

Maurício Castro de Souza Lima

**Exercício físico e melhora do condicionamento aeróbio em
adolescentes**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina
da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Doutor em Ciências

Programa de Pediatria
Orientadora: Profa. Dra. Maria Ignez Saito

São Paulo

2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Lima, Maurício Castro de Souza
Exercício físico e melhora do condicionamento aeróbio em adolescentes / Maurício
Castro de Souza Lima. -- São Paulo, 2010.

**Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.**

Programa de Pediatria.
Orientadora: Maria Ignez Saito.

Descritores: 1.Adolescente 2.Exercício aeróbio 3.Obesidade

USP/FM/DBD-310/10

Dedicatória

Dedicatória

Aos meus pais, por sempre terem me apoiado e torcido pelo sucesso, em meu caminho pessoal e profissional.

À minha querida mulher, Célia, meu amor, com quem tenho o privilégio de conviver e partilhar momentos mágicos da vida.

Aos meus filhos, Lu e Guili, que, frequentemente, ensinam-me como pode ser maravilhoso “virar” pai de adolescentes.

Agradecimentos

Agradecimentos

À **Profa. Dra. Maria Ignez Saito** por ter me guiado pelo caminho da medicina de adolescentes, por ser minha orientadora nesta tese e, principalmente, por sempre poder contar com sua amizade sincera.

Ao grande amigo **Prof. Dr. Paulo Roberto Santos-Silva** por todo auxílio e “reflexões fisiológicas” que embasam este estudo. Sua erudição e técnica apurada foram responsáveis pela precisão dos dados aqui coletados.

Ao **Prof. Dr. Claudio Leone** pelo bom humor, pelas sugestões preciosas e por sua didática que permitiu clarear minhas dificuldades no campo da estatística.

À **Profa. Dra. Vera Koch** pelo apoio e inestimável contribuição durante toda a pesquisa.

À **Profa. Dra Magda Carneiro-Sampaio** pela acolhida e apoio constante.

À **Profa. Dra. Cristina Jacob e a Profa. Dra Cléa Leone** pelo apoio e confiança que sempre demonstraram.

À **Profa Dra. Maria Sylvia de Souza Vitalle** por sua crítica lúcida e presteza de seu auxílio.

Aos médicos da Unidade de Adolescentes: **Dra. Marta Leal, Dr. Luiz Eduardo Vargas da Silva, Dr. Benito Lourenço e Dra. Lígia Bruni Queiroz** pelo apoio recebido.

À **Mariza Kazue U. Yoshikawa**, da Biblioteca do Instituto da Criança, pelo auxílio e rapidez na orientação e revisão bibliográfica.

Aos amigos **Nivaldo Lira Rocha e Milene Aparecida Ribeiro Rocha** por todo carinho, competência e dedicação com que realizam seu trabalho.

À **Adriana Trindade Bezerra e Solange Ribollo Bastieri Serodio** pela disposição em ajudar.

Aos adolescentes que me ensinam diariamente como realizar e aperfeiçoar meu trabalho.

Ao meu irmão, **Marcelo Castro de Souza Lima**, por sempre ter me apoiado nesta trajetória.

Por fim, ao meu médico, pediatra e avô, **Moacyr de Souza Lima** (*in memoriam*), pelo carinho e conversas sobre a vida, que muito me influenciaram para que eu seguisse esse caminho.

Normalização adotada

Padrão Vancouver

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals Editors (Vancouver)

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Annelise Carneiro da Cunha, Maria Júlia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

RESUMO

SUMMARY

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	10
2.1	Geral.....	10
2.2	Específico.....	10
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	12
3.1	Obesidade.....	13
3.2	Avaliação ergoespirométrica.....	15
3.3	Consumo máximo de oxigênio (VO ₂ max) e limiares aeróbios (LV 1 e LV 2)	16
4	MÉTODOS.....	23
4.1	Casuística.....	23
4.2	Descrição da casuística.....	24

4.3	Metodologia.....	25
4.3.1	Pré-teste.....	26
4.3.2	Avaliação ergoespirométrica.....	27
4.3.3	Descrição da avaliação.....	27
4.3.4	Tipo de treinamento.....	30
4.4	Análise estatística.....	38
4.5	Ética.....	39
5	RESULTADOS.....	40
6	DISCUSSÃO.....	50
7	CONCLUSÕES.....	62
8	REFERÊNCIAS.....	63
9	APÊNDICES	

Lista de abreviaturas

Lista de abreviaturas

ATP = adenosina trifosfato

bpm = batimentos por minuto

cm = centímetro

EUA = Estados Unidos da América

FC = frequência cardíaca

FCmax = frequência cardíaca máxima

FCrep = frequência cardíaca de repouso

FR = frequência respiratória

H₂CO₂ = ácido carbônico

h = hora

IMC = índice de massa corpórea

kg = quilogramas

Kcal = quilocalorias

km = quilometro

km/h = quilometro por hora

LA = limiar anaeróbio

LV 1 = primeiro limiar ventilatório

LV 2 = segundo limiar ventilatório

mmHg = milímetros de mercúrio

m = metro

mM = milimoles

m/s = metros por segundo

N₂ = nitrogênio

OMS = Organização Mundial da Saúde

PA = pressão arterial

PET_{O₂} = pressão expirada de oxigênio

PET_{CO₂} = pressão expirada de dióxido de carbono

V_{CO₂} = consumo de gás carbônico produzido

V_{O₂} = consumo de oxigênio

V_{O₂}max = consumo máximo de oxigênio consumido por unidade de tempo

Lista de Tabelas

Lista de Tabelas

Tabela A - Valores descritivos da idade (meses), peso (kg), estatura (cm), índice de massa corpórea (valor absoluto, percentil e z score) e n (tamanho da amostra).....24

Tabela 1 – Protocolo de Heck modificado.....34

Tabela 2 - Tempo de exercício no decorrer das 24 semanas.....36

Tabela 3 - Evolução do IMC dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento aeróbio.....40

Tabela 4 - Evolução do VO_2 max dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento aeróbio.....42

Tabela 5 - O tempo gasto para completar o teste ergoespiométrico em esteira rolante.....44

Tabela 6 - Velocidade máxima atingida durante o teste ergoespiométrico.....46

Tabela 7 - Tempo para percorrer a distância de 1 km no esforço máximo.....48

Tabela 8 – Transição do metabolismo aeróbio para o anaeróbio.....58

Lista de Figuras

Lista de Figuras

- Figura 1** – Escala de Borg.....35
- Figura 2** - Exemplo de cálculo de velocidade e porcentagem de frequência cardíaca.....37
- Figura 3** - Evolução do IMC dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término deste.....41
- Figura 4** - Evolução do consumo máximo de oxigênio VO_2max dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término do mesmo.....43
- Figura 5** - Tempo de realização do teste ergoespirométrico, em esteira, dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término deste.....45

Figura 6 - Velocidade máxima alcançada durante a realização do teste ergoespirométrico, em esteira, em adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término deste.....47

Figura 7 - Tempo gasto para completar o percurso de 1 km dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término do mesmo.....49

Resumo

Lima, MCS. Exercício físico e melhora do condicionamento aeróbio em adolescentes [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2010.80p.

INTRODUÇÃO - A obesidade exógena resulta de hábitos alimentares inadequados e é agravada pelo sedentarismo. Tornou-se um problema de saúde pública em nossa sociedade, afetando também os adolescentes. **OBJETIVO** - Criar um instrumento simples, capaz de avaliar em adolescentes o impacto de um programa de treinamento, predominantemente aeróbio, a partir da realização de atividades de moderada intensidade, com consequente melhora do condicionamento físico. **MÉTODO** - Realizou-se um estudo de intervenção com uma amostra de conveniência sequencial. A amostra final foi composta por 28 adolescentes de ambos os sexos, com idade entre 14 e 18 anos, estudantes, residentes na cidade de São Paulo e pacientes do ambulatório de adolescentes do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, com índice de massa corporal (IMC) acima do terceiro quartil (Q3), segundo o CDC-2000. Todos os adolescentes foram submetidos à avaliação médica e a teste ergoespirométrico em esteira (antes e após a realização dos exercícios físicos). Eles participaram de um programa de treinamento predominantemente aeróbio por um período de 24 semanas e percorriam três vezes por semana uma distância programada, durante um período de tempo de 60 minutos, em que a frequência cardíaca e a percepção de esforço foram avaliadas. O grau de esforço atingido durante o programa não ultrapassou o nível “cansativo”, segundo a escala de Borg. O desempenho de cada adolescente foi comparado antes e após o programa de treinamento, sob as mesmas condições. Os resultados obtidos foram analisados por meio do teste t pareado (α 5%). Os dados que não apresentaram distribuição normal foram analisados por meio do teste Wilcoxon. Os parâmetros medidos foram: IMC, VO_2 máx, tempo gasto para realizar o teste ergoespirométrico em esteira, velocidade máxima atingida no teste em esteira e tempo para percorrer a distância de 1 km no esforço máximo. **RESULTADOS** - O desempenho antes e depois do teste mostrou uma melhora no escore Z médio de IMC (1,7;1,2 P <0,0001), VO_2 máx (35,3 ; 44,2 P <0,0001), tempo gasto para completar o teste ergoespirométrico em esteira rolante (705,4 ; 1024,3 P <0,0001), velocidade máxima atingida durante o teste ergoespirométrico (9,6 ; 13,2 P <0,0001) e tempo para percorrer a distância de 1 km no esforço máximo (640,9 ; 464,9 P <0,0001). **CONCLUSÕES** - O treinamento aplicado mostrou-se eficaz para a redução do excesso de peso e melhorou o condicionamento aeróbio dos adolescentes. É possível montar um programa de condicionamento físico, predominantemente aeróbio, sem atingir o grau “cansativo” com resultados que evidenciam uma melhora significativa do condicionamento físico e do estado nutricional.

Descritores: 1.adolescente; 2. exercício aeróbio; 3. obesidade.

Summary

Lima MCS. Physical exercises and improvement of the aerobic conditioning in adolescents [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2010. 80p.

INTRODUCTION - Exogenous obesity stems from inadequate dietary habits and a sedentary lifestyle. It has become a public health issue in our society today also, affecting adolescents. **OBJECTIVE:** To develop a simple implement for adolescents to evaluate the impact of a training program, predominantly aerobic, by way of moderate intensity physical activities, and consequently improve their physical conditioning. **METHODS** - A prospective study with a sequential convenience sample was carried out. The group was composed of 28 adolescents of both genders aged between 14 and 18 years old, students residents of Sao Paulo, patients at the Adolescent Ambulatory Hospital das Clinicas da Faculdade de Medicina da Universidade de Sao Paulo, and with body mass index (BMI) above the third quartile (Q3) of BMI according to CDC-2000. All of the adolescents were submitted to a medical evolution and to ergoespirometric test on a treadmill before and after the program. After that, they participated into a predominantly aerobic training program for a period of 24 weeks. They had to cover a preset distance, three times per week, for a time period of 60 minutes. Cardiac frequency and perceived exertion on the Borg scale were evaluated. The performance of each individual was compared before and after the training program under the same conditions. The results obtained were analyzed by way of the paired t test (α 5%). The cases that did not present normal distribution were analyzed through the Wilcoxon signed rank test. The parameters measured were: BMI, VO_2 max., time taken to perform the ergoespirometric test on a treadmill, maximum velocity attained on the treadmill test, and time taken to cover a distance of one Km with maximum physical effort. **RESULTS-** The performance before and after the test showed an improvement in the mean Z score for: BMI (1.7 – 1.2 – $P < 0.0001$); VO_2 max (35.3 – 44.2 – $P < 0.0001$); time taken to complete ergoespirometric test on a treadmill (705.4 – 1024.3 – $P < 0.0001$);maximum velocity attained during treadmill test (9.6 – 13.2 – $P < 0.0001$) ; time taken to cover a distance of one km with maximum effort (640.9; - 464.9 - $P < 0.0001$). **CONCLUSIONS** - The implement proposed was proven to be effective for the reduction of excess weight and improve the aerobic conditioning of the adolescents. It is possible to compile a physical conditioning program, predominantly aerobic, without attaining physical exertion and to obtain results that evidence a significant improvement of the physical conditioning and nutritional state.

Descriptors: 1. adolescent; 2.aerobic exercise; 3.obesity.

1 - Introdução

A adolescência é uma fase de profundas transformações físicas, psicológicas e sociais, caracterizando-se como um período de grande vulnerabilidade, inclusive nutricional, pois nessa fase o indivíduo adquire de 20% a 25% da estatura e 50% de seu peso definitivo. Cronologicamente, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), é o período compreendido entre os 10 e os 20 anos de idade.

Dentre os vários aspectos que influenciam a saúde do indivíduo, a condição nutricional exerce papel fundamental. As necessidades nutricionais modificam-se no decorrer da vida; nos adultos geralmente elas são relativamente estáveis, mas o crescimento, observado na infância e adolescência, confere características distintas a essas etapas, e uma atenção especial por parte de pediatras e hebiatras torna-se fundamental.

