

**MÔNICA DE MORAES CHAVES BECKER**

**PRESSÃO ARTERIAL EM ADOLESCENTES DURANTE  
TESTE DE ESFORÇO COM PROTOCOLO EM RAMPA**



**RECIFE – 2005**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE PÚBLICA  
MESTRADO EM MEDICINA INTERNA**

**PRESSÃO ARTERIAL EM ADOLESCENTES DURANTE  
TESTE DE ESFORÇO COM PROTOCOLO EM RAMPA**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Medicina Interna do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre.

**Área de Concentração: Cardiologia**

**MESTRANDA: MÔNICA DE MORAES CHAVES BECKER**

**ORIENTADOR: PROFº Dr. EDGAR GUIMARÃES VICTOR**

**CO-ORIENTADOR: Dr. ODWALDO BARBOSA E SILVA**

**Becker, Mônica de Moraes Chaves**

**Pressão arterial em adolescentes durante teste de esforço com protocolo em rampa / Mônica de Moraes Chaves Becker. – Recife : O Autor, 2005.**

**xiv, 53 folhas: il., tab., graf.**

**Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Medicina Interna, 2005.**

**Inclui bibliografia e anexos.**

**1. Medicina interna – Cardiologia. 2. Pressão arterial. 3. Adolescentes – Teste de esforço – Protocolo em rampa. I. Título.**

**616.12-008.33**

**CDU (2.ed.)**

**UFPE**

**616.1**

**CDD (22.ed.)**

**BC2005-040**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA INTERNA

**RELATÓRIO DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DA DRª. MÔNICA DE MORAES CHAVES BECKER, ALUNA DO CURSO DE MESTRADO EM MEDICINA INTERNA, TURMA INICIADA EM 2003 (DOIS MIL E TRÊS)**

Às nove horas, do dia vinte e oito de fevereiro de dois mil e cinco, Auditório Jorge Lobo - CCS, tiveram início, pelo Coordenador do Curso, Profº. Dr. Edgar Guimarães Victor, os trabalhos de Defesa de Dissertação, da mestranda Mônica De Moraes Chaves, para obtenção do **Grau de Mestre em Medicina Interna** do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco. A Comissão Julgadora eleita pelo Colegiado do Curso e homologada pelas Câmaras de Pesquisa e Pós-Graduação foi formada pelos professores: **Drª. Gisélia Alves Pontes da Silva**, na qualidade de Presidente, do Departamento Materno Infantil da UFPE, **Drª. Andréa de Araújo Brandão**, do Departamento de Medicina Clínica da UFRJ e **Drº Dário Celestino Sobral Filho**, do Departamento de Medicina Clínica da UPE. A Dissertação apresentada versou sobre: **“Pressão Arterial em Adolescentes Durante o Teste de Esforço com Protocolo em RAMPA”**, tendo como orientador o Profº. Drº. Edgar Guimarães Victor, do Departamento de Medicina Clínica da UFPE. Após a explanação de 30 minutos feita pela candidata, justificando a escolha do assunto, objetivos da Dissertação, metodologia empregada e resultados obtidos, ilustrados com diapositivos, foram realizadas as argüições pela Banca Examinadora, todos no tempo regulamentar e respondido pela candidata. Ao término das argüições, a Banca avaliou em secreto e proferiu o seguinte resultado: “Aprovada”. Nada mais havendo a registrar, foram encerrados os trabalhos, do que, para constar, foi elaborado o presente relatório que vai assinado pelo Senhor Presidente e demais membros da Comissão Julgadora. Recife, 28 de fevereiro de 2005.

Profª. Drª. Gisélia Alves Pontes da Silva (Presidente)

Profª. Drª. Andréa de Araújo Brandão

Profº. Drº. Dário Celestino Sobral Filho



## **UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

### **REITOR**

Prof. Amaro Henrique Pessoa Lins

### **VICE-REITOR**

Prof. Gilson Edmar Gonçalves e Silva

### **PRO-REITOR PARA ASSUNTOS DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**

Prof. Celso Pinto Melo

### **DIRETOR DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE**

Prof. José Thadeu Pinheiro

### **DIRETOR DO HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UFPE**

Prof<sup>a</sup>. Heloísa Maria Mendonça de Moraes

### **CHEFE DO DEPARTAMENTO DE MEDICINA CLÍNICA**

Prof. Ênio Torreão Soares Castelar

### **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA INTERNA COORDENADOR**

Prof. Edgar Guimarães Victor

### **VICE-COORDENADORA**

Prof<sup>a</sup>. Ana Lúcia Coutinho Domingues

### **CORPO DOCENTE**

Prof<sup>a</sup>. Ana Lúcia Coutinho Domingues

Prof<sup>a</sup>. Ângela Luiza Pinto Duarte

Prof. Brivaldo Markman Filho

Prof. Edgar Guimarães Victor

Prof. Edmundo Pessoa de Almeida Lopes Neto

Prof. Ênio Torreão Soares Castelar

Prof. Fernando Tarcísio Miranda Cordeiro

Prof. Frederico Castelo Branco Cavalcanti

Prof. Francisco Alfredo Bandeira e Farias

Prof<sup>a</sup>. Heloísa Ramos Lacerda de Melo

Prof. Hilton de Castro Chaves Jr.

Prof. José Ricardo Barros Pernambuco

Prof. Luiz Bezerra de Carvalho Jr.

Prof. Lurildo Cleano Ribeiro Saraiva

Prof<sup>a</sup>. Magdala de Araújo Novaes

Prof<sup>a</sup>. Maria de Fátima Pessoa Militão de Albuquerque

Prof<sup>a</sup>. Marília de Carvalho Lima

Prof. Marcelo Moraes Valença

Prof. Nelson Antônio Moura de Araújo

Prof<sup>a</sup>. Norma Lucena Licínio da Silva

Prof<sup>a</sup>. Sandra Tereza de Souza Neiva Coelho

Prof<sup>a</sup>. Vera Magalhães da Silveira

Prof. Waldemar Ladosky

## DEDICATÓRIA

**A Deus, pois, por Ele e para Ele são todas as coisas.**

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, **Maurício e Maria Jesus**, que proporcionaram toda a minha formação acadêmica e pessoal. Sem eles, os meus sonhos nunca teriam se tornado realidade.

Ao meu esposo, **Jelson**, pelo amor, compreensão e incentivo durante todo o período do mestrado.

Aos meus **irmãos, sobrinhos e cunhado**, pelo apoio e confiança que sempre depositaram em mim.

Ao **Profº Dr. Edgar Guimarães Victor**, mestre, preceptor e orientador, pela confiança, apoio e participação essencial na minha formação profissional.

Ao **Dr. Odwaldo Barbosa e Silva**, co-orientador, grande amigo e mestre, referencial em minha vida de dignidade e profissionalismo, caráter e amizade.

À **Elaine Gonçalves Rocha**, mais que uma companheira de pesquisa, uma amiga verdadeira, agradeço pelas sugestões neste trabalho e pela presença constante em minha vida.

À amiga **Vivyane de Paula**, pela valiosa ajuda na apresentação deste trabalho e, principalmente, pela sincera amizade.

Aos **professores e colegas do Mestrado**, pelas orientações, amizade e interesse nas discussões, que ajudaram a direcionar melhor o objeto de trabalho.

À **Esmeralda e Karita**, secretárias do Mestrado, pela atenção e disponibilidade.

Ao professor **Lamartine Andrade de Aguiar**, estimado orientador de iniciação científica, que cumpriu um papel fundamental no meu interesse pela pesquisa.

Aos **Professores e Preceptores da Cardiologia do Hospital das Clínicas**, espelho de competência que tento seguir em minha carreira profissional e que, sem dúvida, influenciaram na decisão de realizar o mestrado.

**SUMÁRIO**

	<b>Pág.</b>
<b>Lista de abreviaturas.....</b>	xi
<b>Lista de figuras... e tabelas.....</b>	xii
<b>Descrição dos anexos.....</b>	xiv
<b>Resumo.....</b>	xv
<b>Abstract.....</b>	xvi
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	01
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	08
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	11
<b>4. CASUÍSTICA, MATERIAL E MÉTODO.....</b>	12
4.1. Desenho do estudo.....	12
4.2. Local do estudo.....	12
4.3. População do estudo.....	12
4.4. Definição das variáveis.....	14
4.5. Coleta de dados.....	16
4.6. Aspectos éticos.....	17
4.7. Limitações metodológicas.....	18
4.8. Descrição e análise dos resultados.....	19
<b>5. RESULTADOS.....</b>	20
5.1. Características da população em estudo.....	20
5.2. Dados do teste de esforço.....	22
5.3. Comportamento da pressão arterial.....	24

<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>7. CONCLUSÕES.....</b>	<b>41</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>42</b>
<b>9. ANEXOS.....</b>	<b>50</b>

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>ACSM</b>	“American College of Sports Medicine”
<b>bpm</b>	batimentos por minuto
<b>ECG</b>	Eletrocardiograma
<b>FC</b>	Frequência cardíaca
<b>HAS</b>	Hipertensão arterial sistêmica
<b>IMC</b>	Índice de massa corpórea
<b>kg</b>	Kilograma
<b>LDL</b>	Lipoproteína de baixa densidade
<b>MET</b>	Unidade metabólica de consumo de oxigênio (1 MET=3,5 mL/kg/min)
<b>mL/kg/min</b>	mililitros de oxigênio consumidos por kilograma de peso corporal por minuto
<b>OMS</b>	Organização Mundial de Saúde
<b>PA</b>	Pressão arterial
<b>PAD</b>	Pressão arterial diastólica
<b>PAD max</b>	Pressão arterial diastólica máxima aferida
<b>PADR</b>	Pressão arterial diastólica de repouso
<b>PADR6</b>	Pressão arterial diastólica no sexto minuto após esforço
<b>PAS</b>	Pressão arterial sistólica
<b>PAS max</b>	Pressão arterial sistólica máxima aferida
<b>PASR</b>	Pressão arterial sistólica de repouso
<b>PASR6</b>	Pressão arterial sistólica no sexto minuto após esforço
<b>RVP</b>	Resistência vascular periférica
<b>TE</b>	Teste de esforço
<b>VO<sub>2</sub></b>	Consumo de oxigênio
<b>VO<sub>2</sub> max</b>	Consumo máximo de oxigênio
<b>ΔPAD</b>	Variação da pressão arterial diastólica
<b>ΔPAS</b>	Variação da pressão arterial sistólica

## **LISTA DE FIGURAS E TABELAS**

- Figura 1:** Freqüência relativa, por idade e sexo, dos adolescentes que realizaram teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004 .....página 20
- Tabela I:** Freqüência, média e desvio padrão(dp) do peso(kg), altura (m) e IMC ( $\text{kg/m}^2$ ) por sexo e faixa etária dos adolescentes que realizaram teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004.....página 21
- Figura 2:** Freqüência relativa dos adolescentes de acordo com classificação do IMC por sexo..... página 22
- Tabela II:** Tempo de exercício (min), freqüência cardíaca máxima (bpm), velocidade da esteira (km/h), inclinação da esteira (%) e  $\text{VO}_2$  ( $\text{mL/kg/min}$ ) no final do esforço dos adolescentes do gênero masculino submetidos ao teste de esforço.....página 23
- Tabela III:** Tempo de exercício (min), freqüência cardíaca máxima (bpm), velocidade da esteira (km/h), inclinação da esteira (%) e  $\text{VO}_2$  ( $\text{mL/kg/min}$ ) no final do esforço dos adolescentes do gênero feminino submetidos ao teste de esforço.....página 23
- Tabela IV:** Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) no repouso, esforço máximo e aos 6 min após esforço, por faixa etária, dos adolescentes do sexo masculino submetidos ao teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004.....página 24

- Tabela V:** Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) no repouso, máxima e aos 6 min após esforço, por faixa etária , das adolescentes do sexo feminino submetidas ao teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004.....página 25
- Figura 3:** Diagramas de dispersão, linha de tendência, coeficiente de correlação linear de Pearson e valor de p, por sexo, para pressão arterial sistólica máxima aferida (mmHg) e idade (anos) ou altura (m) .....página 28
- Figura 4:** Diagramas de dispersão, linha de tendência, coeficiente de correlação linear de Pearson e valor de p , por sexo, para pressão arterial sistólica máxima aferida (mmHg) e peso (kg) ou IMC (kg/m<sup>2</sup>) .....página 29
- Figura 5:** Diagramas de dispersão, linha de tendência, coeficiente de correlação linear de Pearson e valor de p, por sexo, para pressão arterial diastólica máxima aferida (mmHg) e idade (anos).....página 30

**ANEXOS**

- ANEXO A:** Tabelas de velocidade e inclinação sugeridas para orientação da prescrição do exercício.....página 50
- ANEXO B:** Classificação de obesidade e sobrepeso segundo o IMC .....página 51
- ANEXO C:** Equação para o cálculo do  $VO_2$  máximo alcançado em esteira ergométrica.....página 52
- ANEXO D:** Certificado de aprovação no comitê de ética e pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Federal de Pernambuco .....página 53

## **RESUMO**

O teste de esforço é utilizado para avaliar o comportamento da pressão arterial, inclusive em crianças e adolescentes. Porém, não existe consenso dos valores normais de variação da pressão arterial com o exercício. Foi realizado estudo transversal de 218 adolescentes entre 10 e 19 anos (131 do sexo masculino), onde são descritos FC máxima, tempo de exercício, VO<sub>2</sub> máximo e PA sistólica e diastólica de repouso, no esforço máximo e aos seis minutos da recuperação, durante teste de esforço com protocolo em rampa. A FC máxima foi semelhante em ambos os sexos, com média de  $192 \pm 08$  bpm. O tempo de exercício e o VO<sub>2</sub> max foram maiores no sexo masculino. No repouso, a PA sistólica teve valores maiores no sexo masculino e a PA diastólica não mostrou diferença entre os sexos, porém ambas aumentaram com a idade. No exercício ocorreu elevação da PAS e queda da PAD em ambos os sexos. A variação da PAS foi maior no sexo masculino, principalmente acima dos 14 anos. A análise dos resultados demonstrou que a PAS durante o exercício tem relação direta com idade, peso, altura e IMC do indivíduo e a PAD guardou relação apenas com a idade.

