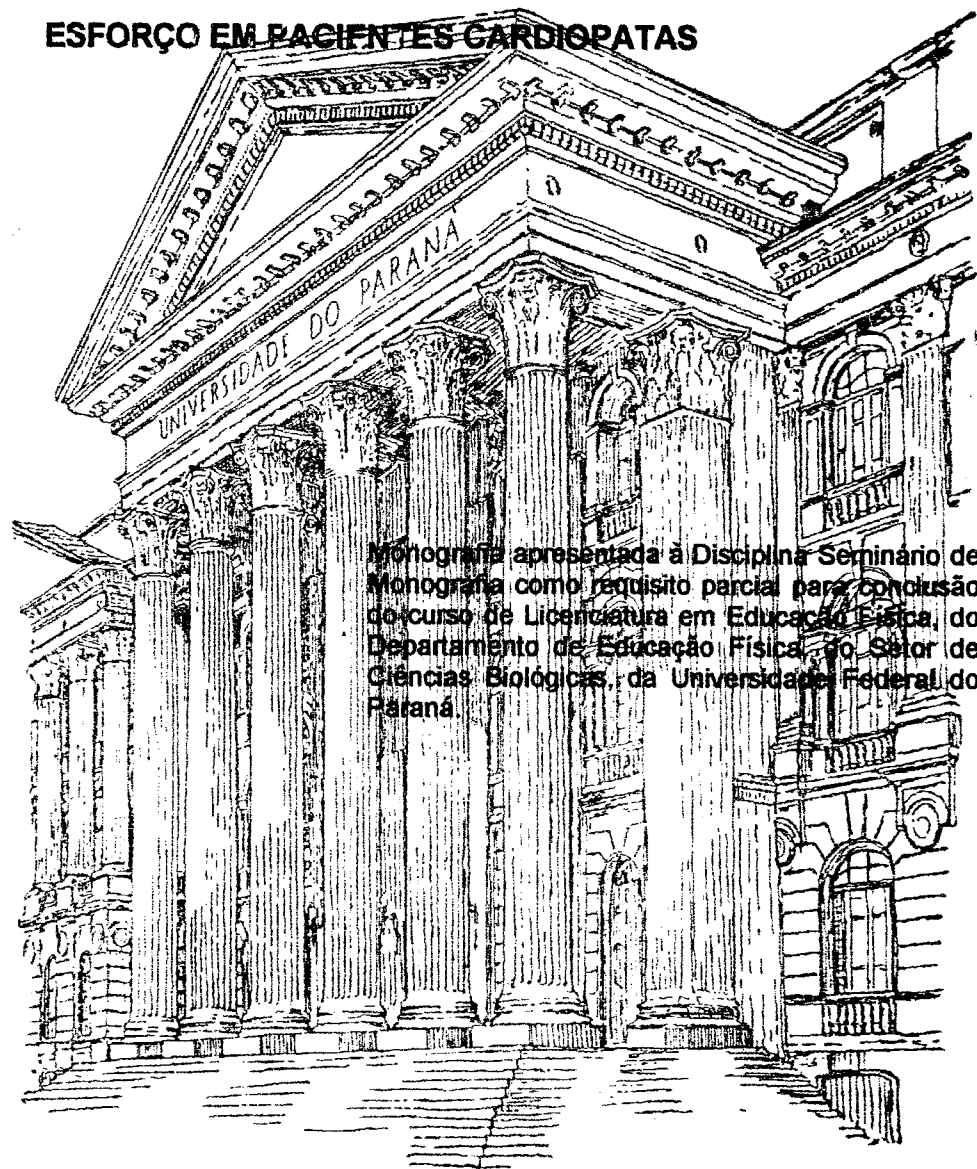


**LAIZA DANIELLE DE SOUZA**

**SINAIS, ALTERAÇÕES E SINTOMAS APRESENTADOS NO TESTE DE  
ESFORÇO EM PACIENTES CARDIOPATAS**



Monografia apresentada à Disciplina Seminário de Monografia como requisito parcial para conclusão do curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação Física, do Setor de Ciências Biológicas, da Universidade Federal do Paraná.

**CURITIBA  
1999**

**LAIZA DANIELLE DE SOUZA**

**SINAIS, ALTERAÇÕES E SINTOMAS APRESENTADOS NO TESTE DE  
ESFORÇO EM PACIENTES CARDIOPATAS**

**Monografia apresentada à Disciplina Seminário de Monografia como requisito parcial para conclusão do Curso de Licenciatura em Educação Física, do Departamento de Educação Física, do Setor de Ciências biológicas, da Universidade Federal do Paraná.**

**ORIENTADORA  
CÉLIA VITÓRIA CARDOSO FURLAN**

À minha família, especialmente meus pais, dedico este trabalho e toda minha vida acadêmica, pois sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida, mesmo não concordando com as minhas decisões, e muitas vezes abrindo mão de seus sonhos em função dos meus. A eles pretendo retribuir todos estes anos de dedicação com muito amor e carinho, sempre.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço especialmente à minha orientadora Célia Vitória Cardoso Furlan, por todo carinho e dedicação, e ao professor PhD Iverson Ladewig por em nenhum momento permitir que eu esquecesse este trabalho.

A todos os professores que nestes quatro anos mostraram o caminho do conhecimento para minha vida profissional.

Aos colegas e amigos por enfrentarmos juntos esta etapa de nossas vidas.

E todas as pessoas que foram importantes para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

|  |      |
|--|------|
| <b>LISTA DE QUADROS</b> .....                            | vii  |
| <b>RESUMO</b> .....                                      | viii |
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....                               | 1    |
| 1.1. Problema.....                                       | 1    |
| 1.2. Justificativa.....                                  | 1    |
| 1.3. Objetivos.....                                      | 2    |
| <b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....                    | 3    |
| <b>2.1. TESTE DE ESFORÇO</b> .....                       | 3    |
| 2.1.1. Introdução.....                                   | 3    |
| 2.1.2. Indicações Clínicas.....                          | 6    |
| 2.1.3. Indicações Diagnósticas.....                      | 7    |
| 2.1.4. Contra-indicações.....                            | 7    |
| <b>2.2. METODOLOGIA DO TESTE DE ESFORÇO</b> .....        | 10   |
| 2.2.1. Escolha do aparelho para o Teste.....             | 10   |
| 2.2.2. Protocolos para o teste de esforço.....           | 12   |
| 2.2.3. Sistema de Derivações eletrocardiográficas.....   | 17   |
| 2.2.4. Procedimentos para o teste de esforço.....        | 19   |
| 2.2.4.1. Antes do Teste.....                             | 19   |
| 2.2.4.2. Durante o Teste.....                            | 21   |
| 2.2.4.3. Após o Teste.....                               | 23   |
| 2.2.5. Indicações ao Término do Teste.....               | 23   |
| 2.2.6. Complicações do Teste de Esforço.....             | 26   |
| <b>2.3. ELETROCARDIOGRAFIA DO TESTE DE ESFORÇO</b> ..... | 27   |
| 2.3.1. Isquemia miocárdica.....                          | 30   |
| 2.3.2. Distúrbios de condução durante o Teste.....       | 33   |
| 2.3.3. Arritmias.....                                    | 34   |
| 2.3.3.1. Arritmias supraventriculares.....               | 35   |
| 2.3.3.2. Arritmias ventriculares.....                    | 36   |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>2.4. PRECISÃO DO TESTE DE ESFORÇO.....</b>                        | <b>39</b> |
| <b>2.5. TESTE DE ESFORÇO DIAGNÓSTICO.....</b>                        | <b>42</b> |
| <b>2.6. IDENTIFICAÇÃO DOS PACIENTES DE ALTO E BAIXOS RISCOS.....</b> | <b>45</b> |
| <b>2.7. AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE FUNCIONAL CARDIOVASCULAR.....</b>    | <b>50</b> |
| <b>3. DISCUSSÃO.....</b>   | <b>53</b> |
| <b>4. CONCLUSÃO.....</b>   | <b>55</b> |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>                               | <b>57</b> |
| <b>ANEXO 1 - TESTE ERGOMÉTRICO.....</b>                              | <b>58</b> |

## LISTA DE QUADROS

|  |         |
|--|---------|
| QUADRO 01 - Contra-indicações ao teste de esforço.....                                   | pág.09  |
| QUADRO 02 - Protocolo de Bruce.....  | pág.14  |
| QUADRO 03 - Protocolo de Naughton- Balke e Balke modificado.....                         | pág.15  |
| QUADRO 04 - Protocolo de Ellestad.....   | pág.16  |
| QUADRO 05 - Escalas de percepção de esforço.....   | pág.22  |
| QUADRO 06 - Indicações para a interrupção do teste de esforço.....                       | pág.25  |
| QUADRO 07 - Arritmias cardíacas induzidas pelo esforço.....                              | pág.36  |
| QUADRO 08 - Sensibilidade, especificidade e valor prognóstico.....                       | pág.42  |
| QUADRO 09 - Escala de angina e dispnéia.....   | pág. 45 |
| QUADRO 10 - Fatores de riscos coronarianos.....  | pág. 46 |
| QUADRO 11 - Sinais ou sintomas sugestivos de doença cardiopulmonar ou<br>metabólica..... | pág. 48 |
| QUADRO 12 - Parâmetros do teste para DAC severa.....                                     | pág. 49 |

## RESUMO

Neste trabalho serão revisados os princípios para aplicação do teste de esforço diagnóstico e funcional e serão enfatizados os sinais, sintomas e alterações eletrocardiográficas, que podem indicar a presença de doença coronariana em exercício, e ainda sensibilidade e especificidade do teste, para o reconhecimento dos testes como meio seguro de atuação junto aos indivíduos que apresentem testes positivos para doenças do coração. Também será apresentada a capacidade funcional cardiovascular que representa a capacidade física de trabalho e a extensão das anormalidades cardíacas. Tais conhecimentos são fundamentais para a prescrição de atividades e acompanhamento, especialmente para indivíduos cardiopatas.

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. PROBLEMA**

O teste de esforço aponta possíveis alterações, sinais e sintomas que possam ser relevantes no resultado e desempenho dos pacientes cardiopatas para o acompanhamento clínico e/ou prescrição de atividades físicas ?

## **1.2. JUSTIFICATIVA**

Atualmente, exige-se uma boa qualidade de vida para que o indivíduo possa enfrentar o seu nível crescente de competitividade sem prejuízo para sua saúde. Entre os fatores que contribuem para a melhora da qualidade de vida está o condicionamento físico.

O teste de esforço é um método importante na programação do condicionamento físico e fundamental para a reabilitação cardíaca.

Através do teste de esforço, determinam-se de maneira individualizada, a capacidade cardiorrespiratória, a relação entre a frequência cardíaca e a carga de trabalho. O teste ainda permite a estratificação de riscos e o acompanhamento das respostas clínica, cardiovascular, cardiorrespiratória, eletrocardiográfica e metabólica na evolução do programa de exercícios.

Este procedimento constitui-se no método não-invasivo de mais larga aplicação para avaliação funcional coronariana, associando reprodutibilidade, sensibilidade e especificidade.

Para o paciente coronariano, a reabilitação cardíaca pela atividade física, embora não garanta a possibilidade de vida futura mais longa pode, pelo menos, proporcionar melhor qualidade de vida. (PASSARO, 1997).

### **1.3. OBJETIVOS**

- Destacar os pontos importantes referentes ao Teste de esforço.
- Relacionar o teste a identificação de Doenças Coronarianas.
- Apontar os principais sinais, alterações e sintomas, que ocasionalmente possam ocorrer durante o teste.
- Evidenciar o teste na avaliação funcional e cardiovascular.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. TESTE DE ESFORÇO**

#### **2.1.1. Introdução**

Não se tem ao certo, a origem do teste de esforço, visto que seu início coincide com a utilização da avaliação física e com o descobrimento das alterações eletrocardiográficas com a angina pectoris. Alguns estudos num ergômetro rudimentar foram realizados em 1.884 por um italiano chamado Mosso. Também pionero Feil e Siegel, em 1928, introduziram o termo “resposta positiva”, quando havia depressão do segmento ST e dor precordial, com realização de exercícios abdominais. Posteriormente Master, propôs o teste de banco de dois degraus. Somente em 1940 que Riseman et. al, descreveram o uso da monitoração contínua durante o teste. Em 1942, o grupo de pesquisas do Laboratório de Fadiga de Harward desenvolveu o teste de banco de Harward, dando início a sua aplicação no meio desportivo e estudos populacionais. Somente mais tarde os testes de banco deixaram de ser utilizados, devido ao desenvolvimento da bicicleta ergométrica e esteira rolante, visto sua grande opção de protocolos e técnicas (ARAÚJO, 1984, p.2).

“A expressão ‘teste de esforço’ (teste com estresse) em geral é usada para descrever o uso sistemático do exercício com duas finalidades principais: para observações eletrocardiográficas e para avaliar os ajustes fisiológicos às demandas que ultrapassam as necessidades sem repouso” (MC ARDLE, KATCH & KATCH, 1998 -p.625).

Os benefícios terapêuticos do exercício devem ser avaliados antes da prescrição. Para uma pessoa com doença coronariana significativa, porém oculta, um exercício intenso extenuante e sua liberação de catecolaminas poderia impor uma sobrecarga excessiva ao sistema cardiovascular. Esse risco pode ser reduzido com uma avaliação prévia que deve incluir um exame médico, uma anamnese da história familiar e pessoal, assim como um bom exame físico que possa enfatizar sinais e sintomas de doença cardiovascular a avaliação da pressão arterial. O teste de esforço vem a ser um elemento fundamental para esta avaliação (MC ARDLE, KATCH & KATCH, 1998).

Segundo FROELICHER & MARCONDES (1992), o teste de esforço constitui-se de um método não-invasivo de avaliação das respostas do sistema cardiovascular em relação ao agente estressante. O exercício, o mais comum dos estresses fisiológicos pode ser considerado o melhor teste de perfusão e função cardíaca, pois ressalta as anomalias cardíacas que não aparecem em repouso.

“...Os princípios do teste de esforço estão em contínuo processo evolutivo”, embora os procedimentos possam variar de acordo com a necessidade, equipe, equipamentos e escola de treinamento, os princípios de aplicação seguem alguns padrões dentro da mesma área de discussão, na comunidade que realiza os testes (FARDY, YANOWITZ & WILSON, 1998 - p.97).

Segundo ACSM (1996, p.68), alguns princípios se aplicam a todos os testes de esforço:

1. Não realizar o teste se houver dúvidas quanto a sua segurança o benefício.
2. O protocolo deve ser selecionado de modo a adaptar-se a capacidade individual de realizar esforço na esteira ou bicicleta ergométrica.

3. O teste de esforço deve ter início com intensidade baixa, ter aumentos graduais a cada 2 ou 3 minutos, estes aumentos podem variar de 2 a 3 MET's para populações saudáveis e até  $\frac{1}{2}$  MET em indivíduos com doença.
4. A frequência cardíaca, a pressão arterial, a sensação subjetiva de esforço, a aparência do paciente e eventuais sintomas devem ser monitorados regularmente. Especialmente em pacientes cardiopatas deve se observar a graduação da intensidade da dor anginosa, e em pacientes pneumopatas a dispnéia.
5. As contra indicações para o teste e as indicações para a interrupção do teste devem ser rigorosamente observadas.
6. Todas as observações devem ser mantidas pelo menos quatro minutos após a interrupção do exercício.
7. A área do teste deve estar a temperatura de 22° C ou menos, e a umidade relativa do ar em 60% ou menos, se possível.

Para FARDY et al. (1998), existem inúmeras recomendações ao uso do teste que podem ser em várias situações clínicas, como também para se dar início a um programa de capacitação física. Algumas questões relativas a estudos diagnósticos posteriores, decisões terapêuticas e prognósticas podem ser desvendadas com o teste, e que ainda estas informações podem determinar o tipo de atividade física que podem ser incluídas durante o trabalho e a recreação. A partir destas informações os pacientes sentem-se mais seguros ao saber de suas limitações particulares ao exercício.

## 2.1.2. INDICAÇÕES CLÍNICAS

Para ELIOT (1992, p. 87) o teste de esforço possui quatro propósitos principais: diagnóstico, avaliação do tratamento, determinação de diferentes variáveis para indicação de exercícios e determinação da capacidade funcional. O objetivo do teste é sobrecarregar progressivamente o sistema cardiovascular para revelar anormalidades ausentes durante o repouso e também avaliar a capacidade aeróbica funcional ou a captação máxima de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ).

Segundo FARDY et al. (1998), há uma tendência a indicação ao uso do teste de esforço antes de se iniciar um programa de capacitação física, mesmo em indivíduos que não apresentem riscos de doença cardiovascular. Para o autor as indicações podem dividir-se em diagnóstica e funcional. O teste diagnóstico é realizado em referência a presença ou ausência de isquemia miocárdica, e o teste funcional é empregado para avaliar a capacidade física independente da presença ou ausência de doença cardíaca. No entanto ambas as informações, diagnósticas e funcionais, contribuem para a interpretação dos resultados.