As necessidades protéico-calóricas relacionadas ao período de estirão são maiores que em qualquer outro momento da vida, com exceção dos períodos de gravidez e lactação para o sexo feminino, bastando lembrar

que, durante a puberdade, verifica-se a única fase de aceleração da vida extrauterina.

Na fase do pico de velocidade máxima de crescimento do estirão puberal, observa-se um aumento real do apetite. Porém, em alguns casos, a ingestão alimentar ultrapassa as necessidades protéico-calóricas que o jovem necessita para ter assegurado seu crescimento e desenvolvimento adequados **(Boersma, 1997)**. Nesta última década, a prevalência do excesso de peso aumentou em todas as faixas etárias **(Janssen et al, 2005)**.

Não há uma equação definitiva que consiga relacionar as necessidades energéticas com idade, peso, altura e superfície corpórea. Sabe-se que a maior variação das necessidades calóricas para adolescentes está diretamente ligada à atividade e a exercícios físicos. Considera-se que o desequilíbrio existente entre a atividade física e a ingestão alimentar pode ser fator desencadeante ou agravante para o aparecimento de distúrbios nutricionais, como a desnutrição e a obesidade. A maioria dos autores refere coexistirem, na adolescência, o incremento dos casos de obesidade e o distúrbio nutricional na linha da desnutrição **(Saito, 1990; Kuczmarski et. al, 1994; Ogden et al, 2006; Styne, 2001)**.

A preocupação, que outrora existia com os problemas de saúde ligados à desnutrição (por exemplo, gravidade das infecções que podiam levar à morte), hoje se volta para o aumento de doenças degenerativas, frequentemente vinculadas à obesidade e que envolvem os distúrbios cardiovasculares, dislipidemias, diabetes, entre outros **(Carneiro et al, 2000; Forbes, 1977; Cook et al, 1973)**.

Além dos riscos referidos, no caso dos adolescentes obesos, o excesso de gordura, muitas vezes, dificulta a participação em práticas esportivas, fazendo com que esse jovem procure atividades como jogos de computadores ou videogames **(Deforche et al, 2003)**. A inatividade física, associada ao consumo inadequado de alimentos, faz com que se perpetue um círculo vicioso que coloca em risco a saúde. Indivíduos com diagnóstico de obesidade na adolescência possuem 50% a 80% de chance de se tornarem adultos obesos e com maior probabilidade de desenvolverem patologias graves, quando comparados a indivíduos que se tornaram obesos quando adultos **(Fernandez et al, 2004)**. Por vezes, o risco genético para a obesidade e seus desdobramentos complementa-se com a chamada “herança ambiental”, que tem o excesso de ingestão e sedentarismo como determinantes **(Mehta, Chang, 2008)**.

Pesquisas mostram a extrema importância da predisposição genética para condicionar o aumento de tecido adiposo. A influência da hereditariedade foi objeto de estudos realizados com gêmeos, idênticos ou não, quando se observou que, para os monozigotos, existia um padrão de gordura (corpulência) mais semelhante do que aquele encontrado em heterozigotos **(Heitmann et al, 1995)**.

Estudos avançados revelam a secreção de neuropeptídeos, como a leptina, implicados na regulação da saciedade e em alterações metabólicas, relacionadas ao gasto calórico, à termogênese e ao metabolismo basal. Trabalhos recentes sugerem que os fatores genéticos podem modular os efeitos da atividade física sobre o peso corporal. Assim, o estilo de vida sedentário promoveria obesidade em pessoas com predisposição genética **(Ahmed et al, 1999)**.

Os mecanismos por meio dos quais se expressam as influências genéticas ainda não são bem conhecidos e parecem estar associados a determinantes neuroendócrinos e intestinais que controlam a ingestão do alimento. Em relação a esses controles, a literatura tem mostrado grande número de pesquisas envolvendo a secreção de leptina pelo tecido gorduroso e seus receptores situados no hipotálamo. Ainda, dados

consistentes mostram a leptina como fator relevante na regulação do peso corporal, pois estaria envolvida com a saciedade, agindo no nível hipotalâmico, mediante a inibição de atividade do neuropeptídeo y **(Castracane, 2002; Galler, Schuster, Kiess, 2001)**.

Outros trabalhos mostram a existência de correlação direta entre o grau de obesidade e as reservas de colesterol, havendo diminuição dos níveis quando da restrição alimentar, com perda de peso **(Lima et al, 2004; Carneiro et al, 2000)**. Além disso, também a síndrome metabólica, cuja principal característica é a resistência à ação da insulina, é uma complicação cada vez mais comum em crianças e adolescentes com obesidade grave **(Oliveira et al, 2004)**. É importante salientar que, quanto mais precoce o aparecimento de Diabetes tipo II (até recentemente considerada uma doença do adulto de meia-idade), maior será a chance de aparecimento de suas complicações.

Por outro lado, muitas das complicações da obesidade são mecânicas, conseqüentes da sobrecarga provocada pelo excesso de tecido adiposo **(Cramer et al, 1992)**. É o caso do excesso de peso sobre as articulações, causando osteoartroses, dores lombares, deformidade da coluna vertebral e *genu valgum* ou do excesso de deposição de gordura nos

tecidos moles do pescoço e do palato, levando a distúrbios obstrutivos, como a apnéia do sono **(Taylor et al, 2006)**.

Estudos epidemiológicos demonstram o papel benéfico do exercício físico regular para todas as faixas etárias, evidenciando que a atividade e o condicionamento físicos estão diretamente associados à redução da taxa de mortalidade **(King et al, 2010; American College of Sports Medicine, 2006; Corbin , Pangrazi, 1992; Beunen, Malina, 1988)**.

Um grande problema enfrentado principalmente por quem trabalha com adolescentes é prescrever os exercícios de maneira adequada, respeitando as variações pelas quais o jovem passa durante o período do estirão puberal **(Colli, 1995)**. A idade cronológica, tão relevante na infância e adultícia, perde na adolescência sua importância como parâmetro para que a prescrição seja feita.

É preciso ter em mente que, durante a fase do desenvolvimento puberal, seguindo os critérios estabelecidos por Tanner (classificação do desenvolvimento mamário no sexo feminino e características do desenvolvimento genital no sexo masculino, além de pelos pubianos em ambos os sexos), o corpo do adolescente experimenta períodos de

diminuição e ganho da quantidade de gordura corporal e aumento de massa muscular **(Tanner, 1962)**.

Observa-se que no sexo feminino, no momento em que a menina encontra-se no seu pico de velocidade de crescimento (M3, segundo os critérios de Tanner), o ganho em massa gordurosa diminui. Portanto, na orientação de exercícios físicos, esse dado deve ser levado em conta, pois a própria natureza contribui, nessa fase, para a redução de tecido adiposo. Já nos meninos, o ganho de massa muscular corresponde ao pico de velocidade de crescimento (classificação G4 de Tanner), mas a força muscular só ocorre em uma etapa posterior. Dessa forma, é importante ter em mente que, entre outros aspectos, mesmo que o adolescente do sexo masculino apresente aos nossos olhos uma massa muscular adequada, o esforço que tal massa suporta pode estar muito aquém do que aparenta. Pode tratar-se de uma “falsa” força muscular. Se não se estiver atento para isso, as lesões decorrentes do excesso ou inadequação de exercícios podem provocar danos irreparáveis ao corpo ou afastar o jovem da atividade física por longo período. Erros desse tipo poderiam ser facilmente evitados se a prescrição de exercícios fosse adequada desde o início.

Um fator importante é que a generalização da prescrição de exercícios não é aconselhável. Cada adolescente faz seu crescimento de forma singular (**Barnes, 1975**). Não há, na literatura, uma padronização utilizando, por exemplo, o critério cronológico para indicar qualidade e quantidade de exercícios físicos. A avaliação individual deve imperar, envolvendo indicadores de condição nutricional e de condicionamento dos indivíduos para a prática dos exercícios. É fundamental considerar fatores como hereditariedade, nutrição, ambiente, sistema neuroendócrino, saúde e doença (**Armstrong, Welsman, 1994**).

Outro agravante é que o desejo de rápidas e mágicas mudanças corporais também faz parte do cotidiano dos jovens do século XXI. Muitas vezes, estão dispostos à execução de programas de treinamento físico extremamente “pesados” e inadequados às suas condições, porque têm como meta a conquista do corpo idealizado pela maioria da sociedade. Esses exageros coincidem com interesses comerciais de empresas atentas a esse fenômeno.

Neste trabalho, o objetivo é comparar o indivíduo com ele mesmo antes e após o planejamento proposto. Dessa maneira, veremos, entre outras coisas, se as diferenças apresentadas em dois momentos estão

relacionadas com ganho de condicionamento físico. Portanto, fatores como os descritos acima, relativos à massa corporal, não estão sendo levados em conta, pois a comparação não está sendo feita com grupos de referência.

2 - Objetivos

2.1 - Objetivo geral

Avaliar o efeito de um programa de treinamento físico, predominantemente aeróbio, em uma população de adolescentes com sobrepeso ou obesidade, por meio da criação de um instrumento simples, capaz de verificar o impacto deste programa na realização de exercícios de intensidade moderada com consequente melhora do condicionamento.

2.2 - Objetivos específicos

Avaliar o efeito do treinamento físico predominantemente aeróbio em relação:

- 1 - ao Índice de Massa Corpórea (IMC);
- 2 - ao consumo máximo de oxigênio utilizado por unidade de tempo (VO_2 max);
- 3 - ao tempo de realização do teste ergoespirométrico em esteira (segundos);

4 - à velocidade máxima atingida no teste ergoespirométrico em esteira (km/h);

5 - ao tempo para percorrer determinada distância (no caso 1 km) com a mesma percepção de esforço da Escala de Borg (**Borg, 1970; Faulkner, Eston, 2007**).

3 - Revisão da literatura

Os estudos existentes sobre exercícios físicos entre adolescentes utilizam uma metodologia em que as atividades recreacionais estejam presentes (por exemplo, atividades com bola). Alguns trabalhos chegam a propor 60 minutos de exercícios, sendo 30 minutos de caminhada e o restante do tempo completado com atividades recreacionais (**Prado et al, 2009**).

Em estudo com adolescentes obesos, **Klijn et al. (2007)** propõem que, além de exercícios ao ar livre, os jovens cumpram parte do programa em uma piscina. Até o presente momento, não encontramos trabalhos que demonstrem o efeito dos exercícios físicos em uma população de adolescentes com sobrepeso e obesidade, que utilizaram exclusivamente a caminhada como método para avaliar a ocorrência da mudança do condicionamento físico nessa população. Sabemos que a obesidade é uma doença que mostra aumento na incidência e prevalência em todo o mundo. Desse modo, um programa de condicionamento físico de fácil execução poderá contribuir para a melhora do estado nutricional da população.

3.1 – Obesidade

A obesidade é considerada uma síndrome multifatorial, na qual a genética, o metabolismo e o ambiente interagem. É também definida como um distúrbio do estado nutricional traduzido por aumento de tecido adiposo, reflexo do excesso de gordura resultante do balanço positivo de energia na relação ingestão/gasto calórico. O termo obesidade vem do latim *ob edere*, que quer dizer comer em excesso.

Estudos indicam que a maioria dos casos de obesidade está relacionada ao alimento excessivo, não chegando a 5% aqueles que têm como diagnóstico as endocrinopatias ou os distúrbios no sistema nervoso central (**Brownson et al, 2000**).

A obesidade exógena, das patologias nutricionais, é a que mais tem apresentando aumento de incidência e prevalência, não apenas nos países desenvolvidos, mas também naqueles ditos em desenvolvimento, mesmo quando a desnutrição ainda se apresenta como preocupação relevante. Estima-se que, em todo o mundo, 10% dos indivíduos entre 5 e 17 anos tenham sobrepeso ou obesidade (**Santos et al, 2009; Rankinen et al, 2006**).

A obesidade tornou-se comum nas sociedades industrializadas. Proporções epidêmicas, em países como os EUA, afetam entre 20% a 27% das crianças e adolescentes e 33% dos adultos, sendo causa de grande morbidade e mortalidade (300.000 mortes / ano). Entre as mulheres afro-americanas, a prevalência da obesidade pode alcançar 40% (**Kuczmarski et. al, 1994; Flegal et. al., 1998**).

Ogden et al. (2006) verificaram que nos adolescentes americanos houve um aumento na prevalência de sobrepeso e obesidade entre os anos de 1999 a 2004.

Análises dos inquéritos sobre nutrição no Brasil (1974-1989) evidenciaram um crescimento de 75% e 60%, respectivamente, na proporção de homens e mulheres obesos (**Monteiro, Mondini 1995**). O índice de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes brasileiros entre 10 e 18 anos, na década de 1970, era de 4%, aumentando para 13% no ano de 1997 (**Filho, Rissin, 2003**).