## **ABSTRACT**

The exercise test has been used to evaluate the behavior of blood pressure (BP) in the general population as well as in adolescents. Consensus of the normal values of variation of the BP during exercise in this particular sample of individuals does not exist. Cross-sectional study of 218 adolescents among 10 to 19 years (131 males) where are described peak heart rate (HR), duration of exercise,  $VO_2$  max and systolic and diastolic BP at rest, during stress and up to six minutes after exercise, during exercise test on treadmill using a ramp protocol. HR was similar in both sexes, with an average of  $192 \pm 08$  bpm. Duration of exercise and  $VO_2$  max were greater in males. In rest, the systolic BP had larger values in males and the diastolic BP did not show differences among sexes, however both increase with age. During exercise systolic BP increased, diastolic BP decrease and variation of systolic BP was larger in males, mainly over 14 years old. During exercise, a relation was found between the systolic BP with age, weight, height and BMI and between the diastolic BP just with age.

## **1. INTRODUÇÃO:**

O sistema cardiovascular responde ao exercício com uma série de ajustes fisiológicos que asseguram irrigação sangüínea adequada aos músculos ativos, dissipação do calor gerado e perfusão cerebral e cardíaca para manter as necessidades metabólicas. A resposta a estes ajustes depende da idade, do sexo, da massa corporal, do tipo de exercício, do condicionamento físico e da presença de cardiopatia. Esta resposta requer aumento e importante redistribuição do débito cardíaco, juntamente com numerosas alterações metabólicas locais<sup>1</sup>.

O exercício dinâmico, como corrida, resulta primariamente em sobrecarga de volume, sendo a resposta cardiovascular proporcional à intensidade do esforço físico realizado até atingir o nível máximo de exercício. A primeira resposta do sistema cardiovascular ao exercício dinâmico é o aumento da frequência cardíaca (FC) por redução no tônus vagal<sup>2</sup>.

A pressão arterial (PA) é determinada pelo débito cardíaco e resistência vascular periférica total<sup>2,3</sup>. A PA é o principal elemento para avaliação indireta da resposta inotrópica do coração em relação ao esforço, associado ao grau de tolerância ao exercício<sup>4</sup>.

A resposta normal da pressão arterial ao exercício dinâmico, em adultos, consiste em um aumento progressivo na pressão arterial sistólica (PAS). A pressão arterial diastólica (PAD) pode permanecer estável, ocorrer diminuição ou, mais raramente, elevação de até 10 mmHg<sup>4-6</sup>. Em alguns indivíduos saudáveis, a vasodilatação do exercício pode levar à queda importante

na PAD, podendo chegar a zero<sup>7,8</sup>. Em adultos, a PAS máxima de exercício igual ou maior que 220 mmHg é considerada anormal. É descrito que após exercício máximo ocorre, habitualmente, um declínio na PAS que normalmente atinge níveis de repouso aos 6 minutos e geralmente permanece abaixo dos níveis pré-exercício por várias horas<sup>7</sup>. A ocorrência de hipotensão arterial no período pós-esforço em indivíduos saudáveis não tem associação com morbi-mortalidade cardiovascular e é encontrada mais freqüente em jovens exercitados até a exaustão<sup>4</sup>.

O pequeno tamanho do coração e o baixo volume sistólico observado em crianças são compensados com maior aumento da freqüência cardíaca durante o exercício. Após a puberdade, a freqüência cardíaca máxima diminui com a idade. Os valores máximos da pressão arterial sistêmica durante o exercício eleva-se diretamente com a idade e superfície corporal. A PAS máxima no exercício em crianças raramente excede 200 mmHg e não há evidências de perigo quando atinge níveis de até 250 mmHg em indivíduos assintomáticos. O aumento significativo da PAD com esforço físico em crianças é infreqüente<sup>3</sup>.

O sexo feminino tem um comportamento peculiar ao exercício. Apresenta variações da PA no esforço sensivelmente menores e freqüência cardíaca máxima maior do que no sexo masculino. Observa-se pouca progressão da PAS, podendo ter um comportamento em platô e, eventualmente, queda sem que haja evidência de cardiopatia, inclusive em casos de boa tolerância ao esforço<sup>4,9</sup>.

Ainda não existe consenso sobre os valores normais de variação da PA com o esforço físico. É importante que sejam definidos padrões para indivíduos jovens e idosos, mulheres e homens, brancos e negros, sendo necessário o desenvolvimento de estudos adicionais para estabelecimento dos mesmos<sup>4</sup>. Atualmente, para indivíduos adultos, conceitua-se hipertensão reativa ao esforço como elevação em 15 mmHg ou níveis acima de 120 mmHg da PAD e/ou valores de PAS maiores que 220 mmHg, partindo de valores normais de pressão arterial em repouso. Elevação inadequada da PAS é também sugerida quando seu gradiente intra-esforço é menor que 35 mmHg na ausência de acentuada queda da PAD<sup>4,6</sup>. É demonstrado que resposta hiperreativa da PA ao esforço físico em indivíduos normotensos tem valor preditivo para o futuro desenvolvimento de hipertensão arterial, com uma probabilidade duas a quatro vezes maior em desenvolver esta condição clínica<sup>4,6,10</sup>.

Em crianças, tem sido relatada uma resposta exagerada da pressão arterial durante e após exercício associada a níveis elevados de LDL-colesterol<sup>11</sup> e história familiar de hipertensão arterial<sup>12</sup>. Estudo com adolescentes e adultos jovens submetidos a transplante renal e normotensos em repouso, demonstrou elevação anormal da PA durante o esforço físico, além de menor tolerância ao exercício<sup>13</sup>. Matthys & Verhaaren<sup>14</sup> observaram resposta hipertensiva ao exercício no teste de esforço (TE) realizado em 48 crianças operadas para correção de comunicação interauricular e 53 de comunicação inter-ventricular. A resposta da PA também tem sido motivo de estudo após correção de coarctação da aorta, onde 1/3 dos pacientes

permanece hipertenso mesmo após cirurgias realizadas com sucesso e, ao exercício, a resposta hipertensiva é mais freqüente que na população normal<sup>15</sup>. Tulio et al<sup>16</sup> demonstraram resposta hipertensiva ao TE mais acentuada em adolescentes hipertensos e obesos quando comparados a indivíduos hipertensos com peso normal. Também foi demonstrado que crianças e adolescentes com percentil de PA  $\geq 95$  apresentavam maiores níveis de PAS no esforço máximo e não reduziam de forma significativa a PAD após o esforço<sup>17</sup>.

O TE em crianças e adolescentes tem diversas indicações, entre elas avaliar os níveis de capacidade funcional para participação em atividades vocacionais, recreativas e desportivas e observar a resposta da pressão arterial ao esforço<sup>3,18</sup>. É descrito um mínimo risco de complicações do TE em crianças a partir dos quatro anos de idade, mesmo quando realizado em indivíduos com doença cardíaca<sup>18,19</sup>. Entre os protocolos descritos em TE realizados mais comumente nesta faixa etária, destacam-se os protocolos de Bruce e Balke na esteira ergométrica e os de James, Godfrey e Strong em cicloergômetros<sup>3</sup>. O protocolo de Bruce é o mais difundido nos laboratórios que utilizam a esteira ergométrica, inclusive no Brasil<sup>18,20</sup>.

A tendência atual é para a realização de TE com os denominados protocolos em rampa, os quais individualizam a razão de incremento da carga de trabalho de acordo com o paciente, de modo que a duração do exame fique entre 8 e 12 minutos. Tais limites temporais são descritos como adequados para que o esforço não venha a ser interrompido por fadiga muscular láctica ou esgotamento das reservas de glicogênio<sup>21,22</sup>. Este tipo de protocolo torna mais

fácil a análise das variáveis hemodinâmicas, ventilatórias, eletrocardiográficas, além de conferir melhor acurácia na determinação do consumo de oxigênio no pico do esforço. Pode ser realizado em qualquer tipo de ergômetro e em qualquer idade<sup>20,23</sup>.

O protocolo em rampa foi descrito inicialmente em 1981 por Whipp et al<sup>24</sup>, utilizando cicloergômetro, para determinação da resposta cardiovascular durante o exercício com duração de quatro a oito minutos. Em 1987, Vivacqua & Hespanha<sup>25</sup> descreveram protocolos especiais para esteira ergométrica adaptados à população brasileira, com aplicação de cargas de forma semi-individualizada. Em 1991, Myers et al<sup>26</sup> publicaram seus resultados comparando o protocolo em rampa com outros protocolos. Submeteram 41 pacientes a seis tipos de protocolos, três em esteira (rampa, Balke e Bruce) e três em cicloergômetro (rampa, 25 Watts e 50 Watts por estágio). Observaram as respostas hemodinâmicas e trocas gasosas e relataram que nenhuma diferença foi observada na pressão arterial sistólica e diastólica, frequência cardíaca máxima e consumo máximo de oxigênio entre os diversos protocolos.

A resposta hiperreativa da pressão arterial ao esforço tem um valor preditivo para o desenvolvimento futuro de hipertensão arterial, com sensibilidade entre 16 a 60% e especificidade entre 53 a 95%<sup>6</sup>.

Diversos estudos têm demonstrado as respostas hemodinâmicas e trocas gasosas em adultos submetidos ao teste de esforço com protocolo em rampa<sup>23,24,27-29</sup>. Em crianças e adolescentes, a maioria dos estudos são em esteira com o protocolo de Bruce<sup>18,30,31</sup>. Porém, em muitos não há descrição dos dados relativos à resposta da pressão arterial. Estudo realizado em

crianças normais por Tanner et al<sup>32</sup> compara teste de esforço em cicloergômetro com protocolo em rampa e protocolo de James e sugere não haver diferenças significativas entre os protocolos, ao avaliar a resposta da pressão arterial e outros parâmetros.

No Brasil, Bozza & Loos<sup>18</sup> têm uma das maiores experiências com teste de esforço em crianças e adolescentes, utilizando o protocolo de Bruce. Descrevem a observação da resposta da pressão arterial entre as principais indicações do teste de esforço na faixa etária entre quatro e dezoito anos. Observaram que a resposta da PAS é semelhante à encontrada no adulto, porém com valores absolutos diretamente relacionados à superfície corporal, à intensidade do esforço e aos níveis pressóricos em repouso. Quanto à resposta da PAD, observaram comportamento diferente do adulto, apresentando quase na totalidade dos casos diminuição com o exercício.

Túlio et al<sup>16</sup> ao avaliarem adolescentes hipertensos e normotensos em repouso submetidos ao TE com protocolo de Bruce, demonstraram que PAS  $\geq$  160 mmHg no esforço máximo separava o grupo de hipertensos dos normotensos. Os maiores níveis de PA foram relatados nos indivíduos obesos.

Em poucas publicações são avaliadas crianças normais com protocolo em rampa em esteira ergométrica. Rowland & Cunningham<sup>33</sup> estudaram 15 crianças entre sete a dez anos e avaliaram o consumo máximo de oxigênio. Demonstraram que o platô do VO<sub>2</sub> não pode ser usado como requisito para definir VO<sub>2</sub> max durante TE neste grupo etário.

