (*p*<0,05), enquanto que não houve aumento significativo no GC (*p*=0,70 e *p*=0,32; respectivamente 30°/s e 90°/s).

Quando comparados os valores Δ (delta) dos grupos experimental e controle (comparação intergrupos) para verificar o efeito do período do programa de treinamento sobre a força muscular, observa-se que o grupo experimental obteve um aumento significativamente maior que o controle, tanto para o exercício de flexão de cotovelo (FIGURA 12) como para extensão de joelho (FIGURA 13).

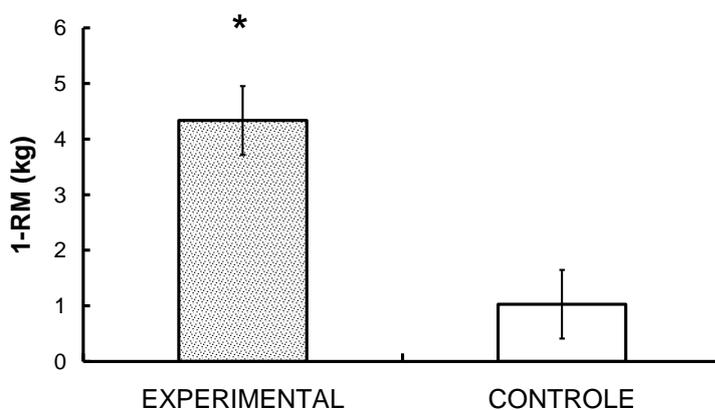


FIGURA 12 - Delta 1 RM de flexão de cotovelo.
Comparação intergrupos ($4,2 \pm 0,67$ vs $1,0 \pm 0,62$; $p < 0,05$).

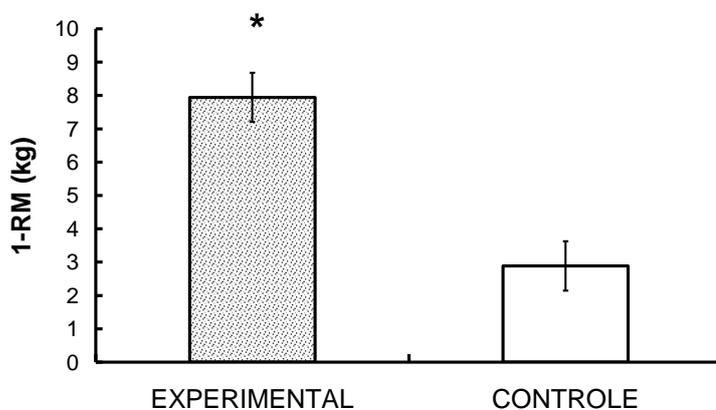


FIGURA 13 - Delta 1 RM de extensão de joelho.
Comparação intergrupos ($7,9 \pm 1,26$ vs $2,9 \pm 0,74$; $p < 0,05$).

Após o período do programa de treinamento de força, somente o GE apresentou aumentos significativos nos valores de pico de torque isocinético (Tabela 1). Além disso, o aumento na força isocinética do GE foi significativamente maior que o GC, tanto à 30°/s (Figura 14) como a 90°/s (Figura 15).

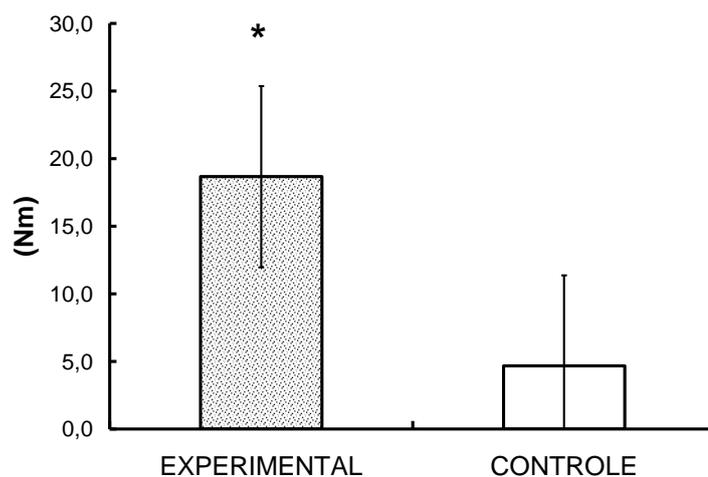


FIGURA 14 - Delta pico de torque 30°/s de extensão de joelho. Comparação intergrupos ($18,7 \pm 9,08$ vs $4,7 \pm 6,71$; $p < 0,05$).

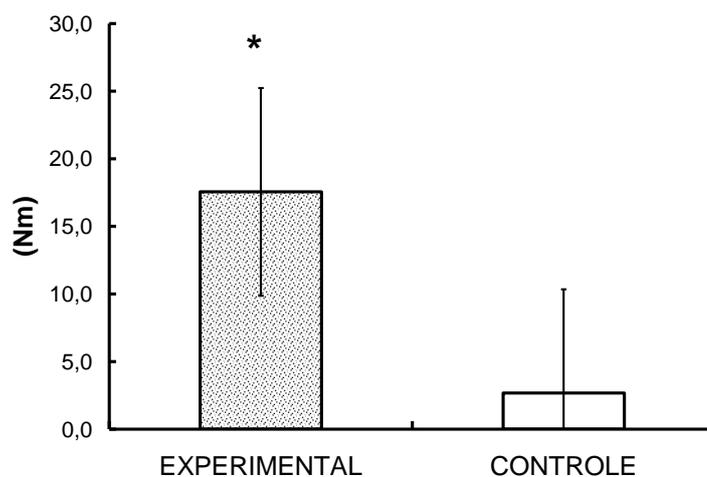


FIGURA 15 - Delta pico de torque 90°/s de extensão de joelho. Comparação intergrupos ($17,6 \pm 6,37$ vs $2,7 \pm 7,68$; $p < 0,05$).

4.2 POTÊNCIA AERÓBIA

A potência aeróbia foi representada pelos valores de pico do consumo de oxigênio (VO_{2pico}) absoluto e relativo (pela massa corporal e massa corporal magra). O tempo de teste (min) na esteira também foi controlado antes e depois do treinamento. Os resultados são mostrados na Tabela 2.

TABELA 2 - Resultados da avaliação da potência aeróbia.

	Grupo Experimental ($n = 9$)		Grupo Controle ($n = 9$)	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
VO_{2pico} (mL.min ⁻¹)	1264 ± 108	1362 ± 201	1454 ± 279	1453 ± 277
VO_{2pico} (mL.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	34,1 ± 4,77	35,6 ± 3,63	34,9 ± 1,94	33,6 ± 3,59
VO_{2pico} (mL.kg ⁻¹ MCM.min ⁻¹)	47,2 ± 2,71	49,0 ± 4,21	49,7 ± 3,46	48,5 ± 4,42
Tempo de teste (min)	11,8 ± 1,59	12,8 ± 1,95	11,6 ± 0,87	11,8 ± 1,05

Valores médios ± desvio padrão do pico de consumo de oxigênio absoluto (VO_{2pico} (mL.min⁻¹)), relativo a massa corporal (mL.kg⁻¹.min⁻¹) e relativo a massa corporal magra (mL.kg⁻¹ MCM.min⁻¹), e tempo de teste dos grupos experimental (GE) e controle (GC), no pré e pós-treinamento. n = tamanho amostral.

De acordo com os resultados pode-se verificar que:

- Não houve diferenças significativas nos valores de potência aeróbia e tempo de teste pré e pós-treinamento, tanto no GE como GC.

4.3 COMPOSIÇÃO CORPORAL

Os valores da massa de gordura, percentual de gordura e de massa corporal magra (total e compartimentada em braços e pernas) foram avaliados no DXA, antes e depois do período de treinamento. Os resultados são mostrados na Tabela 3.

TABELA 3 - Resultados da avaliação da composição corporal pelo método DXA.

	Grupo Experimental (<i>n</i> = 9)		Grupo Controle (<i>n</i> = 9)	
	PRÉ	PÓS	PRÉ	PÓS
% Gordura	21,8 ± 9,00	21,6 ± 8,97	23,7 ± 5,15	25,2 ± 5,75*
MGC (kg)	7,9 ± 4,08	8,1 ± 4,30	9,2 ± 3,01	10,3 ± 3,65*
MCM (kg)	26,8 ± 2,08	27,6 ± 2,12*	29,2 ± 4,52	30,0 ± 4,85*
MCMb (g)	2472 ± 408	2495 ± 376	2670 ± 542	2842 ± 572*
MCMp (g)	9398 ± 928	9670 ± 1002*	10570 ± 1775	10979 ± 1853*

Valores médios ± desvio padrão do percentual (%) de gordura, da massa de gordura corporal (MGC), da massa corporal magra total (MCM) e compartimentada em braços (MCMb) e pernas (MCMp) dos grupos experimental (GE) e controle (GC), no pré e pós-treinamento. *n* = tamanho amostral; * diferença significativa intragrupos; ***p* < 0,05**.

Os resultados demonstram que:

- Os valores de massa corporal magra total (MCM) e compartimentada em pernas no pós-treinamento foram significativamente maiores que no pré-treinamento, tanto no GE como no GC (*p*<0,05).
- Os valores de percentual (%) e massa de gordura corporal (MGC) pós-treinamento foram significativamente maiores apenas no grupo controle (*p*<0,05).

Embora os valores de massa de gordura corporal pós-treinamento tenham sido significativamente maiores que os valores pré-treinamento no grupo controle (Tabela 3), não houve diferença significativa nos valores de Δ da massa de gordura corporal entre o grupo experimental e controle (Figura 16).