Pretende-se avaliar a eficácia do programa objeto deste trabalho para a população jovem, sabendo-se que as épocas críticas para o estabelecimento da obesidade ocorrem no último trimestre de vida intrauterina, no primeiro ano de vida e no início da adolescência.

3. 2 – Avaliação ergoespirométrica

O teste ergoespirométrico é um procedimento não invasivo que pode oferecer informações diagnósticas e prognósticas, além de avaliar a capacidade cardiológica em exercícios dinâmicos **(II Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico, 2002)**.

Neder e Nery (2003) afirmam que a esteira e a bicicleta são os ergômetros mais utilizados em testes cardiorrespiratórios em razão do maior nível de padronização. A esteira em nosso meio possui uma representação maior relacionada às atividades diárias, quando comparada à bicicleta. O teste realizado na esteira apresenta um movimento mais natural, não necessita de adaptação para o tamanho corporal. Porém, o excesso de massa corporal em grandes obesos pode acarretar dificuldades na execução do teste **(Loftin et al.,2001)**.

Buchfuhrer et al. (1983) ressaltam a importância do protocolo utilizado para a realização do teste em esteira, pois um protocolo inadequado poderá levar a uma interpretação falsa das potencialidades do indivíduo. **Myers et al. (1992)** afirmam que a seleção do protocolo deve considerar as características do avaliado. É preciso escolher uma opção de

tal forma que a velocidade e sua progressão, bem como a inclinação, possam estar de acordo com o indivíduo testado. **Paridon et al. (2006)** recomendam que os protocolos “menos intensos” devam ser indicados para populações que apresentem limitações ou doenças. **Maffeis et al. (1994)**; **Loftin et al. (2004)** observam que crianças e adolescentes obesos apresentam valores de $VO_2\text{max}$ distantes dos não obesos sem condicionamento aeróbio.

3.3 - Consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$) e limiares aeróbios (LV 1 e LV 2)

Segundo o **American College of Sports Medicine, 2006**, o $VO_2\text{max}$ tem sido uma das capacidades mais avaliadas atualmente como indicativo de condicionamento físico.

O consumo máximo de oxigênio $VO_2\text{max}$ é considerado um dos parâmetros de grande importância, pois a capacidade do ser humano para realizar exercícios de média e longa duração depende principalmente do metabolismo aeróbio. Trata-se de um índice muito utilizado para classificar a

capacidade funcional cardiorrespiratória de atletas e não atletas, como também indivíduos de todas as idades.

O $VO_2\text{max}$ é um parâmetro que permite a quantificação da capacidade do sistema cardiorrespiratório de transportar oxigênio aos vários tecidos do corpo. Este índice é válido para avaliar os limites desse sistema em ofertar oxigênio do ar aos tecidos para um determinado nível de capacidade funcional (**Snell et al, 2007**). Podemos considerar que o $VO_2\text{max}$ é a maior taxa de oxigênio consumido pelo corpo durante o exercício máximo (**Basset, 2000**).

Aziz et al. (2000) concluem que o $VO_2\text{max}$ correlacionou-se com o aumento do tempo de tolerância ao esforço. Portanto, melhorando-se o condicionamento, verifica-se um aumento do $VO_2\text{max}$ e espera-se que os indivíduos consigam suportar mais tempo de esforço físico. O valor do VO_2 pode ser obtido pela equação de Fick, ou seja, o volume de oxigênio expirado, o volume sistólico, a frequência cardíaca e a diferença arteriovenosa (**Wilmore, Costill, 2001; Helgesen et al., 2007**).

Aumentando-se a carga de trabalho, observamos uma necessidade crescente de captação de oxigênio pelo organismo. O trabalho em carga crescente aumenta o débito cardíaco assim como a frequência cardíaca e,

conseqüentemente, uma otimização na extração enzimática de oxigênio, refletindo maiores valores de VO_2 .

Costill (1973) considera o VO_{2max} como um dos melhores indicadores da capacidade cardiorrespiratória e também do nível de aptidão física, sendo utilizado na prescrição de exercícios aeróbios e controle das adaptações ao treinamento para atletas de várias modalidades, bem como para pessoas sedentárias que ingressem em um programa de exercícios.

Impellizzeri et al. (2006) estudaram futebolistas de alto nível e compararam modalidades distintas de treinamento específico (com bola) e tradicional (com corridas intervaladas) e concluíram que ambas apresentaram resultado comparável com relação ao incremento do VO_{2max} .

Tanaka et al. (1984) afirmam que, para qualificar o desempenho de atletas em esportes de resistência aeróbia, parâmetros submáximos como o limiar aeróbio têm sido adicionados ao VO_{2max} . O metabolismo aeróbio bem desenvolvido é um dos fatores mais importantes para a saúde cardiovascular de indivíduos com graus variados de capacidade funcional.

Outro fenômeno observado na resposta metabólica além do VO_{2max} é a diferença abrupta na relação entre VO_2 e VCO_2 , conhecida como limiar ventilatório (LV). Durante a avaliação, percebe-se em um determinado

momento o aumento da liberação de CO_2 . Essa produção extra de CO_2 resulta da dissociação do ácido carbônico (H_2CO_2), formado a partir do tamponamento do ácido láctico pelo bicarbonato sanguíneo. Esse tamponamento é limitado, acarretando uma acidose metabólica que precisaria ser reduzida para que o exercício possa continuar. Uma das maneiras de tentar compensar esse quadro é aumentar o estímulo ventilatório. Segundo **Wasserman et al. (1973)**, o aumento do VCO_2 desproporcional ao VO_2 é uma forma não invasiva para detectar o limiar ventilatório.

Geithner et al., (2004) verificam que a relação entre maturação, valores de VO_2 e aumento na estatura, em ambos os sexos, é diretamente proporcional à curva dos valores do VO_2 . No momento de aceleração do estirão puberal, encontramos valores crescentes de pico de VO_2 . Segundo **Turley (1997)**, o tamanho corporal tem influência nos valores do volume máximo de oxigênio.

Wilmore (2001) observa que valores do $\text{VO}_{2\text{max}}$ e do limiar ventilatório estão diretamente ligados a diversos fatores, como a genética, idade, tamanho corporal e quantidade de músculos envolvidos no exercício.

O limiar anaeróbio (LA) significa a transição entre os metabolismos aeróbio e anaeróbio. Este índice bem desenvolvido – que tem valor diagnóstico e prognóstico - capacita o indivíduo para suportar períodos de exercícios físicos de longa duração.

Helgerud et al. (2007) definem limiar ventilatório dois (LV2) como a mais alta intensidade submáxima de exercício dinâmico, verificado pelo equilíbrio entre a produção e a velocidade de remoção de lactato no sangue.

Santos (1999) afirma que o LV2 pode ser utilizado como indicador submáximo de esforço e por isso define perfis de condição física.

O VO_2 max e limiar ventilatório de crianças e adolescentes obesos e não obesos foram estudados por **Zanconato et al. (1989)** com o teste de esforço máximo em esteira. Fizeram parte do estudo 23 obesos e 37 não obesos de ambos os sexos na faixa etária dos 8 aos 14 anos. O protocolo aplicado para o estudo foi o seguinte: caminhar a 6,5km/h com o aumento de 2% de inclinação a cada minuto, até atingir a exaustão. Os resultados revelaram não haver diferenças no VO_2 max absoluto entre os grupos.

Porém, quando os valores eram expressos em relação à massa corporal, as meninas obesas apresentavam um VO_2 max 26% mais baixo

quando comparadas às não obesas. Para os meninos a mesma tendência foi observada. Os obesos apresentaram valores 31% mais baixos que os não obesos. O limiar ventilatório foi menor no grupo obeso quando expresso relativo à massa corporal (VO_2). Por outro lado, em valores percentuais de VO_{2max} os grupos obesos e não obesos não diferiram. A carga final de trabalho e tempo de teste foi menor no grupo obeso e a FC_{max} obtida no teste foi similar entre os 2 grupos.

A conclusão dos autores foi a de que os obesos apresentaram menor aptidão cardiorrespiratória que os não obesos. A literatura mostra que as diferenças entre a *performance* do grupo obeso e não obeso, bem como os valores de VO_{2max} são bastante diferenciados entre os gêneros.

Norman *et al.* (2005) avaliaram dois grupos de adolescentes dos 12 aos 17 anos, classificados em obesos e não obesos. Foram submetidos a teste em bicicleta ergométrica e ao teste de caminhada/corrída de 12 minutos. Em intensidades submáximas, na bicicleta, os obesos apresentaram um gasto metabólico superior aos não obesos. No teste de 12 minutos, foi considerada apenas a distância percorrida. A distância dos não obesos foi maior do que a dos obesos. Os autores concluíram que os obesos apresentam uma limitada tolerância ao exercício físico.

No presente trabalho, em razão da pequena diferença entre o número de adolescentes do sexo masculino e feminino, não se julgou conveniente realizar um estudo comparativo relacionado a essas características. Nessas circunstâncias, considerou-se a comparação do indivíduo com ele mesmo nos momentos de pré e pós-programa de treinamento, para se avaliarem as diferenças relacionadas à variabilidade do condicionamento.

4 - Métodos

4.1 - Casuística

A amostra final foi composta por 28 adolescentes de ambos os sexos (17 masculinos e 11 femininos), matriculados no ambulatório de adolescentes do Instituto da Criança do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, com idade entre 14 e 18 anos, estudantes, residentes em São Paulo, com índice de massa corporal (IMC) acima do terceiro quartil (Q3), segundo o CDC-2000.

Todos os adolescentes apresentavam maturação puberal classificada como estágio 5 de Tanner. Foram excluídos adolescentes que não estiveram presentes em pelo menos 75% das atividades propostas no estudo. Além desses, excluíram-se do estudo pacientes:

- com obesidade de causa endógena;
- gestantes;
- com limitação ortopédica;
- em uso de qualquer tipo de medicação que pudesse interferir no resultado dos testes;
- tabagistas; e

- com quaisquer outras doenças que pudessem impedir a realização do programa.

4.2 - Descrição da casuística

Tabela A – Valores descritivos da idade (meses), peso (kg), estatura (cm), índice de massa corpórea (valor absoluto, percentil e z score) e n (tamanho da amostra).

Estatística	IDADE (meses)	ESTATURA (cm)	PESO (Kg)	IMC	IMC (percentil)	IMC (z score)
Mediana	196,8	169,6	82,6	29,5	96	1,8
Média	196,1	167,2	84,3	30,1		1,7
dp	10,5	7,2	13,4	3,814		0,496
n	28	28	28	28	28	28

4.3 - Metodologia

Os adolescentes submeteram-se:

- à avaliação médica realizada no Instituto da Criança do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo;
- ao cálculo do Índice de Massa Corpórea (IMC) pré e pós-treinamento; o cálculo do IMC foi realizado pela fórmula: peso/quadrado da altura **(Quetelet ,1870; Sichieri, 1996; Dietz, 1998).**

Foram considerados adolescentes com sobrepeso aqueles que apresentaram o IMC com valores entre os percentis 85 e 95. Acima do percentil 95, os adolescentes receberam o diagnóstico de obesidade.

Para as aferições da estatura utilizou-se uma fita não distensível colada a uma superfície plana e vertical acoplada a uma haste em ângulo reto. Os pacientes encontravam-se minimamente vestidos, para que se pudesse observar claramente a postura. Ficaram em pé em posição ereta, com os pés descalços, os calcanhares juntos, as pernas esticadas, os braços ao longo do corpo e os ombros relaxados. O olhar voltado para a frente, perpendicular ao corpo. A haste móvel da régua foi baixada até encontrar o ponto mais alto da cabeça. Foi solicitado para que todas as partes do corpo fizessem contato com a haste vertical.

Em seguida, os pacientes foram instruídos a respirar fundo, e observou-se a medida da estatura na posição de inspiração máxima. Os olhos do avaliador estavam em linha com a haste móvel horizontal para evitar erros de distorção visual. A medida lida teve aproximação de 0,1cm para cima **(Ruffo, 2008; British Association, 1984)**.

Os pacientes foram pesados com roupas íntimas em balança Filizola modelo 31 com divisões de 100 gramas, calibrada antes de cada aferição.

4.3.1 - Pré-teste

Todos os adolescentes foram orientados a não fazer exercícios de alta intensidade, 24 horas antes do teste de esforço, e a não consumir bebida com álcool e/ou alto teor de cafeína no dia das avaliações **(Myers, 1991; Rashid et al., 2006)**. Foram orientados, ainda, a consumir alimentos leves uma hora antes do exame e a se apresentar vestidos com camiseta, calção e tênis propício ao teste.