MC ARDLE et al. (1998), cita pelo menos seis razões para incluir o teste de esforço numa avaliação global para Doença Cardíaca Coronariana (DCC).

- 1- Para obter o diagnóstico de cardiopatia óbvia ou uma possível coronariopatia “silenciosa” em homens e mulheres aparentemente saudáveis.
- 2- Para reproduzir e avaliar os sintomas torácicos relacionados ao exercício.
- 3- Para selecionar pacientes para programas de reabilitação preventiva e cardíaca através de exercícios.
- 4- Para identificar respostas anormais da pressão arterial em esforço.

- 5- Para avaliar os benefícios da intervenção terapêutica durante e após o tratamento.
- 6- Para mensurar a capacidade aeróbica em relação aos padrões normais.

### **2.1.3. INDICAÇÕES DIAGNÓSTICAS**

FARDY et al. (1998), aponta que “A detecção de isquemia miocárdica na população adulta, continua a ser um importante desafio para a profissão médica, dado que a doença cardíaca coronariana (DCC), ainda é a causa principal de morte e incapacidade em nossa sociedade”(p.98). A importância em detectar a isquemia miocárdica precocemente, está em evitar futuras complicações mais severas da doença avançada.

Para ARAÚJO (1984, p.12), as principais indicações diagnósticas ao teste de esforço incluem a confirmação do diagnóstico da doença coronariana, avaliação das arritmias cardíacas no esforço, avaliação da hipertensão, avaliação da angina, avaliação da dispnéia ao esforço, detecção de pacientes de auto risco, avaliação da tolerância ao esforço, avaliação da eficácia cirúrgica, avaliação dos resultados de programas de reabilitação cardíaca e avaliação de pacientes pós-infartados.

### **2.1.4. CONTRA-INDICAÇÕES**

Existem diversas indicações ao teste de esforço na prática clínica, porém o teste não é isento de riscos ou desconfortos para o paciente que deve ser avaliado antes do teste para verificar se os benefícios serão maiores que os riscos possíveis e se os resultados irão contribuir para o tratamento (FARDY et al., 1998).

Para alguns indivíduos os riscos ao teste ultrapassam os benefícios. É importante que o condutor do teste saiba avaliar riscos e benefícios. O teste não deve ser realizado na presença de contra-indicações absolutas até que estas estejam estabilizadas. Na presença de contra-indicações relativas o teste poderá realizar-se somente após uma avaliação cuidadosa das complicações (ACSM,1996).

ACSM (1996), relata que várias condições impossibilitam que haja informações diagnósticas ao ECG confiáveis ao teste de esforço, porém ainda proporcionam informações úteis sobre a capacidade de exercício e as respostas hemodinâmicas ao esforço :

- 1 - Bloqueio do ramo esquerdo
- 2 - Síndrome de Wolff- Parkinson -White (WPW)
- 3 - Marcapasso de demanda variável
- 4 - Hipertrofia ventricular esquerda com alterações do segmento ST.
- 5 - Infarto anterior extenso

As divisões das contra-indicações podem variar de acordo com cada autor. FROELICHER, MYERS, FOLLANSBEE & LABOVITZ (1998), fazem a divisão em contra-indicações absolutas e relativas. Também, a ACSM (1996), divide em contra-indicações absolutas e contra-indicações relativas, e serão apresentadas neste trabalho.

## QUADRO 01- **Contra- Indicações ao Teste de Esforço**

---

### **Contra-Indicações Absolutas:**

- 1 - Uma alteração importante e recente do ECG de repouso, sugerindo infarto ou outro evento cardíaco agudo.
  - 2 - Infarto miocárdico recente complicado
  - 3 - Angina Instável
  - 4 - Arritmia ventricular não controlada .
  - 5 - Arritmia atrial não controlada que compromete a função cardíaca
  - 6 - Bloqueio AV de terceiro grau
  - 7 - Insuficiência cardíaca congestiva descompensada
  - 8 - Estenose aórtica grave
  - 9 - Dissecção aórtica suspeitada ou diagnosticada
  - 10 - Miocardite ou Pericardite em atividade ou em suspensão
  - 11 - Tromboflebite ou presença de trombo intracardíaco
  - 12 - Tromboembolismo pulmonar ou sistêmico recente
  - 13 - Infecção aguda
  - 14 - Alteração emocional importante (psicose)
- 

### **Contra - Indicações Relativas:**

- 1 - Pressão arterial Diastólica de repouso > 120 mmHg ou pressão arterial sistólica de repouso > 200 mmHg
  - 2 - Doença valvar moderada
  - 3 - Alterações eletrolíticas diagnosticadas ( hipopotassemia, hipomagnesemia)
  - 4 - Marcapasso fixo (raramente utilizado)
  - 5 - Atividade Ectópica ventricular freqüente ou complexa
  - 6 - Aneurisma ventricular
  - 7 - Miocardiopatias, incluindo a miocardiopatia hipertrófica
  - 8 - Doença metabólica descompensada ( p.ex. : diabetes, tireotoxicose ou mixedema)
  - 9 - Doença infecciosa crônica ( p.ex. mononucleose, hepatite, SIDA)
  - 10 - Doenças neuromusculares musculoesqueléticas ou reumáticas, que pioram com o exercício
  - 11 - Gravidez avançada ou complicada
- 

Fonte : Manual para Teste de Esforço e Prescrição de exercício - ACSM (1996).

## 2.2. METODOLOGIA DO TESTE DE ESFORÇO

### 2.2.1. Escolha do aparelho para o teste

Teoricamente os testes de esforço poderiam ser realizados com qualquer forma de exercício. A princípio os testes eram feitos com indivíduos subindo e descendo de um banco, em determinada velocidade e duração, logo após era obtido um ECG de 12 derivações. Hoje as principais modalidades para a realização do teste de esforço são a esteira rolante ou bicicleta ergométrica. Também o teste de ergometria de braço é muito utilizado para indivíduos incapazes de realizar exercício nos membros inferiores ou em determinados diagnósticos para pessoas que realizam trabalho de braços (ACSM,1996).

Os laboratórios tem a flexibilidade de escolher um dos aparelhos para a realização do teste, dependendo das necessidades particulares do paciente (FARDY et al.,1998).

“O uso de esteiras rolantes ou bicicletas ergométricas é preferido, porque os exercícios com esses dispositivos induzem o máximo estresse ao sistema cardiovascular,(ao invés de ser limitado pelos fatores musculares locais),requerem pouca habilidade especial, podem ser calibrados, e a variação interindividual da eficiência biomecânica mostra-se relativamente pequena” (SKINNER,1991 p.233).

#### **Vantagens e desvantagens: BICICLETA X ESTEIRA**

Bicicleta ergométrica: (MC ARDLE et al.,1998 / FARDY et al.,1998)

- “A produção de potência independe do peso corporal e pode ser calculada e regulada facilmente” (MC ARDLE et al.,1998 p.629).

- "É mais barata requer menos espaço, sendo mais portátil, tem menor probabilidade de quebra e é menos ruidosa" (FARDY et al.,1998 p.101).
- Com sobrecarga mais elevada de trabalho, é mais fácil obter um bom traçado eletrocardiográfico, as pressões sanguíneas são mais facilmente avaliadas.
- Alguns pacientes ficam menos ansiosos, uma vez que controlam seus esforços .
- Para indivíduos que apresentam dificuldade para caminhar, devido a idade, doenças debilitantes e problemas ortopédicos.
- Envolve menor massa muscular .
- Ocorrência de fadiga precoce do quadríceps femoral .
- Para um mesmo VO<sub>2</sub> máx., o débito cardíaco é igual ou menor e o volume sistólico é inferior ao observado em esteira rolante .Também pode ser usado para o exercício supino das pernas durante o cateterismo ou durante o estudo nuclear com imagens .

**Esteira rolante:** (MC ARDLE et al.,1998 / FARDY et al.,1998)

- Utiliza um tipo comum de exercício, andar ou correr.
- Envolve uma maior massa muscular.
- Os protocolos em esteira são mais flexíveis do que para bicicleta.
- O teste na esteira independe do paciente, sendo mais reproduzível.
- As sobrecargas de trabalho são medidas com mais precisão sobre a esteira do que sobre a bicicleta, onde a frequência com que se pedala é determinante do trabalho total.

Para alguns testes utiliza-se também a ergometria de cingulo de braço, que avalia os efeitos cardiovasculares do exercício de extremidades superiores, e vem a

ser útil nos pacientes com doença coronariana que realizam maior demanda física com trabalho dos braços (FARDY et al., 1998).

Este teste consiste no acionamento de uma manivela com os braços, porém os valores de  $VO_2$  máx. atingidos são 30% menores em comparação a bicicleta ou esteira e a frequência cardíaca fica de 10 a 15 batimentos por minuto mais baixa, além disso a pressão arterial não pode ser medida prontamente durante o exercício (MC ARDLE et al., 1998).

### **2.2.2. Protocolos para o teste de esforço**

A bicicleta ergométrica e a esteira rolante são os instrumentos que permitem medir a potência e o trabalho. A interpretação da resposta imediata á atividade física depende da carga aplicada, segundo uma padronização seguida pelos protocolos escolhidos de acordo com as situações clínicas (YAZBEK & BATTISTELLA, 1994).

A maioria das indicações para o teste requer um protocolo de desenvolvimento crescente, iniciando com baixas sobrecargas até cargas mais elevadas de trabalho, que tenham um final pré-determinado (testes submáximos) ou até a ocorrência de sinais ou sintomas que levem a interrupção do teste (testes máximos) (FARDY et al., 1998).

“Existem muitos protocolos para o teste de esforço. Em um levantamento nacional de 1400 centros que realizam testes com esforço, 71% relataram ter utilizado a esteira rolante, 17% utilizaram a bicicleta ergométrica e apenas 12% realizavam testes com degraus. Dos testes com esteira rolante, o protocolo de Bruce foi usado em 65% dos casos, e o protocolo elaborado por Balke foi usado em aproximadamente 10%” (MC ARDLE et al., 1998 p.629).

Dos vários protocolos que vem sendo usados com sucesso , o protocolo de Bruce para esteira rolante, apresentado no quadro 02 , é o mais amplamente utilizado. Conta com um aumento de velocidade e inclinação a cada 3 minutos, com intensidade de esforço relativamente grande e tem a vantagem de sua duração ser relativamente curta. “O protocolo de Bruce não é recomendado para pacientes cardiopatas com limiares anginosos baixos, para idosos ou pacientes descondicionados, ou ainda para testes pré-alta hospitalar pós-IAM (infarto agudo do miocárdio)” (ACSM, 1996 p.69).

Para MC ARDLE et al. (1998), a utilização do teste de Bruce que utiliza um aumento brusco na intensidade do exercício entre os estágios é benéfica em termos de sensibilidade as respostas ECG isquêmicas, porém o paciente terá que tolerar o maior nível e exercício. Neste sentido, para este protocolo foram acrescentados níveis iniciais de exercícios mais baixos para atender os pacientes cardíacos.

O protocolo de Balke-Naughton em esteira rolante, quadro 03, utiliza velocidades constantes de caminhada entre 2,0 e 3,3 mph, que equivalem de 3,2 a 5,3 km por hora, com aumentos a cada 2 ou 3 minutos. “O protocolo de Balke modificado é mais aplicável à realização de teste de esforço em pacientes cardiopatas com capacidades de exercício potencialmente limitadas” ( p.71), devido ao aumento da intensidade entre os estágios ser mais gradual (ACSM, 1996).

Para FARDY et al. (1998), o protocolo modificado de Balke-Naughton está melhor desenvolvido para avaliar o estado cardiovascular dos pacientes pós- infarto do miocárdio, antes ou imediatamente após alta hospitalar, além de ser empregado para identificar os pacientes de alto e baixo risco após IAM.

QUADRO 02 - Protocolo de Bruce

| Estágio | mph | inclinação | minutos | Homens<br>METs | Mulheres<br>METs | Cardiopatas<br>METs |
|---------|-----|------------|---------|----------------|------------------|---------------------|
| I       | 1,7 | 10%        | 1       | 3,2            | 3,1              | 3,6                 |
|         |     |            | 2       | 4,0            | 3,9              | 4,3                 |
| II      | 2,5 | 12%        | 3       | 4,9            | 4,7              | 4,9                 |
|         |     |            | 4       | 5,7            | 5,4              | 5,6                 |
| III     | 3,4 | 14%        | 5       | 6,6            | 6,2              | 6,2                 |
|         |     |            | 6       | 7,4            | 7,0              | 7,0                 |
| IV      | 4,2 | 16%        | 7       | 8,3            | 8,0              | 7,6                 |
|         |     |            | 8       | 9,1            | 8,6              | 8,3                 |
| V       | 5,0 | 18%        | 9       | 10,0           | 9,4              | 9,0                 |
|         |     |            | 10      | 10,7           | 10,1             | 9,7                 |
| VI      | 5,5 | 20%        | 11      | 11,6           | 10,9             | 10,4                |
|         |     |            | 12      | 12,5           | 11,7             | 11,0                |
|         |     |            | 13      | 13,3           | 12,5             | 11,7                |
|         |     |            | 14      | 14,1           | 13,2             | 12,3                |
|         |     |            | 15      | 15,0           | 14,1             | 13,0                |

Fonte: Manual para teste de esforço e prescrição de exercícios. ACSM, 1996.

O protocolo de Ellestad, realizado também na esteira rolante é ideal para idosos, por não apresentar uma inclinação elevada, diminuindo a possibilidade da interrupção do teste por fadiga localizada na panturrilha. Entre as principais características, destaca-se a velocidade, variada de 1,7 a 8,0 mph, tempo de duração nos estágios variando entre 2 e 3 minutos, manutenção da inclinação em 10% nos quatro primeiros estágios e 5% a partir do quinto estágio, apresentado no quadro 04 (MARINS & GIANNICHI, 1998, p. 143).

Uma alternativa para muitos pacientes que tem dificuldades com a caminhada em esteira é o teste em bicicleta ergométrica, onde a gradação da intensidade é facilmente controlada e há menor interferência nos registros de ECG e monitoração da pressão arterial (ACSM, 1996).

**QUADRO 03 - Protocolo de Naughton-Balke e Balke modificado**

| <b>Protocolo de Balke-Naughton</b>   |                |         |      |
|--------------------------------------|----------------|---------|------|
| mph                                  | Inclinação (%) | minutos | METs |
| 3,0                                  | 2,5            | 2       | 4,3  |
| 3,0                                  | 5,0            | 2       | 5,4  |
| 3,0                                  | 7,5            | 2       | 6,4  |
| 3,0                                  | 10,0           | 2       | 7,4  |
| 3,0                                  | 12,5           | 2       | 8,4  |
| 3,0                                  | 15,0           | 2       | 9,5  |
| 3,0                                  | 17,5           | 2       | 10,5 |
| 3,0                                  | 20,0           | 2       | 11,6 |
| 3,0                                  | 22,5           | 2       | 12,6 |
| <b>Protocolo de Balke modificado</b> |                |         |      |
| mph                                  | Inclinação (%) | minutos | METs |
| 2,0                                  | 0              | 3       | 2,5  |
| 2,0                                  | 3,5            | 3       | 3,5  |
| 2,0                                  | 7,0            | 3       | 4,5  |
| 2,0                                  | 10,5           | 3       | 5,4  |
| 2,0                                  | 14,0           | 3       | 6,4  |
| 2,0                                  | 17,5           | 3       | 7,4  |
| 3,0                                  | 12,5           | 3       | 8,5  |
| 3,0                                  | 15,0           | 3       | 9,5  |
| 3,0                                  | 17,5           | 3       | 10,5 |
| 3,0                                  | 20,0           | 3       | 11,6 |
| 3,0                                  | 22,5           | 3       | 12,6 |

Fonte: Manual para teste de esforço e prescrição de exercícios. ACSM, 1996

### QUADRO 04 – Protocolo de Ellestad

| Estágio | Duração (min.) | Velocidade (mph) | Inclinação (%) |
|---------|----------------|------------------|----------------|
| 1       | 3              | 1,7              | 10             |
| 2       | 2              | 3,0              | 10             |
| 3       | 2              | 4,0              | 10             |
| 4       | 2              | 5,0              | 10             |
| 5       | 3              | 5,0              | 15             |
| 6       | 2              | 6,0              | 15             |
| 7       | 2              | 7,0              | 15             |
| 8       | 2              | 8,0              | 15             |

Fonte: Avaliação e Prescrição de Atividades Físicas. MARINS & GIANNICHI, 1998.

Os protocolos para bicicleta ergométrica, podem utilizar-se de dois tipos, freado eletricamente ou por atrito, possuem estágios de 2 a 4 minutos de exercícios progressivos, onde a potência é enunciada em kgm/min. ou watts, com uma resistência inicial entre 0 e 15 ou 30 watts por estágio. O ritmo de pedalagem é estabelecido em 50 ou 60 rpm para ergômetros freados mecanicamente (MCARDLE et al., 1998).