Török et al<sup>21</sup> avaliaram 29 crianças do sexo masculino submetidas ao exercício em esteira ergométrica. Compararam os portadores de síndrome

plurimetabólica, obesidade isolada e normais e descreveram o comportamento da frequência cardíaca e o tempo de exercício.

Barbosa e Silva<sup>34</sup> comparou o protocolo em rampa com o protocolo de Bruce em esteira em 1006 crianças e adolescentes entre quatro a dezessete anos. Descreveu parâmetros como frequência cardíaca, tempo de exercício, consumo máximo de oxigênio, velocidade e inclinação alcançadas. Entretanto, não há relato do comportamento da pressão arterial com o exercício.

## **2 - JUSTIFICATIVA:**

A doença aterosclerótica cardiovascular relaciona-se positivamente com determinados fatores de risco estabelecidos, entre eles: níveis de lipoproteína de baixa densidade (LDL colesterol), pressão arterial sistólica e diastólica, índice de massa corporal (IMC) e tabagismo<sup>35</sup>.

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição clínica prevalente na população adulta mundial, aumentando o risco para doença cardiovascular em milhões de pessoas<sup>10,36</sup>. Segundo dados da Organização Mundial de Saúde (OMS), esta entidade afeta cerca de 20% da população adulta da maioria dos países<sup>37</sup>. Estima-se que 50 milhões de indivíduos adultos nos Estados Unidos e, aproximadamente, um bilhão de indivíduos em todo o mundo sejam afetados por esta doença<sup>38</sup>. A HAS também é um dos principais agravos à saúde no Brasil. Os estudos de prevalência no nosso meio são poucos e não representativos do país, contudo apontam para uma prevalência na ordem de 22 a 44%<sup>39</sup>.

Apesar da elevação dos níveis tensionais ocorrer menos freqüentemente na criança que no adulto, esta condição pode iniciar-se na infância ou adolescência. Pressão arterial elevada na infância e adolescência correlaciona-se com HAS na fase adulta<sup>40</sup>. A maioria das elevações da pressão arterial em crianças acima dos seis anos de idade e adolescentes é devida à hipertensão primária<sup>41</sup>. HAS e pré-hipertensão arterial estão se tornando um significativo problema de saúde nos jovens devido a forte associação com sobrepeso e obesidade. A HAS primária na criança é geralmente

caracterizada como leve ou estágio 1 de hipertensão e associada a história familiar de hipertensão ou doença cardiovascular<sup>40</sup>.

A prevalência de HAS em crianças varia de 1 a 11%<sup>41,42</sup>. Estudo realizado no Rio de Janeiro avaliou a prevalência de hipertensão arterial em adolescentes dos dez aos quinze anos e encontrou um valor de 8,73%<sup>43</sup>. Neste estudo houve associação de HAS com o peso, principalmente para a PAS. Estudo realizado na cidade de Barbacena em 1999 com crianças entre sete e quatorze anos estimou a prevalência de hipertensão em 2,5%<sup>42</sup>. Outro estudo realizado com população de Maceió<sup>44</sup> entre 2000 e 2002 avaliou crianças e adolescentes entre sete a dezessete anos. Encontrou uma prevalência de hipertensão de 9,4% quando avaliadas apenas as medidas isoladas da PA e de 7,7% quando duas medidas foram consideradas. Este estudo também relata associação de níveis elevados de PA com sobrepeso.

A avaliação do comportamento da pressão arterial durante o teste de esforço tem sido utilizada na identificação precoce de futuros pacientes hipertensos. Através do diagnóstico desses pacientes potencialmente hipertensos pode-se agir na correção dos fatores de risco, como obesidade, tabagismo, restrição de sal na dieta, diminuição do estresse emocional e orientação à prática de atividades esportivas. A intervenção nestes fatores poderia retardar ou até mesmo eliminar a possibilidade de vir a desenvolver HAS futura.

Ainda não existe consenso quanto aos valores normais de variação da pressão arterial ao esforço, sendo necessários estudos adicionais para a padronização dos mesmos. Apesar da HAS não ser uma entidade clínica muito

encontrada na adolescência, dado a sua alta prevalência na fase adulta e seu alto custo, o presente estudo propõe-se a fornecer dados obtidos em teste de esforço de adolescentes normais que possam servir como valores de comparação para outros laboratórios de ergometria.

### **3. OBJETIVOS:**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL:**

3.1.1 – Descrever a resposta da pressão arterial em adolescentes submetidos ao teste de esforço na esteira ergométrica com protocolo em rampa.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

3.2.1. Descrever valores da pressão arterial sistólica e diastólica aferidos no esforço máximo e no sexto minuto após o exercício.

3.2.2. Descrever a variação da pressão arterial sistólica e diastólica intra-esforço.

3.2.3. Determinar a influência do sexo, idade, peso, altura e IMC no comportamento da pressão arterial ao esforço.

## **4- CASUÍSTICA, MATERIAL E MÉTODO:**

### **4.1 - DESENHO DO ESTUDO:**

Estudo descritivo, tipo série de casos, de base ambulatorial.

### **4.2 - LOCAL DO ESTUDO:**

Foi realizada análise de banco de dados de um laboratório de clínica privada em ergometria da cidade do Recife-PE, com levantamento dos prontuários médicos de adolescentes entre 10 a 19 anos completos, encaminhados pelos seus médicos assistentes para realização de teste de esforço ambulatorial, do período de abril de 1998 a abril de 2004.

### **4.3 - POPULAÇÃO DO ESTUDO:**

O banco de dados era constituído de 592 testes ergométrico realizados em adolescentes entre 10 a 19 anos completos. As indicações dos TE foram: avaliação da capacidade física, dor torácica ou arritmia suspeita, após cirurgia cardíaca e avaliação funcional de pacientes portadores de cardiopatia ou pneumopatias. Do número total de adolescentes do banco de dados, foram selecionados 218 indivíduos de ambos os sexos para participar do estudo.

Todos os participantes realizaram o TE em esteira com protocolo em rampa. A velocidade e inclinação a serem atingidas aos 10 min de exercício foram escolhidas usando como sugestão os dados apresentados no ANEXO A, de acordo com o sexo e idade, objetivando o  $VO_2$  max alcançado. A velocidade inicial equivaleu a 50% ou menos da velocidade máxima prevista, para permitir aumento de 0,1 km/h a cada 10 ou 15 segundos. A inclinação

inicial foi 10% menor que a inclinação máxima, para permitir aumento de 0,5% a cada 30 segundos. Para maiores detalhes, consultar o trabalho de Barbosa e Silva<sup>34</sup>.

Como definição de adolescentes foi usada a classificação da OMS que inclui indivíduos dos 10 aos 19 anos de idade<sup>45</sup>.

#### **- CRITÉRIOS DE INCLUSÃO:**

Foram incluídos todos os exames de adolescentes de ambos os sexos, entre 10 e 19 anos completos, realizados no período de abril de 1998 a abril de 2004, que atingiram frequência cardíaca igual ou maior a 180 batimentos por minuto (bpm), com o esforço interrompido por fadiga.

Pelo fato de não haver, em crianças, correlação entre a idade e a FC máxima atingida, não são empregadas as fórmulas de Karnoven e Lange-Andersen para prever a FC máxima. Crianças normais, de diferentes faixas etárias, atingem FC máximas sempre acima de 180 bpm<sup>18</sup>. Portanto, foi adotado este critério para inclusão dos pacientes como tendo realizado um teste eficaz.

#### **- CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO:**

- a) Portadores de HAS em uso ou não de medicamentos antihipertensivos ou que tenham sido encaminhados para avaliação da PA.
- b) Uso de medicações que pudessem interferir no comportamento da pressão arterial (antihipertensivos, broncodilatadores, simpaticomiméticos).

#### **4.4 – DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS:**

##### **- VARIÁVEIS INDEPENDENTES:**

1. Idade: em anos completos.
2. Sexo: feminino ou masculino.
3. Altura: expressa em metros (m).
4. Peso: em kilogramas (kg).
5. Índice de massa corporal (IMC): calculado dividindo o peso em kilogramas pelo quadrado da altura em metros ( $IMC = \text{peso}/\text{altura}^2$ ).
6. IMC normal, sobrepeso ou obesidade, segundo critérios estabelecidos por Cole et al<sup>46</sup> (ANEXO B).
7. Faixa etária categorizada em cinco grupos:
  - 10 a 11 anos;
  - 12 a 13 anos;
  - 14 a 15 anos;
  - 16 a 17 anos;
  - 18 a 19 anos.

##### **- VARIÁVEIS DEPENDENTES:**

1. Pressão arterial sistólica em repouso (PASR) em mmHg, aferida com o paciente em pé na esteira antes de iniciar o exercício.
2. Pressão arterial diastólica em repouso (PADR) em mmHg, aferida com o paciente em pé na esteira antes do início do exercício.

3. Pressão arterial sistólica máxima aferida (PASmax) em mmHg, considerada a última aferição auscultada com clareza durante o exercício, podendo coincidir ou não com o esforço máximo.
4. Pressão arterial diastólica máxima aferida (PADmax) em mmHg, considerada a última aferição auscultada com clareza durante o exercício, podendo coincidir ou não com o esforço máximo.
5. Pressão arterial sistólica no sexto minuto após o exercício (PASR6) em mmHg, aferida no sexto minuto pós-esforço com o paciente em pé na esteira.
6. Pressão arterial diastólica no sexto minuto após o exercício (PADR6) em mmHg, aferida no sexto minuto pós-esforço com o paciente em pé na esteira.
7. Variação da pressão arterial sistólica intra-esforço ( $\Delta$ PAS) em mmHg, calculada subtraindo a PASmax da PASR.
8. Variação da pressão arterial diastólica intra-esforço ( $\Delta$ PAD) em mmHg, calculada subtraindo a PADmax da PADR.
9. Variação da pressão arterial sistólica intra-esforço por METs ( $\Delta$ PAS/MET) em mmHg, calculada pela divisão da  $\Delta$ PAS pelo consumo de oxigênio de pico no exercício expresso em número de equivalentes metabólicos (METs).

10. Variação da pressão arterial diastólica intra-esforço por METs ( $\Delta$ PAD/MET) em mmHg, calculada pela divisão da  $\Delta$ PAD pelo consumo de oxigênio de pico no exercício expresso em número de equivalentes metabólicos (METs).
11. Consumo de oxigênio máximo alcançado ou de pico ( $VO_2$  max) em mL/kg/min, calculado pela fórmula de corrida do “American College of Sports Medicine” (ANEXO C). Foi utilizada a fórmula de corrida pelo fato dos adolescentes estarem correndo no esforço máximo, na grande maioria.

A pressão arterial foi determinada seguindo o critério do início dos ruídos de Korotkoff (fase I) como indicativo da PAS e o desaparecimento dos ruídos de Korotkoff (fase V) definindo a PAD. Este critério é o preconizado pela Sociedade Brasileira de Cardiologia e concordante com a “American Heart Association” e “Pan American Health Organization”<sup>39-41,47</sup>.

- COVARIÁVEL:

1. Freqüência cardíaca expressa em bpm, correspondente a FC atingida no esforço máximo.

#### **4.5 – COLETA DE DADOS:**

A partir do banco de dados dos testes ergométricos foi confeccionada a planilha para coleta dos dados. Os exames foram realizados por um único examinador, na presença dos pais ou responsáveis, após explicações e

orientações sobre o procedimento. A temperatura no laboratório foi mantida sob refrigeração entre 22 a 24 graus centígrados e umidade entre 50 a 55%. Peso e altura foram obtidos com a utilização de balança antropométrica Filizola e a colocação dos eletrodos para a monitorização eletrocardiográfica precedida da limpeza da pele com gaze embebida em álcool. A largura do manguito do tensiômetro tinha aproximadamente 2/3 do comprimento do braço, sendo adequado de acordo com o tamanho do paciente. O sistema de monitorização utilizado foi o Ergo PC 13-Micromed ou Elite-Micromed e esteira Inbramed 10400.

Precedendo o esforço, foram realizados anamnese, exame físico, medida da frequência cardíaca, pressão arterial e registro do eletrocardiograma de superfície (ECG), procedimentos repetidos durante o exercício de dois em dois minutos. Após o esforço, os pacientes permaneceram monitorizados por seis minutos ou por mais tempo quando necessário.

#### **4.6 - ASPECTOS ÉTICOS:**

Não foi utilizado protocolo experimental para o TE. O protocolo em rampa para esteira ergométrica foi introduzido em 1991 e encontra-se bem estabelecido na prática clínica.