4.3.2 - Avaliação ergoespirométrica

As avaliações ergoespirométricas foram realizadas no Laboratório de Estudos do Movimento (LEM) do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IOT – HC/ FMUSP)

4.3.3 - Descrição da avaliação

Realizou-se um teste de esforço em esteira rolante (Inbramed, ATL - 10200, Porto Alegre, RS, BR) de velocidade (Km/h -1) e inclinação (%) variável, utilizando-se protocolo escalonado contínuo de velocidade crescente e inclinação fixa de (1%) Heck modificado (**Silva et al., 2007**).

Nesse protocolo, (**tabela 1**) os adolescentes iniciam uma caminhada a 3,6 Km/h por 2 minutos, e ocorrem incrementos de velocidade de 1,2 Km/h a cada 2 minutos, até atingir a exaustão voluntária (**Silva et al., 2007**). A fase de recuperação foi ativa, com duração de 3 minutos, iniciada imediatamente, com velocidades decrescentes em 4,0; 3,0 e 0,0 km/h, com duração de 1 minuto em cada velocidade.

Durante o transcorrer do teste e com o objetivo de aumentar a motivação, os adolescentes receberam encorajamento verbal (**Andreacci et al., 2002**).

A percepção subjetiva do esforço foi quantificada, em cada estágio do teste ergoespirométrico, pela escala linear gradual de 15 pontos (6 a 20) de Borg (**figura 1**) fixada próxima à esteira (**Borg, 1970; Faulkner, Eston, 2007**).

Todos os adolescentes submeteram-se a eletrocardiograma (ECG). Utilizaram-se 12 derivações para avaliar a resposta eletrocardiográfica no repouso, durante o esforço e na fase de recuperação do teste de esforço. A frequência cardíaca (FC) foi registrada durante o esforço e na fase de recuperação em ECG computadorizado (Max Personal, Exercise Testing System, Marquette, Wisconsin, EUA).

A pressão arterial (PA) foi medida indiretamente pelo método auscultatório antes do início do teste, durante o esforço e na fase de recuperação, utilizando-se esfigmomanômetro com leitura aneróide em mmHG (Tycos, EUA).

Para a avaliação respiratória e metabólica utilizaram-se um sistema computadorizado de análise de troca gasosa (CPX/D, Medgraphics, Saint

Paul, MN, EUA) e o software Breeze Suite 6.4.1. para captação dos dados respiração-a-respiração, armazenamento e processamento das variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas. A análise dos fluxos e volumes realizou-se por um pneumotacômetro bidirecional preVent de pressão diferencial de alta precisão e espaço morto de 39 ml. Calibrou-se o pneumotacômetro, antes da realização de cada teste, com uma seringa (5530, Hans Rudolph, Kansas City, MO, EUA) por meio de dez movimentos (cinco expirações e cinco inspirações) com capacidade para 3 litros e espaço morto de 100ml, empregada como fator de correção que determinou a leitura do volume respiratório. Mediram-se as pressões expiradas de oxigênio (PETO₂) por meio de uma célula do tipo zircônia de resposta rápida e elevada precisão (+- 0,03% de O₂), enquanto as pressões expiradas de dióxido de carbono (PETCO₂), pelo princípio infravermelho com precisão de (+- 0,05% de CO₂) e resposta (< 130ms). Os analisadores de O₂ e de CO₂ foram calibrados, antes e imediatamente após a realização de cada teste, com mistura gasosa conhecida, em dois cilindros (O₂ = 11,9% e 20,9%), CO₂ = %,09%), e balanceada com nitrogênio (N₂), com a utilização da própria composição do ar atmosférico (**Albouaini et al., 2007**). As variáveis ventilatórias foram

registradas instantaneamente e depois calculadas para o tempo médio de dez segundos (**Carey et al., 2005**).

Os adolescentes posicionaram-se na esteira com um capacete no qual se acoplou um bocal esterilizado. Vedou-se o nariz com um prendedor, com o objetivo de captar o ar atmosférico para a análise dos gases pelos sensores de O₂ e CO₂. Durante todo o protocolo de teste, os gases expirados foram coletados e analisados a cada ciclo respiratório. Determinaram-se no esforço o limiar ventilatório dois (LV 2) e o momento de transição da passagem do metabolismo aeróbio para o anaeróbio (**Bhambhany e Singh, 1985**).

4.3.4 - Tipo de treinamento

Os adolescentes da amostra participaram de um programa de treinamento predominantemente aeróbio por um período de 24 semanas. Eles percorreram uma distância programada, três vezes por semana, (segundas, quartas e sextas-feiras), com encontros marcados às 15h30, para o início do programa de exercícios. O local escolhido foi o parque do Ibirapuera em São Paulo. Os encontros aconteceram próximos à entrada do

portão 10 e os exercícios realizados próximos à Praça do Planetário. Estipulou-se um percurso de 1.000 metros, demarcado a cada 100 metros com tinta branca e com as iniciais “MF” (monitoramento físico). Essa medida foi importante, pois no parque do Ibirapuera existem várias demarcações com início em lugares distintos que poderiam confundir os participantes. O piso escolhido foi o mais regular possível, plano e com cobertura asfáltica. Essa escolha teve o objetivo de diminuir a possibilidade de quedas ou contusões. Em dias de chuva ou piso molhado, os exercícios eram realizados na marquise do parque que também possuía as demarcações e o total de metros do percurso externo. O tempo de exercícios e a distância progressiva foram determinados conforme a **tabela 2**.

Com as variáveis tempo e distância, conseguiu-se calcular a velocidade com que cada participante realizou o percurso (**figura 2**) e observar sua evolução no decorrer do programa com o mesmo grau de esforço referido, que se situava próximo ao número 13 da escala de Borg (**Borg, 1970; Faulkner e Eston, 2007**).

O programa consistiu em: fase de aquecimento, resistência aeróbia e desaquecimento. Após a fase de desaquecimento, foram realizados exercícios de flexibilidade com faixas elásticas.

A sessão inicial de treinamento aeróbio teve a duração de 10 minutos, sendo progressivamente acrescida em 10 minutos a cada 2 semanas, chegando à duração máxima de 60 minutos. Cada treino foi supervisionado por um educador físico e/ou médico. Em todos os treinos, os adolescentes indicavam a percepção de esforço segundo a Escala de Borg **(Borg, 1970, Faulkner e Eston, 2007)**. Cada participante utilizou um medidor de frequência cardíaca da marca Polar RS100 BLK. Essas frequências serviram para o acompanhamento do grau de esforço realizado e foram comparadas aos parâmetros obtidos durante o teste ergoespirométrico. O programa de exercícios foi calculado, para cada indivíduo, utilizando-se uma porcentagem da frequência cardíaca máxima (FCmax) de acordo com a equação de Tanaka [$208 - (0,7 \times \text{idade})$], **(Tanaka et al., 2001)**. Essa porcentagem variou de 50% a 80% da FCmax desde o início ao término do programa. Foram realizados incrementos de 5% na porcentagem da FCmax a cada 2 semanas, até atingir um máximo de 80%. Mesmo nesse limite máximo, nunca nenhum adolescente ultrapassou o grau “cansativo” da Tabela de Esforço de Borg durante a realização do programa, permanecendo por volta do valor correspondente ao número 13 da referida tabela, que indica os limites próximos ao LV2.

Os adolescentes também realizaram uma avaliação “em campo” para que esses dados fossem comparados aos do teste ergoespirométrico. Posteriormente, esses índices seriam comparados no final do programa de treinamento sob as mesmas condições. O objetivo dessa avaliação era verificar o menor tempo no qual cada jovem percorreria a distância de 1 km. Neste caso, valores superiores ao número 13, relacionados à Tabela de Borg, poderiam ser alcançados. A instrução dada para cada participante era que completasse a distância de 1 km no menor tempo possível. Poderia correr ou caminhar durante o percurso. Esse procedimento foi realizado em 2 momentos: antes do início do programa e durante a última semana de treinamento.

O desempenho de cada adolescente foi comparado antes e após o treinamento sob as mesmas condições, no “teste de campo” e na avaliação ergoespirométrica. Além disso, os jovens foram submetidos à nova avaliação médica pós-treinamento.

Tabela 1 -

Protocolo de Heck modificado

MÉTODOS 34

Tabela 1 -

Protocolo de Heck modificado



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FMUSP
INSTITUTO DE ORTOPEDIA & TRAUMATOLOGIA
LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO MOVIMENTO
SEÇÃO DE AVALIAÇÃO CARDIORRESPIRATÓRIA & METABÓLICA
“excelência em avaliação, fitness e diagnóstico de performance”
PROTÓCOLO DE TESTE DE ESFORÇO



HECK modificado

Nome: _____ Idade: _____ (anos) Peso: _____ (kg) Altura: _____ (cm)

Nº. do Teste: _____ DN: _____ / _____ / _____ Convênio: _____

Repouso: FC _____ (bpm) PA _____ (mmHg) FC submáxima: _____ (bpm) FC máxima: _____ (bpm)

Estágio Nº	Temperatura: (°C)		Umidade Relativa do Ar: (%)		Pressão Barométrica: (mmHg)			ACSM VO ₂ (ml/kg)
	Vel. (m/min)	Vel. (km/h)	Tempo (min)	Tempo Cumulativo (min)	FC (bpm)	PA (mmHg)	BORG (Escala)	
Est.1	60	3,6	2	4				9,5
Est.2	80	4,8	2	6				11,6
Est.3	100	6,0	2	8				13,8
Est.4	120	7,2	2	10				15,9
Est.5	140	8,4	2	12				29,4
Est.6	160	9,6	2	14				33,2
Est.7	180	10,8	2	16				37,0
Est.8	200	12,0	2	18				40,7
Est.9	220	13,2	2	20				44,5
Est.10	240	14,4	2	22				48,2
Est.11	260	15,6	2	24				52,0
Est.12	280	16,8	2	26				55,8
Est.13	300	18,0	2	28				59,5
Est.14	320	19,2	2	30				63,3
Est.15	340	20,4	2	32				67,1
Est.16	360	21,6	2	34				70,9
Est.17	380	22,8	2	36				74,7
Est.18	400	24,0	2	38				78,5
Rec								
1	67	4,0	1	1				10,3
2	50	3,0	1	2				8,5
3	00	0,0	1	3				3,5

INCLINAÇÃO FIXA DE 1%

DATA: _____ / _____ / _____ Solicitante: _____

Referência do protocolo: Heck e cols. (Justification of the 4 mmol/l lactate threshold) Fonte: Int J Sports Med 6:117 – 130, 1985. Lab. Estudos do Movimento – IOT/HCFMUSP (www.hcnet.usp.br/iot/medicinaesportiva) Rua – Dr. Ovidio Pires de Campos, 333 2º andar ala c – Cerqueira César – Cep: 05403 – 010 São Paulo – SP/Brasil F: (55 11 3069 6041) FAX (55 11 3069 64 86)

Figura 1



HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FMUSP
 INSTITUTO DE ORTOPEdia E TRAUMATOLOGIA
 LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO MOVIMENTO
 GRUPO DE MEDICINA DO ESPORTE



“Excelência em diagnóstico, fitness e avaliação da performance”

ESCALA DE BORG

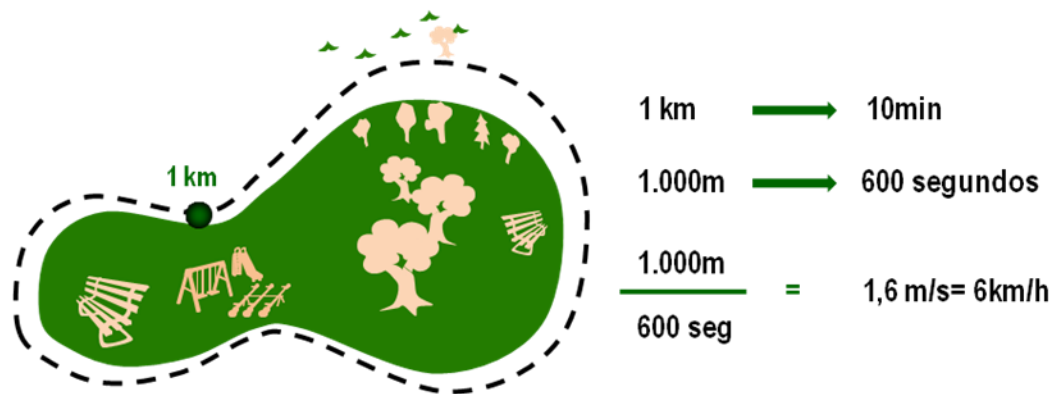
20 – ESFORÇO MÁXIMO	100%	(Parabéns)
19 – EXTREMAMENTE CANSATIVO	95%	(Garra)
18 – QUASE	90%	(Determinação)
17 – MUITO CANSATIVO	85%	(Vontade)
16 – QUASE	80%	(Garra, Vigor)
15 – CANSATIVO	75%	(Valentia, Fibra)
14 – QUASE	70%	ZONA
13 – POUCO CANSADO	65%	AERÓBIA DE
12 – QUASE	60%	TREINAMENTO
11 – RELATIVAMENTE FÁCIL	55%	
10 – QUASE	50%	
9 – FÁCIL	45%	
8 – MUITO FÁCIL, MUITO SUAVE	35%	
7 – MUITO, MUITO LEVE	30%	
6 – NENHUM ESFORÇO	20%	

Tabela 2 - Tempo de exercício no decorrer das 24 semanas

SEMANA	TEMPO DE EXERCÍCIO AERÓBIO
	(minutos)
1	10
2	10
3	20
4	20
5	30
6	30
7	40
8	40
9	50
10	50
11	60
12	60
13	60
14	60
15	60
16	60
17	60
18	60
19	60
20	60
21	60
22	60
23	60
24	60

Figura 2

Exemplo de cálculo de velocidade e porcentagem de frequência cardíaca



Frequência Cardíaca Máxima (FCmax)

mensuração da
frequência
cardíaca

$$FC_{max} = 208 - (0,7 \times \text{idade})$$

cálculo de 50% a 80% da FCmax

4.4 - Análise estatística

Realizou-se um estudo prospectivo com uma amostra sequencial de conveniência.