O protocolo para bicicleta deve ajustar a duração do exercício à capacidade funcional do indivíduo. Tanto para a bicicleta quanto para a esteira a intensidade de trabalho deve ser selecionada para que o esforço máximo seja alcançado em  $10 \pm 2$  minutos. Isso implica em observar o histórico clínico e as condições cardiopulmonares de cada paciente para o ajuste da intensidade (FARDY et al., 1998).

Com relação ao bicicleta ergométrica, deve estar regulado e nivelado para que o avaliado fique em posição vertical, com as pernas quase estendidas. Dentre os protocolos mais utilizados destacam-se os protocolos de Astrand (submáximo e máximo) (YAZBEK & BATTISTELLA, 1994). Para MARINS & GIANNICHI (1998),

dentre os protocolos para bicicleta mais utilizados destacam-se: FOX, ASTRAND (submáximo e máximo), BALKE, JONES, ROCHA, ACSM e BRUCE.

Como exemplo, a técnica de Astrand (submáxima), é realizada em 8 minutos, deste total o avaliado pedala em uma carga inicial, 25 a 50 watts, durante 4 minutos , e mais 4 minutos na carga 2 , que varia de 1 a 2,5 watts por kg de peso corporal. A frequência cardíaca e a pressão arterial é tomada em repouso e a todo minuto, este protocolo submáximo é mais utilizado em indivíduos com mais de 30 anos, sedentários ou que possuam algum fator de risco coronariano (MC ARDLE et al., 1998).

### **2.2.3. Sistemas de derivação eletrocardiográficas**

“A monitoração eletrocardiográfica é um importante componente de um teste de esforço diagnóstico e funcional” (ACSM,1996 p.76). “Os quatro principais sistemas de derivação eletrocardiográficas em exercício são o bipolar, as 12 derivações de Masson-Likar, uma simulação do terminal central de Wilson e o tridimensional(sistemas ortogonal ou não-ortogonal)” (FROELICHER et al.,1998 p.23). O sistema de monitoração mais utilizado é o modificado de 12 derivações, que indica com maior sensibilidade alterações isquêmicas no ECG (FARDY et al., 1998). Os ECGs obtidos a partir das configurações de eletrodos posicionados no tronco, produzem uma distorção importante em relação ao ECG de repouso de 12 derivações de colocação convencional nas extremidades (ACSM, 1996).

As derivações bipolares são mais simples, requerem menos tempo para serem colocadas e são menos ruidosas quanto aos artefatos de movimento (FARDY et al.,1998). Porém estas derivações bipolares únicas ou em combinações múltiplas são menos sensíveis para um teste diagnóstico (ACSM, 1998). Os

sistemas tridimensionais que podem ser usados durante o exercício possuem a vantagem de que a atividade elétrica do coração é ortogonalmente representada nos três sinais de derivadas. “Como um ECG de 12 derivações não poderia ser feito precisamente durante o exercício, com eletrodos colocados nos punhos e tornozelos, Masson e Likar sugeriram que eletrodos adesivos fossem colocados nas bases das extremidades para o teste ergométrico”, além de não apresentar interferência, sua colocação modificada não mostrou diferença na configuração eletrocardiográfica comparada a colocação padronizadas nas extremidades(FROELICHER et al., 1998 p.24).

O fator mais importante para uma boa monitoração eletrocardiográfica é o preparo para a colocação dos eletrodos. O paciente deve permanecer na posição supina, para uma localização precisa dos pontos para a colocação dos eletrodos. Alguns pacientes podem necessitar de tricotomia em torno dos pontos para os eletrodos, o paciente deve ser avisado deste procedimento e também que eventualmente poderá ocorrer uma mínima irritação da pele (FARDY et al.,1998).

A pele deve ser friccionada com algodão ou gaze e álcool, para remover a camada mais superficial de células mortas e gordura. Cada eletrodo deve ser fixado cuidadosamente enquanto a derivação correspondente é monitorada pelo osciloscópio. Eletrodos mal posicionados, com interferência devem ser ajustados ou trocados (ACSM, 1996). Se necessário a abrasão da pele pode ser melhorada usando uma pasta de atrição ou uma lixa fina, tomando os devidos cuidados. Finalmente deve-se observar se os fios não estão puxando os eletrodos, que podem provocar desvios no ECG pela deformidade da pele (FARDY et al.,1998).

MC ARDLE et al. (1998, p.646),apresenta seis diferentes critérios para a interpretação doECG:

1. Mensurações:
  - frequência cardíaca (atrial ventricular)
  - intervalo PR (0,12 a 0,20s)
  - duração de QRS (0,06 a 0,10s)
  - intervalo QT (depende da FC)
  - eixo QRS no plano frontal ( $-30^{\circ}$  a  $+90^{\circ}$  )
2. Diagnóstico do ritmo
3. Diagnóstico da condução
4. Descrição do formato da onda:
  - onda P (hipertrofia atrial)
  - complexo QRS (hipertrofia ventricular, infarto)
  - segmento ST (elevado ou deprimido)
  - onda T (achatada ou invertida)
  - onda U (proeminente ou invertida)
5. Diagnóstico ECG
  - dentro dos limites normais
  - limítrofe anormal
  - anormal
6. Comparação com ECG anterior

## **2.2.4. Procedimentos para o teste de esforço**

### **2.2.4.1. Procedimentos antes do teste:**

“A preparação de um paciente para a prova de esforço começa com uma explicação da intenção do teste e dos vários procedimentos que serão efetuados durante o teste” (FARDY et al., 1998 p.106).

As instruções aos pacientes são para abster-se de alimentos, álcool, fumo e cafeína pelo menos três horas antes do teste. As roupas e sapatos devem ser confortáveis para caminhada e corrida. Pacientes do sexo feminino devem vestir blusa folgada, com mangas largas, abotoadas na frente e evitar roupas íntimas apertadas (ACSM, 1996 / FARDY et al., 1998). YAZBEK & BATTISTELLA (1994), ainda acrescentam repouso habitual na noite que antecede o teste e abstenção de qualquer atividade física por 24 horas antes do teste.

Para um teste de esforço diagnóstico inicial, o paciente deve interromper o uso de medicação cardiovascular, desde que não hajam efeitos indesejáveis previsíveis e com a aprovação médica. Todas as drogas antianginosas alterarão as respostas hemodinâmicas e reduzirão a sensibilidade das alterações eletrocardiográficas. O uso de beta-bloqueadores deve ser interrompido gradualmente durante 4 dias, para reduzir um efeito rebote por hiperadrenérgico (ACSM, 1996).

O termo de consentimento deve ser assinado pelo paciente antes do teste de esforço e tem por objetivo assegurar que o paciente está ciente dos benefícios e dos riscos do teste de esforço. Estes riscos atualmente são de 0,5 para 10000 testes em populações variadas (ACSM, 1996).

Quando um paciente é testado por um problema cardiovascular conhecido ou suspeito, é necessário uma breve avaliação física para afastar quaisquer contra-indicações ao teste. Especialmente, os sintomas de dor torácica devem ser classificados como angina pectoris típica, angina atípica ou dor torácica não anginosa, para o melhor andamento do teste (FARDY et al., 1998).

O ECG deve ser revisado antes do teste, e deve ser obtido o ECG de repouso em posição supina e em pé. As pressões sanguíneas devem ser obtidas antes do teste em posição deitada, após 30s de hiperventilação em posição

sentada e em pé, desta forma poderão aparecer alterações significativas do segmento ST, das ondas T e do eixo elétrico (ACSM, 1996).

Os pacientes devem ter explicações claras e demonstrações de como realizar o teste, para diminuir a ansiedade. As instruções devem ser para manter uma postura natural, sem apoiar excessivamente nos suportes, num ritmo regular de caminhada, evitar virar a cabeça ou o tronco para não perder o equilíbrio. Para a bicicleta ergométrica, a altura do selim deve ser ajustada de forma que o ângulo de flexão dos joelhos seja de 5 a 10% na posição mais baixa da pedalagem. É conveniente pedalar um minuto em carga zero para demonstrar a execução correta (ACSM, 1996).

#### **2.2.4.2. Procedimentos durante o teste:**

Durante o teste o paciente deve ser cuidadosamente observado, devendo ser avaliado todos os sintomas, dados do ECG, pressão arterial e sinais físicos indesejáveis (FARDY et al., 1998).

O ECG deve ser monitorado continuamente com um osciloscópio, os registros são realizados ao final de cada estágio, ou mais frequentemente se houverem alterações. A pressão arterial deve ser medida a cada 2 minutos ou menos nos primeiros estágios e a cada 1 minuto nos estágios finais. Na presença de respostas hipotensivas ou hipertensivas, a medida deve ser feita a cada 30 a 60 segundos. A PA deve ser medida sempre com o braço relaxado e o manguito deve ser de tamanho adequado e o manômetro de coluna de mercúrio deve estar aos olhos do observador, para leituras confiáveis (ACSM, 1996).

A observação do paciente, do ECG e da pressão sanguínea podem classificar a dor torácica do tipo anginosa ou não-anginosa, podendo não ser necessária a interrupção do teste se a intensidade da dor for leve, a PA estiver

estável ou em elevação normal e quando o ECG não mostrar alterações significativas das ondas ST-T (FARDY et al., 1998).

#### QUADRO 05 - Escalas de percepção de esforço

| Escala de 6 a 20 |                      | Escala de 1 a 10 |                    |
|------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| 6                |                      | 0                | Absolut. nada      |
| 7                | Muito, muito leve    | 0,5              | Muito, muito fraco |
| 8                |                      | 1                | Muito fraco        |
| 9                | Muito leve           | 2                | Fraco              |
| 10               |                      | 3                | Moderado           |
| 11               | Razoavelm. leve      | 4                | Algo forte         |
| 12               |                      | 5                | Forte              |
| 13               | Algo difícil         | 6                |                    |
| 14               |                      | 7                | Muito forte        |
| 15               | Difícil              | 8                |                    |
| 16               |                      | 9                |                    |
| 17               | Muito difícil        | 10               | Muito, muito forte |
| 18               |                      | *                | Máximo             |
| 19               | Muito, muito difícil |                  |                    |
| 20               |                      |                  |                    |

Fonte: Manual para teste de esforço e prescrição de exercícios. ACSM, 1996.

O Índice de Percepção de Esforço (IPE) , também vem a se muito útil para avaliar a intensidade do teste, se é máximo ou submáximo, visto que a frequência cardíaca varia amplamente entre diferentes indivíduos durante o teste. Este aspecto é especialmente importante aos pacientes em uso de medicamentos que alterem a resposta da FC ao exercício. A percepção subjetiva de esforço pode ser quantificada segundo o quadro 05. O IPE com escala de 6 a20 aumenta linearmente com a intensidade do exercício e está relacionada as respostas fisiológicas com o aumento da intensidade do esforço, com a FC, ventilação-minuto e o consumo de oxigênio. Essa escala se aplica bem aos objetivos do teste de esforço, contudo, em

alguns casos ainda pode ser utilizada uma tabela de 1 a 10, quadro 05 , para exprimir de modo discriminado as respostas subjetivas a pequenos aumentos de intensidade, entretanto para que não ocorra má interpretação da escala as instruções devem ser padronizadas a respeito das sensações total e interna de esforço (ACSM, 1996).

“Em vez de usar a frequência cardíaca para determinar a intensidade do exercício, é preferível usar a escala de 6 a 20 de Borg ou sua escala mais recente, não-linear de 1 a 10 de esforço percebido” (FROELICHER et al.,1998 p.22).

#### **2.2.4.3. Procedimentos após o teste:**

Quando o teste ocorrer normalmente, após um breve período de esfriamento, com o paciente ainda em pé na esteira ou sentado na bicicleta, o ECG deve ser registrado, o paciente deve continuar segurando nos suportes para evitar tonteira, devido ao retorno venoso. Quando não ocorrem anormalidades significativas do ECG em testes diagnósticos, o paciente deve retornar a posição supina, aumentando o retorno venoso e evidenciando alterações eletrocardiográficas diagnósticas. Para pacientes que apresentarem respostas anormais no ECG durante o exercício, a recuperação deve ser sentado. Em todas as situações o ECG na recuperação deve ser registrado a cada 2 ou 3 minutos (FARDY et al.,1998).

Durante a recuperação a PA é monitorada habitualmente em intervalos de 1 ou 2 minutos (ACSM, 1996).

#### **2.2.5. Indicações ao término do teste**

“ Exceto em circunstâncias especiais, como muito após IAM, existe um consenso geral de que o teste de exercício máximo, clínico ou limitado pelos

sintomas, é superior ao teste submáximo para a verificação da resposta cardiovascular para pacientes coronários” (SKINNER, 1991).

Alguns pontos considerados para a finalização do teste incluem sintomas de fadiga muscular, hiperpnéia, atingir a FC máxima e alcançar níveis acima de 17 na escala de Borg (ACSM, 1996). A decisão de interromper o teste pode vir do paciente quando aparecerem fatores limitantes, cabe ao médico avaliar estes fatores e encorajá-lo a continuar, caso seja possível (FARDY et al., 1998). As respostas normais durante o exercício podem provocar a interrupção do teste, antes de atingir os níveis máximos, quadro 06. Algumas respostas não emergenciais podem ser avaliadas quanto a necessidade de interromper o teste (ACSM, 1996).

## **QUADRO 06 - Indicações para a interrupção do teste de esforço**

---

### **Sintomas:**

- angina progressiva para o 3º grau avaliada pelo paciente, com ou sem alteração do ECG
- desmaio ou tontura
- dispnéia severa
- fadiga severa
- dor severa no músculo esquelético
- náusea ou vômito

### **Sinais clínicos:**

- palidez
- pele úmida e fria
- cianose
- marcha atáxica
- resposta confusa do interrogatório
- olhar vago

### **Sinais eletrocardiográficos:**

- desnivelamento de ST (elevação ou depressão) do tipo horizontal ou descendente, superior a 0,3 mV acima ou abaixo do observado no traçado de repouso
- distúrbio de condução além do bloqueioatrio-ventricular de primeiro grau (intervalo PR prolongado)
- arritmias ventriculares
- taquicardia ventricular
- fibrilação ventricular
- extra- sístoles ventriculares com a frequência de 25% dos batimentos durante mais de 30 segundos
- fibrilação atrial que ocorre com o exercício

### **Anormalidades da pressão sanguínea:**

- queda da pressão sistólica com o aumento da carga de trabalho de 10 mmHg, ou mais baixo de qualquer registro prévio da pressão sanguínea, outros sintomas e sinais especialmente com baixa FC
- elevação da pressão sistólica acima de 250 mmHg

### **Quando o paciente deseja parar o exercício**

### **Falta do sistema de monitoração eletrocardiográficas**

---

Fonte: Prova de esforço e prescrição de exercícios: para casos específicos. SKINNER, J. S., 1991.

### 2.2.6. Complicações do teste de esforço

Embora raras, algumas complicações podem ocorrer durante o teste de esforço, STUART e ELLESTAD citados por FARDY et al.(1998, p.110), mostram que em um estudo recente coletaram dados de mais de 50.000 testes de esforço e determinaram que para cada 10.000 testes ocorreram aproximadamente 3,5 infartos do miocárdio, 4,8 arritmias severas e 0,5 mortes.

FARDY et al.(1998), aponta alguns fatores que podem minimizar os riscos do teste de esforço:

1. Pessoal treinado
2. Assistência do médico durante o teste
3. Monitoração contínua do ECG durante e após o exercício
4. História e exame físico pré-teste
5. Avaliação do ECG de repouso
6. Instruir o paciente quanto aos sinais e sintomas de emergência
7. Equipamento e drogas para ressuscitação de emergência
8. Suspender o teste no momento apropriado
9. Evitar o banho até o resfriamento do paciente

YAZBEK & BATTISTELLA (1994, p.56), citam, análise de 170.000 testes por Rochimis e Balkburn, resultou em índices de letalidade de 1/10.000, e de morbidade de 24/10.000, valores semelhantes aos observados(1/17.000 e 3,8/ 10.000) em 80.000 testes realizados no INCOR (Instituto do Coração)".

Em MC ARDLE et al.(1998 p.630), "os relatórios indicaram que em aproximadamente 170.000 testes com esforço máximo e submáximo apenas 16 pacientes de alto risco, porém aparentemente saudáveis, sofreram episódios coronarianos durante o teste. Isso representa cerca de 1 pessoa por 10.000 ou aproximadamente 0,01% do grupo total".

Infelizmente são desconhecidas estatísticas brasileiras, contudo, acredita-se ser uma prática segura, se realizada criteriosamente. Quando utilizado na avaliação da aptidão física, após prévio exame clínico, para jovens assintomáticos, o teste poderá ser realizado por professores de educação física, porém, em indivíduos acima de 35 anos ou que apresentem riscos para doença coronariana, o teste diagnóstico só deverá ser realizado com presença da equipe médica. Caso o professor venha a realizar um teste diagnóstico e este apresente um caso de morbidade ou mortalidade este profissional poderá responder por negligência profissional e prática ilegal da medicina (ARAÚJO, 1984).