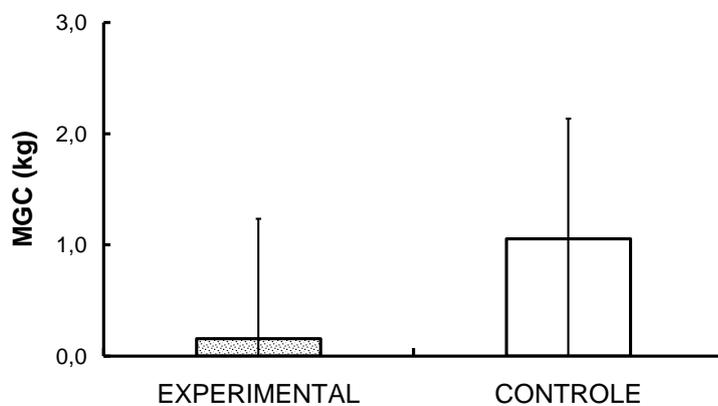


FIGURA 16 - Delta massa de gordura corporal.
Comparação intergrupos ($0,2 \pm 1,00$ vs $1,1 \pm 1,08$).

Os valores de massa corporal magra (MCM) pós-treinamento foram significativamente maiores que os valores pré-treinamento, tanto no grupo experimental como no controle (Tabela 3). Entretanto, não houve diferença significativa no aumento da MCM entre os grupos (Figura 17).

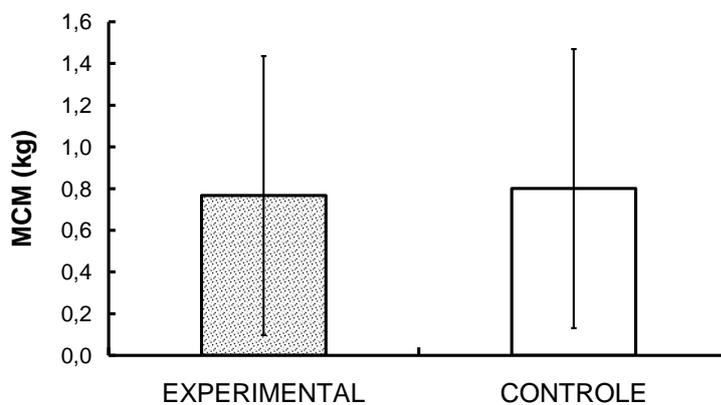


FIGURA 17 - Delta massa corporal magra.
Comparação intergrupos ($0,8 \pm 0,57$ vs $0,8 \pm 0,67$).

5 DISCUSSÃO

A força muscular, potência aeróbia e composição corporal são alguns dos principais componentes da aptidão física. Segundo o ACSM (1998), programas de treinamento que promovam adaptações nestas variáveis devem ser estimulados, proporcionando benefícios para a saúde de adultos e crianças.

Estudos recentes procuraram investigar, em diversas populações, as adaptações promovidas por programas de treinamento de força na força muscular (LILLEGARD et al., 1997; SUMAN et al., 2001), potência aeróbia (KELLEY, 2000; MAIORANA et al., 2000; PU et al., 2001) e composição corporal (HÄKKINEN et al., 2001; KRAEMER et al., 1997).

O objetivo do presente trabalho foi analisar as adaptações na força muscular, potência aeróbia, massa de gordura corporal e massa corporal magra de meninos submetidos a 12 semanas de um programa de treinamento de força.

A amostra do estudo

Procurou-se investigar as adaptações citadas anteriormente sem que houvesse a interferência de outros fatores, se não o programa de treinamento de força. Sendo assim, as variáveis estágio maturacional, estado nutricional e prática de atividade física da amostra foram controladas no presente estudo.

Quanto ao estágio maturacional, todos os meninos foram classificados em pré-púberes. Diferente do estudo de Suman et al. (2001) que não controlaram a maturação de crianças de 7 a 17 anos submetidas a treinamento de força, o presente estudo controlou o estágio maturacional dos meninos. Conforme Guedes e Guedes (1997); Malina e Bouchard (1991), os índices maturacionais estão diretamente relacionados com o desenvolvimento da força muscular, potência aeróbia e massa corporal magra de crianças. No estudo de Suman et al. (2001), crianças de diferentes estágios maturacionais poderiam apresentar idades semelhantes e mostrarem parâmetros de aptidão física muito diferentes.

Conseqüentemente, há dificuldades em deduzir se o treinamento realmente promoveu as adaptações fisiológicas ou estas se devem ao crescimento das crianças. Pois de acordo com Malina e Bouchard (1991), o crescimento promove alterações fisiológicas importantes, sobretudo relacionadas ao sistema hormonal, que acaba interferindo no processo de construção de tecidos, dentre os quais o muscular. Diante disso, afirmam que o controle da maturação biológica é muito importante em estudos que se propõem a analisar o processo evolutivo de variáveis fisiológicas em crianças.

Outro fator que parece ter relevância quando se investiga adaptações fisiológicas em crianças, é a inclusão de um grupo controle. Os trabalhos de meta-análise de Falk et al. (1996) e Payne et al. (1997) investigaram os efeitos do treinamento de força em crianças. Os dois trabalhos salientam que uma das dificuldades encontradas para consenso dos resultados é a inexistência de um grupo controle. De acordo com os autores, estudos que não utilizam grupo controle não podem afirmar que alterações fisiológicas ocorridas durante o período de treinamento de força são de fato ocasionadas pelo treinamento ou pelo crescimento.

O estudo de Docherty et al. (1987), por exemplo, não permite saber se os aumentos na potência anaeróbia e aeróbia de meninos púberes submetidos a treinamento de força são de fato pelo treinamento ou pelo crescimento das crianças. A falta do grupo controle não possibilita diferenciar às adaptações ocorridas pelo processo de maturação, daquelas ocorridas pelo treinamento. O aumento na produção de testosterona ocasionada na maturação induz ao aumento da massa muscular que poderia promover as melhorias da potência aeróbia e anaeróbia observada nos meninos (GUEDES e GUEDES, 1997).

Além da classificação do estágio maturacional e da inserção de um grupo controle, todos os meninos do presente estudo foram questionados sobre a participação regular em alguma prática de exercício. Conforme Bar-Or (1989), programas regulares de exercício podem promover alterações fisiológicas e morfológicas em crianças. Além das atividades desenvolvidas nas aulas de educação física da escola, os meninos não participaram de qualquer outra atividade física sistemática que pudesse interferir nos dados obtidos na pesquisa.

A amostra deste estudo foi composta por estudantes de uma mesma escola (CMPA). Tanto o grupo experimental, como o controle, recebeu as mesmas atividades promovidas pelo Colégio, antes e durante o período de treinamento. Dessa forma, acredita-se que as adaptações fisiológicas ocorridas no grupo experimental devam-se ao programa de treinamento.

Foram comparados os valores das variáveis força muscular, potência aeróbia, massa de gordura corporal e massa corporal magra entre os grupos experimental e controle, antes do período de treinamento. Através do Teste t de Student para amostras independentes (Quadro 8), não foram observadas diferenças nas variáveis antes do período de treinamento. Tal análise mostrou que os grupos, antes do início do treinamento, mostravam o mesmo nível de treinabilidade, demonstrando que o nível de estímulo das aulas de educação física eram os mesmos para o grupo experimental e controle.

O estado nutricional também foi avaliado inicialmente para identificar alguma ocorrência de desnutrição crônica na amostra. Segundo Guedes e Guedes (1997); Malina e Bouchard (1991), crianças que apresentam desnutrição crônica podem apresentar melhora no desempenho motor a partir de programas de treinamento físico, mas não semelhante a crianças bem nutridas.

O programa de treinamento de força

Conforme o ACSM (2002); Feigenbaum e Pollock (1999), a magnitude do aumento da força muscular é dependente do tipo de ação muscular utilizada (isométrica ou dinâmica), intensidade, volume, seleção dos exercícios, intervalos entre séries e frequência de treinamento. Neste sentido, Fleck e Kraemer (1999) acreditam que a definição do protocolo de avaliação é importante para o controle da especificidade, ou seja, a correspondência entre o tipo de avaliação e o treinamento realizado.

Diferente do presente trabalho que promoveu um treinamento do tipo dinâmico e avaliou dinamicamente, o trabalho de Vrijens (1978) não respeitou a especificidade do treinamento. Vrijens promoveu um treinamento do tipo dinâmico em meninos pré-púberes e púberes e avaliou a força muscular isométrica. A

inexistência do aumento na força muscular observada no estudo de Vrijens pode ser explicada pela forma inadequada de avaliação.

O programa de treinamento de força, no presente estudo, foi planejado levando-se em consideração as diferentes propostas metodológicas apresentadas em estudos relacionados ao treinamento de força em crianças (FAIGENBAUM et al., 1993b, 1999; FUKUNAGA et al., 1992; LILLEGARD et al., 1997; OZMUN et al., 1994; PFEIFFER e FRANCIS, 1986; PINTO, 1998; RAMSAY et al., 1990; SUMAN et al., 2001; TREUTH, 1998b; VRIJENS, 1978; WELTMAN et al., 1986). O programa de treinamento foi composto de exercícios dinâmicos, executados em equipamentos específicos e adaptados às características antropométricas das crianças. Não foram utilizados pesos livres em função da segurança limitada desses equipamentos e também pelos sujeitos pesquisados serem iniciantes nesta modalidade de treinamento (KRAEMER e FLECK, 2001). Além disso, a utilização de equipamentos de musculação facilita a estabilização das articulações e mobilizam grupos musculares específicos, características estas fundamentais para o acompanhamento da magnitude dos ganhos da força muscular (FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001).