A análise estatística foi realizada mediante teste t para comparação de médias de amostras pareadas. Os dados que não apresentaram distribuição normal tiveram suas medianas comparadas por método não-paramétrico (Wilcoxon).

A avaliação da intervenção proposta foi realizada por comparações de médias, partindo-se de um alfa de 5% monocaudal, com poder de teste de 80%, para detectar uma diferença entre as médias, antes e depois da intervenção, de pelo menos 0,5 (meio) desvio padrão para as variáveis estudadas. Partindo-se desses parâmetros, o número mínimo de participantes na amostra seria de 26 adolescentes. Considerando-se possíveis perdas, decidiu-se selecionar 34 adolescentes, oito a mais do mínimo necessário.

4.5 - Ética

O presente estudo foi aprovado pela CAPESQ do Hospital das Clínicas da FMUSP n.º 1.071/09, e todos os participantes e seus responsáveis, cientes dos procedimentos de avaliação, objetivos e possíveis benefícios e riscos de um estudo dessa natureza, assinaram termo de consentimento.

(Resolução específica nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde)

5 - Resultados

Evolução do IMC dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento aeróbio pode ser vista na **tabela 3** e acompanhada na **figura 3**.

Tabela 3

IMC	z escore	z escore
	início do programa	término do programa
Mediana	1,8	1,2
Média	1,7	1,2
dp	0,496	0,491

Houve uma redução do IMC verificada na **tabela 3** e na **figura 3**

(P <0,0001)

Figura 3

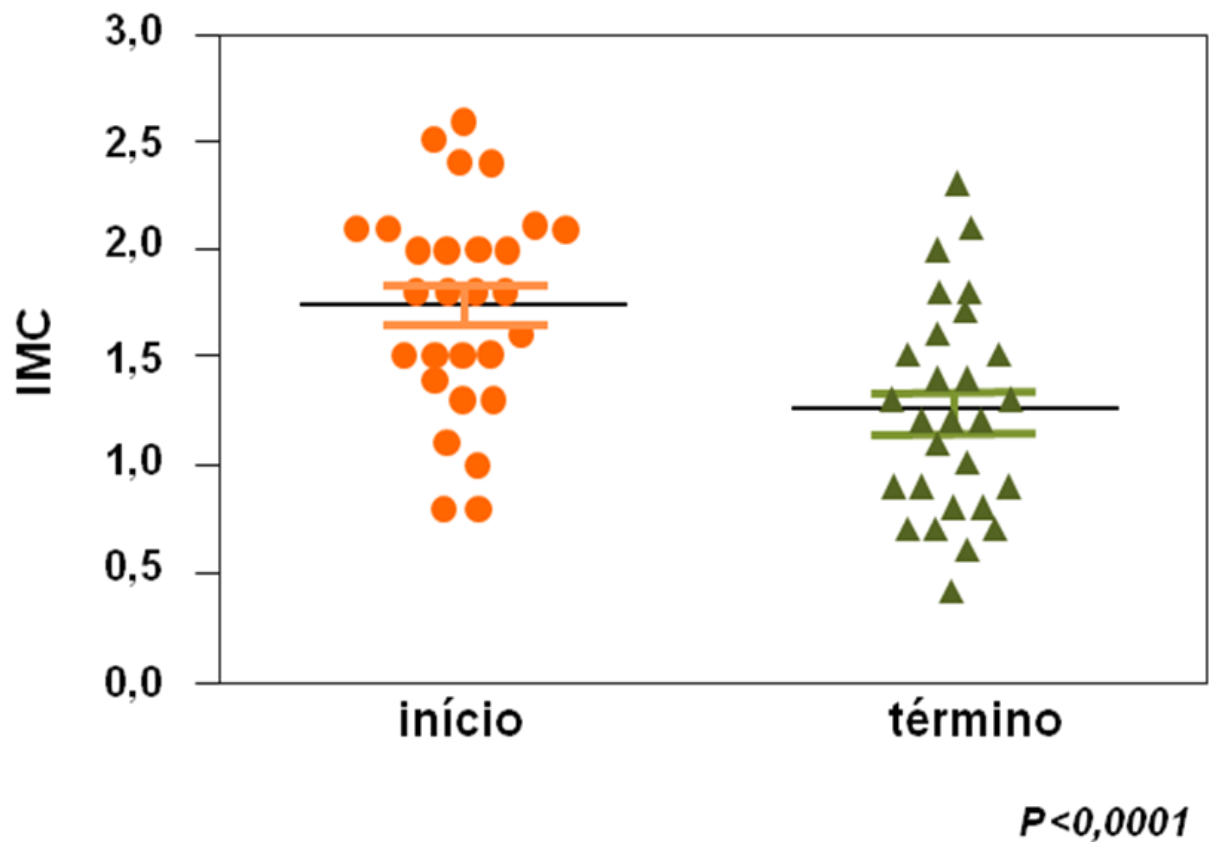


Figura 3: Evolução do IMC dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbico no início e término do mesmo

A evolução do $VO_2\text{max}$ dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento aeróbio pode ser observada na **tabela 4** e acompanhada na **figura 4**.

Tabela 4

$VO_2\text{max}$	z escore	z escore
	início do programa	término do programa
Mediana	35,6	44,4
Média	35,3	44,2
dp	4,109	5,067

Houve um aumento nos valores de $VO_2\text{max}$, o que pode ser verificado na **tabela 4** e na **figura 4**. ($P < 0,0001$)

Figura 4

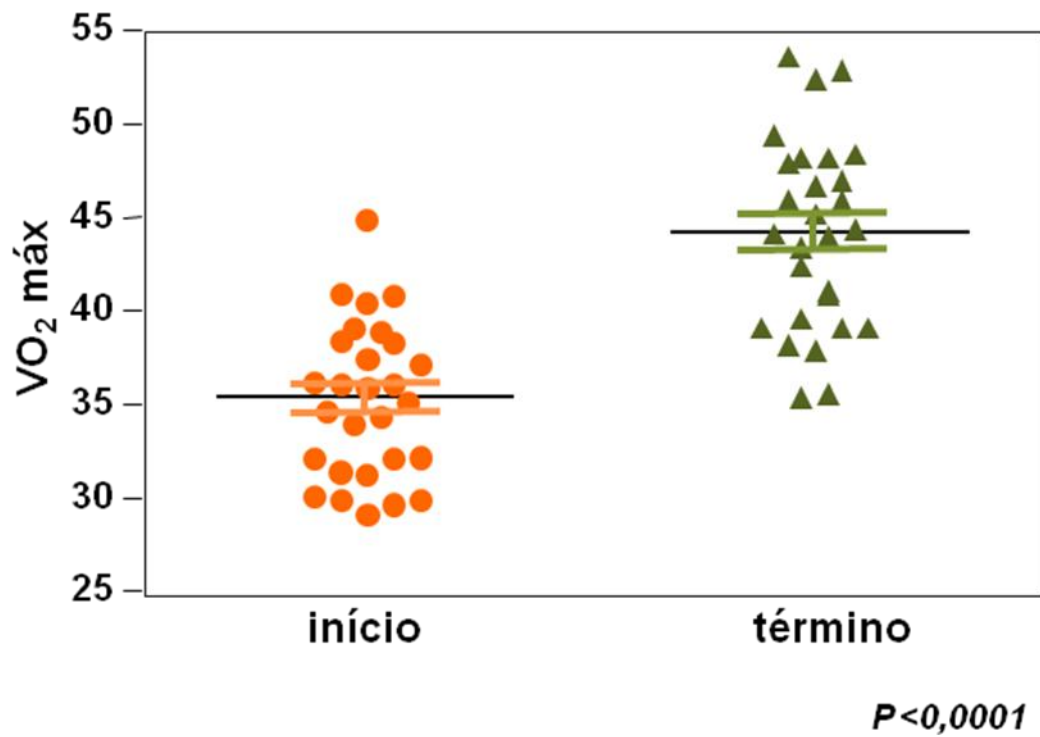


Figura 4: Evolução do consumo máximo de oxigênio VO₂max dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término do mesmo

O tempo (em segundos) gasto para completar o teste ergoespiométrico em esteira rolante está apresentado na **tabela 5** e na **figura 5**

Tabela 5

tempo	z escore	z escore
	início do programa	término do programa
Mediana	683	1034,5
Média	705,4	1024,3
dp	95,928	113,959

Houve um aumento na execução do tempo de exercício durante o teste, o que pode ser verificado na **tabela 5** e na **figura 5**. ($P < 0,0001$)

Figura 5

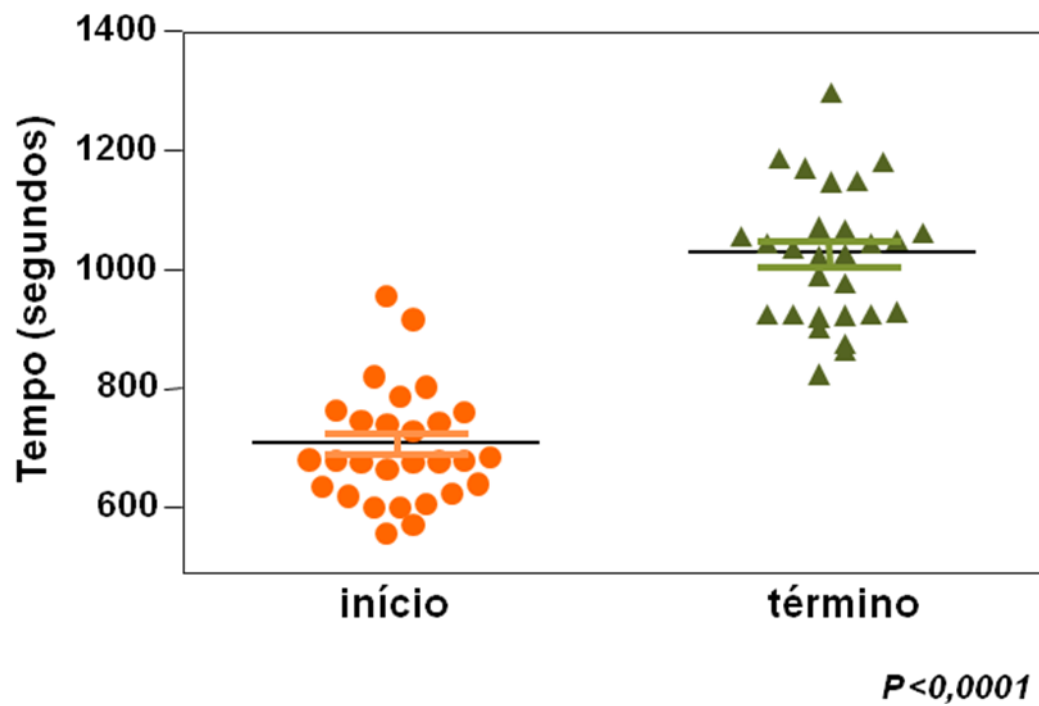


Figura 5: Tempo de realização do teste ergoespirométrico em esteira dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término do mesmo

A velocidade máxima atingida durante o teste ergoespirométrico pode ser observada na **tabela 6** e na **figura 6**. Neste caso foi utilizada a mediana.