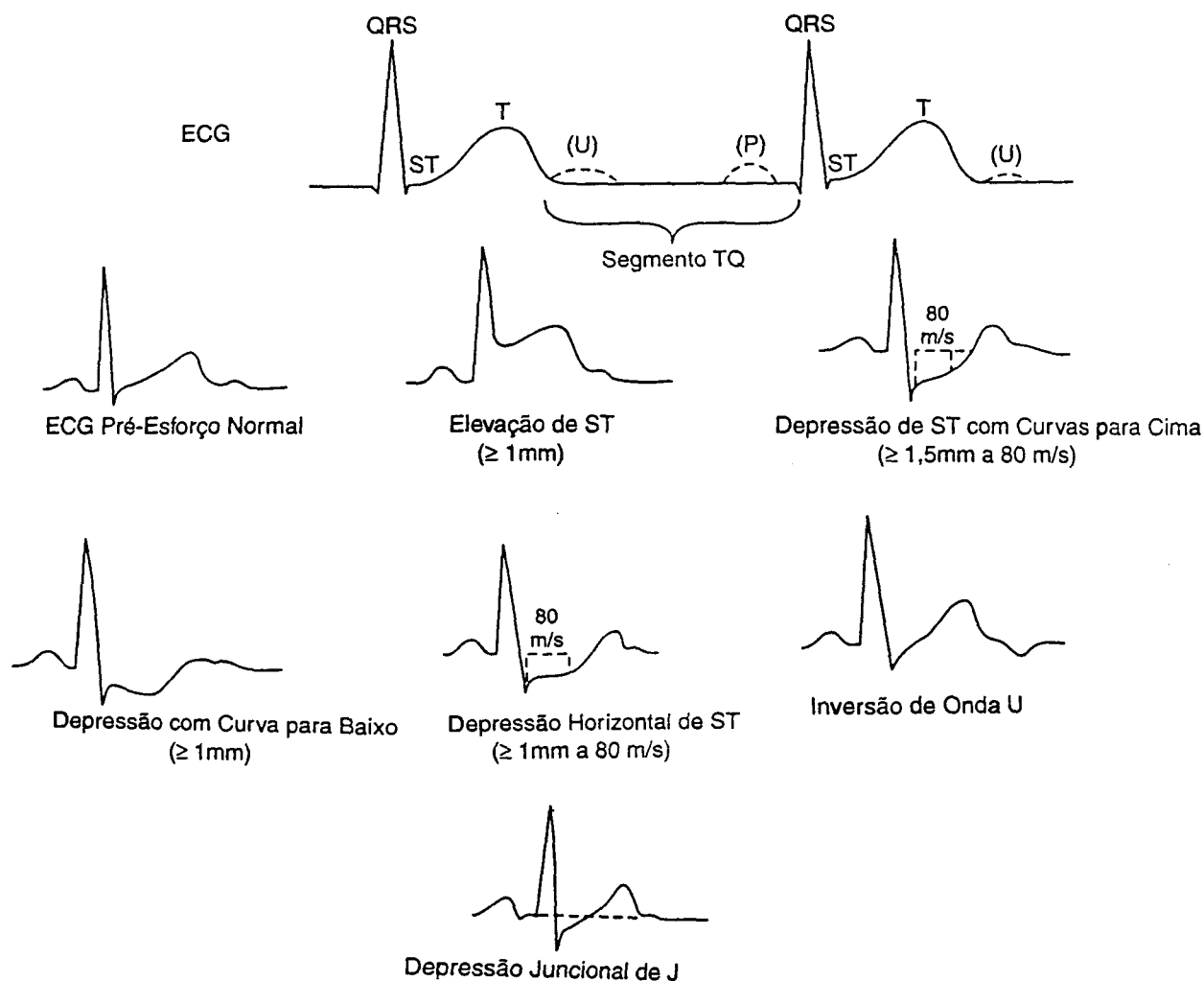
SKINNER (1991), ainda faz uma consideração importante quanto as implicações legais do teste referentes ao consentimento do paciente e deste estar ciente dos riscos, visto que mesmo realizando o teste cuidadosamente, o condutor do teste pode tornar-se responsável por um maior efeito adverso, se o consentimento não foi anteriormente obtido.

### **2.3. ELETROCARDIOGRAFIA DO TESTE DE ESFORÇO**

Como os demais tecidos nervoso e muscular, as células cardíacas são eletricamente mais positivas na superfície externa, que no seu interior. A polaridade é invertida imediatamente antes da contração, quando o coração é estimulado e o interior torna-se mais positivo que o exterior. A atividade elétrica do coração cria um campo magnético que se propaga por todo o corpo. A sequência de eventos elétricos antes e durante cada ciclo cardíaco pode ser captada na forma de variação da voltagem, por eletrodos colocados na superfície da pele. O registro gráfico desta

atividade elétrica é denominado eletrocardiograma (ECG) (MC ARDLE et al., 1998 p.271).

Para um ECG normal a onda P representa a despolarização dos átrios, dura cerca de 0,15 segundos e prenuncia a contração atrial. A onda P é seguida pelo complexo QRS, cuja a duração é relativamente grande, e refere-se a despolarização dos ventrículos, que se contraem. A repolarização atrial que acompanha a onda P produz uma onda pequena que acaba omitida pelo complexo QRS. A onda T, repolarização dos ventrículos, processa-se durante a diástole ventricular. O período de despolarização do coração, necessário para uma nova contração, é de aproximadamente 0,20 a 0,30 segundos, esse período refratário de repouso é importante para proporcionar tempo suficiente para o enchimento ventricular entre cada batimento (MC ARDLE et al., 1998 p.272).



Para a ACSM (1996), o padrão normal das alterações do ECG, no exercício, incluem um encurtamento do intervalo QT relacionado ao repouso, as amplitudes das ondas Q e T aumentam. O segmento ST torna –se ascendente, iniciando do ponto J e retornando a um ponto acima da linha de base, definida a partir de sucessivas junções PQ isoelétricas, após 60 a 80 milissegundos.

MC ARDLE et al. (1998), indica o segmento ST e a onda T como sensíveis indicadores da demanda de oxigênio e suprimento de oxigênio do miocárdio ventricular.

Em FROELICHER et al.(1998 p.111), encontramos referências que apontam alterações em indivíduos normais onde o intervalo PR e a amplitude da onda P aumentaram durante o exercício, mas a direção dos de P não mudou compativelmente com a sobrecarga atrial direita, não foram observa das alterações significativas na magnitude de QRS e sua orientação espacial e vetores máximos se mantém constantes. O início de QRS até o pico da onda T encurtou. Os vetores terminais de QRS e os iniciais de ST encurtam gradualmente e desviam à direita e para cima. A amplitude da onda T diminui durante o exercício. Na recuperação, no primeiro minuto as magnitudes de P e T aumentaram sensivelmente e depois todas as medidas retornaram gradualmente ao nível de repouso.

MC ARDLE et al. (1998 p.647), indica as **alterações normais nos indivíduos sadios durante o exercício** como:

1. Ligeiro aumento da onda P.
2. Encurtamento do intervalo PR.
3. Desvio para direita do eixo QRS.
4. Depressão do segmento ST < 1,0 mm.
5. Redução da amplitude da onda T.

6. Contração ventricular prematura (CVP) única ou rara durante o exercício ou a recuperação.
7. CVPs únicas ou raras ou contração atrial prematura (CAP).

E ainda as **alterações ECG anormais com DCC durante o exercício**:

1. Aparecimento de bloqueio de ramo com uma FC crítica.
2. CVPs recorrentes e multifocais durante o exercício e a recuperação.
3. Taquicardia ventricular.
4. Aparecimento de bradiarritmia e taquiarritmia.
5. Depressão / elevação do segmento ST > 1,0mm, 0,08s após o ponto J.
6. Bradicardia durante o exercício.
7. Taquicardia com o exercício submáximo.
8. Aumento na frequência ou intensidade de qualquer arritmia conhecida.

### **2.3.1. Isquemia Miocárdica**

“A isquemia miocárdica é aquele processo que resulta de um desequilíbrio entre o suprimento e a demanda de oxigênio para o miocárdio de tal forma que as células miocárdicas sejam privadas de oxigênio “ (FARDY et al.1998 p.110).

Para MC ARDLE et al. (1998), o miocárdio torna-se isquêmico devido a redução da perfusão sanguínea decorrente das alterações nos vasos como a aterosclerose, ou seja o congestionamento dos vasos causado pelo acúmulo de placas de lipídios, e tecidos cicatricial fibroso pela ação e modificação química de vários compostos incluindo a oxidação do colesterol nas lipoproteínas de baixa densidade.

Este quadro de alterações leva a uma sequência de eventos inicialmente reversíveis, com consequências mecânicas, metabólicas e eletrofisiológicas. Tais consequências mecânicas e metabólicas ocorrem devido a incapacidade de contração das células miocárdicas por estarem hipóxicas e produzirem lactato. As consequências eletrofisiológicas são responsáveis pelas alterações eletrocardiográficas isquêmicas (FARDY et al., 1998).

No caso da isquemia miocárdica, os potenciais de ação intracelulares são alterados, mesmo com poucos segundos de privação de oxigênio que afetam a forma e duração do potencial de ação. As alterações eletrocardiográficas na isquemia são determinadas pela relação entre as derivações do ECG da superfície corporal e a localização do miocárdio isquêmico nos ventrículos (FARDY et al., 1998).

“A manifestação mais comum de isquemia do miocárdio induzida por exercício é a depressão do segmento ST”, o critério padrão para esta resposta anormal é a depressão horizontal ou descendente do segmento ST, com 0,1V ou mais, por 80 milissegundos, devido a isquemia subendocárdica generalizada (FROELICHER et al., 1998 p.123).

Também a ACSM (1996), aponta o infradesnível do segmento ST e um retardo da repolarização como critérios diagnósticos amplamente aceitos como referência para isquemia miocárdica. O padrão clássico do infradesnível do segmento ST pode variar de horizontal a descendente, bem como infradesnível do segmento ST arredondados e padrões ascendentes lentos para prognóstico de DAC. A interpretação do segmento ST pode ser afetada pela hipertrofia ventricular esquerda e por agentes farmacológicos. Quando já existem infradesníveis em repouso deve-se considerar um infradesnível adicional de 1,0mm para evidenciar a isquemia.

Durante o esforço, a depressão ST com inclinação para cima é a primeira a aparecer, seguida de alterações horizontais e algumas vezes com inclinação para baixo do segmento ST, em geral este último caso é visto somente após o esforço (FARDY et al.,1998 ).

O início, a duração e a magnitude do infradesnível ST correlacionam-se com a severidade da isquemia. Um infradesnível que ocorre precocemente no teste, maior que 2,0mm e que permaneçapor pelo menos 5 minutos durante a fase de recuperação é prognóstico de DAC trivascular ou estenose de tronco da coronária esquerda. Ainda que não hajam critérios para a suspensão do exercício com infradesnível ST assintomático, alguns laboratórios consideram 4 ou 5 mm de infradesnível como fator limitante na ausência de outros fatores (ACSM, 1996).

“A relação entre a magnitude do infradesnível ST e o aumento da frequência cardíaca (ST/FC) é um índice de isquemia miocárdica”. Estudos recentes indicam que o ST/FC e o índice DST/FC (alteração média do infradesnível deST coma FC durante todo o teste de esforço) aumentam a sensibilidade e a especificidade do ECG de esforço para a detecção do DAC (ACSM, 1996 p.87).

No artigo de PASSARO (1997), encontram-se referências que também demonstram a relação entre o segmento ST e a frequência cardíaca como un índice adequado na predição de coronaropatias,e que esta relação possui grande sensibilidade para separação do número de artérias coronárias lesadas em portadores de doença coronariana.

Ainda tem importante consideração para a detecção de isquemia alterações como supradesnível do segmento ST, inversão da onda T, inversão da onda U, aumento da onda R e desaparecimento da onda Q (FROELICHER et al.,1998).

O aparecimento da isquemia poderá evidenciar-se através de um aumento progressivo na amplitude da onda R ou não diminuição da onda R com o exercício,

em combinação com infradesnível do segmento ST duvidoso. Também com a inversão da onda T que ocorre no período de recuperação pós exercício, que deve ser interpretada em conjunto com outras respostas do teste. Estudos relataram que a normalização durante o exercício de ondas T invertidas em repouso, é um indicador de isquemia, no entanto, ocorre com a FC simultaneamente a um infradesnível ST (ACSM, 1996).

A isquemia miocárdica silenciosa está habitualmente associada a indivíduos com angina, porém, apenas 1 a cada 4 episódios de isquemia é acompanhado de queixas anginosas. Este quadro, é especialmente importante porque evidencia a manifestação de isquemia silenciosa em indivíduos assintomáticos, ao contrário das expectativas sobre os pacientes com angina clínica para apresentarem a isquemia. a ocorrência da isquemia pode predispor três sintomas: dor, distúrbio de ritmo ou perda da função de bombeamento, ocasionadas pela alteração no suprimento de oxigênio ao miocárdio (ELIOT, 1992).

### **2.3.2. Distúrbios da condução**

Apesar de não ser muito comum, bloqueios atroventricular (AV) e intraventricular podem ocorrer durante o teste de esforço. Essas anormalidades não representam necessariamente manifestações de isquemia miocárdica, a menos que acompanhadas de sintomas anginosos ou precedidas de alterações de onda ST-T (FARDY et al., 1998).

O bloqueio de ramo induzido pelo esforço é mais frequentemente relacionado à frequência cardíaca, especialmente quando excede um valor crítico. A frequência cardíaca na qual o bloqueio do ramo desaparece é sempre inferior a do aparecimento durante esforço. O desenvolvimento do bloqueio de ramo durante o

esforço em geral é indicativo de doença subjacente do sistema de condução, mas não necessariamente é considerado “positivo” para isquemia, a menos que existam outros indicativos de doença coronariana (FARDY et al., 1998).

O reconhecimento da isquemia miocárdica pode ser difícil na presença de anormalidades intraventriculares da condução, principalmente no bloqueio de ramo esquerdo. Os defeitos de condução ventricular alteram a sequência da ativação muscular e conseqüentemente mudam a forma e duração do complexo QRS, isto induz uma alteração na sequência da recuperação, resultando em alterações “secundárias” da onda ST-T (FARDY et al., 1998).

### **2.3.3. Arritmias**

As arritmias associadas ao exercício ocorrem tanto em indivíduos saudáveis quanto em pacientes com doenças cardíacas (ACSM, 1996). “As doenças cardíacas que afetam o sistema de condução elétrica no coração incluem disritmias (arritmias) que levam o coração a bater com excessiva rapidez (taquicardia), com excessiva lentidão (bradicardia) ou com batimentos extras (batimentos ectópicos, extrasístoles ou CVPs) e possível fibrilação subsequente” (MC ARDLE et al., 1998 p.645).

Os pacientes com doença cardíaca isquêmica tem risco aumentado do desenvolvimento de arritmias induzidas pelo esforço. Os mecanismos das arritmias cardíacas estão relacionados a automaticidade aumentada e/ou à condução retardada. O exercício favorece as arritmias devido a aumentos da atividade simpática, que acelera a despolarização das células marcapasso ectópicos, e ainda o aumento das necessidades de oxigênio para o miocárdio, resultantes do esforço, podem levar a arritmias sistêmicas em indivíduos susceptíveis (FARDY et al., 1998).

As arritmias causam modificações na dinâmica circulatória resultando em hipotensão (pressão arterial extremamente baixa), falência cardíaca e choque, isto ocorre após um acidente vascular induzido por esforço físico excessivo ou outro estresse (MC ARDLE et al., 1998).

O exercício também pode ocasionar um desaparecimento da atividade atrial ou ventricular ectópica devido ao aumento da frequência sinusal, resultando na supressão do foco ectópico por superexcitação, mas que não indica uma arritmia benigna ou não. Cada arritmia deve ser analisada dentro do contexto clínico na qual ocorre (FROELICHER et al., 1998, p.78).

### **2.3.3.1. Arritmias supraventriculares**

As extrasístoles atriais induzidas pelo esforço são comuns e não implicam em ameaças para o paciente. No entanto, podem precipitar taquicardias supraventriculares, fibrilação atrial ou flutter atrial (FARDY et al., 1998, p.120). O ritmo atrial caótico, o flutter atrial ou a fibrilação atrial podem ocorrer com uma doença cardíaca orgânica ou secundariamente a distúrbios endócrinos, metabólicos ou efeitos de drogas (ACSM, 1996, p.89).