Os testes foram solicitados pelos médicos assistentes dos pacientes e realizados por um único profissional experiente no método. Os dados foram coletados dos prontuários dos exames realizados nos adolescentes, não sendo necessário o termo de consentimento dos pais ou responsáveis para inclusão no estudo. O anonimato dos indivíduos envolvidos foi preservado através da

descrição e comparação das médias das variáveis, categorizadas por sexo e faixa etária.

O projeto foi apresentado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (ANEXO D).

#### **4.7 - LIMITAÇÕES METODOLÓGICAS:**

Por se tratar de um estudo tipo série de casos, não é possível inferir causalidade.

Para minimizar o viés de seleção, foram incluídos os adolescentes de ambos os sexos, sem co-morbidades ou uso de medicações que interferissem no evento do estudo. Foram avaliados apenas os testes ergométricos interrompidos por fadiga, excluídas outras causas de interrupção e que tenham atingido FC igual ou maior a 180 bpm, assegurando que os adolescentes tenham sido suficientemente exercitados.

Para tentar evitar o viés de classificação, a coleta de dados teve a mesma padronização para todos os participantes do estudo. Entretanto, por tratar-se de estudo retrospectivo, a qualidade dos dados coletados não pôde ser revista. Contudo, o protocolo assegura que todos os testes de esforço foram conduzidos da mesma maneira e realizados por um único examinador. A ausculta da pressão arterial é uma variável dependente da interpretação do observador. Devido a problemas técnicos, pelo ruído e movimentação do corpo durante esforço físico, nem todos os pacientes tiveram a pressão auscultada no

esforço máximo. Para verificar a interferência desse fato nos resultados, os pacientes foram categorizados quanto a última aferição da PA.

#### **4.8 - DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS:**

A comparação entre os grupos de idade e entre os sexos foi realizada com o teste de análise de variância (ANOVA) e teste *t* de Student não pareado, respectivamente. Foram utilizadas análises de correlação linear entre as diversas variáveis. Quando necessário, foram utilizados os testes de Mann-Whitney (na ausência de distribuição normal ou igualdade das variâncias) e teste *t* de Student pareado (comparar os valores da pressão arterial do mesmo paciente em tempos distintos do exame). Foi considerado erro  $\alpha=5\%$  (significância quando  $p \leq 0,05$ ).

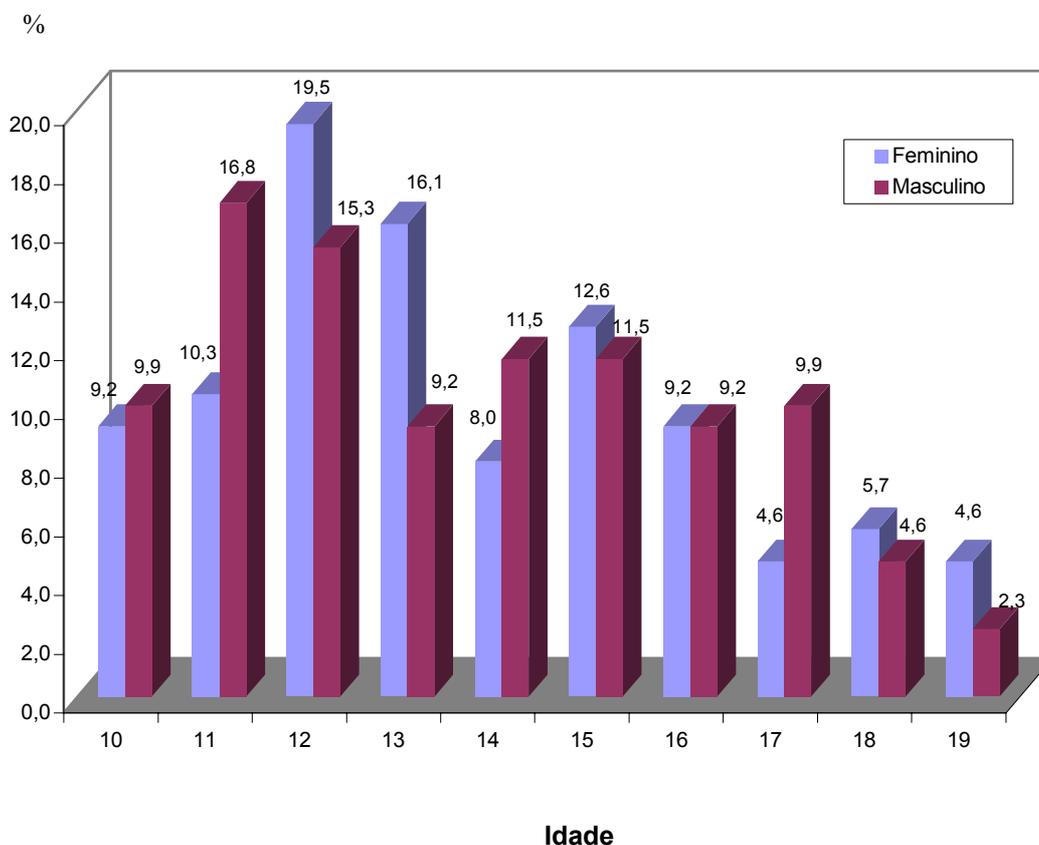
Os dados foram processados em *Excel 8.0 Microsoft*<sup>(R)</sup>, e a análise estatística realizada usando os programas *Excel 8.0*, o *SigmaStat 3.0* e o SPSS (*Statistical Package for Social Science*), versão 8.0.

## **5.0 – RESULTADOS:**

### **5.1 – CARACTERÍSTICAS DA POPULAÇÃO EM ESTUDO:**

Participaram do estudo 218 adolescentes, 131 (60,1%) do sexo masculino e 87 (39,9%) do sexo feminino. O gráfico 1 mostra a distribuição dos pacientes por idade e sexo. A idade média no sexo masculino foi de  $13,6 \pm 2,5$  anos e no sexo feminino, de  $13,7 \pm 2,5$  anos. Desses adolescentes, 73,9% tiveram a indicação do teste de esforço para avaliação funcional e/ou do condicionamento físico. Os demais tiveram o teste indicado para avaliação de arritmia suspeita (9,6%), dor torácica (12,8%) e outras causas (3,7%).

**Figura 1** – Frequência relativa por idade e sexo dos adolescentes que realizaram teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004 – Recife/PE.

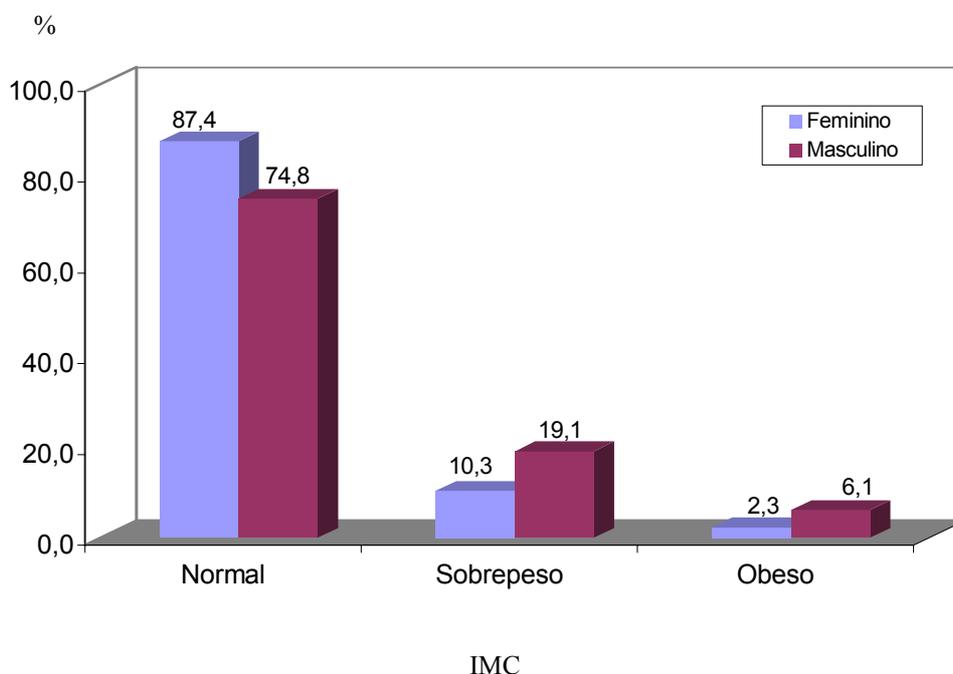


O peso, altura e IMC foram significativamente maiores entre os adolescentes do sexo masculino e menores nos mais jovens (10 a 13 anos), em ambos os sexos (tabela I). A maioria da população estudada tinha IMC normal segundo critérios descritos por Cole et al<sup>46</sup> (Gráfico 2).

**Tabela I – Frequência média e desvio padrão(dp) do peso (Kg), altura (m) e IMC (kg/m<sup>2</sup>) por sexo e faixa etária dos adolescentes que realizaram teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004 – Recife/PE.**

Faixa etária	SEXO MASCULINO						SEXO FEMININO					
	Peso		Altura		IMC		Peso		Altura		IMC	
	n	média dp	média dp	média dp	n	média dp	média dp	média dp				
10  --  11	35	40,1 ± 9,4	1,46 ± 0,1	18,8 ± 3,8	17	41,4 ± 10,1	1,47 ± 0,1	19,0 ± 3,3				
12  --  13	32	49,5 ± 12,3	1,60 ± 0,1	19,5 ± 3,1	31	44,2 ± 6,7	1,55 ± 0,1	18,5 ± 2,3				
14  --  15	30	60,0 ± 14,9	1,69 ± 0,1	20,9 ± 4,0	18	54,6 ± 9,7	1,63 ± 0,1	20,7 ± 3,9				
16  --  17	25	64,4 ± 12,8	1,73 ± 0,1	21,5 ± 3,6	12	52,8 ± 10,8	1,64 ± 0,1	19,6 ± 3,3				
18  --  19	09	74,9 ± 11,6	1,75 ± 0,1	24,5 ± 4,1	09	52,8 ± 6,6	1,62 ± 0,1	20,0 ± 2,0				
Total	131	54,0 ± 16,3	1,61 ± 0,1	20,4 ± 3,9	87	47,9 ± 10,1	1,57 ± 0,1	19,3 ± 3,1				

**Figura 2** – Frequência relativa dos adolescentes de acordo com classificação do IMC, por sexo, Recife/PE.



## 5.2 – DADOS DO TESTE DE ESFORÇO:

O tempo de exercício foi maior no sexo masculino ( $10:57 \pm 01:35$  min) que no feminino ( $10:05 \pm 00:35$  min), com  $p < 0,001$ . Não houve diferença significativa quando comparadas as faixas etárias no mesmo sexo.

A frequência cardíaca máxima foi semelhante em ambos os sexos. No sexo masculino, menores valores foram observados na faixa etária dos dez aos onze anos ( $p = 0,021$ ).

A inclinação e velocidade máximas atingidas e  $VO_2$  max alcançado tiveram valores maiores no sexo masculino ( $p < 0,001$ ), sem diferença significativa quando analisados por faixa etária (tabelas II e III).

Tabela II – Tempo de exercício (min), frequência cardíaca máxima (bpm), velocidade da esteira (Km/h), inclinação da esteira (%) e VO<sub>2</sub> (mL/kg/min) no final do esforço dos adolescentes do gênero masculino submetidos ao teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004 - Recife/PE.

Faixa etária	Tempo		FC		Vel. max		Inc. max		VO <sub>2</sub> max	
	Média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
10  ---  11	10:57	± 01:19	188,5	± 7,8	8,5	± 1,0	17,4	± 3,3	54,1	± 7,3
12  ---  13	10:59	± 01:39	192,2	± 8,4	9,2	± 1,1	15,8	± 2,0	56,2	± 7,3
14  ---  15	11:03	± 01:42	194,1	± 7,4	9,0	± 1,1	17,1	± 2,7	57,2	± 7,8
16  ---  17	11:01	± 01:50	193,2	± 9,2	8,8	± 1,1	17,2	± 3,0	56,1	± 7,7
18  ---  19	10:24	± 01:13	194,2	± 9,3	8,5	± 0,8	17,3	± 3,7	53,9	± 6,4
Total	10:57	± 01:35	192,0	± 8,4	8,8	± 1,1	16,9	± 2,9	55,7	± 7,4

Tabela III – Tempo de exercício (min), frequência cardíaca máxima (bpm), velocidade da esteira (Km/h), inclinação da esteira (%) e VO<sub>2</sub> (mL/kg/min) no final do esforço das adolescentes do gênero feminino submetidas ao teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004 – Recife/PE.