Em relação aos exercícios selecionados, os exercícios de flexão de cotovelo e extensão de joelho foram escolhidos para propiciar comparação da treinabilidade da força muscular de crianças com outros estudos (BLIMKIE, 1993b; FAIGENBAUM et al. 1993b, OZMUN et al. 1994; PINTO, 1998; RAMSAY et al. 1990; TREUTH et al., 1998a, b). Como a avaliação da força muscular foi realizada no teste de 1 RM nos exercícios de flexão de cotovelo e extensão de joelho, procurou-se evitar a inclusão de outros exercícios que trabalhassem os mesmos grupos musculares que os testados. Sendo assim, também foram escolhidos os exercícios de supino reto, adução e abdução do quadril para contribuir nas adaptações da potência aeróbia e composição corporal sem que interferissem nos valores da força muscular dos músculos flexores do cotovelo e extensores do joelho. A participação de exercícios complementares nesta pesquisa é semelhante ao estudo de Ramsay et al. (1990) que também incluíram outros exercícios, além de flexão de cotovelo e extensão de joelho, para promover adaptações na composição corporal.

A intensidade na carga de trabalho dos exercícios de flexão de cotovelo e extensão de joelho variou de 60 a 80% do 1 RM. Essa variação na carga é

semelhante a alguns estudos com treinamento de força em crianças (PINTO, 1998; RAMSAY et al., 1990; SUMAN et al. 2001). De acordo com Fleck e Kraemer (1999), programas de treinamento que apresentam variações, tanto na intensidade das cargas como no volume das repetições, parecem promover maiores adaptações na força muscular.

A intensidade do treinamento é o fator mais importante para desenvolver a força muscular, enquanto que o volume total de treinamento (séries x repetições x carga) parece ser mais importante para o desenvolvimento da resistência e massa muscular (ACSM, 2002). No presente estudo, o programa de treinamento teve progressão na sobrecarga de trabalho, através do aumento da intensidade e do volume de treinamento. A elevação na sobrecarga de trabalho é um dos principais fundamentos do treinamento físico, e que também deve ser considerada em programas de treinamento de força para promover adaptações no organismo (ZATSIORSKY, 1999).

Diferente do estudo de Vrijens (1978) que manteve a mesma sobrecarga de trabalho durante 8 semanas de treinamento de força e não encontrou alteração na força muscular de meninos pré-púberes, o presente estudo elevou a sobrecarga de trabalho durante o treinamento e observou ganhos significativos na força dinâmica e isocinética máxima.

Quanto à duração de 12 semanas deste programa de treinamento, considerou-se a proposta de ação recíproca dinâmica dos fatores neurais e de hipertrofia muscular para aumento da força muscular (SALE, 1988). Sale propõem que adaptações neurais são observadas nas primeiras semanas de treinamento. Conforme aumenta a duração do programa (≥ 10 semanas), a hipertrofia muscular acontece e contribui mais do que as adaptações neurais para os ganhos observados em força. Dessa forma, o atual programa de treinamento teve duração de 12 semanas para permitir as adaptações morfológicas e neurais responsáveis pelo aumento na força muscular (BADILLO e AYESTARÁN, 2001; HÄKKINEN e KOMI, 1983).

5.1 ADAPTAÇÕES NA FORÇA MUSCULAR

Com o intuito de verificar possíveis adaptações na força muscular de meninos pré-púberes, avaliou-se a força dinâmica e isocinética máximas. Os resultados apresentados neste estudo para cada tipo de força serão discutidos separadamente.

Antes de iniciar a discussão relacionada às adaptações promovidas pelo programa de treinamento de força, é importante relatar que houve dificuldade para comparar os valores obtidos de força muscular deste estudo, com alguns trabalhos também com crianças. Tal dificuldade ocorreu em função dos resultados serem apresentados somente em valores percentuais (OZMUN et al., 1994; RAMSAY et al., 1990). A apresentação da treinabilidade de uma determinada variável em valores percentuais não possibilita comparar os dados obtidos com outros estudos, além de levar a interpretações equivocadas da eficiência ou não de um determinado treinamento.

A força dinâmica máxima

A partir dos valores absolutos obtidos no teste de 1 RM, verificou-se que após o programa de treinamento, tanto o grupo experimental como o controle, apresentaram ganhos significativos de força nos exercícios de flexão de cotovelo e extensão de joelho (Tabela 1). O aumento da força muscular nas crianças poderia ser explicado pelo crescimento e maturação (BAR-OR, 1989; MALINA e BOUCHARD, 1991). Entretanto, quando comparados os valores de Δ , verifica-se maiores aumentos na força dinâmica máxima do grupo experimental do que no controle, tanto no exercício de flexão de cotovelo (GE = 4,2 kg e GC = 1,0 kg) como na extensão de joelho (GE = 7,9 kg e GC = 2,9 kg). Estes resultados sugerem que o programa de treinamento proporcionou aumentos significativos na força de EXTJO e FLEXCO do grupo experimental quando comparado ao controle ($p < 0,05$).

Em virtude da participação em programas de treinamento de força, estudos anteriores indicam que crianças podem aumentar a força muscular além dos valores relacionados ao crescimento e maturação (FAIGENBAUM et al., 1993b; LILLEGARD et al., 1997; PFEIFFER e FRANCIS, 1986; PINTO, 1998; WELTMAN et al., 1986). O

aumento da força muscular de crianças envolvidas em programas de treinamento de força poderia ser explicado pela melhoria na coordenação motora e discretos aumentos no músculo (BLIMKIE, 1993; FAIGENBAUM et al, 1999). Embora o presente estudo não tenha controlado a ativação elétrica muscular (EMG) com o propósito de avaliar as alterações neurais proporcionadas pelo treinamento, avaliou-se a massa corporal magra total e compartimentada por braços e pernas (Tabela 3) com o intuito de avaliar as alterações morfológicas ocorridas pelo mesmo.

Na relação intragrupo, ocorreu um aumento significativo em quase todos os valores de massa corporal magra, exceto na massa magra de braço do grupo experimental ($p=0,13$). Quando se compara o valor de Δ entre os grupos experimental e controle não há diferenças significativas.

Tais resultados sugerem que o programa de treinamento não induziu aumentos na massa corporal magra do grupo experimental, quando comparado ao controle. Dessa forma, sugere-se que o aumento da força dos meninos treinados ocorreu por ajustes neurais e não pelo aumento da massa corporal magra. Estes ajustes neurais ocorridos nos meninos treinados podem ser ocasionados pelo aumento da sincronização das unidades motoras e aumento da ativação neuromuscular (BLIMKIE, 1993a; KOMI, 1986; OZMUN et al., 1994).

O estudo de Ozmun et al. (1994), também submetendo crianças pré-púberes a um programa de treinamento de força, verificaram ganhos tanto na força isocinética como dinâmica máxima. Após 8 semanas de treinamento observaram um aumento de 16,8% no sinal eletromiográfico do grupo experimental, comparado com o controle. Por não haver mudança na circunferência do segmento avaliado, Ozmun et al. sugerem que o ganho na força muscular ocorrido deve-se a fatores neurais e não por hipertrofia muscular.

É consenso na literatura científica que crianças submetidas a treinamento de força aumentam a força muscular (FALK e TENENBAUM, 1996; PAYNE et al., 1997). Entretanto, o estudo de Vrijens (1978) não demonstrou aumento da força em crianças treinadas. Tais achados podem ser justificados pela manutenção da mesma carga de trabalho durante as 8 semanas de treinamento e pela especificidade do treinamento em relação à avaliação da força. Variáveis estas importantes e já discutidas anteriormente.

De acordo com os resultados, pode-se observar que meninos pré-púberes do grupo experimental apresentaram maiores aumentos na força dinâmica máxima quando comparado ao grupo controle. E, que a relação entre a intensidade, o volume e a duração do treinamento foram adequados para o aumento da força muscular.

A força isocinética máxima

Apesar do teste isocinético não ser específico ao movimento dinâmico executado no programa de treinamento, o grupo experimental apresentou aumentos significativos no pico de torque isocinético de extensão de joelho nas velocidades avaliadas (30°/s e 90°/s), quando comparado ao grupo controle (Figuras 14 e 15). Esses achados são semelhantes a outros estudos que relatam ganhos de força isocinética máxima a partir de programas realizados em equipamentos de musculação (RAMSAY et al., 1990; SUMAN et al., 2001).

No presente estudo, os ganhos na força isocinética máxima do grupo experimental foram de 18,7 e 17,6 Nm, respectivamente, nas velocidades de 30 e 90°/s. Estes aumentos são semelhantes aos encontrados no estudo de Suman et al. (2001) que apresentaram ganhos de 13,3 Nm na velocidade de 150°/s.

Entretanto, o estudo de Weltman et al. (1986), no qual o programa de treinamento de força foi realizado em equipamento isocinético durante 14 semanas, em que somente a fase concêntrica do movimento foi executada, relataram aumentos no pico de torque isocinético de 6,6 e 4,4 Nm, respectivamente nas velocidades 30 e 90°/s. Embora nesse estudo de Weltman et al. tenha sido respeitada a especificidade do treinamento já discutida anteriormente, a metodologia utilizada no seu treinamento (alto volume e baixa intensidade) proporcionou aumentos menores quando comparado ao presente estudo. Da mesma forma, a não realização da fase excêntrica dos movimentos poderia ter contribuído para aumentos menos expressivos observados no referido estudo.

O aumento nos valores isocinéticos do presente trabalho indicam um grau de transferência de ganhos de força dinâmica às medidas de força isocinética. As

prováveis adaptações neuromusculares ocorridas com o programa de treinamento parecem, igualmente, influenciar os valores da força isocinética máxima.