A fibrilação atrial e o flutter atrial constituem uma causa incomum de arritmias induzidas pelo esforço, dificilmente encontradas em indivíduos saudáveis, essas arritmias são causadas pela disfunção cardíaca e aumento da pressão em esforço no átrio direito ou esquerdo. Se não cessarem com a interrupção do exercício, serão necessários tratamentos farmacológicos (FARDY et al., 1998). A taquicardia supraventricular sustentada, induzida pelo exercício, também poderá necessitar de tratamento farmacológico ou cardioversão elétrica, caso não terminem com a interrupção do exercício e as manobras vagais (ACSM, 1996).

## QUADRO 07 - Arritmias cardíacas induzidas pelo esforço

---

### **Arritmias supraventriculares:**

- Extrassístoles atriais
- Isoladas
- Bigeminadas
- Com ou sem aberração
- Taquicardia paroxística supraventricular
- Fibrilação atrial
- Flutter atrial

### **Arritmias ventriculares:**

- Extrassístoles ventriculares
- Isoladas
- Bigeminismo
- Unifocais ou multifocais
- Fenômeno R sobre T
- Taquicardia ventricular
- Não mantida
- Mantida

### **Fibrilação ventricular**

---

Fonte: Reabilitação cardiovascular, aptidão física do adulto e teste de esforço. FARDY et al. (1998, p.121).

#### **2.3.3.2. Arritmias ventriculares**

As arritmias ventriculares induzidas pelo esforço são respostas importantes durante o teste. Embora frequentes na doença arterial coronariana, 50 a 60 % dos indivíduos, essas arritmias são encontradas também em indivíduos saudáveis, 30 a 40 % dos indivíduos submetidos ao teste. As arritmias tendem a ser mais comuns com idades mais avançadas e com frequências cardíacas elevadas durante o esforço (ACSM, 1996, p. 89).

Os pacientes com infarto prévio do miocárdio, doença em múltiplos vasos e disfunção ventricular esquerda tem maior propensão a desenvolver extrassístoles ventriculares mais graves. Quanto mais grave a doença maior a frequência das arritmias ventriculares. Embora ocorram também em populações saudáveis, as extrassístoles ventriculares multifocais e os fenômenos R sobre T são considerados mais graves. O teste não precisa ser interrompido em função das arritmia a menos que esteja associada a outros fatores limitantes como a isquemia, ou disfunção ventricular esquerda (FARDY et al., 1998).

Para FROLICHER et al. (1998), as extrassístoles ventriculares induzidas pelo exercício são mais preocupantes e ocorrem em aproximadamente um terço dos homens assintomáticos que realizam o teste máximo em esteira e sua prevalência esta relacionada diretamente com a idade. Aproximadamente 2% dos homens saudáveis apresentaram arritmias severas induzidas pelo exercício, este grupo terá o risco aumentado três vezes para cardiopatia, mas apenas 10% deles realmente desenvolverão a doença. Dos pacientes que desenvolvem cardiopatia, 7% terão extra sístoles ventriculares e muitas vezes ocorrem com frequências mais baixas que em indivíduos saudáveis.

Outro aspecto importante e de suspensão imediata do teste é a taquicardia ventricular definida como três ou mais ESV (extra sístoles ventriculares) consecutivas, podendo ser breve ou mantida. Embora, observada nos pacientes com doença cardíaca orgânica, ocasionalmente ocorre em indivíduos normais. Em indivíduos com doença coronariana, taquicardia ventricular esta frequentemente associada a disfunção ventricular esquerda e propensa a aparecer no período de recuperação pós-esforço. Em geral esta taquicardia ventricular reverte espontaneamente para o ritmo sinusal normal sem tratamento no entanto se a

arritmia manter-se pode ser necessário medidas de emergência, embora esta complicação seja muito rara no teste de esforço (FARDY et al., 1998).

A fibrilação ventricular , mais grave e menos frequente, constitui-se em uma doença arterial coronariana complicada com manifestações eletrocardiográficas isquêmicas, disfunção ventricular esquerda e dor torácica. É um fato incomum e inesperado no teste de esforço e necessita de procedimentos de emergência (FARDY et al., 1998).

YAZBEK & BATTISTELLA (1994, p.58), concordam que os distúrbios do ritmo cardíaco induzidos pelo teste ocorrem tanto em cardiopatas, quanto em indivíduos normais. Sob esse aspecto e devido aos diversos aspectos das arritmias, tem adotado os critérios de Chung para valorização das arritmias induzidas pelo esforço:

1. As arritmias esforço-induzidas não são isoladamente indício de doença cardíaca orgânica.
2. As arritmias cardíacas esforço abolidas não são necessariamente benignas.
3. As arritmias esforço-induzidas são mais comuns em pacientes com doença cardíaca do que em normais.
4. As arritmias ventriculares não-esforço-abolidas não indicam nem presença , nem ausência de doença coronariana, embora este evento favoreça a possibilidade de cardiopatia , embora este evento favoreça a possibilidade de doença cardíaca.
5. As alterações de condução A-V não tem significado clínico.
6. A ocorrência de distúrbios de ramo frequência-dependente isoladamente não é sinal de coronariopatia.

## 2.4. PRECISÃO NO TESTE DE ESFORÇO

A precisão diagnóstica do teste eletrocardiográfico de esforço é considerada segundo as respostas normais ou anormais para doença coronariana em indivíduos saudáveis ou portadores de DAC. O valor prognóstico do teste de esforço com ECG para a detecção de DAC é controlado pelos princípios de probabilidade condicional e determinado pela sensibilidade e especificidade do procedimento e prevalência da doença ou condição na população testada (ACSM, 1996 e FARDY et al., 1998).

ACSM (1996, p.90), conceitua “a sensibilidade é o percentual de pacientes testados com DAC que apresentam testes de esforço positivos para isquemia miocárdica “. Para FARDY et al. (1998, p.123), “a sensibilidade de um teste diagnóstico reflete o percentual de pacientes com doença documentada que apresentam achados anormais no teste”. FROELICHER et al. (1998, p.82), ainda afirma que a sensibilidade baseia-se em estudos angiográficos e fica diminuída quando o estresse fisiológico é inadequado ou submáximo.

MC ARDLE et al. (1998) e YAZBEK & BATTISTELLA (1994), apontam quatro resultados possíveis para o teste de esforço:

1. **Positivo-verdadeiro:** resultados corretos no diagnóstico de DAC (TE + e DAC +)
2. **Falso-negativo:** resultados normais para pacientes com DAC (TE – e DAC +)
3. **Negativo-verdadeiro:** resultados normais em indivíduos saudáveis (TE - e DAC)
4. **Falso-positivo:** resultados anormais em indivíduos saudáveis (TE + e DAC -)

Destes resultados , falso-positivo ocorre em 25% dos casos e resultados falso-negativos em 15% , devido a isso quando um teste indica a presença de cardiopatia devem ser realizados outros testes para confirmar o diagnóstico.

Também não se pode excluir a possibilidade da existência de cardiopatia mesmo para um teste normal (YAZBEK & BATTISTELLA, 1994, p.47).

A ACSM (1996, p.91), aponta as causas para um teste de esforço **falso-negativo**:

- Carga inadequada de exercício.
- Número insuficiente de derivações no ECG
- Não utilizar outras informações como: queda de PAS, sintomas anormais, arritmias ou respostas da FC, na interpretação do teste.
- DAC univascular.
- Boa circulação colartermal.
- Limitações musculoesqueléticas antes da ocorrência das anormalidades cardiovasculares.
- Erro técnico ou do observador.

FARDY et al. (1998, p.123), conceitua “a especificidade de um teste diagnóstico é uma medida da capacidade do teste em afastar doença em indivíduos não-doentes”. Para ACSM (1996, p.91), “a especificidade dos testes de esforço é determinada pelo percentual de indivíduos normais (sem DAC) que apresentam um teste negativo para isquemia miocárdica”.

YAZBEK & BATTISTELLA (1994) , comentam que a especificidade de teste é aumentada por fatores associados tais como: magnitude de alterações isquêmicas, morfologia do segmento ST, duração da depressão isquêmica, supradesnível do segmento ST, duração da depressão isquêmica, supradesnível do segmento ST, aumento da amplitude da deflexão da onda R, amplitude da deflexão Q, inversão da onda U, manifestações clínicas como angina, dispnéia e débito cardíaco diminuído e ainda as respostas cardiovasculares especialmente pela baixa resposta da FC, da

PAS, do duplo produto (FC / PAS), bem como pelo mau desempenho físico e aumento da pressão diastólica.

A ACSM (1996, p. 92), aponta as causas de teste de esforço **falso-positivo**:

- Um ECG de repouso anormal.
- Hipertrofia cardíaca.
- Síndrome WPW ou outras anomalias de condução.
- Hipertensão.
- Drogas.
- Miocardiopatias.
- Hipopotassemia.
- Anormalidades vasorregulatórias.
- Esforço intenso súbito.
- Prolapso da valva mitral.
- Doenças do pericárdio
- Pectus excavatum.
- Erro técnico ou do observador.
- Espasmo coronariano.
- Anemia.
- Sexo feminino.

A especificidade e a sensibilidade do ECG atualmente demonstrada em muitos estudos, onde mostram que a sensibilidade varia de 50 a 90% e a especificidade varia de 60 a 98%. Esta ampla variação deve-se a seleção de pacientes, protocolos utilizados, critérios de interpretação e a definição angiográfica

de DAC. Estudos que controlam estas variáveis conseguiram resultados de sensibilidade de 71% e especificidade de 73% (FROELICHER et al., 1998 , p.82).

O valor prognóstico do teste diz respeito a fidelidade dos resultados , positivo ou negativo, ao identificar ou não doença coronariana. A sensibilidade e especificidade dependem da interpretação e apresentam uma reciprocidade, visto que um aumento da sensibilidade reverterá em diminuição da especificidade (ACSM, 1996 e YAZBEK & BATTISTELLA, 1994).

#### QUADRO 08 – Sensibilidade, especificidade e valor prognóstico

| Teste de esforço                     | DAC +                   | DAC –                   |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Anormal (T +)                        | Positivo-verdadeiro(PV) | Falso-positivo(FP)      |
| Normal (T - )                        | Falso-negativo(FN)      | Negativo-verdadeiro(NV) |
| Sensibilidade = $PV / (PV + FN)$     |                         |                         |
| Especificidade = $NV / (NV + FP)$    |                         |                         |
| Valor Prognóstico = $PV / (PV + FN)$ |                         |                         |

Fonte: Reabilitação cardiovascular, aptidão física do adulto e teste de esforço. FARDY et al. (1998, p.124).

## 2.5. TESTE DE ESFORÇO DIAGNÓSTICO

O teste de esforço com fins diagnósticos deve ser especialmente relacionado ao custo/benefício para o paciente. O teste eletrocardiográfico de esforço, amplamente utilizado para a detecção de doença coronariana, deve seguir padrões rígidos para garantir maior segurança para o paciente (FARDY et al., 1998, p. 129).

Em indivíduos assintomáticos o teste enfrenta algumas controvérsias devido a grande ocorrência de testes anormais com resultados falso-positivos, em função do menor risco pré-teste. O desafio está em selecionar dentro deste grupo assintomático, pacientes com risco em potencial (FARDY et al. , 1998).

A ACSM (1996), indica o limite de idade, 44 anos, como indicativo para o teste diagnóstico, porém, FARDY et al., (1998) aponta pesquisas em que esta idade poderá ser 50 anos, o que ainda não exclui o problema do falso-negativo dos testes e impediria uma real utilização dos parâmetros dos testes quanto à avaliação diagnóstica.

FARDY et al., (1998, p. 129) cita ainda, dados da CORONARY RISK HANDBOOK, que relacionam fatores como colesterol sérico, pressão arterial e fumo associados ao risco de doenças coronarianas com índices baseados na idade, porém só se aplicam a não diabéticos e com ECG de repouso normal. Para outros grupos são considerados fatores como hipertensão diastólica, diabetes mellitus, anormalidades do ECG de repouso e história familiar de DAC prematura que podem influenciar os resultados. Com as informações obtidas, as respostas em indivíduos assintomáticos podem subdividir-se em teste positivo de alto risco, resposta de risco intermediário e resposta de baixo risco.

Alguns sintomas diagnósticos de DAC durante o teste podem ser a angina (dor no peito de origem coronariana) e dispnéia (falta de ar). A percepção subjetiva da angina ou dispnéia classificam-se em uma escala de 1 a 4 (quadro 09). O surgimento da angina durante o exercício é um bom indicativo de DAC, porém em menos de 50% dos casos de DAC, este sintoma é detectado em exercício máximo. A intensidade da angina tem pouca relação com a gravidade da doença. O ponto do aparecimento, inferior a 3 ou 4 METs, ou seja, em baixas cargas de exercício, indicam DAC multivascular e disfunção cardíaca.

A angina leve (grau 1) e a dor torácica atípica não exigem a interrupção do teste, porém deve-se observar cuidadosamente o traçado eletrocardiográfico e os níveis de pressão arterial. A dispnéia pode representar estenose grave do tronco da coronária esquerda ou da artéria descendente anterior, ocorre acompanhada por baixa capacidade funcional, respostas anômalas ou queda de pressão arterial sistólica (ACSM, 1996, p. 84).

Também a frequência cardíaca que aumenta com intensidade do exercício, até valores máximos pré-calculados, pode ser diagnóstico para DAC, visto que pacientes cardiopatas podem apresentar um aumento reduzido da FC, ou seja, resposta cronotrópica inadequada, em exercício de intensidade crescente. A pressão arterial assume valores máximos junto à FC máxima. Os valores normais da PA variam de 160 a 220/50 a 90. Respostas hipertensivas são consideradas maior ou igual a 225 mmHg sistólica e 120 mmHg ou mais diastólica. Os padrões hipotensivos apontam frequentemente doença cardíaca isquêmica grave ou insuficiência cardíaca. Estas respostas hipotensivas incluem um aumento inadequado da pressão sistólica (menos que 20 mmHg em relação aos valores de repouso), uma queda da pressão sistólica a níveis inferiores ao repouso, queda da pressão sistólica maior que 20 mmHg abaixo do nível inicial. Tais respostas representam importante disfunção ventricular esquerda, exigindo a interrupção do teste. O aumento da pressão diastólica (superior a 25 mmHg em relação ao repouso) durante o exercício também indicam DAC subjacente. Considerando FC e PA, deve-se observar o uso de betabloqueadores, onde a FC assume valores entre 50% e 60% da FC máxima estimada e PA sistólica tem aumento de apenas 20 a 30 mmHg (ACSM, 1996, p. 84).

**QUADRO 09 – Escala de angina e dispnéia**

| Escala de Angina    |  |
|---------------------|--|
| 1+                  | Leve, apenas perceptível   |
| 2+                  | Moderada, incômoda   |
| 3+                  | Intensa, muito desconfortável  |
| 4+                  | A dor mais intensa já sentida  |
| Escalas de Dispnéia |  |
| +1                  | Leve, perceptível para o paciente, mas não para o observador         |
| +2                  | Leve, alguma dificuldade respiratória, perceptível para o observador |
| +3                  | Dificuldade respiratória moderada, mas podendo continuar o teste     |
| +4                  | Dificuldade importante, o paciente não consegue continuar            |

Fonte: Manual de teste de esforço e prescrição de exercícios . ACSM, 1996, p. 83.

O valor diagnóstico do teste deve incluir todos os parâmetros envolvidos como frequência cardíaca, pressão arterial, traçado eletrocardiográfico, angina e dispnéia, avaliação clínica, a fim de mensurar a extensão da doença coronariana e capacidade funcional cardiovascular (FARDY et al, 1998).

## 2.6. IDENTIFICAÇÃO DOS PACIENTES DE ALTO E BAIXO RISCO

Para a segurança durante o teste, uma prévia avaliação se faz necessária, esta avaliação poderá fornecer informações a respeito da melhor forma de exercício

e identificar os pacientes que necessitem de uma avaliação mais completa antes do teste caso apresentem riscos quanto à sua execução (ACSM, 1996).

Na ACSM (1996, p.6), encontramos três classificações quanto à estratificação de risco dos pacientes a realizar o teste:

- 1- Aparentemente saudáveis: indivíduos assintomáticos e aparentemente saudáveis, com não mais do que um fator de risco coronariano (quadro 10).
- 2- Indivíduos de maior risco: possuem sintomas sugestivos de doença cardiopulmonar ou metabólica (quadro 11) e/ou dois ou mais fatores de riscos coronarianos (quadro 10).
- 3- Indivíduos com doença: doença cardíaca, pulmonar ou metabólica diagnosticada.

#### QUADRO 10 – Principais Fatores de Risco Coronariano

- 
1. Hipertensão arterial diagnosticada ou pressão arterial sistólica  $\geq 160$  mmHg ou pressão arterial diastólica  $\geq 90$  mm Hg, em pelo menos 2 ocasiões distintas.
    - 1- Colesterol sérico  $\geq 240$  mg/dl (6,20 mmol/l).
    - 2- Tabagismo.
    - 3- Diabetes mellitus.
    - 4- História familiar de doença coronariana ou aterosclerótica nos pais ou irmãos antes dos 55 anos.
- 

Fonte: Manual para Teste de Esforço e prescrição de Exercícios. ACSM, 1996.