Faixa etária	Tempo		FC		Vel. max		Inc. max		VO <sub>2</sub> max	
	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp	média	dp
10  ---  11	09:59	± 01:02	195,2	± 9,0	7,6	± 0,8	15,4	± 2,4	46,5	± 6,0
12  ---  13	10:35	± 01:21	192,7	± 7,1	7,8	± 1,0	15,5	± 1,9	47,8	± 6,8
14  ---  15	10:00	± 01:14	192,1	± 5,9	7,5	± 0,8	15,8	± 2,0	46,6	± 5,5
16  ---  17	10:18	± 00:55	188,6	± 4,1	7,6	± 0,5	16,4	± 2,7	47,7	± 3,9
18  ---  19	09:30	± 00:58	193,7	± 9,9	7,0	± 0,6	14,6	± 1,0	42,4	± 3,0
Total	10:05	± 00:35	192,6	± 7,4	7,6	± 0,8	15,6	± 2,1	46,7	± 5,8

### 5.3 – COMPORTAMENTO DA PRESSÃO ARTERIAL:

A PAD em repouso não apresentou diferença entre os sexos, com média de  $70,2 \pm 7,5$  mmHg no sexo masculino e  $69,6 \pm 7,4$  mmHg no feminino ( $p=0,578$ ). A PAS de repouso foi menor no sexo feminino ( $109,3 \pm 9,9$  mmHg) que no masculino ( $114,6 \pm 11,3$  mmHg) com  $p \leq 0,001$ . Padrão semelhante da PA em repouso foi encontrado em todos os períodos avaliados no teste de esforço, ou seja, sem diferença da PAD entre os sexos e valores maiores da PAS no sexo masculino (tabelas IV e V).

Tabela IV: Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) no repouso, esforço máximo e aos 6 min após esforço, por faixa etária, dos adolescentes do sexo masculino submetidos ao teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004 – Recife/PE.

Faixa etária	Pressão arterial sistólica			Pressão arterial diastólica		
	PASR	PAS max	PAS R6	PADR	PAD max	PAD R6
	média dp	média dp	média dp	média dp	média dp	média dp
10  ---  11	$106,4 \pm 6,6$	$126,1 \pm 14,4$	$107,9 \pm 8,8$	$65,3 \pm 4,8$	$56,0 \pm 10,9$	$61,9 \pm 7,3$
12  ---  13	$110,5 \pm 10,9$	$133,9 \pm 21,1$	$111,1 \pm 11,0$	$67,3 \pm 7,0$	$49,1 \pm 17,6$	$60,8 \pm 9,2$
14  ---  15	$117,8 \pm 9,4$	$154,2 \pm 19,7$	$117,0 \pm 12,6$	$72,8 \pm 5,5$	$55,5 \pm 17,0$	$63,0 \pm 8,5$
16  ---  17	$122,6 \pm 9,7$	$162,2 \pm 21,8$	$123,4 \pm 11,3$	$74,6 \pm 8,0$	$63,0 \pm 16,3$	$65,4 \pm 2,8$
18  ---  19	$127,8 \pm 4,4$	$174,4 \pm 11,8$	$133,3 \pm 10,9$	$78,9 \pm 3,3$	$71,1 \pm 10,8$	$70,6 \pm 9,5$
Total	$114,6 \pm 11,3$	$144,7 \pm 24,6$	$115,5 \pm 13,1$	$70,2 \pm 7,5$	$56,4 \pm 16,5$	$63,4 \pm 10,0$

Tabela V: Pressão arterial sistólica e diastólica (mmHg) no repouso, esforço máximo e aos 6 min após esforço, por faixa etária, das adolescentes do sexo feminino submetidas ao teste de esforço no período de abril/1998 a abril/2004 – Recife/PE.

Faixa etária	Pressão arterial sistólica			Pressão arterial diastólica		
	PASR	PAS max	PAS R6	PADR	PAD max	PAD R6
	média dp	média dp	média dp	média dp	média dp	média dp
10  ---  11	105,3 ± 8,7	120,0 ± 18,5	101,5 ± 6,8	65,0 ± 6,9	47,9 ± 11,2	55,9 ± 7,6
12  ---  13	107,1 ± 7,6	125,0 ± 15,4	105,8 ± 7,3	68,7 ± 6,1	57,5 ± 10,5	62,3 ± 6,3
14  ---  15	111,4 ± 10,5	136,9 ± 15,4	111,1 ± 9,0	68,6 ± 6,1	63,3 ± 12,5	65,6 ± 8,4
16  ---  17	114,2 ± 10,4	135,8 ± 10,2	108,3 ± 9,1	77,5 ± 5,4	66,3 ± 9,3	65,4 ± 8,7
18  ---  19	112,8 ± 11,8	138,9 ± 11,9	112,2 ± 8,3	72,8 ± 9,4	62,8 ± 10,0	67,2 ± 8,7
Total	109,3 ± 9,9	129,6 ± 16,8	107,1 ± 8,7	69,6 ± 7,4	58,5 ± 12,2	62,7 ± 8,4

Os diagramas de dispersão, linha de tendência, coeficiente de correlação linear de Pearson e valor de p para pressão arterial sistólica em repouso e idade, peso, altura e IMC, demonstraram não haver correlação entre PAS de repouso e IMC para o sexo feminino. Todas as demais correlações foram significativas e positivas. As correlações no sexo feminino foram de fraca ( $r=0,269$ ) a moderada leve ( $r=0,485$ ) e no sexo masculino de moderada leve ( $r=0,430$ ) a moderada forte ( $r=0,651$ ). A mesma análise para a pressão arterial diastólica de repouso identificou padrão semelhante ao encontrado para a PAS de repouso.

A correlação da PAS máxima aferida com as variáveis independentes incluídas na análise evidencia correlações positivas e estatisticamente significativas para ambos os sexos (gráficos 3 e 4). A correlação da PAD máxima aferida com a idade, altura, peso e IMC, mostra associação significativa para idade em ambos os sexos (gráfico 5). No sexo feminino, houve correlação significativa da PAD máxima aferida também para peso e altura.

Não foram observadas diferenças significativas na pressão arterial durante o esforço físico entre o grupo em que foi conseguido auscultar a PA no esforço máximo e o que não teve essa medida aferida.

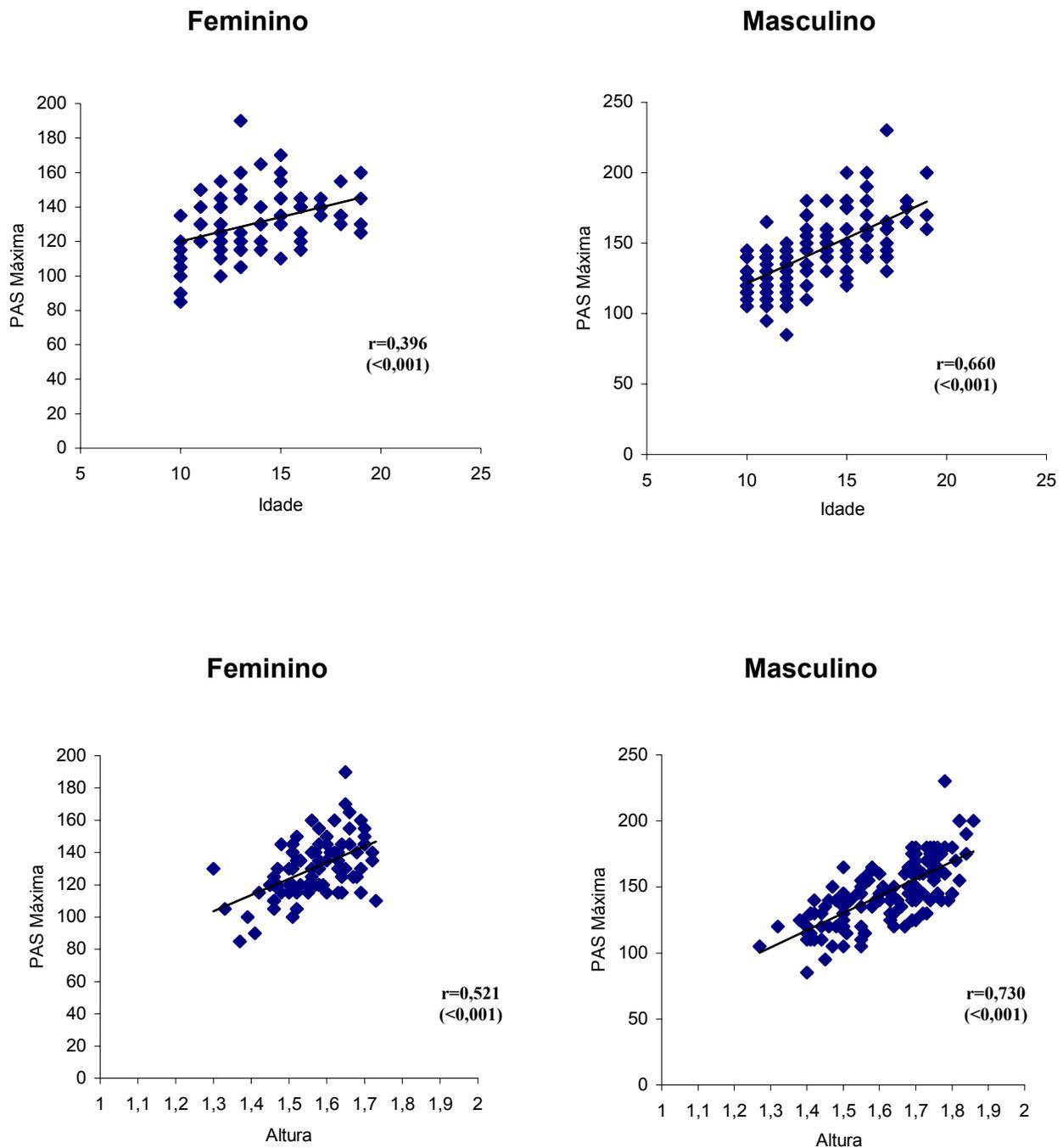
A variação intra-esforço da PAS ( $\Delta$ PAS) foi de  $20,3 \pm 13,9$  no sexo feminino e  $30,1 \pm 17,3$  no masculino com  $p \leq 0,001$ . A variação da PAD ( $\Delta$ PAD) foi de  $-11,4 \pm 10,1$  no sexo feminino e de  $-13,9 \pm 14,2$  no masculino, sem diferença estatística entre os sexos ( $p=0,324$ ).

Foi encontrada associação significativa e positiva em todas as correlações para a variável  $\Delta$ PAS e as variáveis independentes analisadas, em ambos os sexos. O mesmo acontecendo para a variável  $\Delta$ PAS/MET.

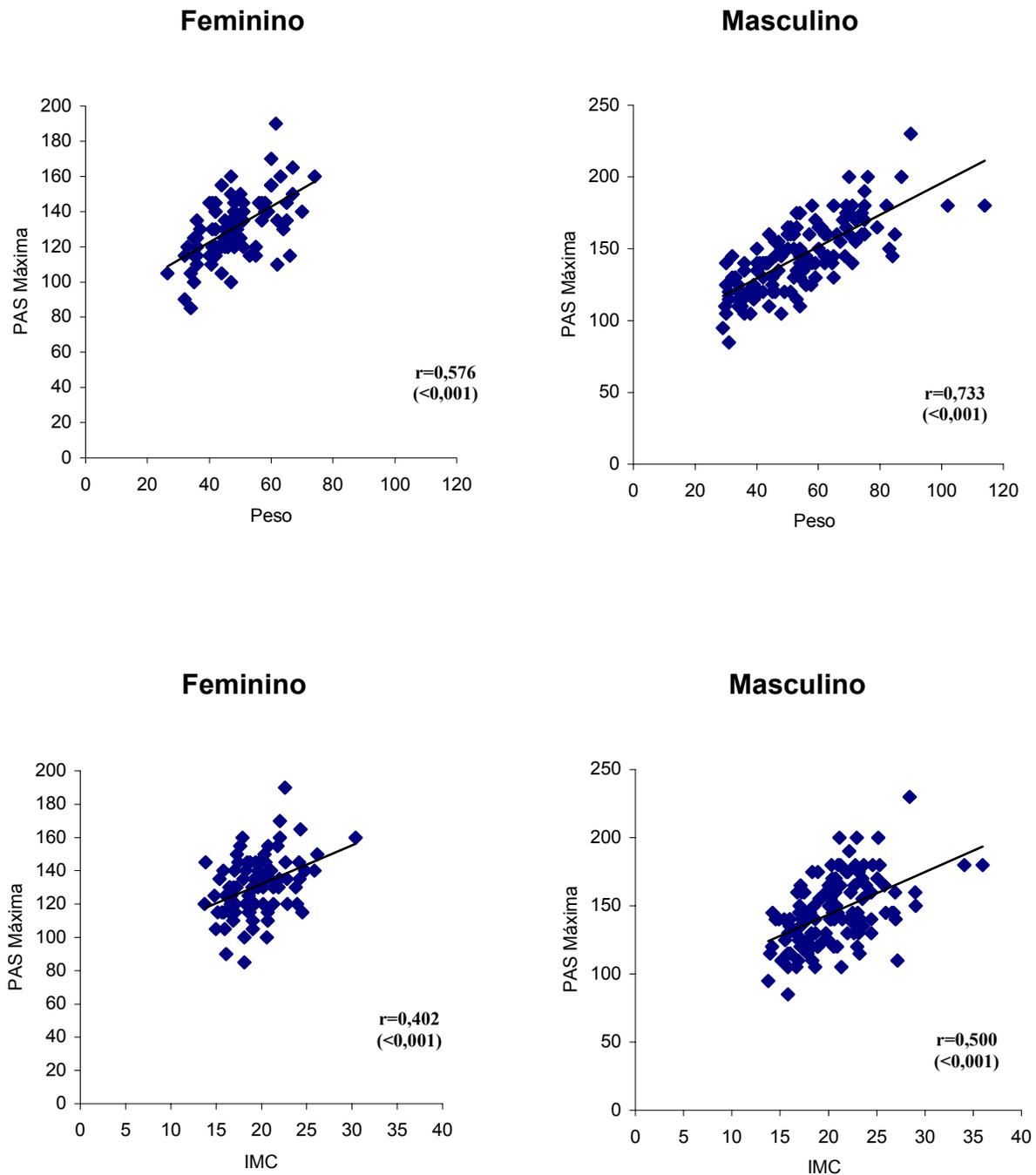
Através da análise de variância (ANOVA), para verificar diferença no comportamento da pressão arterial em repouso e com o esforço físico de acordo com a classificação de obesidade<sup>46</sup>, foi detectada diferença entre PAS máxima,  $\Delta$  PAS e PAS no primeiro minuto da recuperação ( $p=0,022$ ,  $p=0,032$  e  $p=0,010$ , respectivamente) entre os adolescentes com sobrepeso e obesos e os com peso normal.