Tabela 6

Velocidade	z escore	
	início do programa	término do programa
Mediana	9,6	13,2
Média	9,6	12,9
dp	1,006	1,216

Houve um aumento na velocidade máxima durante o teste, o que pode ser verificado na **tabela 6** e na **figura 6**. ($P < 0,0001$)

Figura 6

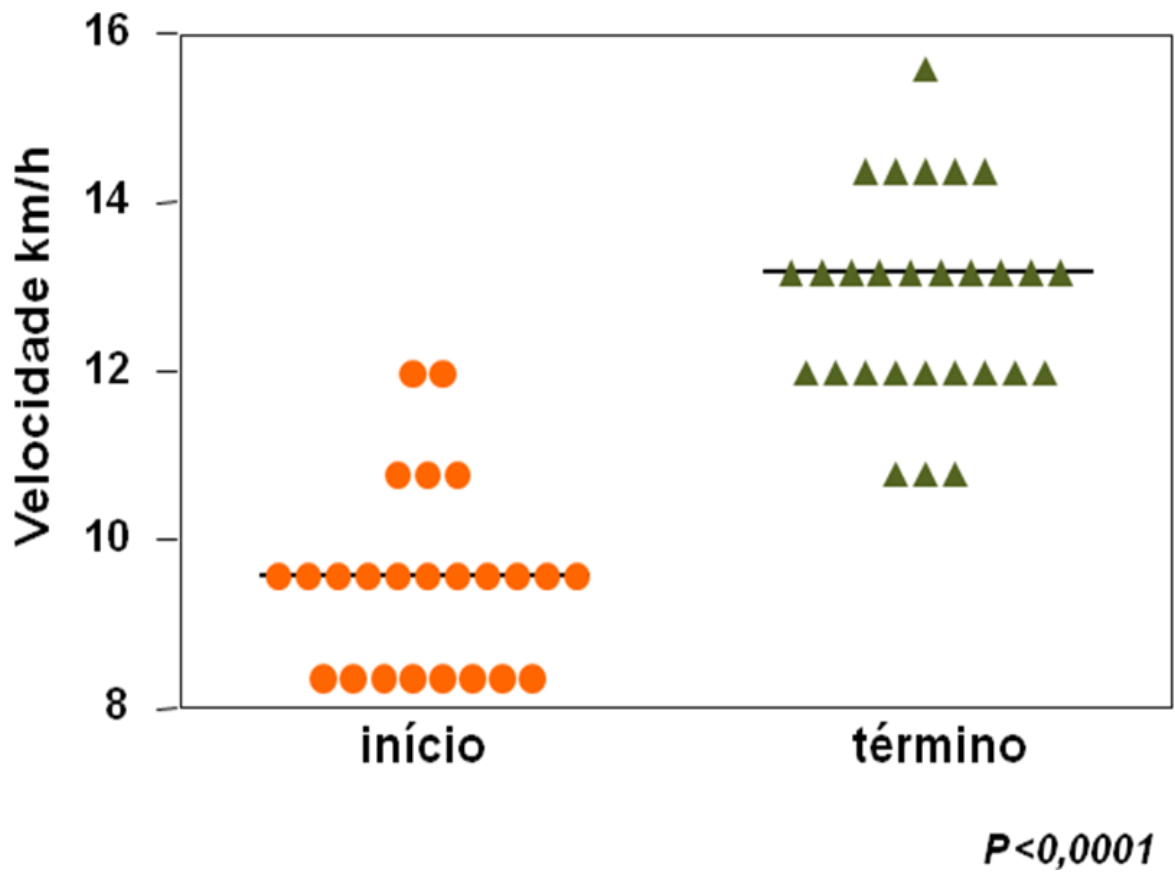


Figura 6: Velocidade máxima alcançada durante a realização do teste ergoespirométrico em esteira em adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término do mesmo

Tempo em segundos para percorrer a distância de 1 km no esforço máximo pode ser visualizado na **tabela 7** e na **figura 7**

Tabela 7

Tempo	z escore	z escore
	início do programa	término do programa
Mediana	648	469
Média	640,9	464,9
dp	54,805	60,339

Houve uma diminuição no tempo para percorrer a distância de 1km durante o exercício, o que pode ser verificado na **tabela 7** e na **figura 7** indicando que os adolescentes foram mais rápidos no término do programa.

(P <0,0001)

Figura 7

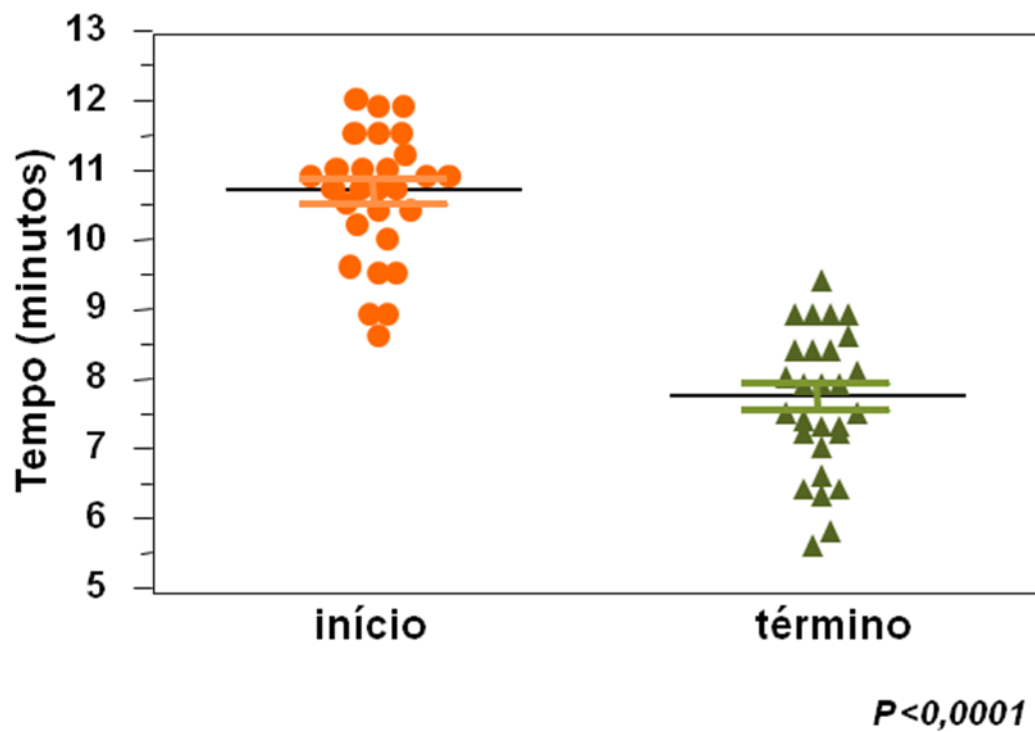


Figura 7: Tempo gasto para completar o percurso de 1 km dos adolescentes submetidos ao programa de condicionamento físico aeróbio no início e término do mesmo

6 - Discussão

Alguns trabalhos mostram adolescentes que realizam exercícios físicos em locais destinados para esse fim. Muitos, inclusive, podem dispor de salas de treinamento bem equipadas, piscina aquecida e quadras poliesportivas (**Klijn et al. 2007**). Em nosso meio, sabemos que as condições sociais muitas vezes não permitem que o jovem tenha acesso a centros destinados à prática de esporte. Caminhar é uma atividade simples e pode ser realizada em qualquer local e é o tipo de exercício que pode ser proposto para uma população, independente das condições socioeconômicas.

Adolescentes com sobrepeso e obesidade, frequentemente, são excluídos de atividades recreacionais com bola, por não apresentarem uma aptidão cardiorrespiratória ou motora, quando comparados com outros jovens com peso dentro das faixas de normalidade. Isso faz com que cada vez mais eles se afastem desse tipo de atividade, contribuindo para o sedentarismo (**Norman et al., 2005**).

Por outro lado, o conceito de imagem corporal é muito importante para o entendimento da relação do adolescente obeso com seu corpo.

Sabe-se que a aquisição da imagem corporal é o resultado de múltiplas informações, podendo ser desenvolvida por meio da comparação de atividade física, experiência sexuais, desempenho em vários campos e por múltiplas outras sensações vividas. O adolescente obeso pode desenvolver uma percepção distorcida da figura corporal, sentindo-se feio e desajeitado. Com muita frequência, a pequena aceitação pelo grupo reforça o sentimento de desvalorização, aumentando a baixa autoestima (**Conti et al., 2005; Greenberg et al., 1983**).

Este estudo mostrou que a caminhada é um método eficaz de exercício físico para adolescentes que queiram ou necessitem melhorar seu condicionamento físico ou mesmo mudar sua composição corporal.

Não houve atividade recreativa além da caminhada que, progressivamente, foi tendo o seu tempo aumentado até chegar a 60 minutos. Os adolescentes formaram um grupo e cada um realizou o exercício em seu ritmo. Nessas condições, percebemos a interação entre eles. À medida que as semanas passavam, os jovens conheciam um pouco mais seus colegas de exercícios. Quando se encontravam para as sessões, conversavam a respeito de vários assuntos. A necessidade de se formar um grupo talvez seja importante na hora de propor atividades para jovens. Esse

contato favoreceu a execução do programa, tornando-se um importante ponto na adesão (**Brown et al., 1986**).

Segundo **Shields et al. (2009)**, a família também exerce influência sobre a prática esportiva na infância e adolescência. Filhos de pais sedentários apresentam uma tendência à inatividade física. Por outro lado, pais ativos geralmente exercem um efeito positivo relacionado ao exercício.

Quando conversamos com nosso paciente adolescente no consultório e sugerimos ou prescrevemos um exercício físico, poucas vezes essa orientação é seguida. Raros são aqueles que encontram forças para sair do sedentarismo e começar um programa de atividades sozinhos (**Sherwood et al., 2000; Cooper et al., 2008**).

Como para o programa proposto, o único material necessário é um par de tênis, essa atividade pode ser praticada em qualquer local do planeta. Geralmente, os adolescentes obesos manifestam o desejo de perder peso, mas não realizando exercícios. Levados pelo imediatismo, querem se lançar em atividades que possam trazer benefícios rapidamente. Alguns procuram soluções mágicas que não fornecem resultados consistentes. Outros começam a caminhar ou correr em uma intensidade bem superior a que podem suportar. Com isso, poucos minutos são

suficientes para que desistam da atividade e mantenham-se sedentários (**Jelalian *et al.*, 2008, Owens e Gutin ,1999**). Porém, com uma orientação adequada, constatamos que resultados satisfatórios podem ser obtidos em um período de 24 semanas.

Deve-se considerar que muitos atletas experientes, algumas vezes, também ultrapassam seus limites durante uma prova e não conseguem chegar ao final, pois “quebram” antes da linha de chegada. Um exemplo disso foi observado na maratona de São Paulo realizada em 2010. A atleta brasileira da equipe feminina conseguiu manter-se na primeira colocação durante os 40 km de corrida. A partir desse ponto, estava visivelmente esgotada, sem coordenação motora e foi ultrapassada com facilidade por outras concorrentes, quando faltavam apenas 2 km para a linha final. Um outro exemplo, nesse sentido, a atleta suíça Gabrielle Andersen que cruzou a linha de chegada na maratona olímpica em Los Angeles em 1984. Ela mal conseguia andar, possuía câimbras fortes e dores por todo o corpo. Em entrevistas posteriores, ela afirmou que havia corrido em um ritmo bem mais acelerado que o indicado pelo seu técnico nos treinamentos.

Quando se ultrapassam os limites, não importa se obesos ou atletas, o corpo avisa que será impossível continuar. Algumas pessoas podem

possuir uma resistência maior à fadiga, mas o limite chega para todos. Por isso, um profissional que propõe exercícios físicos para adolescentes precisa considerar vários fatores, além das características psicológicas dessa fase (**Ortega et al., 2008; Harris et al., 2006**).

No estudo realizado, estabeleceu-se como regra fundamental que o grau cansativo nunca fosse atingido, assim, os adolescentes caminharam de maneira agradável durante todo o programa, mantendo-se próximos do estágio 13 da escala de Borg. Quando o exercício chega ao estágio cansativo, provavelmente o segundo limiar (LV2) está próximo ou foi ultrapassado (**Silva, 2009**). Nessas circunstâncias, notamos um aumento da frequência respiratória para tentar compensar fisiologicamente os efeitos da acidose que se fazem presentes. Geralmente, ultrapassando esse ponto de compensação e mantendo-se nele, o exercício será interrompido brevemente. Portanto se o exercício for realizado entre os limiares 1 (LV1) e 2 (LV2), observaremos uma resposta fisiológica equilibrada (**Milano et al., 2009; Katzmazyk et al., 2008; Drinkard, et al., 2007; Baxter-Jones, et al., 1993**).