Para SHARKEY, (1998), conhecer estes riscos e conhecer seus níveis de riscos torna-se importante tanto para a realização do teste quanto para a prescrição da intensidade das atividades físicas e ainda para avaliar o processo evolutivo da doença.

FARDY et.al (1998,p.140), aponta a estratificação de risco como pré-requisito para a prevenção e controle da DAC. Através do ECG e respostas hemodinâmicas o teste de esforço tem valores comprovados para classificar pacientes de alto e baixo risco. Avaliação de risco para indivíduos assintomáticos, está dependente do valor prognóstico e baseia-se na probabilidade pré-teste ou prévia da doença. No caso de baixo risco vários testes positivos são falso-negativo, porém, o que se deve observar principalmente são os riscos para eventos coronarianos futuros e tomar medidas preventivas. Estes riscos são aumentados após os quarenta anos e relativamente relacionado a indivíduos normotensos. O diagnóstico de DAC é o primeiro passo a ser tomado para delimitação de alto e baixo risco. Alguns parâmetros são usados para identificar a doença severa (quadro 12) e estudos angiográficos aprofundados devem ser realizados a fim de definir a extensão da doença.

Outro aspecto importante dentro desta identificação de risco é o teste após infarto do miocárdio (IM), sendo recentemente incluído nas indicações clínicas do teste. Tem por objetivo identificar anormalidades isquêmicas, avaliar o ritmo cardíaco e a capacidade funcional cardiovascular. Traz como benefícios ao paciente contribuição para o tratamento e prescrição de exercício, determina o prognóstico e frequência da reabilitação cardíaca e ainda fornece apoio psicológico para o paciente e sua família (FROELICHER et.al, 1998, p.174).

## QUADRO 11 – Sinais ou sintomas sugestivos de Doença Cardiopulmonar ou Metabólica

- 
- 1- Dor ou desconforto precordial ou em áreas vizinhas parecendo isquemia.
  - 2- Dispnéia não-habitual ou a leves esforços.
  - 3- Tontura ou síncope.
  - 4- Ortopnéia / dispnéia paroxística noturna.
  - 5- Edema maleolar.
  - 6- Palpitações ou taquicardia.
  - 7- Claudicação.
  - 8- Sopro cardíaco conhecido.
- 

Fonte: Manual para Teste de Esforço e prescrição de Exercícios. ACSM, 1996.

No entanto alguns fatores contra-indicam o teste pós IM-precoce. Devem ser considerados: (FARDY et.al, 1998)

- 1- Insuficiência ventricular esquerda clínica.
- 2- Arritmias ventriculares incontroláveis.
- 3- Sintomas isquêmicos mantidos em repouso após cinco dias de teste.
- 4- Hipertensão incontrolável (PS >180/100)
- 5- Pleurite ou pleuricardite ativa.
- 6- Qualquer doença complicante que impeça o teste.
- 7- Qualquer restrição física ou mental ao teste.

## QUADRO 12 – Parâmetros do teste para DAC severa

---

### Parâmetros do ECG

#### Depressão do segmento ST

- acentuada ( $\geq 3\text{mm}$ )
- precoce ( $< 4\text{ METs}$ )
- com curva para baixo
- prolongada ( $> 7\text{mm}$  após o exercício)
- derivações anteriores e inferiores
- curva máxima ST/FC ( $> 6,0\mu\text{V/bpm}$ )

#### Elevação do segmento ST

#### Inversão da onda U

### Sobrecarga máxima de trabalho baixa ( $< 4\text{ METs}$ )

### Resposta anormal da pressão sanguínea

Elevação inadequada com o exercício

Hipotensão de esforço (queda da PA sistólica em 10mm Hg ou mais durante o esforço)

### Frequência cardíaca abaixo dos limites para a sobrecarga determinada

### Sintomas anginosos durante o esforço

---

Fonte: Reabilitação cardiovascular: aptidão física do adulto e teste de esforço. FARDY et. al, 1998, p. 144.

Para a ACSM (1996), o teste após IM, quando liberado, fornece orientações para reassumir atividades rotineiras, pacientes que não apresentem anormalidades sentem-se mais seguros para retomar atividades cotidianas e entrarem em programas de reabilitação cardíaca. Para atividades com maior demanda física deve ser realizado um teste de esforço sintoma-limitado ou para ocupação específica

pode ser realizado um teste que simule a situação de trabalho. Em todas as situações os pacientes devem estar cientes de sua capacidade funcional e dos padrões normais, bem como eventuais riscos que podem aparecer.

## **2.7. CAPACIDADE FUNCIONAL CARDIOVASCULAR**

Para FARDY et.al (1998, p.146) o termo “capacidade funcional cardiovascular” é impróprio, visto que as respostas ao teste de esforço envolvem a capacidade total de trabalho físico, ou seja, requerem interações coordenadas do sistema respiratório, sistema nervoso central, sistema hematológico, músculos esqueléticos e sistema cardiovascular. O melhor padrão para a medida desta capacidade física de trabalho é a captação máxima de oxigênio (VO<sub>2</sub> máx) ou capacidade aeróbica máxima. O VO<sub>2</sub> máx., por sua vez é determinado pela capacidade máxima do sistema cardiovascular de transportar sangue oxigenado para os músculos (fatores centrais) e pela capacidade dos músculos utilizarem o oxigênio para o trabalho (fatores periféricos).

MARIN E GIANNICHI (1998, p.115) definem a avaliação funcional como: “a mensuração e a interpretação da capacidade de mobilização metabólica (bioenergética) a partir do resultado obtido de um protocolo (teste) específico”. O principal objetivo para esta avaliação é a adequação dos ajustes fisiológicos às demandas metabólicas que ultrapassam as necessidades de repouso, ou seja, sua capacidade aeróbica máxima em exercícios. Além destes, outros objetivos são também importantes como: a observação do ECG com esforço progressivo, a prescrição do exercício adequando volume e intensidade, a comparação do grau de evolução do treinamento físico, a determinação o grau de comprometimento de uma

coronariopatia, a avaliação das respostas da PA e da FC ao esforço e a capacidade de trabalho.

Para SHARKEY (1998, p.75), a capacidade aeróbica, ou seja, a capacidade para absorver, transportar e utilizar oxigênio, é uma medida de intensidade de exercício e é influenciada pela hereditariedade, treinamento, idade, gênero e gordura corporal. Também fatores importantes a considerar são: a saúde atual, hidratação, nível de descanso, aclimatação ao calor e altitude. O aumento da capacidade aeróbica está diretamente relacionado ao treinamento de resistência, e este, leva a uma redução da FC de repouso e em cargas submáximas, a um aumento no volume de ejeção, melhorando o suprimento de oxigênio para o músculo cardíaco e para todo o corpo por isso o termo cardiovascular é tão utilizado nestas situações.

Em MC ARDLE et.al (1998, p.283), o débito cardíaco refere-se ao rendimento cardíaco através do produto da frequência cardíaca pelo volume de ejeção. O débito cardíaco é variável para um indivíduo em repouso e afetado pelas condições emocionais que alteram o comando central para os nervos cardioaceleradores, assim como para os nervos que agem sobre os vasos de resistência ou capacitância. Durante o exercício o fluxo sanguíneo aumenta proporcionalmente a intensidade do esforço. Do repouso ao exercício em ritmo estável, o débito cardíaco sofre um rápido aumento, seguindo por uma elevação gradual, até atingir um platô. Neste ponto, o fluxo sanguíneo é suficiente para atender às necessidades metabólicas do exercício.

Esses pontos fundamentais da capacidade funcional cardiovascular são importantes para avaliar as respostas particulares ao teste de esforço, na diferenciação da alteração cardiovascular, respiratória, músculo-esquelética, ou outras causas de incapacidade que influenciam a reabilitação dos pacientes com

doenças cardiovasculares através da prescrição de exercícios seguros e eficazes (FARDY et.al, 1998, p.146).

A incapacidade do paciente cardíaco frequentemente resulta de fatores centrais e periféricos. Os fatores centrais relacionam-se ao processo patológico subjacente e podem ou não ser reversíveis, dependendo da anormalidade cardíaca. Os fatores periféricos resultam da inatividade física ou descondicionamento. Um importante critério para a reabilitação cardíaca é a sua capacidade de reverter os efeitos do descondicionamento através de um programa de exercícios, mesmo que a anormalidade cardíaca não possa ser revertida, isto promoverá um aumento na capacidade funcional global do paciente (FARDY et.al, 1998, p.151).

A capacidade funcional relacionada ao teste de esforço de pacientes cardíacos determina a extensão e natureza da incapacidade, e em segundo plano dá informações a respeito do VO<sub>2</sub> máx. , pressão sanguínea e as respostas do débito cardíaco ao exercício. Alguns relatos apontam que em pacientes com comprometimento cardíaco os sinais limitantes ocorreram com VO<sub>2</sub> abaixo de 22ml/kg/min e pacientes gravemente limitados, com VO<sub>2</sub> abaixo de 16ml/kg/min. O normal de um paciente sedentário em exercício varia de 36 a 45ml/kg/min para homens e de 27 a 39ml/kg/min para mulheres, de acordo com a idade (FARDY et.al, 1998 e SHARKEY, 1998).

Em função dos sintomas dos pacientes, das alterações mensuradas no teste e da capacidade funcional do indivíduo, é possível dimensionar a extensão da doença ou o risco do aparecimento futuro de doenças coronarianas, baseado nisso propõe-se um tratamento seguro de reabilitação e prevenção através da prática regular de atividades físicas, com ou sem a interação medicamentosa proposta pelo médico cardiologista responsável.

### 3. DISCUSSÃO

Baseado na revisão bibliográfica e tomando como exemplo o teste de esforço (em anexo), realizado no Hospital do Coração, é possível verificar a importância do teste com eletrocardiografia para identificação de anormalidades coronarianas e nível de aptidão cardiorrespiratória.

No Hospital do Coração o teste sempre é indicado pelo médico do paciente, com uma prévia avaliação clínica. Alguns dados pessoais como a idade, sexo e nível de atividade física são importantes no momento do teste para uma mensuração fidedigna dos resultados e níveis de aptidão.

Para iniciar o teste são descritas as condições físicas e ambientais em que será realizado o teste de esforço. São também relatadas as condições do paciente, como a finalidade do teste, dados clínicos em relação atual de saúde e o uso de medicamentos.

Primeiramente com o paciente deitado é obtido um ECG de repouso, para que possam aparecer eventuais sinais anormais mesmo sem exercício e acompanhar a resposta cardiovascular do repouso ao exercício. Neste momento é tomado o traçado eletrocardiográfico e a frequência cardíaca de repouso. Em seguida é obtido o ECG de pré-esforço, ou seja, parado, em pé na esteira, e ainda são avaliadas frequência cardíaca e pressão arterial.

Durante o esforço, o ECG é tomado em cada estágio do protocolo, neste caso, protocolo de Bruce, ou de acordo com o aparecimento de alterações anormais. A PA é obtida a cada 2 ou 3 min., ou mais frequentemente caso ocorram respostas indesejáveis. O teste é realizado e incentivado até atingir a frequência cardíaca máxima prevista, mas fatores limitantes podem interrompê-lo antes, no entanto deve-se tentar atingir ao menos a frequência cardíaca submáxima, visto que

valores inferiores não fornecerão resultados significativos para a interpretação do teste.

A finalização de um teste normal, acontece com a diminuição gradual do esforço até parar, onde é obtido o ECG em pé na esteira. A FC e a PA são tomados a cada minuto da recuperação. Com a ocorrência de eventos indesejáveis durante o teste outras medidas podem ser tomadas de acordo com a situação.

O resultado do teste, além das considerações eletrocardiográficas observadas durante todo o processo, fornece sob forma de tabela toda a evolução do teste, do repouso ao exercício, e na recuperação. Esta tabela relaciona os estágios do protocolo, as respostas da frequência cardíaca, da pressão arterial, do duplo produto (pressão sistólica máxima no esforço pela frequência cardíaca) e da captação de oxigênio pelo miocárdio.

Outras considerações importantes do teste referem-se a duração do teste, a frequência máxima atingida, a pressão arterial máxima no esforço, ao débito cardíaco, ao VO<sub>2</sub> máx., ao nível de aptidão cardiorrespiratória e alguns parâmetros metabólicos e hemodinâmicos.

O médico que realiza o teste é responsável pela análise do teste, que compreende os parâmetros clínicos (os sintomas apresentados durante o teste), e os parâmetros eletrocardiográficos de repouso, durante o esforço e na recuperação. Cabe ao médico ainda fazer as conclusões e comentários importantes na avaliação diagnóstica e cardiovascular do paciente.

Com os resultados do teste em mãos e devidamente analisado e assinado pelo médico, isto servirá de subsídio para a prescrição segura de atividades físicas tanto para pacientes cardíacos quanto para saudáveis, sejam eles sedentários ou ativos dentro das suas limitações individuais.

#### **4. CONCLUSÃO**

É evidente a importância do teste de esforço para a prescrição de atividades físicas, especialmente quando se trata de pacientes com risco para doença coronariana. Para os profissionais de Educação Física, voltados para a área de saúde conhecer os aspectos importantes do teste, torna-se fundamental. Na prescrição de atividades físicas para indivíduos sintomáticos ou sedentários acima de 35 anos, o teste deve ser com monitoração eletrocardiográfica e acompanhado por um médico, os resultados devem ser cuidadosamente analisados para que os efeitos do treinamento prescrito alcancem o objetivo esperado.

Todos os critérios e aspectos do teste de esforço são importantes, alguns como as indicações, contra-indicações e indicações para a interrupção do teste devem ser especialmente considerados, visto que, deles depende a segurança do teste. Os procedimentos para a realização do teste, devem ter critérios rigorosos para o melhor andamento do teste e benefício do paciente.

A interpretação dos sinais, sintomas e do eletrocardiograma, principalmente referentes a isquemia miocárdica, devem ser avaliados durante todo o procedimento e para isso é necessário que se conheça os parâmetros que definem estes fatores como normais ou anormais. A sensibilidade e especificidade, devem estar criteriosamente presente durante a avaliação do teste, sendo destas a dependência da fidedignidade dos resultados.

O valor diagnóstico e prognóstico como um resultado geral do teste é um fator de destaque, que deve ser analisado para se delimitar os riscos da doença e quantificar a capacidade cardiovascular. O teste de esforço, é parte importante de um programa de reabilitação cardíaca e prescrição de atividades, e em especial

deve ser considerado a idade, fatores de risco envolvidos e ainda a presença de doenças subjacentes.

O teste de esforço para jovens, sem fatores de risco conhecido, pode ser realizado em escolas, academias, ou grupos em que se deseje avaliar a aptidão cardiorrespiratória, mesmo sem monitoração eletrocardiográfica e com mínimos riscos, mas ainda assim é indispensável conhecer todos os critérios do teste e suas implicações. Os demais (indivíduos acima de 35 anos ou que apresentem riscos para DAC), devem realizar o teste de esforço de acordo com os critérios de segurança previstos. Em qualquer das situações, a realização indevida do teste será de responsabilidade do profissional que realiza o teste.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSM - American College of Sports Medicine. **Manual para Teste de Esforço e Prescrição de Exercício**. 4.edicao. Rio de Janeiro: Revinter, 1996.
- ARAÚJO, C.G.S. **Manual de Teste de Esforço**. 2ª.edição. Rio de Janeiro: Ao livro técnico, 1984.
- ELIOT, R. S. **Estresse e o coração**. Rio de Janeiro: Revinter, 1992.
- FARDY, P.S. ; YANOWITZ, F. G. & WILSON, P. K. **Reabilitação Cardiovascular: Aptidão Física do adulto e Teste de Esforço**. São Paulo: Revinter, 1998.
- FROELICHER, V.F. & MARCONDES, G.D. **Manual de Teste Ergométrico**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1992.
- FROELICHER,V.F.; MYERS, J.; FOLLANSBEE, W. P. & LABOVITZ, A. J. **Exercício e o coração**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Revinter, 1998.
- MARINS, J. C.B. & GIANNICHI, R. S. **Avaliação e prescrição de atividades físicas: guia prático**. 2ª. edição. Rio de Janeiro: ed. Shape, 1998.
- MC ARDLE,W.D.; KATCH,F.I. & KATCH,V.L. **Fisiologia do Exercício. Energia, nutrição e desempenho humano**. 4.edição.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
- PASSARO, L.C. **A importância clínica da resposta cardiovascular no teste de esforço**. FITCOR em revista. Edição especial, 1997.
- SHARKEY, B.J. **Condicionamento físico e saúde**. 4ª. edição. Porto Alegre: Art Med, 1998.
- SKINNER, J.S. **Prova de esforço e prescrição de exercício para casos específicos**. Rio de Janeiro: Revinter, 1991.
- UFPR. **Normas Técnicas para apresentação de trabalhos**. vol. 1-8. 3ª. edição. Curitiba, editora UFPR, 1994.
- YAZBEK, J. P. & BATTISTELLA, L.R. **Condicionamento físico do atleta ao transplantado: aspectos multidisciplinares na prevenção e reabilitação**. São Paulo: Sarvier, 1994.