5.2 ADAPTAÇÕES NA POTÊNCIA AERÓBIA

As adaptações na potência aeróbia produzida pela prática do treinamento de força, tanto em adultos, como em crianças, têm sido investigadas (ANTONIAZZI, 1999; MAIORANA et al., 2000; PU et al., 2001; TREUTH et al., 1998; WELTMAN et al., 1986).

Os efeitos do treinamento de força na potência aeróbia em crianças são contraditórios, e assim como em adultos, parece ser dependente da metodologia empregada no programa de treinamento (BLIMKIE, 1993a). Embora existam diferenças no emprego das metodologias de treinamento, os trabalhos afirmam que o treinamento de força promove aumentos na força muscular, capilarização e capacidade oxidativa dos grupos musculares treinados (MAIORANA et al., 2000; PU et al., 2001). Tais adaptações sugerem melhorias na função do músculo esquelético, além do possível aprimoramento da potência aeróbia.

O presente estudo não observou alteração significativa da potência aeróbia, tanto do grupo experimental como do controle (Tabela 2). Estes achados são semelhantes a outros estudos que investigaram as adaptações da potência aeróbia em crianças promovidas pela participação em programas de treinamento de força (BLIMKIE, 1993b; TREUTH et al., 1998).

Estudos de meta-análise sugerem que programas de treinamento, mesmo de natureza aeróbia, promovem pouco ou nenhum aumento da potência aeróbia em crianças. E, que o incremento da potência aeróbia parece estar relacionado com o desenho experimental da investigação, o nível maturacional das crianças, a natureza e o estímulo de treinamento (LEMURA et al., 1999; PAYNE e MORROW, 1993).

Embora estas considerações sejam as mais aceitas, o trabalho de Weltman et al. (1986) demonstraram aumentos nos valores absolutos ($0,27 \text{ L}/\text{min}^{-1}$) e relativo ($6,44 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) de meninos pré-púberes. A natureza concêntrica recíproca do treinamento de resistência isocinética, o volume de exercícios executados em uma

determinada sessão de treinamento (8 exercícios isocinéticos) e o tipo de sistema utilizado no estudo (treinamento em circuito), podem ter contribuído para o aumento no $VO_{2máx}$. Segundo Fleck e Kraemer (1999), programas de treinamento de força em circuito são os mais efetivos para ganhos de potência aeróbia. Além disso, movimentos concêntricos requerem um consumo de oxigênio maior que movimentos excêntricos (KATCH et al., 1985; KNUTTGEN, 1986).

Da mesma forma, o estudo de Suman et al. (2001) também encontraram aumento no valor relativo ($6,8 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) de meninos de 7 a 17 anos. Entretanto, os autores não dividiram as crianças pelo estágio maturacional, ou seja, não levaram em consideração as diferentes características fisiológicas apresentadas nos estágios maturacionais (MALINA e BOUCHARD, 1991). O fato de agregarem as crianças em um mesmo grupo, pode ter influenciado nos resultados obtidos. Além disso, as crianças tinham sido vítimas de queimaduras e provavelmente estavam inativas fisicamente por um bom tempo. Dessa forma, a média da potência aeróbia inicial foi baixa ($29,9 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), comparada com os meninos do presente estudo ($34,0 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), onde todos eram pré-púberes e mantinham atividades aeróbias no Colégio Militar. A partir dos valores da potência aeróbia inicial, verifica-se que o grau de treinabilidade das crianças do estudo de Suman et al. era bem maior que os meninos do Colégio Militar. Sendo assim, a possibilidade de incremento na potência aeróbia do estudo de Suman et al. foi maior que a do presente estudo. Esta diferença no nível de atividade física dos meninos do CMPA comparados com as crianças do estudo talvez possa justificar o aumento da potência aeróbia observado em apenas um dos trabalhos.

Tempo de teste

Tanto o controle, como o experimental, não apresentou diferenças significativas nos valores pré e pós-treinamento do tempo de teste na esteira (Tabela 2). Estes resultados podem ser explicados pelo fato de que a esteira exige a ação de um número maior de grupos musculares quando comparada com os exercícios envolvidos no treinamento de força. Ou seja, enquanto que nos exercícios de força era exercitada a musculatura extensora do joelho, adutora e abdução do quadril, o

teste na esteira também exige a ação de outros grupos musculares que não foram condicionados no programa de treinamento.

Alguns estudos demonstram que o aumento no tempo de teste sugere uma melhoria da resistência cardiovascular e capacidade muscular para realizar trabalho (ANTONIAZZI, 1999; SUMAN et al, 2001). Conseqüentemente, o aumento da potência aeróbia encontrada em estudos com crianças (SUMAN et al., 2001; WELTMAN et al., 1986) poderia ser explicado pelo aumento na duração dos testes, já que os estudos não relatam melhora de outros parâmetros do sistema cardiorrespiratório.

5.3 ADAPTAÇÕES NA COMPOSIÇÃO CORPORAL

No presente estudo, verificou-se um aumento significativo nos valores de massa de gordura corporal pós-treinamento no grupo controle (Tabela 3). O grupo experimental não apresentou aumento e nem redução da massa de gordura corporal. Quando comparados os valores de Δ da massa gorda entre os grupos experimental e controle (Figura 16) não foi encontrado diferenças entre os grupos.

O programa de treinamento não estimulou a redução da massa de gordura corporal das crianças. Entretanto, pelo aumento significativo da massa de gordura corporal no grupo controle, podemos inferir que o programa de treinamento não foi eficiente para reduzir a gordura, mas foi eficaz em manter os valores no grupo experimental. A falta de redução da massa de gordura no grupo experimental pode ser explicada pela característica da amostra. Por serem fisicamente ativos, os níveis de treinabilidade para proporcionar redução na gordura corporal é pequena. Sendo assim, para que houvesse reduções na massa de gordura, o estímulo de treinamento precisaria ser maior, além do acompanhamento de uma dieta hipocalórica (SOTHERN et al., 2000; TREUTH et al., 1998a, b).

O estudo de Treuth et al. (1998b) com meninas pré-púberes e obesas, também observou resultados semelhantes ao presente estudo. Utilizando a mesma técnica para avaliar a composição corporal (DXA), o estudo não identificou redução nos valores da massa de gordura do grupo experimental depois de 5 meses de

treinamento de força. O programa de treinamento também não ofereceu estímulo suficiente para alterações na gordura corporal. O tempo reduzido de treinamento (20 min) e o volume baixo na carga de trabalho foram insuficientes.

Kraemer et al. (1997) sugerem que programas de treinamento de força com maiores volumes de trabalho parecem ser mais efetivos na redução da gordura corporal. Isto é confirmado no trabalho de Weltman et al. (1986) que observaram reduções no percentual de gordura corporal de meninos treinados em um programa de treinamento, em forma de circuito, onde continha volume elevado de repetições.

Quanto à massa corporal magra, os grupos experimental e controle aumentaram significativamente depois do período de treinamento (Tabela 3). Entretanto, não houve diferença significativa entre os valores Δ da massa corporal magra do GE e GC (Figura 17).

A intensidade de trabalho para promover adaptações na massa corporal magra de todo o corpo parece ter sido insuficiente. Entretanto, mesmo analisando-se a massa magra de braços e de pernas, onde através dos exercícios de flexão de cotovelo e extensão de joelho os estímulos foram maiores, também não houve diferenças entre o grupo treinado e o controle. Estes achados demonstram que o programa de treinamento não alterou a massa magra dos meninos treinados, e que o aumento intragrupo apresentado deve-se a fatores do crescimento (MALINA e BOUCHARD, 1991).

A inexistência de aumento na massa muscular do presente estudo é confirmada em outros trabalhos (FAIGENBAUM et al., 1993b; OZMUN et al., 1994; RAMSAY et al., 1990). Parece que os baixos níveis de testosterona em crianças é o fator responsável pela falta de hipertrofia muscular induzida pelo exercício (HANSEN et al., 1999; KRAEMER et al., 1999).

As adaptações na massa corporal magra de crianças, a partir do treinamento de força, também são controversos e parecem ser influenciadas principalmente pela maturação (BLIMKIE, 1993a; FAIGENBAUM e WESTCOTT, 2001).

Conforme Hansen et al. (1999), crianças púberes apresentam maiores quantidades de testosterona e hormônio do crescimento que pré-púberes, e por isso podem apresentar maiores aumentos na massa muscular quando envolvidas em

exercícios. A característica maturacional dos meninos do presente estudo talvez explique a falta de aumento da massa corporal magra pelo treinamento de força.

Diferente dos resultados encontrados, o trabalho de Suman et al. (2001), observaram alterações na massa corporal magra de crianças avaliadas também pelo DXA. Entretanto, a amostra foi constituída por crianças que tinham de 7 a 17 anos. Ou seja, já haviam crianças maturadas que apresentavam condições para a hipertrofia induzida pelo treinamento.

Da mesma forma, o estudo de Fukunaga et al. (1992) verificou aumento na área de secção transversa do músculo de crianças treinadas. Entretanto, o estudo não identifica a idade e a maturação da amostra.

Outro trabalho que afirma ter observado aumentos na massa muscular é o estudo de Lillegard et al. (1997). Foi encontrada redução no percentual de gordura e aumentos nas circunferências de meninos pré-púberes treinados, quando comparados com não treinados. No entanto, embora a antropometria seja bastante utilizada para descrição de amostras, Lohman (1992) afirma que não é um método seguro para afirmar alterações morfológicas induzidas pelo exercício.