Nem todas as cidades possuem centros sofisticados para determinar esses limiares com precisão. O custo desses aparelhos é elevado e poderia

inviabilizar o trabalho. Mas, se pudermos utilizar a tabela de Borg, associada à frequência cardíaca observada durante o exercício, teremos condições de realizar um treinamento adequado para os pacientes. Da mesma forma, aferindo a distância preestabelecida do percurso e calculando-se o tempo gasto para percorrê-la, o examinador terá condições de acompanhar a evolução de seus pacientes. Sabendo-se que quanto mais condicionado o adolescente estiver, menor será o tempo para percorrer a distância, uma evolução gradual poderá ser percebida ao longo do treinamento. Neste caso, como se trata de uma avaliação, o adolescente é instruído a percorrer a distância no menor tempo, podendo atingir níveis mais elevados de percepção de esforço na tabela de Borg. Essa avaliação poderá ser realizada em períodos predeterminados do programa de exercícios de 24 semanas proposto nesse trabalho. Uma sugestão é que se faça uma avaliação inicial, outra após a décima segunda semana e outra ao final, ou seja, na vigésima quarta semana.

O presente estudo baseou-se na comparação dos dados obtidos nos “testes de laboratório” e nos “testes de campo”. Os testes de laboratório forneceram, com precisão, a maneira mais eficaz que cada participante teria para realizar seu treinamento. Isso foi determinado pela percepção de

esforço e FC. Do mesmo modo, os testes de campo mostraram-se adequados para que os mesmos parâmetros fossem avaliados. Portanto, existe a possibilidade de montar o programa sem a utilização de instrumentos sofisticados de avaliação.

São requisitos essenciais para a aplicação do programa:

- uma Tabela de Percepção de Esforço de Borg;
- um relógio para aferição do tempo de realização do teste de cada participante;
- um frequencímetro para facilitar o trabalho, porém, dispensável;
- um local preferencialmente plano e que permita medir o percurso para a realização do programa.

Com essas condições, pode-se calcular, entre outras coisas, a velocidade de realização do teste.

O cálculo da frequência cardíaca máxima pela equação de Tanaka e as porcentagens da frequência cardíaca entre 50% e 80% são recomendadas. É esperado que a FC nesses níveis correspondam aos limites adequados (exercício moderado) na Tabela de Borg (**Carey, 2009**).

Assim, com esses parâmetros, sem testes sofisticados, o programa pode ser realizado.

Há relatos de prescrição de exercícios, levando-se em conta a quantidade de quilocalorias (kcal) dispendidas em um exercício. Talvez isso não seja o mais importante. Temos que considerar qual é o objetivo do exercício **(Sothorn, 2001; Barbanti, 1996)**. Há pessoas que querem melhorar o seu desempenho para realizar uma prova de ciclismo ou corrida em um tempo menor. Outras querem otimizar a perda de gordura sem a preocupação com exercícios competitivos **(Mota *et al.*, 2009)**.

Considera-se, nesse contexto, que, quando o exercício é realizado objetivando-se a perda de gordura, é suficiente sua realização em intensidade de esforço moderado, por um período próximo a 60 minutos na frequência de pelo menos 3 vezes por semana **(Carey, 2009)**.

Nesse sentido, deve-se levar em conta que, quando estamos mais próximos do primeiro limiar (LV1), o ácido graxo é o substrato de energia predominante que o organismo utiliza. Por outro lado, quanto mais próximo do segundo limiar (LV2), o carboidrato passa ser proporcionalmente utilizado em maior escala como fonte de energia. A transição do metabolismo aeróbio para o anaeróbio está esquematizado na **tabela 8**.

Tabela 8

TRANSIÇÃO DO METABOLISMO AERÓBIO PARA
O ANAERÓBIO (DO REPOUSO AO VO₂max)

características		transição	
	limiar aeróbio (LV1)		limiar anaeróbio (LV2)
tipo de metabolismo predominante	aeróbio		anaeróbio
intensidade relativa do VO ₂ máx	40% a 60%		65% a 90%
substrato predominante	ácido graxo		carboidrato
ácido láctico mM	2		4

Fica claro que, em um exercício mais próximo do segundo limiar, o gasto calórico é maior, pois o exercício é mais intenso. Porém a composição do substrato energético varia. Em relação à porcentagem do VO₂max para uma otimização da utilização do ácido graxo, os valores estariam entre 60% e 70%. Quando se toma como parâmetro a FC esses valores situam-se entre 65% e 80% da FCmáx (**Carey, 2009**).

Verificou-se uma redução no IMC dos adolescentes submetidos ao programa, indicando que a atividade proposta contribuiu para a perda de peso. Não houve variação da estatura do início ao final das 24 semanas.

Sendo assim, podemos atribuir a redução do IMC exclusivamente à redução do peso.

Sabendo-se que o $VO_2\text{max}$ é um dos melhores indicadores da capacidade cardiorrespiratória e também do nível de aptidão física (**Costill, 1973**), a grande vantagem, neste caso, é que podemos trabalhar de maneira individualizada, pois a mensuração é realizada com base no condicionamento físico no instante do teste. Da mesma forma, podemos afirmar que os jovens melhoraram a potência aeróbia com base no consumo máximo de oxigênio ($VO_2\text{max}$). Durante o exercício, a exigência de oxigênio para os músculos ativos pode aumentar em até vinte vezes em relação ao estado de repouso, enquanto para a musculatura inativa o consumo permanece inalterado. O aumento da atividade muscular esquelética eleva a demanda de ATP, como combustível para a interação actina-miosina. Os substratos utilizados para a ressíntese de ATP agem como um sinal complexo que determinam a dilatação dos vasos que irrigam os músculos ativos (**Noakes, 1998**). Dessa maneira, o aumento da intensidade do exercício é acompanhado por um aumento do consumo de oxigênio (VO_2). O sistema nervoso central recruta em maior número e com maior frequência as unidades motoras para que produzam uma contração

muscular mais potente. A maior potência muscular demanda mais energia e conseqüentemente mais oxigênio. É aceito na literatura que o VO_2 aumenta de modo linear com o aumento da intensidade do esforço (**Kiss, 2003**). O VO_{2max} reflete a capacidade do organismo de transportar oxigênio e do músculo, de utilizá-lo.

A importância das avaliações do VO_{2max} depende da forma como são realizadas e para que se destinam. O protocolo de exercícios deve ser coerente com a massa muscular e o tipo de programa que será realizado (**Daniels, 1971**). Nesse programa, os adolescentes foram submetidos a testes específicos de caminhada/corrida o que foi compatível com a atividade proposta no decorrer das 24 semanas.

Observamos que na avaliação pós-treinamento os adolescentes conseguiram permanecer mais tempo durante a realização do teste de esforço na esteira, bem como atingiram velocidades superiores ao início do programa. Esses resultados indicam melhora do condicionamento aeróbio (**Riopel et al., 1979, Robergs, 1997**). Verificou-se que, após o treinamento, os jovens diminuíram o tempo para percorrer a distância de 1 km no esforço máximo. Esse parâmetro também pode ser interpretado como melhora do condicionamento físico aeróbio.

O estudo evidenciou melhora do condicionamento físico aeróbio em adolescentes, e todas as variáveis verificadas mostraram diferenças estatisticamente significativas. Esse instrumento permite que a atividade possa ser realizada em uma praça, em uma rua ou até mesmo em pequenos “campos de futebol” tão comuns em nossas periferias. Assim, um programa de exercício simples pode contribuir para que indivíduos obesos realizem-no de forma agradável e obtenham ganhos relacionados à sua condição física.

7 – Conclusões

7.1 - O programa de treinamento aplicado evidenciou-se eficaz para a redução do excesso de peso e melhorou o condicionamento aeróbio dos adolescentes, o que foi avaliado por:

- redução do índice de massa corpórea;
- aumento dos valores de VO_{2max} ;
- aumento do tempo de realização do teste ergoespirométrico em esteira;
- aumento da velocidade máxima atingida nesse teste; e
- diminuição do tempo para percorrer determinada distância (1km) com a mesma percepção de esforço.

7.2 - É possível montar um programa de condicionamento físico predominantemente aeróbio sem atingir o grau “cansativo”, o que favorece a adesão dos adolescentes, com resultados que evidenciam uma melhora significativa do condicionamento físico e estado nutricional.

7.3 - Instrumentos sofisticados e material com alto nível de tecnologia não são necessários para a montagem e realização de um programa eficaz.

8 – Referências

1. Ahmed ML, Ong KKL, Morrell DJ, Cox L, Nick D, Perry L, Preece MA, Dunger RB. Longitudinal study of leptin concentrations during puberty: sex differences and relationship to changes in body composition. *J Clin Endocrinol Metab.* 1999;84:899-905.
2. Albouaini K, Egred M, Alahmar A, Wright DJ. Cardiopulmonary exercise testing and its application. *Heart.* 2007;93:1285-92.
3. American College of Sports Medicine. *ACSM Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription.* 5th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2006.
4. Andreacci JL, LemuraLM, Cohen SL, Urbansky EA, Chelland SA, Duvillard SPV. The effects of frequency os encouragement in the performance during maximal exercice testing. *J Sports Sci.* 2002;20:345-52.
5. Armstrong N, Welsman JR. Assessment and interpretation of aerobic fitness in children and adolescents. *Exerc Sport Sci Rev.* 1994;22:435-76.

6. Aziz AR, Chia M, The KC. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. *Sports Med Phys Fitness*. 2000;40:195-200.
7. Barbanti VJ. Treinamento físico – bases científicas. São Paulo: CLR Balieiro; 1996.
8. Barnes HV. Physical growth and development during puberty. *Med Clin North Am*. 1975;59:1305-17.
9. Basset DR, Howley ET. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med Sci Sports Exerc*. 2000;32:70-84.
10. Baxter-Jones A, Goldstein H, Helms P. The development of aerobic power in athletes. *J Appl Physiol*. 1993;75:1160-7.
11. Beunen G, Malina RM. Growth and physical performance relative to the timing of adolescence sport. *Exerc Sport Sci Rev*. 1988;16:503-40.
12. Bhambhani Y, Singh M. Ventilatory thresholds during a graded exercise test. *Respiration*. 1985;47:120-8.

- 13.Boersma B, Witt JM. Catch-up growth. *Endocrinol Rev.* 1997;18:646-61.
- 14.Borg GAV. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med.* 1970;2:92-6.
- 15.British Association. Antropometric Comm. London, Rep. 53rd Meeting Br. Ass.,1984.
- 16.Brown BB, Eicher SA, Petrie S. The importance of peer group (“crowd”) affiliation in adolescence. *J Adolesc.* 1986;9:73-96.
- 17.Brownson RC, Jones DA, Pratt M, Blanton C, Heath GW. Measuring physical activity with the behavioral risk factor surveillance system. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32:1913-8.
- 18.Buchfuhrer MJ, Hansen JE, Robinson TE, Sue D, Wasserman K, Whipp BJ. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. *J Appl Physiol.* 1983;55:1558-64.

- 19.Carey DG, Hughes JM, Raymond RL, Pliego GJ. The respiratory rate as a marker for the ventilator threshold: comparison to other ventilator parameters. *JEPonline*. 2005;8:30-8.
- 20.Carey DG. Quantifying differences in the "fat burning" zone and the aerobic zone: implications for training. *J Strength Cond Res*. 2009;23:2090-5.
- 21.Carneiro JRI, Kushhnir MC, Clemente ELS, Brandão MG, Gomes MB. Obesidade na adolescência: fator de risco para complicações clínico-metabólicas. *Arq Bras Endocrinol Metab*. 2000;44:390-6.
- 22.Castracane VD. Leptin and Reproduction. *Semin Reprod Med*. 2002;20:87-
- 23.Colli AS. Maturación sexual de los adolescentes de São Paulo. In: Madaleno M, Munist MM, Serrano CV, Silber TJ, Ojeda ENS, Yunes J. *La salud Del adolescente de joven*. Washington: OPAS; 1995. p.499-511 (Organizacion Panamericana de La Salud, Publicación Científica no 522).
- 24.Conti MA, Frutuoso MFP, Gambardella AMD. Excesso de peso e insatisfação corporal em adolescentes. *Rev Nutr*. 2005;18:491-7.

25. Cook J, Altman DG, Moore DMC, Topp SC, Holland WW, Elliott A, A survey of the nutritional status of school children. Relation between nutrient intake and socio-economic factors. *Br J Prev Soc Med.* 1973;27:91-9.
26. Cooper RA, Wedderkopp N, Jago R, Kristensen P, Moller NC, Froberg K, Page AS, Andersen LB. Longitudinal associations of cycling to school with adolescent fitness. *Prev Med.* 2008;47:324-8.
27. Corbin CB, Pangrazi RP. Are American children and youth fit? *Res Q Exerc Sport.* 1992;63:96-106.
28. Costill DL, Thomason H, Roberts E, Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med Sci Sports.* 1973;5:248-52.
29. Cramer BA, McHean CS, Heald FP, Critical review of comprehensive health screening in adolescents. *J Adolesc Health.* 1992;3(Suppl.):315-425.