## **ANEXO 1 - TESTE ERGOMÉTRICO**

6

HOSPITAL DO CORACAO

RUA DIAS DA ROCHA FILHO 360 ALTO DA XV FONE: 041 362 3344 CURITIBA PARANA

ECG DE REPOUSO e TESTE ERGOMÉTRICO

Paciente :  
Indicação: DrDR MARCO A BARTSCH

Exame n. 31678  
Data : 13/10/99

Dados Pessoais

Idade: 22 anos  
Peso : 50 Kg

Sexo: Feminino  
Estatura: 1.63 m

Indivíduo: Ativo

Condições para o Exame

Hora : 09:27  
Temperatura: 25 °C  
Marcapasso: Não

Ergômetro: Esteira  
Protocolo: Bruce  
Derivações: MV5, D2M e V2M

FC Máxima : 198 BPM  
FC Submáxima: 168 BPM

Finalidade

AVALIACAO CARDIOLOGICA

Dados Clínicos

Medicamentos em Uso

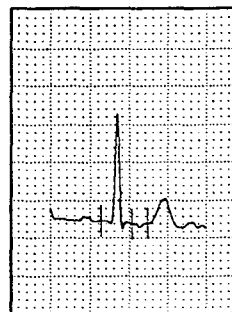
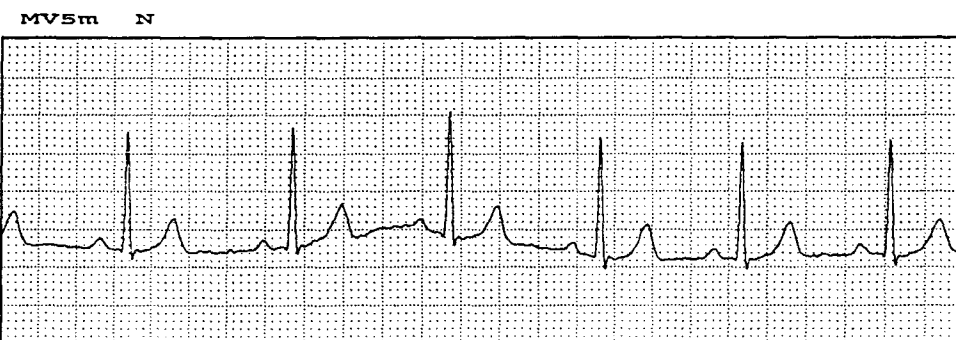
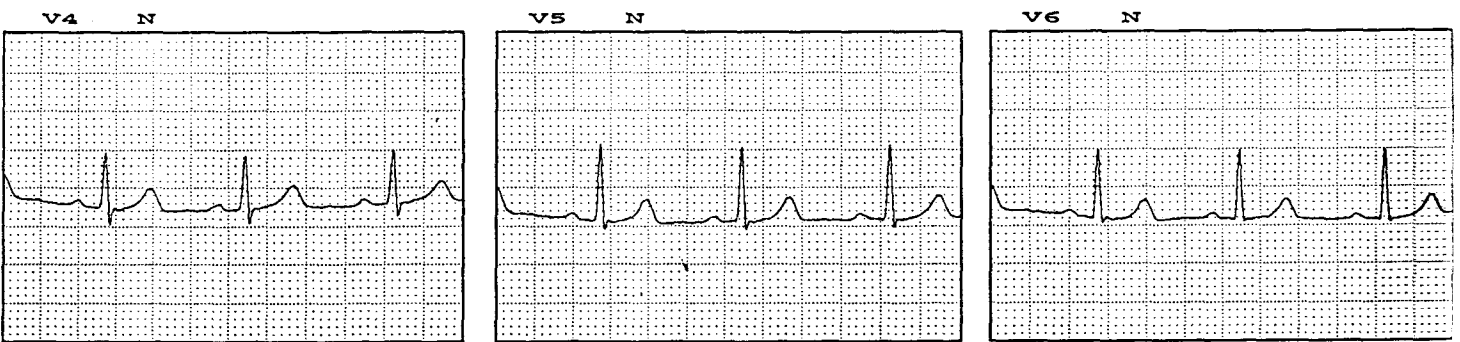
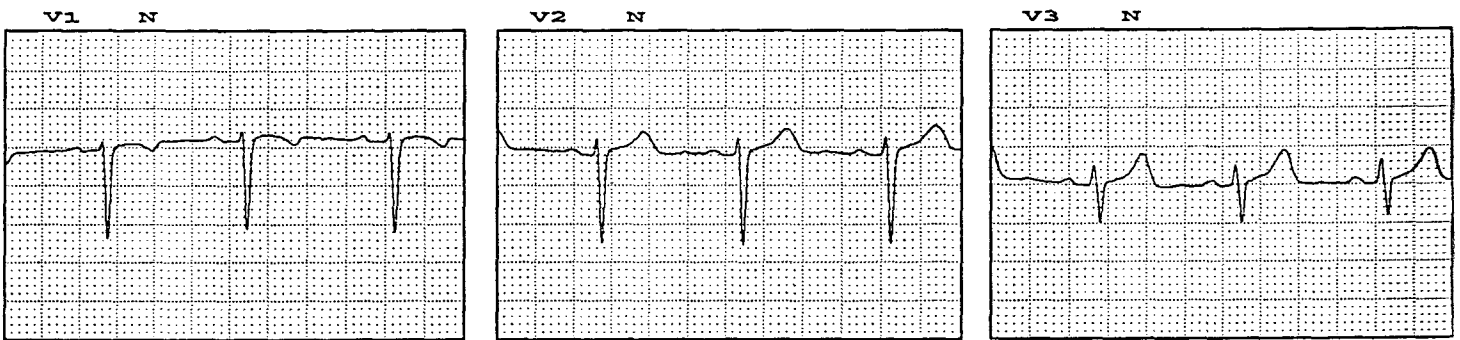
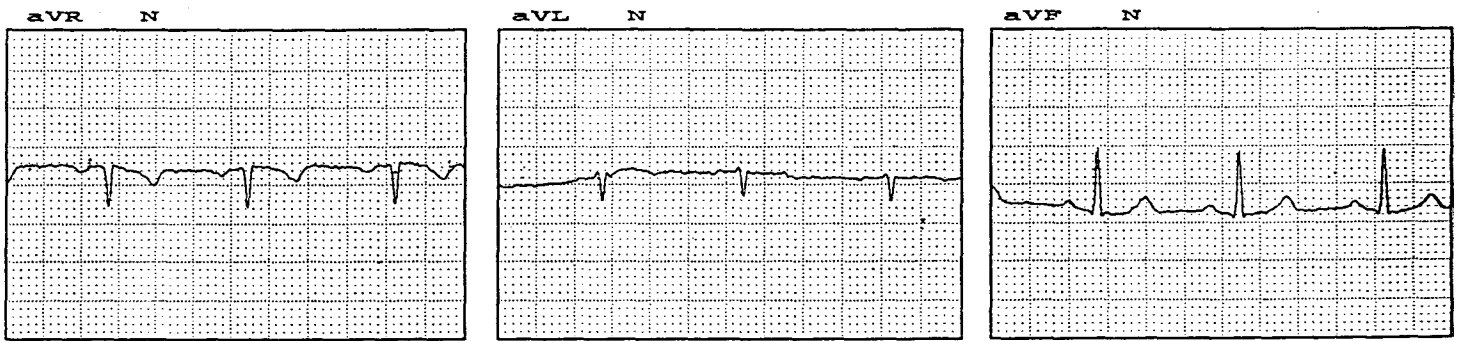
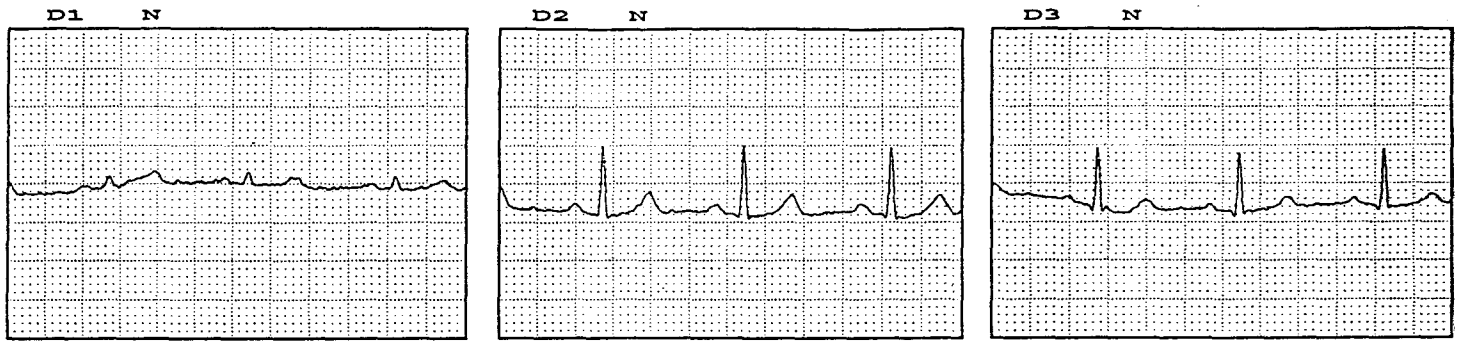
Responsável

DrMARCO A BARTSCH

EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

ECG DE REPOUSO - 072BPM



D= -0.1  
I= 0.4  
R= 1.4

00:00

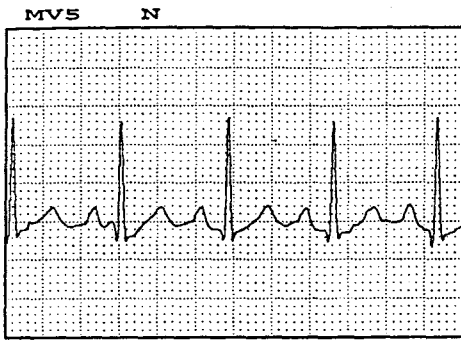
25 mm/s 60Hz

MUSC

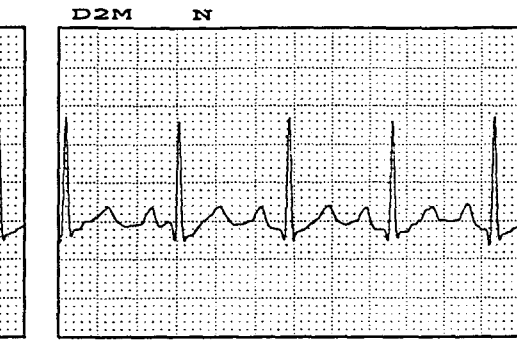
EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

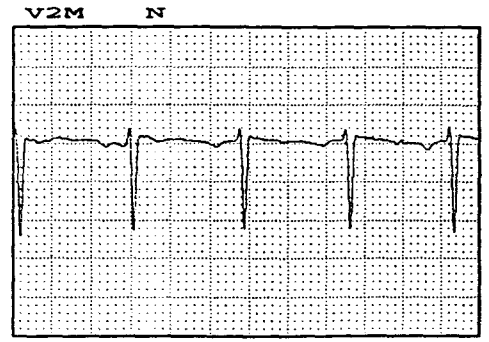
PRÉ ESFORÇO



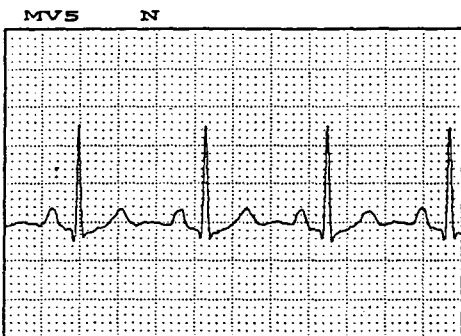
100 BPM P=110/070



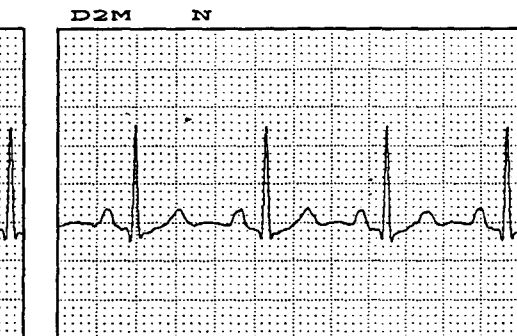
00:00 EM PE'



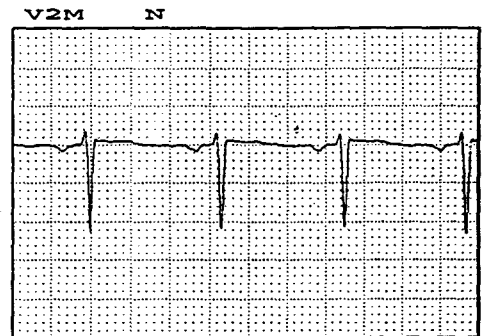
25 mm/s 60Hz BASE MUSC



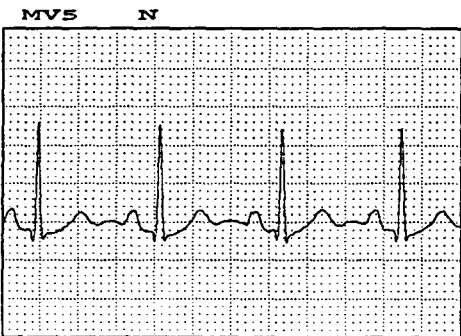
092 BPM P=110/070



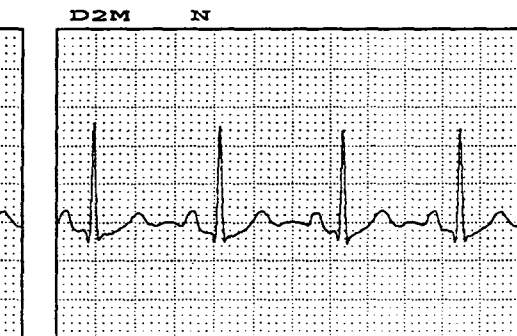
00:00 EM PE'



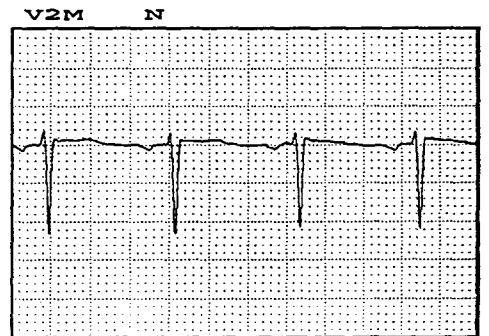
25 mm/s 60Hz BASE MUSC



094 BPM P=110/070



00:00 EM PE'