Utilizando-se o DXA para avaliação da composição corporal, os achados do presente estudo não identificaram diferenças nas adaptações morfológicas dos meninos treinados com não treinados.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados do presente estudo, pode-se afirmar que o programa de treinamento de força utilizado, conforme a metodologia proposta em meninos pré-púberes, foi eficiente para produzir maiores aumentos da força muscular, tanto isocinética como dinâmica máxima nos meninos treinados.

Entretanto, o programa não foi efetivo para os aumentos da potência aeróbia e da massa corporal magra, e redução da massa de gordura corporal.

Dessa forma, considerando as hipóteses do estudo, tomamos as seguintes conclusões:

- A hipótese 1 foi confirmada. Os meninos treinados apresentaram maiores ganhos na força muscular quando comparados aos meninos não treinados.
- A hipótese 2 foi confirmada. Os meninos treinados não apresentaram maiores ganhos na potência aeróbia quando comparados aos meninos não treinados.
- A hipótese 3 foi confirmada. Os meninos treinados não apresentaram maiores ganhos na massa corporal magra quando comparados aos meninos não treinados.
- A hipótese 4 foi rejeitada. Os meninos treinados não apresentaram reduções na massa de gordura corporal quando comparados aos meninos não treinados.

7 SUGESTÕES

- Verificar as adaptações na força muscular, potência aeróbia e composição corporal promovidas pelo treinamento de força em crianças em diferentes estágios de maturação.
- Comparar os efeitos de diferentes metodologias de programas de treinamento de força (ex. alta intensidade/baixa repetições *versus* baixa intensidade/alta repetições) em parâmetros fisiológicos e morfológicos.

8 BIBLIOGRAFIA

- 1 AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Weight training and weight lifting: information for the pediatrician. **The Physician and Sportsmedicine**, v.11, n.3, p.157-161, 1983.
- 2 AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Strength training, weight and power lifting, and body building by children and adolescents. **Pediatrics**, v.86, n.5, p.801-803, 1990.
- 3 AMERICAN ASSOCIATION OF CARDIOVASCULAR AND PULMONARY REHABILITATION. **Guidelines for Cardiac Rehabilitation and Secondary Prevention Programs**. 3 ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1999.
- 4 AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. The prevention of sports injuries of children and adolescents. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.25, n.8, p.1-7, 1993.
- 5 AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. 5 ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.
- 6 AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.30, n.6, p.975-991, 1998.
- 7 AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.34, n.2, p.364-380, 2002.
- 8 AMERICAN HEART ASSOCIATION. Guidelines for clinical exercise testing laboratories. **Circulation**, v.91, n.3, p.912-921, 1995.
- 9 AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation**, v.104, p.1694-1740, 2001.
- 10 AMERICAN SOCIETY OF EXERCISE PHYSIOLOGISTS. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **JEPonline**, v.4, n.3, p.1-21, 2001. Disponível em: <http://www.css.edu/users/tboone2/asep/fldr/fldr.htm> Acesso em: fevereiro/2002.

- 11 ANTONIAZZI, R. M. Alteração do $VO_{2m\acute{a}x}$ de indivíduos com idades entre 50-70 anos, decorrente de um programa de treinamento com pesos. Dissertação de Mestrado. Santa Maria: UFSM, 1999.
- 12 ARAÚJO, W. B. **Ergometria e Cardiologia Desportiva**. Rio de Janeiro, RJ: Medsi, 1986.
- 13 ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; WINSLEY, R. J. Is peak VO_2 a maximal index of children's aerobic fitness? **International Journal of Sports Medicine**, v.17, n.5, p.356-359, 1996.
- 14 ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; KIRBY, B. J. Peak oxygen uptake and maturation in 12-yr olds. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.30, n.1, p.165-169, 1998.
- 15 ARMSTRONG, N.; WELSMAN, J. R.; NEVILL, A. M.; KIRBY, B. J. Modeling growth and maturation changes in peak oxygen uptake in 11-13 yr olds. **Journal Applied Physiology**, v.87, n.6, p.2230-2236, 1999.
- 16 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6024: Numeração progressiva das seções de um documento – procedimento. 1989.
- 17 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 6025: Informação e documentação - referências - elaboração. 2000.
- 18 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6027: Sumário - procedimento**. 1989.
- 19 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 6028: Resumos - procedimento**. 1990.
- 20 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10520: Informação e documentação – apresentação de citações em documentos. 2001.
- 21 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 14724: Informação e documentação – trabalhos acadêmicos – apresentação. 2001.
- 22 ASTRAND, P. O., RODAHL, K. **Textbook of work physiology**. New York: McGraw-Hill, 1986.
- 23 BADILLO, J. J. G.; AYESTARÁN, E. G. **Fundamentos do treinamento de força: aplicação ao alto rendimento desportivo**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
- 24 BAECHLE, T. R. **Essentials of Strength Training and Conditioning**. National Strength and Conditioning Association. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1994.

- 25 BAECHLE, T. R. **Weight Training: Steps to Success**. 2 ed. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1998.
- 26 BAR-OR, O. Pediatric sports medicine. **Physiologic principles to clinical applications**. New York: Springer, 1983.
- 27 BAR-OR, O. Trainability of the prepubescent child. **The physician and sportsmedicine**, v.17, n.5, p.65-82, 1989.
- 28 BEUNEN, G. P. Biological age in pediatric exercise research. In: BAR-OR, O. **Advances in Pediatric Sport Sciences**. v.3: Biological Issues. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1989.
- 29 BLIMKIE, C. J. R. Resistance training during preadolescence: issues and controversies. **Sports Medicine**, v.15, n.6, p.389-407, 1993a.
- 30 BLIMKIE, C. J. R. Benefits and risks of resistance training in children. In: Cahill & Pearl (Eds). **Perspectives on Intensive Participation in Children's Sports**. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 1993b.
- 31 BROWN, E. W., KIMBALL, R. G. Medical history associated com adolescent powerlifting. **Pediatrics**, v.72, n.5, p.636-644, 1983.
- 32 BROWN, E.; LILLEGARD, W.; HENDERSON, R.; WILSON, D.; LEWIS, E.; HOUGH, D.; STRINGER, K. Efficacy and safety of strength training with free weights in prepubescent to early postpubescent. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.24, (suppl.), p.S82, 1992.
- 33 CAIAFFO, F.; PINTO, R. S.; FONTOURA, A.; MEYER, F. Força muscular e treinabilidade da força em meninos desnutridos. **Anais do VIII Salão de Iniciação Científica**. Porto Alegre: UFRGS, 1996.
- 34 CARPINELLI, R. N.; OTTO, R. M. Strength training: single versus multiple sets. **Sports Medicine**, v.26, n.2, p.73-84, 1998.
- 35 DELORME, T. L.; WATKINS, A. L. Technics of progressive resistance exercise. **Archives of Physical Medicine**, v.29, p.263-273, 1948.
- 36 DIMRI, G. P. Alterations in aerobic-anaerobic proportions of metabolism during work in heat. **European Journal of Applied Physiology**, v.45, n.1, p.43-50, 1980.
- 37 DOCHERTY, D.; WENGER, H.; COLLIS, M. The effects of resistance training on aerobic and anaerobic power of young boys. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.19, n.4, p.389-392, 1987.
- 38 FAIGENBAUM, A. Prepubescent strength training: a guide for teachers and coaches. **National Strength and Conditioning Association Journal**, v.15, n.5, p.20-29, 1993a.

- 39 FAIGENBAUM, A.; ZAICHKOWSKY, L. D.; WESTCOTT, W. L.; MICHELI, L. J.; FEHLANDT, A. The effects of a twice-a-week strength training program on children. **Pediatric Exercise Science**, v.5, p.339-346, 1993b.
- 40 FAIGENBAUM, A.; KRAEMER, W.; CAHILL, B. Youth resistance training: position statement paper and literature review. **Strength and Conditioning**, v.18, n.6, p.62-75, 1996.
- 41 FAIGENBAUM, A.; WESTCOTT, W.; LOUD, R.; LONG, C. The effects of different resistance training protocols on muscular strength and endurance development in children. **Pediatrics**, v.104, n.1, p.1-7, 1999.
- 42 FAIGENBAUM, A.; WESTCOTT, W. **Força e potência para atletas jovens**. São Paulo: Manole, 2001.
- 43 FALK, B.; TENENBAUM, G. The effectiveness of resistance training in children: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v.22, n.3, p.176-186, 1996.
- 44 FEIGENBAUM, M. S.; POLLOCK, M. L. Strength training: rationale for current guidelines for adult fitness programs. **The Physician and Sportsmedicine**, v.25, n.2, p.44-64, 1997.
- 45 FEIGENBAUM, M. S.; POLLOCK, M. L. Prescription of resistance training for health and disease. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.31, n.1, p.38-45, 1999.
- 46 FLECK, S. J.; KRAEMER, W. J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- 47 FOLHA DE SÃO PAULO. **Muita malhação reduz o crescimento**. Caderno Saúde. Jornal do dia 12 de novembro de 2000, p.46.
- 48 FONTOURA, A. S. O efeito do treinamento e destreinamento na força muscular de meninos pré-púberes. **Dissertação de Mestrado**. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- 49 FUKUNAGA, T.; FUNATO, K.; IKEGAWA, S. The effects of resistance training on muscle area and strength in prepubescent age. **Annals of Physiology and Anthropology**, v.11, n.3, p.357-364, 1992.
- 50 GETTMAN, L. R.; WARD, P.; HAGAN, R. D. A comparison of combined running and weight training with circuit weight training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.3, p.229-234, 1982.
- 51 GUEDES, D. P.; GUEDES, J. P. **Crescimento, composição corporal e desempenho motor de crianças e adolescentes**. São Paulo, SP: CLR Balieiro, 1997.