30. Daniels J, Oldridge N. Changes in oxygen consumption of young boys during growth and running training. *Med Sci Sports*. 1971;3:161-5.
31. Deforche B, Lefevre J, Bourdeadhuij ID, Hills AP, Duquet W, Bouckaert J. Physical fitness and physical activity in obese and nonobese Flemish youth. *Obes Res*. 2003;11:434-41.
32. Dietz WH. Use of body mass index (BMI) as a measure of overweight in children and adolescents. *J Pediatr*. 1998;132:191-3.
33. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol*. 2002;78(Supl. II):3-16.
34. Drinkard B, Roberts MD, Ranzenhohofer LM, Han JC, Yanoff LB, Merke DP, Savastano DM, Brady S, Yanovski JA. Oxygen-Uptake Efficiency Slope as a determinant of Fitness in Overweight Adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:1811-6.
35. Faulkner J, Eston R. Overall and peripheral rating of perceived exertion during a graded exercise test to volitional exhaustion in individuals of high and low fitness. *Eur J Appl Physiol*. 2007;101:613-20.

36. Fernandez AC, Mello MT, Castro PM, Fisberg M. Influência do treinamento aeróbio e anaeróbio na massa de gordura corporal de adolescentes obesos. *Rev Bras Med Esporte*. 2004;10:152-8.
37. Filho MB, Rissin A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais *Cad Saúde Pública*. 2003;19(Suppl1):S181-S191.
38. Flegal KM, Carroll MD, Kuczmarski RJ, Johnson CL. Overweight and obesity in the United States: prevalence and trends, 1960-1994. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 1998;22:39-47.
39. Forbes GB. Nutrition and growth. *J Pediatr*. 1977;91:40-2.
40. Galler A, Schuster V, Kiess W. Pubertal adipose tissue: is it really necessary for normal sexual maturation? *Eur J Endocrinol*. 2001;145:807-8.
41. Geithner CA, Thomis MA, Eynde B, Maes H, Loss R, Peeters M, Claessens A, Vlietinck R, Malina RM, Beunen GP. Growth in peak aerobic Power during adolescence. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36:1616-24.

- 42.Greenberg MT, Siegeland JM, Leitch CJ. The nature and importance of attachment relationships to parents and peers during adolescence. *J Youth Adolesc.* 1983;12:373-86.
- 43.Harris J, Cale L. A review of children's fitness testing. *Eur Phys Educ Rev.* 2006;12;201.
- 44.Heitmann BL, Lissner L, Sorensen TI, Bengtsson C. Dietary fat intake and weight gain in women genetically predisposed for obesity. *Am J Clin Nutr.* 1995;61:1213-7.
- 45.Helgerud J, Hoydal K, Wang E, Karlse T, Berg P, Bejerkass M. Aerobic high-intensity intervals improve VO_2 max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(4): 665-71.
- 46.Helgesen C, Hjorth N, Bach R, Hoff J. Aerobic high-intensity intervals improve VO_2 max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:665-71.
- 47.Impellizzeri FM, Marcora SM, Castagna C, Reilly T, Sassi A, Rampini E. Physiological and performance effects of generic versus specific aerobic training in soccer players. *Int J Sports Med.* 2006;27:483-92.

48. Janssen I, Katzmarzyk P, Boyce C, Vereecken C, Mulvihill C, Roberts C, Currie W, Pickett W. Comparison of overweight and obesity prevalence in school-age youth from 34 countries and their relationships with physical activity and dietary patterns. *Obes Rev.* 2005;6:123-32.
49. Jelalian E, Hart CN, Mehlenbec RS, Lloyd-Richardson EE, Kaplan JD, Flynn-O'Brien KT, Wing RR. Predictors of Attrition and Weight loss in an adolescent weight control program. *Obesity.* 2008;16:1318-23.
50. Karvonen J, Vuorimaa T. Heart rate and exercise intensity during sports activities: practical application. *Sports Med.* 1988;5:303-12.
51. Katzmarzyk PT, Baur LA, Blair SN, Lambert EV. International Conference on Physical Activity and Obesity in Children: Summary Statement and Recommendations. *Int J Pediatr Obes.* 2008;3:3
52. King N, Byrne NM, Hunt A, Hills A. Comparing exercise prescribed with exercise completed: Effects of gender and mode of exercise. *J Sports Sci.* 2010;15:1-8.
53. Kiss MAPDM. Esporte e exercício: avaliação e prescrição. São Paulo: Roca; 2003.

54. Klijin PH, van der Baan-Slootweg OH, van Stel HF. Aerobic exercise in adolescents with obesity: preliminary evaluation of a modular training program and the modified shuttle test. *BMC Pediatr.* 2007;19,7:19
55. Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, Johnson CL. Increasing Prevalence of Overweight Among US Adults: The National Health and Nutrition Examination Surveys, 1960 to 1991 *JAMA.* 1994;272:205-11.
56. Lima SCVC. Perfil lipídico e peroxidação de lipídeos no plasma em crianças e adolescentes com sobrepeso e obesidade. *J Pediatr. (Rio J)* 2004;80:23
57. Loftin M, Sotheen M, Trodclair L, O'Hanlon A, Miller J, Udall J. Scalin VO₂ peak in obese and non-obese girl. *Obes Rev.* 2001;9:290-6.
58. Loftin M, Sothern M, Warren B, Udall J. Comparison and VO₂ peak during treadmill and cycle ergometry in severely overweight youth. *J Sports Sci Med.* 2004;3:254-60.

- 59.Maffeis C, Schena F, Zaffanello M, Zoccante L, Schultz Y, Pinelli L. Maximal aerobic power during running and cycling in obese and non-obese children. *Acta Paediatr.* 1994;83:223-6.
- 60.Mehta NK, Chang VW. Weight status and restaurant availability a multilevel analysis. *Am J Prev Med.* 2008;34:127-33.
- 61.Milano G, Leite N. Implicações práticas no nível de condicionamento cardiorrespiratório em crianças e adolescentes obesos. *Motriz.* 2009;15:414-26.
- 62.Monteiro CA, Mondini L, de Souza AL, Popkin BM. The nutrition transition in Brazil. *Eur J Clin Nutr.* 1995;49:105-13
- 63.Mota J, Ribeiro JC, Carcvalho J, Santos MP, Martins J. Cardiorespiratory fitness status and body mass index change over time: A 2-year longitudinal study in elementary school children. *Int J Pediatr Obes.* 2009;4:338-42.
- 64.Myers MG. Caffeine and cardiac arrhythmias. *Ann Intern Med.* 1991;114:47-50.

65. Myers J, Buchanan N, Smith D, Neutel J, Bowes E, Walsh D, Froelicher VF. Individualized ramp treadmill observations on a new protocol. *Chest*. 1992;101:236-41.
66. Neder JA, Nery LE. Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática. 1a ed. São Paulo: Artes Médicas; 2003. v.1.
67. Noakes TD. Implications of exercise testing for prediction of athletic performance: A contemporary perspective. *Med Sci Sports Exerc*. 1998;20:319-30.
68. Norman AC, Drinkard B, Ghorbani S, Yanoff LB, Yanovski JA. Influence of excess adiposity on exercise fitness and performance in overweight children and adolescents. *Pediatrics*. 2005;115:690-6.
69. Ogden CL, Carroll MD, Curtin LR, McDowell MA, Tabak CJ, Flegal KM. Prevalence of Overweight and Obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA*. 2006;295:1549-55
70. Oliveira CL, Mello MT, Cintra IP, Fisberg M. Obesidade e síndrome metabólica na infância e adolescência. *Rev Nutr*. 2004;17:237-45.

- 71.Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ, Sjostrom M. Physical fitness in childhood and adolescence: a powerful marker of health. *Int J Obes.* 2008;32:1-11.
- 72.Owens S, Gutin B. Exercise testing of the child with Obesity. *Pediatr Cardiol.* 1999;20:79-83.
- 73.Paridon SM, Alpert BS, Boas SR, Cabrera ME, Caldarera L, Daniels SR, Kimball TR, Knilans TK, Nixon PA, Rhodes J, Yetman AT. Clinical Stress Testing in the pediatric age group a statement from the American Heart Association Council on cardiovascular disease in the young Committee on arteriosclerosis, hypertension, and obesity in youth. *Circulation.* 2006;113:1905-20.
- 74.Prado DM Prado DM, Silva AG, Trombetta IC, Ribeiro MM, Nicolau CM, Guazzelli IC, Matos LN, Negrao CE, Villares SM. Weight loss associated with exercise training restores ventilatory efficiency in obese children. *Int J Sports Med.* 2009;30:821-6.
- 75.Quetelet A. *Antropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme.* Bruxelles: C. Muquarddt; 1870.

76. Rankinen T, Zuberi A, Chagnon YC, Weisnagel SJ, Argyropoulos G, Walts B, Pérusse L, Bouchard C. The human obesity gene map: the 2005 update. *Obesity*(Silver Spring). 2006;14:529-644.
77. Rashid A, Hines M, Scherlag BJ, Yamanashi WS, Lovallo W. The effects of caffeine on the inducibility of atrial fibrillation. *J Eletrocardiol.* 2006;39:421-5.
78. Riopel DA, Taylor AB, Hohm AR. Blood pressure, heart rate, pressure-rate product and eletrocardiographic changes during treadmill exercise. *Am J Cardiol.* 1979;44:607-704.
79. Robergs RA. *Exercise physiology: exercise, performance, and clinical applications.* Boston: WCB McGraw-Hill; 1997.
80. Ruffo P, Saito MI. Avaliação Nutricional. In: Saito MI, Silva LEV, Leal M. *Adolescência: prevenção e risco.* Rio de Janeiro: Atheneu; 2008. p.163-99.

- 81.Saito MI. *Estado nutricional de adolescentes do subdistrito do Butantã, São Paulo, Brasil: indicadores antropométricos, sócio-econômicos e maturação sexual.*[Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 1990. 207p.
- 82.Santos CE, Schrank Y, Kupfer R. Análise crítica dos critérios da OMS, IDF e NCEP para síndrome metabólica em pacientes portadores de diabetes melito tipo 1. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009;53:1096-102.
- 83.Santos JAR. Estudo comparative, fisiológico, antropométrico e motor entre futebolistas de diferente nível competitivo. *Rev Paul Educ Fis São Paulo.* 1999;13:146-59.
- 84.Sherwood NE, Jeffery RW. The behavioral determinants of exercise: implications for physical activity interventions. *Annu Rev Nutr.* 2000;20:21-44
- 85.Shields CA, Spink SK, Chad K, Muhajarine N, Humbert L, Odnokon P. Youth and Adolescent Physical Activity Lapsers – Examining self-efficacy as a mediator of the relationship between family social influence and physical activity. *J Health Psychol.* 2009;13:121-30.

- 86.Sichieri R. Avaliação do estado nutricional de adolescentes brasileiros através do índice de massa corporal. *J Pediatr.(Rio J)* 1996;72:80-4.
- 87.Silva PRS. *Limiar ventilatório dois (LV2) e o consumo máximo de oxigênio (VO₂max) como preditores de tolerância ao esforço em jogadores de futebol* [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo; 2009. 85p.
- 88.Silva PRS, Fonseca AJ, Castro AW, Greve JMA, Hernandez AJ. Reproducibility of maximum aerobic Power (VO₂max) among soccer players using a modified heck protocol. *Clinics*. 2007;62:391-6
- 89.Snell PG, Stry-Gundersen J, Levine BD, Hawkins MN, Raven PB. Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. *Med Sci Sports Exerc*. 2007;39:103-7.
- 90.Sothern M. Exercice as a modality in the treatment of childhood obesity. *Pediatr Clin North Am*. 2001;48:995-1015.

91. Styne DM. Childhood and adolescent obesity. Prevalence and significance. *Pediatr Clin North Am.* 2001;48:823-54.
92. Tanaka H, Monahan KD, Seals DR. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol.* 2001;37:153-6.
93. Tanaka K, Matsuura Y, Matsuzaka A, Hirakoba K, Kumagai S. A longitudinal assessment of anaerobic threshold and distance running performance. *Med Sci Sports Exerc.* 1984;16:278-81.
94. Tanner JM. Growth at adolescence. 2a ed. Oxford: Blackwell; 1962.
95. Taylor ED, Theim KR, Mirch MC, Ghorbani S, Tanofsky-Kraff M, Adler-Wailes DC, Brady S, Reynolds JC, Calis KA, Yanovski JA. Orthopedic complications of overweight in children and adolescents. *Pediatrics.* 2006;117:2167-74.
96. Turley KR, Wilmore JH, Cardiovascular responses to treadmill and cycle ergometer exercise in children and adults. *J Appl Physiol.* 1997;83:948-57.

97. Wasserman K, Whipp BJ, Koyal SN, Beaver WL. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *J Appl Physiol.* 1973;35:236-443.
98. Wilmore JL, Costill DL. *Fisiologia do exercício*. Barueri: Editora Manole; 2001.
99. Zanconato S, Baraldi E, Santuz P, Rigon F, Vido L, Da Dalt L, Zacchello F. Gas exchange during exercise in obese children. *Eur J Pediatr.* 1989;148:614-7.