A PAS no sexto minuto após esforço comparada com a PAS em repouso foi semelhante no sexo masculino. No feminino, a PAS no sexto minuto foi menor que a de repouso, com diferença significativa ( $p=0,028$ ). A PAD no sexto minuto após esforço foi menor que a PAD de repouso, com diferença significativa ( $p\leq 0,001$ ), em ambos os sexos.

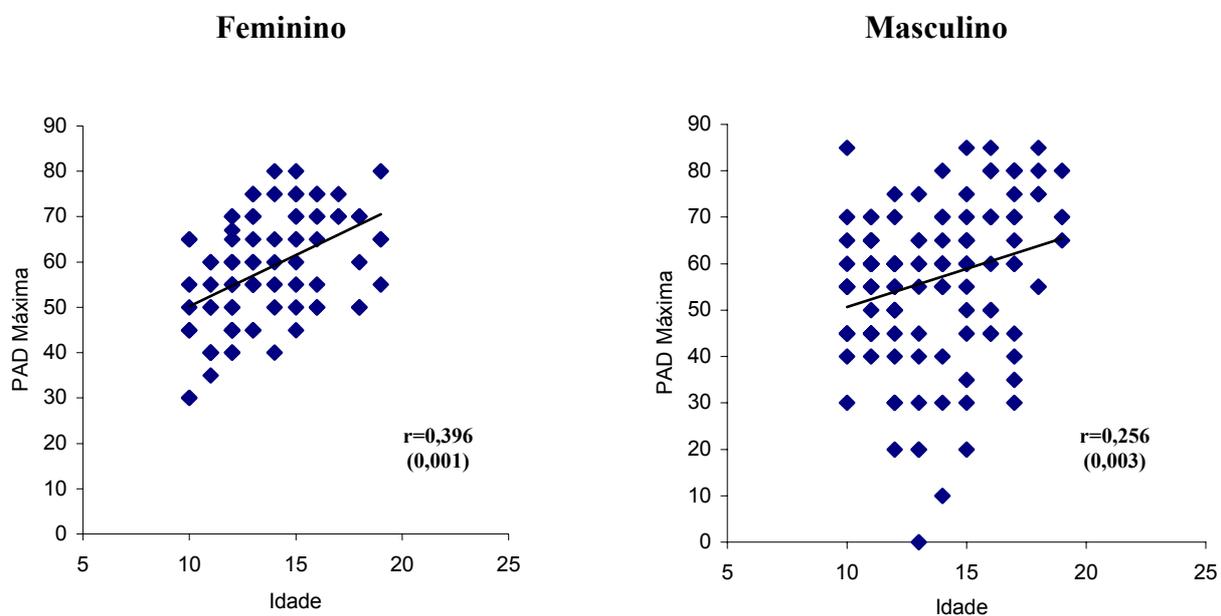
**Figura 3** – Diagramas de dispersão, linha de tendência, coeficiente de correlação linear de Pearson e valor de p, por sexo, para pressão arterial sistólica máxima aferida (mmHg) e idade (anos) ou altura (m).



**Figura 4** – Diagramas de dispersão, linha de tendência, coeficiente de correlação linear de Pearson e valor de p, por sexo, para pressão arterial sistólica máxima aferida (mmHg) e peso (kg) ou IMC (kg/m<sup>2</sup>).



**Figura 5** – Diagramas de dispersão, linha de tendência, coeficiente de correlação linear de Pearson e valor de p, por sexo, para pressão arterial diastólica máxima aferida (mmHg) e idade (anos).



## **6 – DISCUSSÃO:**

O TE pode ser usado para identificar mecanismos que limitam o trabalho cardíaco nas crianças com e sem cardiopatia. Serve não apenas para afastar doença cardíaca e determinar a capacidade funcional, como também permite a liberação de atividade física com maior segurança<sup>3</sup>. No presente trabalho, a indicação mais freqüente para o TE foi avaliação funcional ou do condicionamento físico, muitas vezes visando liberação para atividades esportivas. A segunda indicação mais freqüente foi avaliação de dor torácica.

Utilizando o protocolo de Bruce o comportamento da freqüência cardíaca máxima difere entre os estudos. Cumming et al<sup>30</sup> não relataram diferenças entre os sexos. Lenk et al<sup>48</sup> evidenciaram freqüência cardíaca mais elevada no sexo feminino e ambos relatam FC máximas maiores nas faixas etárias mais jovens. O mesmo não foi encontrado nesta série, onde a freqüência cardíaca máxima foi semelhante entre os sexos e no sexo masculino foram observados menores valores da FC máxima na faixa etária mais jovem.

Riopel et al<sup>49</sup> avaliaram crianças utilizando a esteira ergométrica seguindo o protocolo de Balke modificado. Obtiveram média de FC máxima de  $187 \pm 14$  bpm. Torok et al<sup>21</sup> avaliaram crianças e adolescentes submetidos ao protocolo em rampa com esteira e obtiveram médias de FC máxima um pouco maiores que as relatadas por Riopel et al. A média da FC máxima na presente série foi de  $192 \pm 8,0$  bpm, muito semelhante à relatada por Torok et al. Isto demonstra que os adolescentes estudados foram suficientemente

exercitados, já que atingiram frequência cardíaca no limite esperado para um TE eficaz em adolescentes saudáveis. Não houve relato de complicações nos exames, o que também demonstra a segurança do método e do protocolo em rampa.

Os autores que utilizaram protocolo de Bruce<sup>30,48</sup> avaliaram crianças em idades mais jovens (a partir de quatro anos), o que pode justificar FC mais elevadas. Esses autores obtiveram médias de FC no esforço máximo um pouco maiores, principalmente no sexo feminino, quando comparadas com as desta série. Contudo, valores semelhantes aos obtidos neste estudo foram relatados por Bozza & Loos<sup>18</sup> avaliando uma população brasileira e utilizando o protocolo de Bruce e por Barbosa e Silva<sup>34</sup> com protocolo em rampa. Resultados que talvez demonstrem haver uma variação entre as populações e não entre os protocolos.

No protocolo de Bruce o tempo de exercício pode ser utilizado como índice de tolerância ao esforço, por sua boa correlação com  $VO_2$  max, como descrito por alguns autores<sup>18,30</sup>. No protocolo em rampa um dos principais objetivos é, variando a inclinação e velocidade prescritas para início e aos 10 minutos do exercício, fazer com que o paciente atinja o  $VO_2$  max previsto no tempo ideal entre 8 a 12 minutos<sup>23,26,28</sup>. A avaliação da tolerância ao esforço é feita pelo  $VO_2$  max atingido. Quando se compara exames realizados com protocolo em rampa e protocolos escalonados, a equivalência entre o esforço realizado deve ser feita através do  $VO_2$  max atingido e não pelo tempo de exercício.

No presente estudo, todos os pacientes atingiram o esforço máximo dentro do tempo considerado ideal para evitar fadiga muscular láctica.

O tempo médio de exercício foi de  $10:05 \pm 00:35$  min no sexo feminino e  $10:57 \pm 01:35$  min no masculino, comparável a outra série que utilizou o protocolo de Balke modificado<sup>49</sup>. Apesar da variação com a idade, sexo e condicionamento físico, o tempo de exercício previsto entre 8 a 12 minutos foi atingido em todas as faixas etárias. Como demonstrado nos estudos avaliando crianças e adolescentes, independentemente do protocolo usado, tempos de exercício menores foram encontrados no sexo feminino<sup>18,30,34,48,50,51</sup>.

Dos trabalhos com crianças e adolescentes utilizando o protocolo em rampa<sup>21,33,34</sup>, apenas o estudo realizado em Recife<sup>34</sup> descreve inclinação e velocidade da esteira no esforço máximo. Este estudo relatou valores de inclinação máxima de  $15,8 \pm 2,1\%$  para o sexo feminino e  $16,7 \pm 3,3\%$  no masculino e de velocidade máxima de  $7,8 \pm 1,4$  Km/h no sexo feminino e  $8,7 \pm 1,3$  Km/h no masculino. Valores semelhantes a estes para inclinação e velocidade no esforço máximo foram encontrados no presente estudo, com valores mais elevados no sexo masculino.

O  $VO_2$  max ou de pico foi maior no sexo masculino, em acordo com o que é descrito na literatura<sup>26,34,49,50</sup>. Barbosa e Silva<sup>34</sup> relata aumento do  $VO_2$  max com a idade e os valores máximos foram alcançados mais tardiamente no sexo masculino ( $VO_2$  max entre 12 a 14 anos no gênero feminino e a partir dos 15 anos no masculino). Para Ahmad et al<sup>50</sup> também houve aumento do  $VO_2$  max com a idade, sendo uma manifestação do aumento das dimensões do coração, pulmão, fígado, volume sangüíneo e massa muscular. No presente

trabalho, não houve diferença estatisticamente significativa entre as faixas etárias, apesar de, em valores absolutos, o  $VO_2$  max ter sido menor na faixa etária dos 18 aos 19 anos. Essa diferença pode não ter sido evidenciada pelo pequeno número de participantes nesta faixa etária.

Os valores de  $VO_2$  max encontrados nesta série são semelhantes ao encontrado em um trabalho utilizando o protocolo em rampa<sup>34</sup> e maiores que os relatados nos trabalhos utilizando o protocolo de Bruce<sup>30,50,51</sup>, para todas as faixas etárias. Este fato pode demonstrar a melhor adaptação à elevação pequena e freqüente da intensidade do exercício e, conseqüentemente, maior permanência na esteira.

O interesse em se conhecer a resposta pressórica ao exercício em crianças e adolescentes já foi motivo de vários estudos em diversos países onde se tem comprovado haver diferenças quando se comparam populações distintas<sup>18,31,48-51</sup>. Algumas dessas diferenças também podem ser atribuídas ao fato de terem sido utilizados metodologias e protocolos de teste diversos. Na maioria dos estudos, as crianças e adolescentes foram avaliados através de protocolos escalonados, principalmente o de Bruce para esteira ergométrica.

Em relação a PA em repouso, Mafulli et al<sup>31</sup>, em uma série de 280 crianças entre quatro a dezessete anos, descreveram PAS e PAD mais elevadas no sexo masculino.

Lenk et al<sup>48</sup> avaliaram 80 crianças turcas dos quatro aos quinze anos e observaram não haver diferenças da PAS de repouso entre os gêneros ou entre as faixas etárias. A PAD de repouso demonstrou tendência a elevar-se com a idade, porém sem diferença significativa.

Riopel et al<sup>49</sup> estudaram 288 indivíduos dos quatro aos vinte e um anos e obtiveram resultados semelhantes, não havendo diferenças entre os sexos na PAD e PAS de repouso. Esses autores também avaliaram o comportamento da PA em relação à raça. Observaram que indivíduos negros demonstraram uma tendência a níveis mais elevados da PAS e a PAD foi estatisticamente mais elevada nos negros quando comparada com os indivíduos brancos.