- 52 HÄKKINEN, K.; KOMI, P. V. Electromyographic changes during strength training and detraining. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.15, n.6, p.455-460, 1983.
- 53 HÄKKINEN, K.; PAKARINEN, A.; KRAEMER, W.; HÄKKINEN, A.; VALKEINEN, H.; ALEN, M. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. **Journal of Applied Physiology**, v.91, p.569-580, 2001.
- 54 HAMILL, B. Relative safety of weight lifting and weight training. **Strength Conditioning**, v.8, p.53-57, 1994.
- 55 HANSEN, L.; BANGSBO, J.; TWISK, J.; KLAUSEN, K. Development of muscle strength in relation to training level and testosterone in young male soccer players. **Journal of Applied Physiology**, v.87, n.3, p.1141-1147, 1999.
- 56 HEBESTREIT, H.; KRIEMLER, S.; HUGHSON, R. L.; BAR-OR, O. Kinetics of oxygen uptake at the onset of exercise in boys and men. **Journal of Applied Physiology**, v.85, n.5, p.1833-1841, 1998.
- 57 HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.27, n.9, p.1292-1301, 1995.
- 58 HOWLEY, E. T.; FRANKS, B. D. **Health fitness instructor's handbook**. Champaign, Illions: Human Kinetics, 1997.
- 59 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Normas de apresentação tabular**. 2 ed. Rio de Janeiro, RJ, 1993.
- 60 JANZ, K. F.; BURNS, T. L.; WITT, J.; MAHONEY, L. Longitudinal analysis of scaling VO_2 for differences in body size during puberty: the Muscatine Study. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.30, n.9, p.1436-1444, 1998.
- 61 JESSE, J. P. Olympic lifting movements endanger adolescents. **Physician Sportsmedicine**, v.5, p.61-67, 1979.
- 62 KATCH, F.; FREEDSON, P. S.; JONES, C. A. Evaluation of acute cardiorespiratory responses to hydraulic resistance exercise. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.17, n.1, p.168-173, 1985.
- 63 KELLEY, G. Dynamic resistance exercise and resting blood pressure in adults: a meta-analysis. **Journal of Applied Physiology**, v.82, n.5, p.1559-1565, 1997.

- 64 KELLEY, G.; KELLEY, K. S. Progressive resistance exercise and resting blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials. **Hypertension**, v.35, p.838-843, 2000.
- 65 KNUTTGEN, H. G. Human performance in high-intensity exercise with concentric and eccentric muscle contractions. **International Journal of Sports Medicine**, v.7, p.6-9, 1986.
- 66 KNUTTGEN, H. G.; KRAEMER, W. J. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal of Applied Sport Science Research**, v.1, n.1, p.1-10, 1987.
- 67 KOHRT, W. M. Body composition by DXA: tried and true? **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.27, n.10, p.1349-1353, 1995.
- 68 KOHRT, W. M. Preliminary evidence that DEXA provides an accurate assessment of body composition. **Journal of Applied Physiology**, v.84, n.1, p.372-377, 1998.
- 69 KOMI, P. V. Training of muscle strength and power: interaction of neuromotoric, hypertrophic, and mechanical factors. **International Journal of Sports Medicine**, v.7, p.10-15, 1986.
- 70 KRAEMER, W. J.; VOLEK, J. S.; CLARK, K. L.; GORDON, S. E.; INCLEDON, T.; PUHL, S. M.; TRIPLETT, N. T.; McBRIDE, J. M.; PUTUKIAN, M.; WAYNE, J. S. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. **Journal of Applied Physiology**, v.83, n.1, p.270-279, 1997.
- 71 KRAEMER, W. J.; FLECK, S. J. **Treinamento de força para jovens atletas**. São Paulo: Manole, 2001.
- 72 LASKEY, M. A.; PHILL, D. Dual-energy X-ray absorptiometry and body composition. **Nutrition**, v.12, n.1, p. 45-51, 1996.
- 73 LEGWOLD, G. Does lifting weights harm a prepubescent athlete? **Physician and Sportsmedicine**, v.25, p.141-144, 1982.
- 74 LEMURA, L.; DULLIVARD, S.; CARLONAS, R. Can exercise training improve maximal aerobic power (VO_{2max}) in children: a meta-analytic review. **JEPonline**, v.2, n.3, p.1-14, 1999. Disponível em: <http://www.css.edu/users/tboone2/asep/fldr/fldr.htm> Acesso em: fevereiro/2002.
- 75 LILLEGARD, W. A.; TERRIO, J. D. Appropriate strength training. **Medical Clinics of North America**, v.78, n.2, p.457-477, 1994.
- 76 LILLEGARD, W. A.; BROWN, E. W.; WILSON, D. J.; HENDERSON, R.; LEWIS, E. Efficacy of strength training in prepubescent to early postpubescent

- males and females: effects of gender and maturity. **Pediatric Rehabilitation**, v.1, n.3, p.147-157, 1997.
- 77 LOHMAN, T. G. **Advances in body composition assesment**. Champaign, Illions: Human Kinetics, 1992.
- 78 LOHMAN, T. G. Dual energy X-ray absorptiometry. In: ROCHE, A. F.; HEYMSFIELD, S. B.; LOHMAN, T. G. **Human body composition**. Champaign, Illions: Human Kinetics, 1996.
- 79 MAIORANA, A.; O'DRISCOLL, G.; CHEETHAM, C.; COLLIS, J.; GOODMAN, C.; RANKIN, S.; TAYLOR, R.; GREEN, D. Combined aerobic and resistance exercise training improves functional capacity and strength in CHF. **Journal of Applied Physiology**, v.88, p.1565-1570, 2000.
- 80 MALINA, R. M.; BOUCHARD C. **Growth, maturation, and physical activity**. Champaign, Illions: Human Kinetics, 1991.
- 81 MATVEYEV, L. **Fundamentals of sports training**. Moscow: Progress, 1981.
- 82 McARDLE, W.; KATCH, F.; KATCH, V. **Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano**. 4^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- 83 McDONAGH, M. J. N.; DAVIES, C. T. M. Adaptive response of mammalian skeletal muscle to exercise with high loads. **European Journal of Applied Physiology**, v.52, p.139-155, 1984.
- 84 NATIONAL STRENGTH AND CONDITIONING ASSOCIATION. Position paper on prepubescent strength training. **National Strength and Conditioning Association Journal**, v.7, p.27-31, 1985.
- 85 NIGG, B. M.; HERZOG, W. **Biomechanics of the musculo-skeletal System**. 2 ed. Toronto: John Wiley & Sons, 1999.
- 86 NORM TESTING AND REHABILITATION SYSTEM USER'S GUIDE. Nova lorque: Ronkonkoma,1995
- 87 OZMUN, J. C.; MIKESKY, A. E.; SURBURG, P. R. Neuromuscular adaptations following prepubescent strength training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, n.26, n.4, p.510-514, 1994.
- 88 PAYNE, V. G.; MORROW, J. R. Exercise and VO_{2max} in children: a meta-analysis. **Research Quartely for Exercise and Sport**, v.64, n.3, p.305-313, 1993.
- 89 PAYNE, V. G.; MORROW, J. R.; JOHNSON, L.; DALTON, S. N. Resistance training in children and youth: a meta-analysis. **Research Quartely for Exercise and Sport**, v.68, n.1, p.80-88, 1997.

- 90 PEREIRA, M. G. **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 1995.
- 91 PFEIFFER, R.; FRANCIS, R. S. Effects of strength training on muscle development in prepubescent, pubescent and postpubescent males. **The Physician and Sportsmedicine**, v.14, n.9, p.134-143, 1986.
- 92 PINTO, R. S. A treinabilidade da força de meninos escolares pré-púberes e púberes submetidos a um programa de treinamento de força. **Dissertação de Mestrado**. Porto Alegre: UFRGS, 1998.
- 93 POLLOCK, M.; EVANS, W. Resistance training for health and disease: introduction. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.31, n.1, p.10-11, 1999.
- 94 PU, C. T.; JOHNSON, M. T.; FORMAN, D. E.; HAUSDORFF, J. M.; ROUBENOFF, R.; FOLDVARI, M.; FIELDING, R. A.; SINGH, M. F. Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. **Journal of Applied Physiology**, v.90, p.2341-2350, 2001.
- 95 RAMSAY, J. A.; BLIMKIE, C. J. R.; SMITH, K.; GARNER, S.; MACDOUGALL, J. D.; SALE, D. G. Strength training effects in prepubescent boys. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.22, n.5, p.605-614, 1990.
- 96 REVISTA VEJA. **Púberes e musculosos**. Edição 1662, Ano 33, n.33, Agosto, p.84-85, 2000.
- 97 SALE, D. G. Neural adaptation to resistance training. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.20, n.5, p.S135-S145, 1988.
- 98 SAILORS, M.; BERG, K. Comparison of responses to weight training in pubescent boys and men. **Journal of Sports Medicine**, v.27, n.1, p.30-37, 1987.
- 99 SANT'ANNA, M. M.; BOHN, L.; BOS, C.; COLLET, C.; OLIVEIRA, N.; CASTILLO, R.; PINTO, R. S.; OLIVEIRA, A. R. Adaptações na força muscular de meninos submetidos a treinamento de força. **Anais do XVI Reunião Anual da Federação de Sociedade de Biologia Experimental**. São Paulo: FESBE, 2001, p.285.
- 100 SERVEDIO, F. J.; BARTELS, R. L.; HAMLIN, R. L. The effects of weight training, using Olympic style lifts, on various physiological variables in pre-pubescent boys. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.17, (suppl.), p.288, 1985.
- 101 SEWALL, L.; MICHELI, L. Strength training for children. **Journal of Pediatric Orthopedics**, v.6, n.2, p.143-146, 1986.

- 102 SOTHERN, M. S.; LOFTIN, J. M.; UDALL, J. N.; SUSKIND, R. M.; EWING, T. L.; TANG, S. C.; BLECKER, U. Safety, feasibility, and efficacy of a resistance training program in preadolescent obese children. **American Journal Medicine and Science**, v.319, n.6, p.370-375, 2000.
- 103 SUMAN, O. E.; SPIES, R. J.; CELIS, M. M.; MLCK, R. P.; HERNDON, D. N. Effects of a 12-wk resistance exercise program on skeletal muscle strength in children with burn injuries. **Journal of Applied Physiology**, v.91, p.1168-1175, 2001.
- 104 TANNER, J.M. **Growth at adolescence**. Oxford: Blackwell Scientific Publication, 1962.
- 105 TREUTH, M. S.; HUNTER, G. R.; PCHON, C.; FIGUEROA-COLON, R.; GORAN, M. I. Fitness and energy expenditure after strength training in obese prepubertal girls. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.30, n.7, p.1130-1136, 1998a.
- 106 TREUTH, M. S.; HUNTER, G. R.; FIGUEROA-COLON, R.; GORAN, M. I. Effects of strength training on intra-abdominal adipose tissue in obese prepubertal girls. **Medicine and Sciences in Sports and Exercise**, v.30, n.12, p.1738-1743, 1998b.
- 107 VRIJENS, J. Muscle strength development in the pre and post-pubescent age. **Medicine and Sports**, v.11, p.152-158, 1978.
- 108 WATERLOW, J. C. The presentation and use of height and weight data for comparing the nutritional status of groups of children under the age of 10 years. **Bulletin of the World Health Organization**, v.55, n.4, p.489-498, 1977.
- 109 WELTMAN, A.; JANNEY, C.; RIAN, C. B.; STRAND, K.; BERG, B.; TIPPITT, S.; WISE, J.; CAHILL, B. R.; KATCH, F. I. The effects of hydraulic resistance strength training in pre-pubertal males. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.18, n.6, p.629-638, 1986.
- 110 WILLIAMS, D. The effect of weight training on performance in selected motor activities for preadolescent males. **Journal of Applied Sports Science Research**, v.5, n.3, p.170, 1991.
- 111 WITZKE, K. A.; SNOW, C. M. Effects of plyometric jump training on bone mass in adolescent girls. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.6, p.1051-1057, 2000.
- 112 ZATSIORSKY, V. M. **Ciência e prática do treinamento de força**. São Paulo: Phorte Editora, 1999.

9 ANEXOS

ANEXO 1 - DECLARAÇÃO PROPESQ**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA PROPESQ****DECLARAÇÃO**

A Pró-Reitoria de Pesquisa ratifica o parecer positivo do Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, relativo ao projeto intitulado “**Adaptações neuromusculares, morfológicas e cardiorrespiratórias de meninos submetidos a treinamento de força**”, sob responsabilidade do Professor Álvaro Reischak de Oliveira, cadastrado sob o número 200025, respondeu às questões solicitadas e o projeto apresenta condições de aprovação.

Porto Alegre, 01 de agosto de 2001



Carlos Alexandre Netto
Pró-Reitor de Pesquisa

ANEXO 2 - TERMO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Estamos realizando uma pesquisa científica com os alunos das 5^{as} e 6^{as} séries do Colégio Militar de Porto Alegre. O objetivo desta pesquisa é verificar se um programa de musculação para as crianças, promoverá melhorias na força muscular e potência aeróbia, bem como aumento da massa magra e redução da gordura corporal. Dessa forma, gostaríamos de convidar o seu filho para fazer parte deste estudo. A partir dos dados obtidos será possível evidenciar adaptações fisiológicas importantes do treinamento de força em crianças.

A participação do seu filho consta no cumprimento dos seguintes itens:

- 1) Realizar um exame clínico, junto ao médico do Colégio Militar, para verificar qualquer doença crônica ou lesão musculoesquelética que impossibilite a participação no estudo;
- 2) Submeter-se, antes e depois do período do programa de treinamento (12 semanas), às medidas de peso e estatura, bem como participar das avaliações do estágio maturacional, da força muscular (em aparelhos de musculação), da potência aeróbia (na esteira) e da composição corporal (através da densitometria óssea). Estes testes são seguros e não apresentam qualquer risco para a saúde dos meninos.
- 3) Nenhum efeito prejudicial é esperado durante ou após cada uma das sessões de treinamento ou dos testes realizados. No máximo, a criança poderá sentir-se um pouco cansada após os treinamentos ou avaliações.

Fica antecipadamente comunicado que:

- a) Todos os dados obtidos serão mantidos em sigilo pelos pesquisadores;
- b) As avaliações serão realizadas até uma semana antes do início do programa de treinamento e até uma semana depois do seu término. Sempre no turno da manhã;
- c) A locomoção dos meninos para os locais de realização das avaliações ficará de inteira responsabilidade dos pesquisadores. Os alunos serão conduzidos ao Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da ESEF-UFRGS e na Clínica Clinodens, situada no centro de Porto Alegre;
- d) Não haverá nenhum custo aos participantes do estudo;

- e) Fica assegurado o acesso aos resultados obtidos nos testes realizados pelo aluno e as interpretações dos mesmos;
- f) Fica assegurado o direito a esclarecimentos sobre outros detalhes da pesquisa, quando julgar necessário, bem como, a cancelar esta autorização em qualquer tempo, sem que haja prejuízos de qualquer ordem ao aluno;
- g) Os nomes dos participantes do estudo não serão divulgados, assegurando-se o caráter confidencial das informações obtidas durante esta pesquisa;
- h) Para as crianças que participarem do programa de treinamento: o treinamento terá duração de 12 semanas, 3 vezes por semana (terças e quintas-feiras das 7:30 às 8h e 30min e aos sábados, das 9h às 10h), nas dependências do Colégio Militar.
- i) Para as crianças que participarão **somente** das avaliações: os alunos que não estiverem interessados em participar do treinamento, mas com interesse nas avaliações, irão compor o grupo controle (grupo de meninos que não participarão do programa de treinamento). Estes, realizarão os mesmos procedimentos para as avaliações.

Caso seja de interesse dos alunos, pais e/ou responsáveis em participar do estudo, favor preencher os dados a seguir:

Nome do aluno:

Nº: Turma:.....

Nome do responsável:

Fone para contato:

Estou ciente das atividades propostas e:

() Concordo (avaliações e programa de treinamento)

() Concordo (somente para as avaliações)

() Não concordo

O termo de consentimento abaixo deverá ser assinado em caso de aceitação ao programa de treinamento e/ou das avaliações, após não haverem dúvidas quanto às suas execuções.

Eu, fui informado(a) dos objetivos e da justificativa deste projeto de pesquisa, de forma clara e detalhada.

Recebi informações específicas sobre os procedimentos no qual meu filho será envolvido. Todas as minhas dúvidas e as do meu filho foram esclarecidas e sei que poderei solicitar novos esclarecimentos a qualquer momento.

Fui informado(a) de que meu filho poderá se retirar do programa em qualquer momento mesmo depois de assinado este consentimento.

O Prof. Marcelo Morganti Sant' Anna certificou-me de que as informações por mim fornecidas terão caráter confidencial. Também fui esclarecido(a) que novas informações que se obtiverem no estudo, me serão ditas.

Se tiver novas dúvidas, posso me comunicar com os professores Álvaro ou Marcelo, pelos telefones 3316-5817 (Álvaro) ou 3333-8914 (Marcelo).

.....

Assinatura do Pai, Mãe ou Responsável

ANEXO 3 - FICHA DE COLETA DE DADOS

Nome:.....

Idade:..... Data de Nascimento:.....

Nome dos Pais e/ou Responsável:.....

.....

Endereço:.....

Fone para contato:.....

Peso:..... Estatura:..... Tanner:.....

Pratica alguma atividade física sistemática: () Sim () Não

Qual(ais)?.....

Quantas vezes por semana? Tempo de duração:.....

Valores do Teste de 1 RM:

Extensão de Joelhos kg
Flexão de Cotovelos kg
Supino kg
Adução de Quadril kg
Abdução de Quadril kg

Valores da Potência Aeróbia:

Pico de VO2 Absoluto L/min
Pico de VO2 Relativo mL/kg.min

Valores da Composição Corporal:

Massa Corporal Magrakg
Massa de Gordura Corporalkg
Percentual de Gordura Corporal%

ANEXO 4 - PROGRAMA DE TREINAMENTO

Nome:

		1ª Semana: 60% do 1 RM1	2ª Semana: 60% do 1 RM1	3ª Semana: 65% do 1 RM1
		Datas:		
Exercícios:	1 RM1 (kg)	1 série de 20 repetições	2 séries de 15 repetições	2 séries de 15 repetições
Extensão de Joelhos				
Flexão de Cotovelo		Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)
Adução de Quadril				
Supino				
Abdução de Quadril				

		4ª Semana: 65% do 1 RM2	5ª Semana: 65% do 1 RM2	6ª Semana: 70% do 1 RM2
		Datas:		
Exercícios:	1 RM2 (kg)	2 séries de 15 repetições	2 séries de 15 repetições	2 séries de 15 repetições
Extensão de Joelhos				
Flexão de Cotovelo		Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)
Adução de Quadril				
Supino				
Abdução de Quadril				

Datas:		7ª Semana: 70% do 1 RM3	8ª Semana: 70% do 1 RM3	9ª Semana: 75% do 1 RM3
Exercícios:	1 RM3 (kg)	2 séries de 15 repetições	3 séries de 12 repetições	3 séries de 12 repetições
Extensão de Joelhos				
Flexão de Cotovelo		Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)
Adução de Quadril				
Supino				
Abdução de Quadril				

Datas:		10ª Semana: 75% do 1 RM4	11ª Semana: 80% do 1 RM4	12ª Semana: 80% do 1 RM4
Exercícios:	1 RM4 (kg)	3 séries de 12 repetições	3 séries de 12 repetições	3 séries de 12 repetições
Extensão de Joelhos				
Flexão de Cotovelo		Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)	Carga de trabalho (kg)
Adução de Quadril				
Supino				
Abdução de Quadril				

ANEXO 5 - PERFIL DESCRITIVO

QUADRO 10 - Perfil da Composição Corporal do GRUPO EXPERIMENTAL.