Para Ahmad et al<sup>50</sup>, as PAS e PAD de repouso aumentam com a idade em ambos os sexos, sendo mais evidente no masculino. Não houve diferença da PAS entre os gêneros, com exceção do grupo acima de 14 anos, onde o sexo masculino apresentou valores significativamente maiores. A PAD pré-exercício não mostrou diferença entre os sexos.

Na presente série não foi observada diferença entre os sexos para PAD de repouso, porém valores progressivamente maiores foram encontrados com o aumento da idade, principalmente a partir dos 16 anos. A PAS de repouso apresentou valores mais elevados no sexo masculino ( $p \leq 0,001$ ), principalmente após os 14 anos. No feminino, não houve diferença entre as faixas etárias. Achados semelhantes foram relatados por Ahmad et al<sup>50</sup> e Mafulli et al<sup>31</sup>. Contudo, Lenk et al<sup>48</sup> e Riopel et al<sup>49</sup> não relatam diferenças entre os sexos.

Os valores de PAS de repouso descritos em uma população americana são um pouco menores do que os do presente estudo<sup>50</sup>. Isto pode decorrer das diferentes faixas etárias avaliadas nos dois trabalhos. Os valores de PAD de repouso também diferem. A utilização de critérios diversos na definição da

PAD entre os estudos pode explicar essa diferença, pois, o estudo com a população americana estabeleceu a fase IV de Korotkoff como critério para a PAD.

Quando comparado com os dados do trabalho realizado na Turquia<sup>48</sup>, os valores de PAS e PAD de repouso do presente estudo são menores. Porém não há relato de qual critério foi usado para definição da PAD no estudo turco.

Quanto ao comportamento da PA durante o esforço físico, o esperado para crianças e adolescentes são valores de PAS no máximo esforço que raramente excedem 200 mmHg. Em relação a PAD, é rara a ocorrência de aumento significativo com o esforço físico, sendo mais comum a queda ou permanência dos valores de repouso<sup>3</sup>.

Um estudo brasileiro utilizando o protocolo de Bruce demonstrou que a PAS em crianças e adolescentes tem o mesmo comportamento observado no adulto. O aumento da PAS foi diretamente relacionado à superfície corporal do indivíduo, à intensidade do exercício e aos níveis pressóricos basais. Diferentemente do adulto, a PAD apresentou diminuição com o exercício, mantendo a mesma relação com a superfície corporal do indivíduo, a intensidade do exercício e os níveis pressóricos de repouso<sup>18</sup>.

Trabalho realizado em Nápoles avaliou crianças e adolescentes com o protocolo de Bruce e evidenciou níveis de PAS e PAD no esforço máximo maiores no sexo masculino. A PAS mostrou aumento linear durante o exercício e a PAD permaneceu constante em ambos os sexos<sup>31</sup>.

Outro estudo com o protocolo de Bruce desenvolvido na Turquia demonstrou aumento gradual da PAS com o esforço físico em todas as faixas

etárias. Houve correlação positiva da PAS máxima com idade e área de superfície corporal. A PAD permaneceu constante durante o TE e nas crianças de idade mais elevada (13 a 15 anos) houve tendência a diminuir<sup>48</sup>.

Estudo utilizando o protocolo de Balke modificado demonstrou comportamento da PAS e PAD semelhante ao realizado na Turquia com o protocolo de Bruce. O maior aumento da PAS no esforço ocorreu no primeiro minuto do exercício. Houve correlação positiva da PAS no exercício com a idade, no sexo masculino. A PAD no exercício permaneceu relativamente constante, com tendência a diminuir. Este estudo também comparou raças e, apesar da diferença encontrada da PAS e PAD de repouso entre negros e brancos, no esforço máximo não foram observadas diferenças significativas<sup>49</sup>.

Estudo com população americana, com faixa etária dos cinco aos dezoito anos, demonstrou que a PAS máxima aumentava com a idade em ambos os sexos. No gênero masculino, valores significativamente mais elevados da PAS durante o exercício foram encontrados após os 14 anos de idade, quando comparados com o feminino. A PAD apresentou aumento com o exercício<sup>50</sup>.

Estudo realizado no México demonstrou aumento progressivo da PAS com o esforço físico. Os resultados mostraram uma tendência a valores maiores da PAS no sexo feminino. Houve pouca variação da PAD com o exercício, porém valores significativamente maiores foram obtidos no sexo feminino<sup>51</sup>.

Os achados do presente trabalho foram semelhantes aos relatos na literatura, com aumento da PAS e queda da PAD durante o exercício para

ambos os sexos e em todas as faixas etárias. A magnitude do aumento da PAS foi maior no sexo masculino, comportamento esperado já que homens apresentam volumes sistólicos máximos mais elevados que mulheres, após a puberdade. O aumento da idade, da altura e do peso provocou elevação na PAS em ambos os sexos, mais evidente no sexo masculino.

Em semelhança ao relatado por Ahmad et al<sup>50</sup>, as maiores variações da PAS ocorreram nas faixas etárias acima dos 14 anos, em ambos os sexos. Entretanto, a variação da PAS assim como a PAS no esforço máximo relatados por esses autores são maiores do que os encontrados nesta série.

Os estudos que avaliaram crianças e adolescentes submetidos ao protocolo de Bruce<sup>18,31,48,50</sup> demonstraram níveis de PAS mais elevados que os encontrados neste estudo, mesmo para aqueles que utilizaram método de aferição de PA semelhante. Os maiores níveis de PA foram relatados por trabalhos em que foi utilizado o método de aferição automático<sup>48,50</sup>. Apesar desta série ter tido um grande número de pacientes onde não foi possível a aferição da PA no esforço máximo, mesmo quando avaliamos apenas os adolescentes em que foi auscultada claramente a PA, a diferença em relação aos estudos com o protocolo de Bruce persiste. Isto pode refletir a melhor adaptação do organismo ao protocolo em rampa, onde a carga de trabalho é aumentada de forma lenta e freqüente, sem uma variação abrupta e, conseqüentemente, a pressão arterial aumentaria também de forma mais gradual.

A variação intra-esforço da PAD também foi maior no sexo masculino, porém demonstra queda com o exercício em ambos os sexos e em todas as

faixas etárias estudadas. Houve associação significativa apenas para a idade em relação à PAD máxima aferida, com valores maiores acima dos 14 anos no sexo feminino e dos 16 anos no masculino. Este comportamento da PAD ao exercício difere de outros estudos<sup>31,48,49,51</sup>, onde foi observado que a PAD permanecia constante durante o exercício ou com tendência a diminuir. No estudo com uma população americana<sup>50</sup>, contrariamente aos achados da literatura e da presente série, foi evidenciado aumento da PAD com o exercício.

Estudo realizado na Venezuela<sup>52</sup> com crianças e adolescentes dos oito aos dezessete anos, utilizando o protocolo de Cumming, determinou como resposta normal ao exercício uma variação da PAS de até 30 mmHg. Na presente série foi observada uma variação da PAS semelhante, contudo, com um desvio padrão significativo ( $\Delta$ PAS:  $30,1 \pm 17,3$  mmHg). Este fato pode ser decorrente das diferentes faixas etárias avaliadas entre os estudos. A avaliação de adolescentes numa faixa etária mais próxima da transição para a fase adulta, onde o  $\Delta$ PAS esperado como normal é acima dos 35 mmHg, também pode ter influenciado.

Neste estudo, os adolescentes com sobrepeso ou obesos tiveram pressões arteriais no esforço máximo e  $\Delta$ PAS mais elevados quando comparados aos com IMC dentro da normalidade. Isto demonstra a influência da hiperinsulinemia, provavelmente apresentada pelos pacientes com sobrepeso e obesos, no sistema cardiovascular e na resposta ao exercício.

Nesta série, em considerável número de pacientes não foi possível aferir a PA com segurança no esforço máximo. Após a estratificação quanto a este fator, a análise estatística demonstrou não haver diferença entre o grupo

que teve e o que não foi conseguido aferir a PA no momento da interrupção do esforço físico. Portanto, os resultados apresentados incluem esses dois grupos.

Em relação ao comportamento da PA após o esforço físico, Arenas et al<sup>51</sup> demonstraram retorno da PA aos níveis basais em torno do nono minuto de recuperação. Ahmad et al<sup>50</sup> observaram padrão semelhante, com a PA atingindo valores semelhantes aos de repouso no décimo minuto após esforço. Na presente série, foi observada diminuição progressiva dos componentes sistólico e diastólico da pressão arterial, que alcançaram níveis semelhantes aos de repouso no sexto minuto.

Finalmente, como relevância clínica, os resultados encontrados podem servir como valores de comparação para outros laboratórios de ergometria que utilizem o protocolo em rampa na avaliação de adolescentes (tabelas II, III, IV e V).

## **7 – CONCLUSÕES:**

Os resultados obtidos nesta série permitem concluir:

- O comportamento da pressão arterial durante esforço físico em adolescentes saudáveis demonstra aumento do componente sistólico e queda do diastólico, em ambos os sexos.

- A pressão arterial sistólica durante esforço físico tem relação direta com a idade, peso, altura e IMC do indivíduo, em ambos os sexos.

- A pressão arterial diastólica durante esforço físico tem relação direta com a idade do indivíduo, em ambos os sexos.

## **8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS \*:**

1. Froelicher VF, Myers J, Follansbee WP, Labovitz AJ. Fisiologia básica do exercício. In: Exercício e o coração. 3ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 1998. p.1-10.
2. Kenney WL, Humphrey RH, Bryant CX, Mahler DA, Froelicher VF, Miller NH, et al. American College of Sports Medicine. Outras condições clínicas que influenciam a prescrição de exercício. In: Manual para o teste de esforço e prescrição do exercício. 5ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2000. p. 183-93.
3. Washington RL, Bricker T, Alpert BS, Daniels SR, Deckelbaum RJ, Fisher EA. Guidelines for Exercise Testing in the Pediatric Age Group. From the Committee on Atherosclerosis and Hypertension in Children, Council on Cardiovascular Disease in the Young, the American Heart Association. *Circulation* 1994;90:2166-79.
4. Andrade J, Brito FS, Vilas-Boas F, Castro I, de Oliveira JA, Guimarães JI, et al. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico. *Arq Bras Cardiol* 2002;78(suppl II):1-14.
5. Kenney WL, Humphrey RH, Bryant CX, Mahler DA, Froelicher VF, Miller NH, et al. American College of Sports Medicine. Interpretação dos dados dos testes. In: Manual para o teste de esforço e prescrição do exercício. 5ª ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2000. p. 97-136.

\* International Committee of Medical Journal Editors. Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journal. *N Engl J Med* 1997;336:309-15.

6. Murad Neto A, Bortolotto LA. Teste ergométrico e hipertensão arterial. Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo 2001;11:610-8.
7. Fletcher GF, Balady GJ, Amsterdam EA, Chaitman B, Eckel R, Fleg J, et al. Exercise Standards for Testing and Training. A Statement for Healthcare Professionals from the American Heart Association. Circulation 2001;104:1694-740.
8. Froelicher VF, Myers J, Follansbee WP, Labovitz AJ. Interpretação das respostas hemodinâmicas ao teste ergométrico. In: Exercício e o coração. 3<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Revinter; 1998. p.79-109.
9. Vivacqua R, Hespanha R. Mulher jovem. In: Ergometria e reabilitação em cardiologia. Rio de Janeiro: Medsi; 1992. p. 275.
10. Singh JP, Larson MG, Manolio TA, O'Donnell CJ, Lauer M, Evans JC, et al. Blood pressure response during treadmill testing as a risk factor for new-onset hypertension. Circulation 1999;99:1831-6.
11. Kavey REW, Kveselis DA, Gaum WE. Exaggerated blood pressure response to exercise in children with increased low-density lipoprotein cholesterol. Am Heart J 1997;133:162-8.
12. Irace L, Sarubbi B, Caruso C, Tedesco MA, Ratti G, Ducceschi V, et al. Il test da sforzo in adolescenti con e senza familiarità per ipertensione arteriosa: ruolo predittivo di un indice di pressione arteriosa sistolica. Cardiologia 1993;38:643-9.

13. Calzolari A, Giordano U, Matteucci MC, Pastore E, Santilli A, Turchetta A, et al. Exercise tolerance and behaviour of blood pressure in children and adolescents after renal transplant. *J Sports Med Phys Fitness* 1997;37:267-72.
14. Matthys D, Verhaaren H. Hypertension artérielle à l'effort chez les enfants opérés de communication interventriculaire et de communication interauriculaire. *Arch Mal Coeur* 1990;83:697-700.
15. Hauser M, Kuehn A, Wilson N. Abnormal responses for blood pressure in children and adults with surgically corrected aortic coarctation. *Cardiol Young* 2000;10:353-7.
16. Tulio S, Eglé S, Greily B. Blood pressure response to exercise of obese and lean hypertensive and normotensive male adolescents. *J Hum Hypertens* 1995;9:953-8.
17. Pozzan R, Brandão AA, Brandão AP. O teste ergométrico na avaliação de crianças e adolescentes com percentis elevados de pressão arterial. *HiperAtivo* 1996;3:105-10.
18. Bozza A, Loos L. O teste de esforço em crianças e adolescentes. Experiência com brasileiros normais. *Rev SOCERJ* 1995;7:19-25.
19. Freed MD. Exercise testing in children: a survey of techniques and safety. *Circulation* 1981;64(suppl IV):278.
20. Araújo CGS. Teste de exercício: terminologia e algumas condições sobre passado, presente e futuro baseado em evidências. *Rev Bras Med Esporte* 2000;6:77-84.

21. Török K, Szelényi Z, Pórszász J, Molnár D. Low physical performance in obese adolescent boys with metabolic syndrome. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2001;25:966-70.
22. Protocolo em rampa: manual de referência rápida. Brasília, 1998. Disponível em URL: <http://www.micromed.ind.br/ergopc13/download/rampa>. Acesso em 05/04/2003.
23. Vivacqua R. Considerações sobre o protocolo de rampa aplicado no teste ergométrico. *Boletim do Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular da SBC* 1999;18:16-7.
24. Whipp BJ, Davis JA, Torres F, Wasserman K. A test to determine parameters of aerobic function during exercise. *J Appl Physiol* 1981;50:217- 21.
25. Vivacqua R, Hespanha R. Metodologia do teste ergométrico. In: *Ergometria e reabilitação em cardiologia*. Rio de Janeiro: Medsi; 1992. p.39-100.
26. Myers J, Buchanan BSN, Walsh D, Kraemer M, McAuley P, Hamilton-Wessler M, et al. Comparison of the Ramp Versus Standard Exercise Protocols. *JACC* 1991;17:1334-42.
27. Matthys D, Pannier JL, Taeymans Y, Verhaaren H. Cardiorespiratory variables during a continuous ramp exercise protocol in normal young adults. *Acta Cardiol* 1996;51:451-9.
28. Myers J, Buchanan NBS, Smith D, Neutel J, Bowes E, Walsh D, et al. Individualized ramp treadmill. Observation on a new protocol. *Chest* 1992;101:236-41.
29. Will PM, Walter JD. Exercise testing: Improving performance with a ramped Bruce protocol. *Am Heart J* 1999;138(Pt 1):1033-7.

30. Cumming GR, Everatt D, Hastman L. Bruce treadmill test in children: normal values in a clinic population. *Am J Cardiol* 1978;41:69-75.
31. Maffulli N, Greco R, Greco L, D'Alterio D. Treadmill exercise test in Neopolitan children and adolescents. *Acta Paediatr* 1994;83:106-12.
32. Tanner CS, Heise CT, Barber G. Correlation of the physiologic parameters of a continuous ramp versus an incremental James exercise protocol in normal children. *Am J Cardiol* 1991;67:309-12.
33. Rowland TW, Cunningham LN. Oxygen uptake plateau during maximal treadmill exercise in children. *Chest* 1992;101:485-9.
34. Barbosa e Silva O. Teste ergométrico em crianças e adolescentes – comparação entre os protocolos de Bruce e Rampa [dissertação]. Recife (PE): Universidade Federal de Pernambuco; 2003.
35. Kavey REW, Daniels SR, Lauer RM, Atkins DL, Hayman LL, Taubert K. American Heart Association Guidelines for Primary Prevention of Atherosclerotic Cardiovascular Disease Beginning in Childhood. *Circulation* 2003;107:1562-6.
36. Carretero OA, Oparil S. Essential hypertension. Part I: Definition and etiology. *Circulation* 2000;101:329-35.
37. World Health Organization. High blood pressure: The “silent killer” that threatens one in five adults. Disponível em URL: <http://www.who.int/archives/inf-pr-1994/pr94-85.html>. Acesso em 20 jul. 2004.

38. Chobanian AV, Bakris GL, Black HR, Cushman WC, Green LA, Jones DW, et al. The Seventh Report of Joint National Committee on Prevention, Detection, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure (The JNC 7 Report). *JAMA* 2003;289:2560-72.
39. Mion Jr D, Machado CA, Gomes MAM, Nobre F, Kohlmann Jr O, Amodeo C, et al. IV Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial. *Arq Bras Cardiol* 2004;82(supl IV):1-14.
40. National High Blood Pressure education Program. The Fourth Report on the Diagnosis, Evaluation and Treatment of High Blood Pressure in Children and Adolescents. *Pediatrics* 2004;114:555-76.
41. Williams CL, Hayman LL, Daniels SR, Robinson TN, Steinberger J, Paridon S, et al. Cardiovascular Health in childhood. From the Committee on Atherosclerosis, Hypertension and Obesity in the Young (AHOY) of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, American Heart Association. *Circulation* 2002;106:143-60.
42. Rezende DF, Scarpelli RAB, de Souza GF, da Costa JO, Scarpelli AMB, Scarpelli PA. Prevalência da hipertensão arterial sistêmica em escolares de 7 a 14 anos do município de Barbacena, Minas Gerais, em 1999. *Arq Bras Cardiol* 2003;81:375-80.
43. Brandão AP, Ferreira JO, Brandão AA, Pozzan R, Cerqueira RCO. Avaliação da pressão arterial em crianças e adolescentes: estudo do Rio de Janeiro. *Hipertensivo* 1996;3:87-92.

44. Moura AA, Silva MA, Ferraz MR, Rivera IR. Prevalência de pressão arterial elevada em escolares e adolescentes de Maceió. *J Pediatr (Rio J)* 2004;80:35-40.
45. World Health Organization. Overview of Child and Adolescent Health (CAH). Disponível em URL: [http://www.who.int/child-adolescent-health/OVERVIEW/AHD/adh\\_over.html](http://www.who.int/child-adolescent-health/OVERVIEW/AHD/adh_over.html). Acesso em 20 jan. 2005.
46. Cole TJ, Bellizzi MC, Flegal KM, Dietz WH. Establishing a standard definition for child overweight and obesity worldwide: international survey. *BMJ* 2000;320:1-6.
47. Pan American Hypertension Initiative. Working meeting on blood pressure measurement: suggestions for measuring blood pressure to use in populations surveys. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am Public Health* 2003;14:300-2.
48. Lenk MK, Alehan D, Çeliker A, Alpay F, Sarici Ü. Bruce treadmill test in health turkish children: endurance time, heart rate, blood pressure and electrocardiographic changes. *Turk J Pediatr* 1998;40:167-75.
49. Riopel DA, Taylor AB, Hohn AR. Blood pressure, heart rate, pressure-rate product and electrocardiographic changes in health children during treadmill exercise. *Am J Cardiol* 1979;44:697-704.
50. Ahmad F, Kavey RE, Kveselis DA, Gaum WE, Smith FC. Response of non-obese children to treadmill exercise. *J Pediatr* 2001;139(2):284-90.
51. Arenas León JL, Zajarias A, Fernández de la Vega P, Medrano G, Buendia A, Attié F. Response of normal children to the treadmill exercise test using the Bruce protocol. *Arch Inst Cardiol Mex* 1985;55(3):227-33.

52.Rodriguez de Roa E. Prueba de esfuerzo en adolescentes. Invest Clin  
1997;38(supl II):47-54.

## ANEXOS

ANEXO A - Tabelas de velocidade e inclinação sugeridas para orientação da prescrição do exercício:

Tabela I: Velocidade (km/h) e inclinação (%) sugeridas e VO<sub>2</sub> (mL/kg/min) alcançado por faixa etária, para orientar a prescrição do exercício no protocolo em rampa no sexo feminino.

Faixa etária	VELOCIDADE		INCLINAÇÃO		VO <sub>2</sub>	
	Inicial	10 min	Inicial	10 min	média	DP
08  ---  11	3,5	7,0	5,0	15,0	43,9 ±	6,2
12  ---  14	4,0	8,0	5,0	15,0	48,3 ±	7,3
15  ---  17	4,0	8,0	5,0	15,0	47,8 ±	10,1

Tabela II: Velocidade (km/h) e inclinação (%) sugeridas e VO<sub>2</sub> (mL/kg/min) alcançado por faixa etária, para orientar a prescrição do exercício no protocolo em rampa no sexo masculino.

Faixa etária	VELOCIDADE		INCLINAÇÃO		VO <sub>2</sub>	
	Inicial	10 min	Inicial	10 min	média	DP
08  ---  11	4,0	8,0	5,0	15,0	48,6 ±	7,9
12  ---  14	4,0	8,5	6,0	16,0	53,2 ±	9,0
15  ---  17	4,5	9,0	6,0	16,0	55,1 ±	9,4

ANEXO B - Classificação de obesidade e sobrepeso utilizando o IMC<sup>43</sup>, de acordo com o gênero e idade:

IMC  
crianças e  
adolescentes

Idade(anos)	sobrepeso		obesi dade	
	masculino	feminino	masculino	feminino
2,0	18,4	18,0	20,1	20,1
2,5	18,1	17,8	19,8	19,5
3,0	17,9	17,6	19,6	19,4
3,5	17,7	17,4	19,4	19,2
4,0	17,6	17,3	19,3	19,1
4,5	17,5	17,2	19,3	19,1
5,0	17,4	17,1	19,3	19,2
5,5	17,5	17,2	19,5	19,3
6,0	17,6	17,3	19,8	19,7
6,5	17,7	17,5	20,2	20,1
7,0	17,9	17,8	20,6	20,5
7,5	18,2	18,0	21,1	21,0
8,0	18,4	18,3	21,6	21,6
8,5	18,8	18,7	22,2	22,2
9,0	19,1	19,1	22,8	22,8
9,5	19,5	19,5	23,4	23,5
10,0	19,8	19,9	24,0	24,1
10,5	20,2	20,3	24,6	24,8
11,0	20,6	20,7	25,1	25,4
11,5	20,9	21,2	25,6	26,1
12,0	21,2	21,7	26,0	26,7
12,5	21,6	22,1	26,4	27,2
13,0	21,9	22,6	26,8	27,8
13,5	22,3	23,0	27,2	28,2
14,0	22,6	23,3	27,6	28,6
14,5	23,0	23,7	28,0	28,9
15,0	23,3	23,9	28,3	29,1
15,5	23,6	24,2	28,6	29,3
16,0	23,9	24,4	28,9	29,4
16,5	24,2	24,5	29,1	29,6
17,0	24,5	24,7	29,4	29,7
17,5	24,7	24,8	29,7	29,8
18,0	25,0	25,0	30,0	30,0

ANEXO C – EQUAÇÕES PARA O CÁLCULO DO VO<sub>2</sub> max EM ESTEIRA

- Equações do “American College of Sports Medicine” (ACSM) para o cálculo do VO<sub>2</sub> max alcançado pela inclinação e velocidade no esforço máximo:

1. Caminhada:  $VO_2 \text{ max} = [(V \times 1,675) + (V \times I \times 0,3015) + 3,5]$

2. Corrida:  $VO_2 \text{ max} = [(V \times 3,35) + (V \times I \times 0,15075) + 3,5]$

V = Velocidade (Km/h) no esforço máximo

I = Inclinação (%) no esforço máximo

ANEXO D - Certificado de aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco:



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. N.º 587/2004-CEP/CCS

Recife, 03 de novembro de 2004.

**Ref. Protocolo de Pesquisa n.º 258/2004-CEP/CCS**  
**Título "Pressão arterial em adolescentes durante teste de esforço com protocolo em rampa".**

Senhor (a) Pesquisador (a):

Informamos que o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco CEP/CCS/UFPE registrou e analisou, de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, o protocolo de pesquisa em epígrafe aprovando-o e liberando-o para início da coleta de dados em 03 de novembro de 2004.

Ressaltamos que ao pesquisador responsável deverá apresentar relatório, em 30/ 06/ 2005.

Atenciosamente,

  
Mônica Clara Albuquerque  
Coordenadora do Comitê de Ética  
em Pesquisa CCS/UFPE

À  
Profa. Mônica de Moraes Chaves Becker  
Programa de Pós-graduação em Medicina Interna

---

Av. Prof. Moraes Rego, s/n Cid. Universitária, 50670-901, Recife - PE, Tel/fax: 81 3271 8588; cepccs@mpd.ufpe.br

---