	N	menor valor	maior valor	média	desvio padrão
Idade (anos) - Pré-Teste	9	10,00	11,00	10,4	,53
Idade (anos) - Pós-Teste	9	10,00	12,00	10,8	,67
Delta Idade (anos)	9	,00	1,00	,3	,50
Massa Corporal (kg) - Pré	9	31,30	47,60	37,7	5,67
Massa Corporal (kg) - Pós	9	32,00	47,00	38,6	5,55
Delta Massa Corporal (kg)	9	-,60	1,90	,9	,78
Estatura (cm) - Pré	9	134,50	147,50	141,6	4,76
Estatura (cm) - Pós	9	135,50	150,00	143,1	4,88
Delta Estatura (cm)	9	,50	3,10	1,5	,96
Massa Corp. Magra (kg) - Pré	9	24,40	30,30	26,8	2,08
Massa Corp. Magra (kg) - Pós	9	24,90	30,80	27,6	2,12
Delta Massa Corp. Magra (kg)	9	,20	1,70	,8	,57
Massa Gord. Corp. (kg) - Pré	9	2,30	14,00	7,9	4,08
Massa Gord. Corp. (kg) - Pós	9	2,50	13,40	8,1	4,30
Delta Massa Gord. Corp. (kg)	9	-1,40	1,70	,2	1,00
Massa Magra Braço (g) - Pré	9	2029,00	3124,00	2472,9	408,43
Massa Magra Braço (g) - Pós	9	2100,00	3115,00	2495,7	376,40
Delta Massa Magra Braço (g)	9	-173,00	151,00	9,1	94,22
Massa Magra Perna (kg) - Pré	9	8281,00	10750,00	9398,3	928,17
Massa Magra Perna (kg) - Pós	9	8518,00	11433,00	9670,4	1002,31
Delta Massa Magra Perna (kg)	9	-216,00	753,00	272,1	315,99
% Gordura Corporal - Pré	9	8,20	32,10	21,8	9,00
% Gordura Corporal - Pós	9	8,80	32,90	21,6	8,97
Delta % Gordura Corporal	9	-4,80	2,50	-,2	2,19

QUADRO 11 - Perfil da Força Muscular e Potência Aeróbia do GRUPO EXPERIMENTAL.

	N	menor valor	maior valor	média	desvio padrão
Extensão de joelho (kg) - Pré	9	9,00	13,00	10,8	1,30
Extensão de joelho (kg) - Pós	9	16,50	22,00	18,7	2,06
Delta Extensão de joelho (kg)	9	6,50	10,00	7,9	1,26
Flexão de cotovelo (kg) - Pré	9	5,50	7,50	6,4	,81
Flexão de cotovelo (kg) - Pós	9	9,00	12,00	10,6	,99
Delta Flexão de cotovelo (kg)	9	3,25	5,50	4,2	,67
Pico de torque 30o/s - Pré	9	48,00	88,00	71,7	12,17
Pico de torque 30o/s - Pós	9	70,00	121,00	90,3	16,98
Delta Pico de torque 30o/s	9	8,00	37,00	18,7	9,08
Pico de torque 90o/s - Pré	9	58,00	63,00	60,6	1,67
Pico de torque 90o/s - Pós	9	69,00	90,00	78,1	6,94
Delta Pico de Torque 90o/s	9	11,00	28,00	17,6	6,37
VO2máx absoluto (ml/min) - Pré	9	1142,00	1430,00	1264,2	108,15
VO2máx absoluto (ml/min) - Pós	9	1164,00	1742,00	1362,3	201,00
Delta VO2máx absoluto (ml/min)	9	-71,00	393,00	98,1	154,73
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pré	9	27,50	41,00	34,1	4,77
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pós	9	27,50	40,30	35,6	3,63
Delta VO2máx relativo (ml/kg/min)	9	-2,60	7,70	1,6	3,57
VO2máx / MCM (ml/kg/min) - Pré	9	43,50	50,40	47,2	2,71
VO2máx / MCM (ml/kg/min) - Pós	9	43,30	56,60	49,0	4,21
Delta VO2máx / MCM	9	-2,90	12,00	1,8	4,72
Tempo teste esteira (min) - Pré	9	10,12	15,11	11,8	1,59
Tempo teste esteira (min) - Pós	9	8,27	15,37	12,8	1,95
Delta Tempo Esteira (min)	9	-1,85	2,90	1,0	1,31

QUADRO 12 - Perfil da Composição Corporal do GRUPO CONTROLE.

	N	menor valor	maior valor	média	desvio padrão
Idade (anos) - Pré-Teste	9	10,00	12,00	10,9	,78
Idade (anos) - Pós-Teste	9	10,00	12,00	11,3	,71
Delta Idade (anos)	9	,00	1,00	,4	,53
Massa Corporal (kg) - Pré	9	33,90	51,70	41,5	6,77
Massa Corporal (kg) - Pós	9	35,00	54,50	43,3	6,86
Delta Massa Corporal (kg)	9	,70	2,80	1,8	,76
Estatura (cm) - Pré	9	135,00	158,50	145,7	8,04
Estatura (cm) - Pós	9	137,00	160,00	147,7	7,73
Delta Estatura (cm)	9	1,00	2,50	2,0	,56
Massa Corp. Magra (kg) - Pré	9	23,00	34,70	29,2	4,52
Massa Corp. Magra (kg) - Pós	9	23,40	35,70	30,0	4,85
Delta Massa Corp. Magra (kg)	9	,00	2,20	,8	,67
Massa Gord. Corp. (kg) - Pré	9	4,90	14,60	9,2	3,01
Massa Gord. Corp. (kg) - Pós	9	5,90	17,90	10,3	3,65
Delta Massa Gord. Corp. (kg)	9	-,20	3,30	1,1	1,08
Massa Magra Braço (g) - Pré	9	2070,00	3542,00	2670,7	542,97
Massa Magra Braço (g) - Pós	9	2083,00	3673,00	2842,0	572,99
Delta Massa Magra Braço (g)	9	7,00	455,00	171,3	136,97
Massa Magra Perna (kg) - Pré	9	8331,00	12681,00	10570,9	1775,35
Massa Magra Perna (kg) - Pós	9	8301,00	13155,00	10979,2	1853,23
Delta Massa Magra Perna (kg)	9	-132,00	802,00	408,3	287,46
% Gordura Corporal - Pré	9	13,50	30,30	23,7	5,15
% Gordura Corporal - Pós	9	15,00	34,40	25,2	5,75
Delta % Gordura Corporal	9	-,80	4,10	1,5	1,67

QUADRO 13 - Perfil da Força Muscular e Potência Aeróbia do GRUPO CONTROLE.

	N	menor valor	maior valor	média	desvio padrão
Extensão de joelho (kg) - Pré	9	7,50	17,00	12,7	3,38
Extensão de joelho (kg) - Pós	9	9,00	21,00	15,6	4,00
Delta Extensão de joelho (kg)	9	1,50	4,00	2,9	,74
Flexão de cotovelo (kg) - Pré	9	5,25	7,50	6,2	,90
Flexão de cotovelo (kg) - Pós	9	5,50	9,00	7,2	1,35
Delta Flexão de cotovelo (kg)	9	,25	1,75	1,0	,62
Pico de torque 30o/s - Pré	9	50,00	142,00	89,9	29,79
Pico de torque 30o/s - Pós	9	60,00	149,00	94,6	28,98
Delta Pico de torque 30o/s	9	-7,00	12,00	4,7	6,71
Pico de torque 90o/s - Pré	9	42,00	102,00	73,4	19,40
Pico de torque 90o/s - Pós	9	46,00	114,00	76,1	19,77
Delta Pico de Torque 90o/s	9	-13,00	12,00	2,7	7,68
VO2máx absoluto (ml/min) - Pré	9	1105,00	1883,00	1454,8	279,69
VO2máx absoluto (ml/min) - Pós	9	1123,00	2018,00	1453,9	277,79
Delta VO2máx absoluto (ml/min)	9	-300,00	158,00	-,9	150,09
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pré	9	32,20	38,40	34,9	1,94
VO2máx relativo (ml/kg/min) - Pós	9	27,60	40,40	33,6	3,59
Delta VO2máx relativo (ml/kg/min)	9	-7,30	2,40	-1,3	3,33
VO2máx / MCM (ml/kg/min) - Pré	9	45,10	54,30	49,7	3,46
VO2máx / MCM (ml/kg/min) - Pós	9	44,00	56,50	48,5	4,42
Delta VO2máx / MCM (ml/kg/min)	9	-9,60	6,20	-1,2	4,88
Tempo teste esteira (min) - Pré	9	10,02	13,03	11,7	,87
Tempo teste esteira (min) - Pós	9	10,34	14,04	11,9	1,05
Delta Tempo Esteira (min)	9	-1,89	2,05	,2	1,11