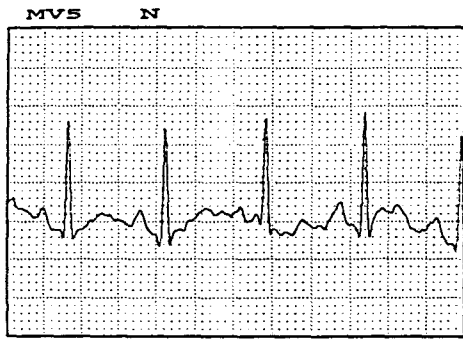


25 mm/s 60Hz BASE MUSC

EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

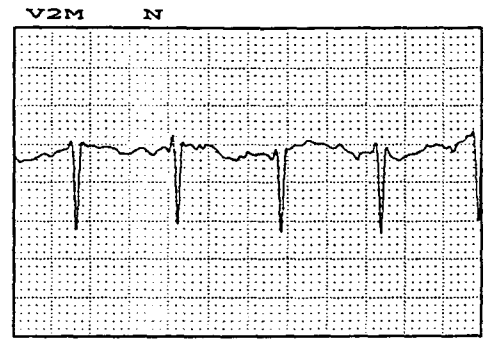
DURANTE ESFORÇO



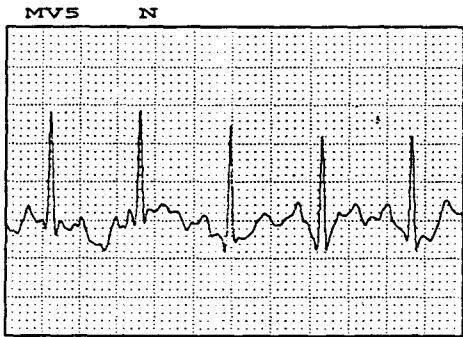
106 BPM P-120/080



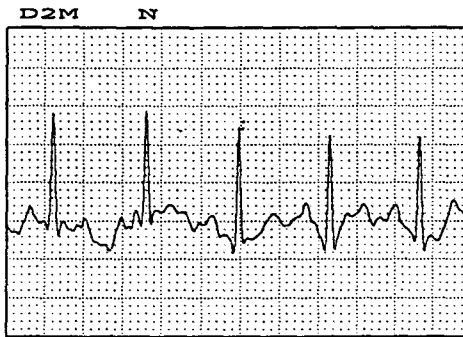
02:39 1.7MPH-10.0%



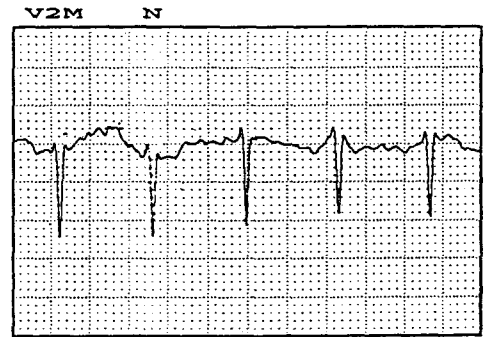
25 mm/s 60Hz BASE MUSC



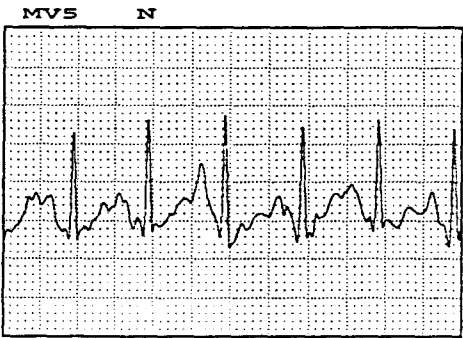
127 BPM P-130/070



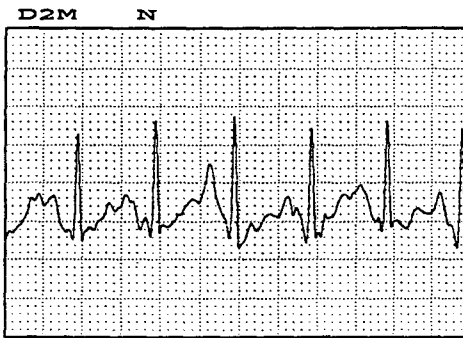
05:58 2.5MPH-12.0%



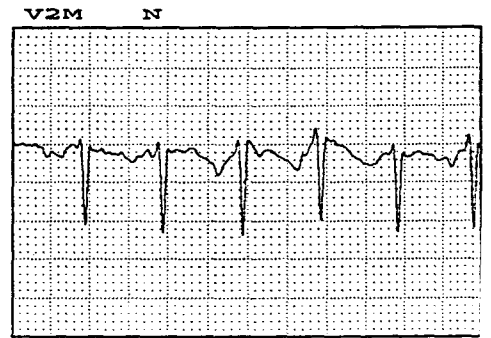
25 mm/s 60Hz BASE MUSC



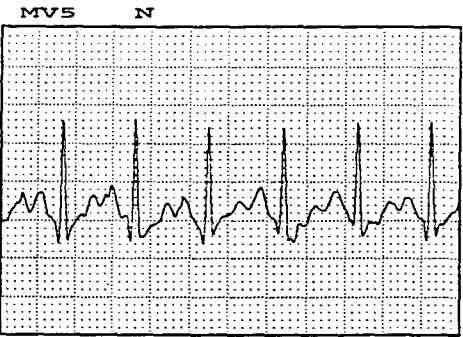
150 BPM P-130/070



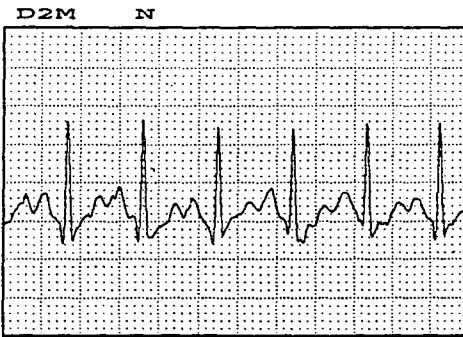
07:18 3.4MPH-14.0%



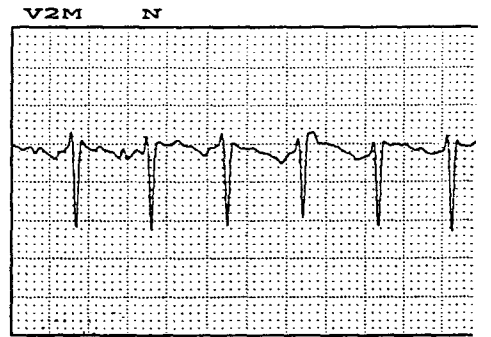
25 mm/s 60Hz BASE MUSC



156 BPM P-150/070



08:41 3.4MPH-14.0%

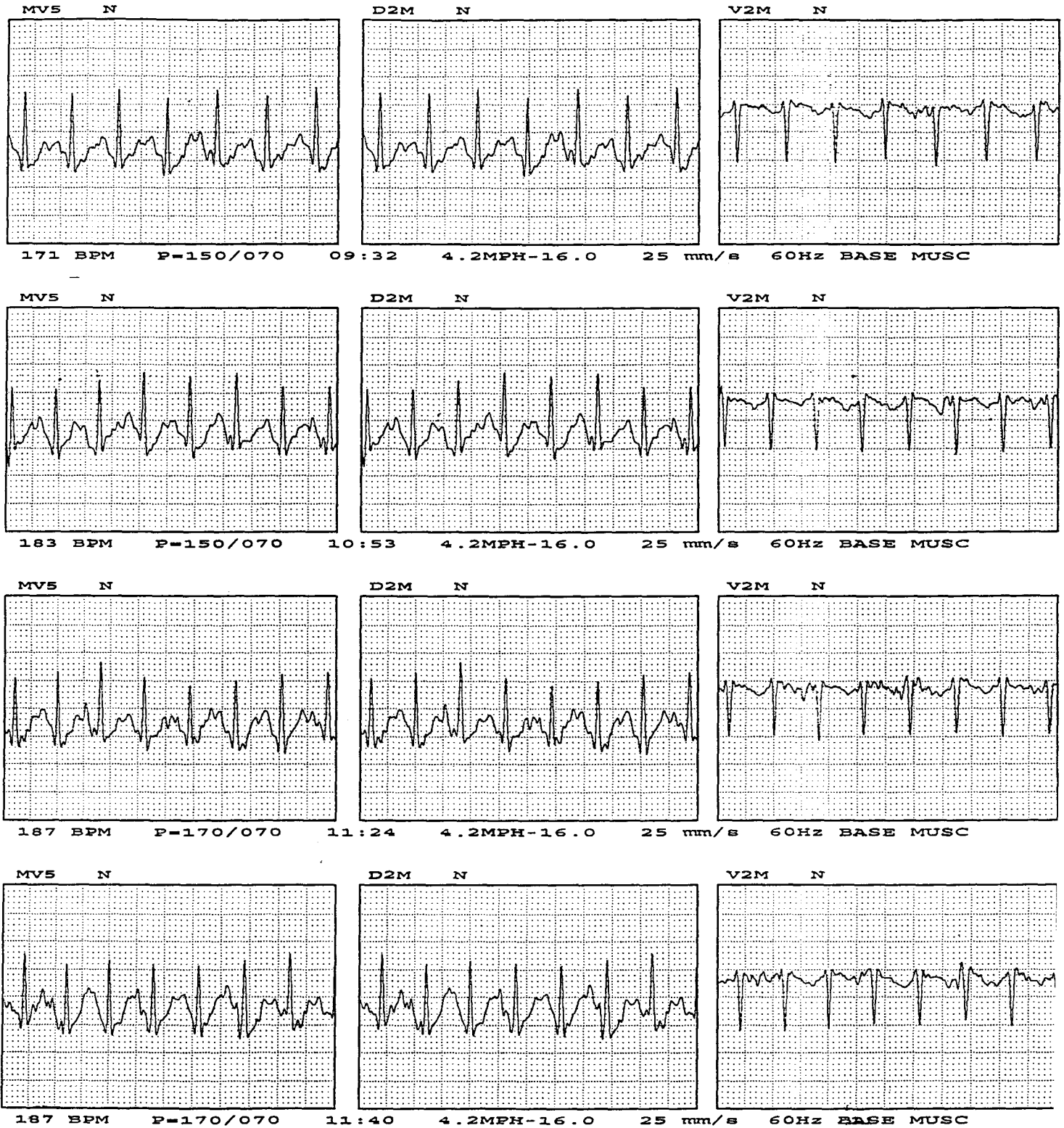


25 mm/s 60Hz BASE MUSC

EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

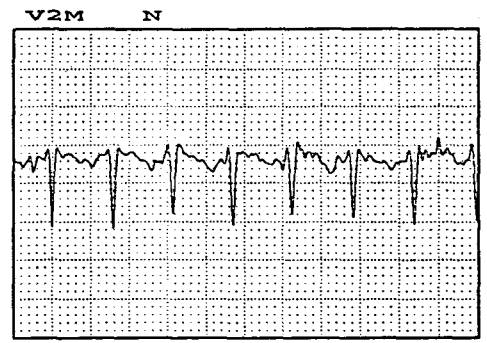
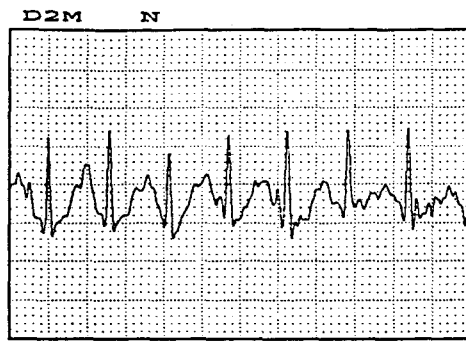
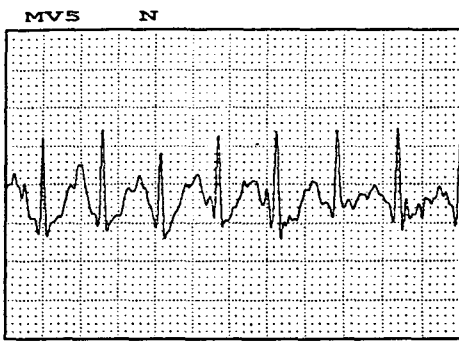
DURANTE ESFORÇO



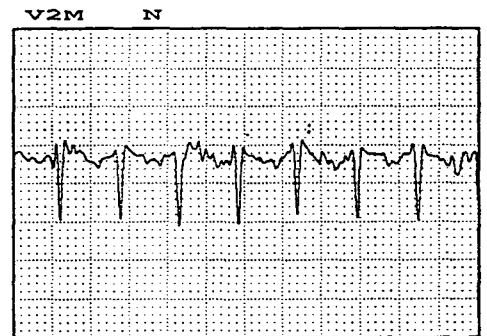
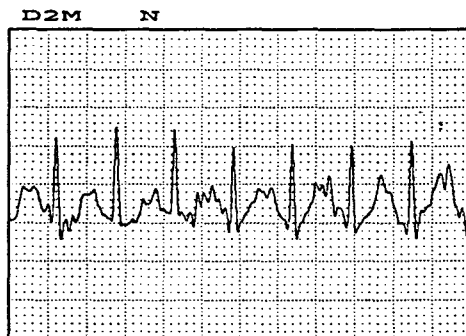
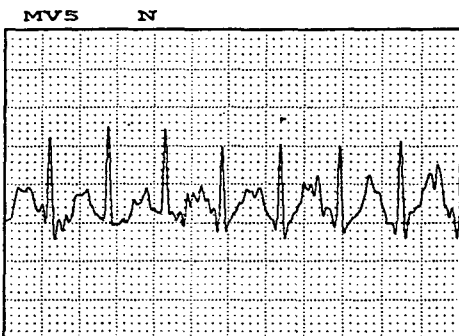
EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

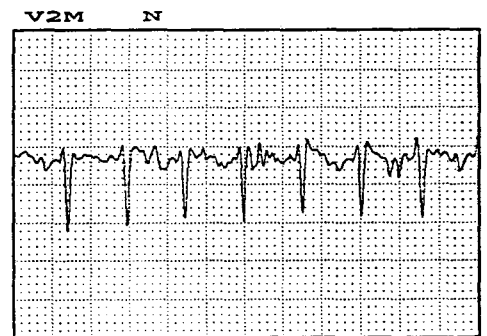
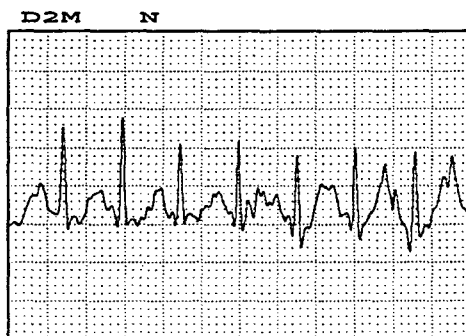
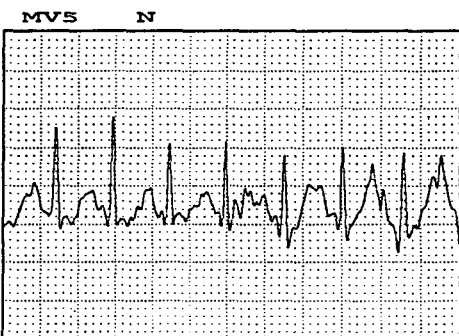
DURANTE ESFORÇO



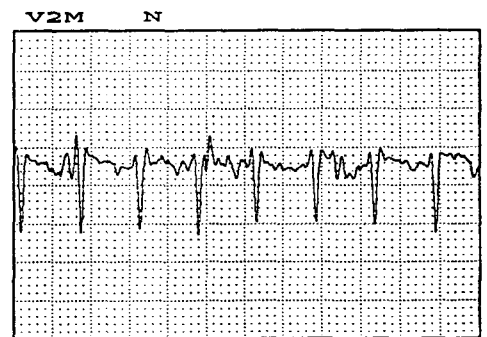
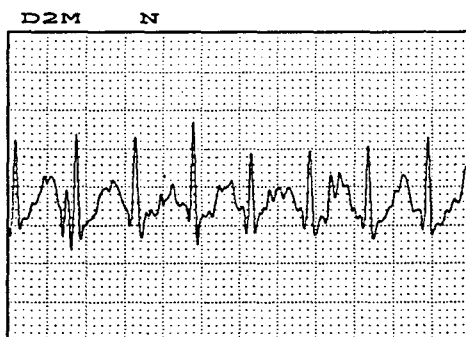
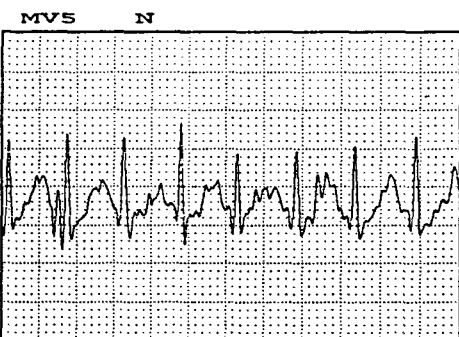
193 BPM P=170/070 11:58 4.2MPH-16.0 25 mm/s 60Hz BASE MUSC



195 BPM P=170/070 12:15 5.0MPH-18.0 25 mm/s 60Hz BASE MUSC



197 BPM P=170/070 12:25 5.0MPH-18.0 25 mm/s 60Hz BASE MUSC

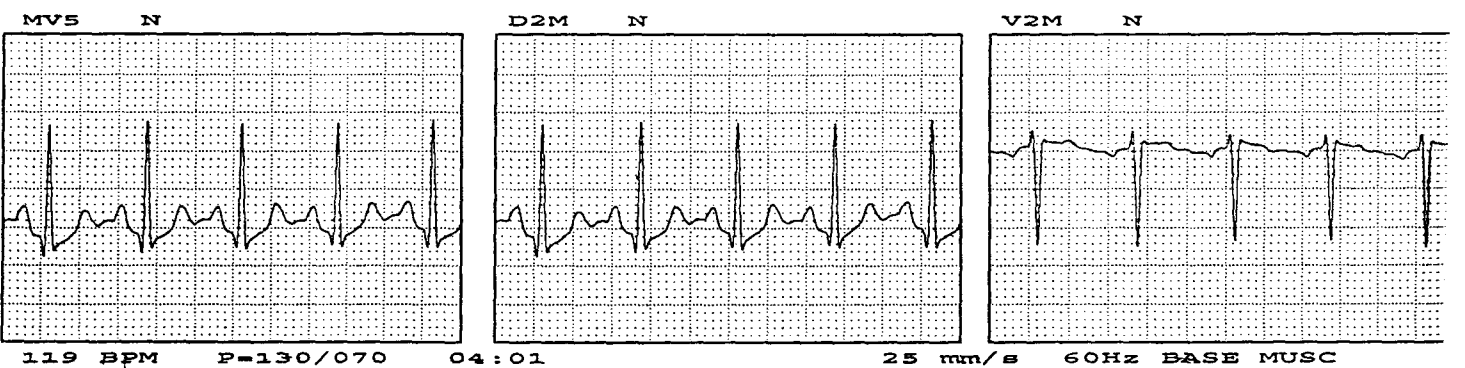
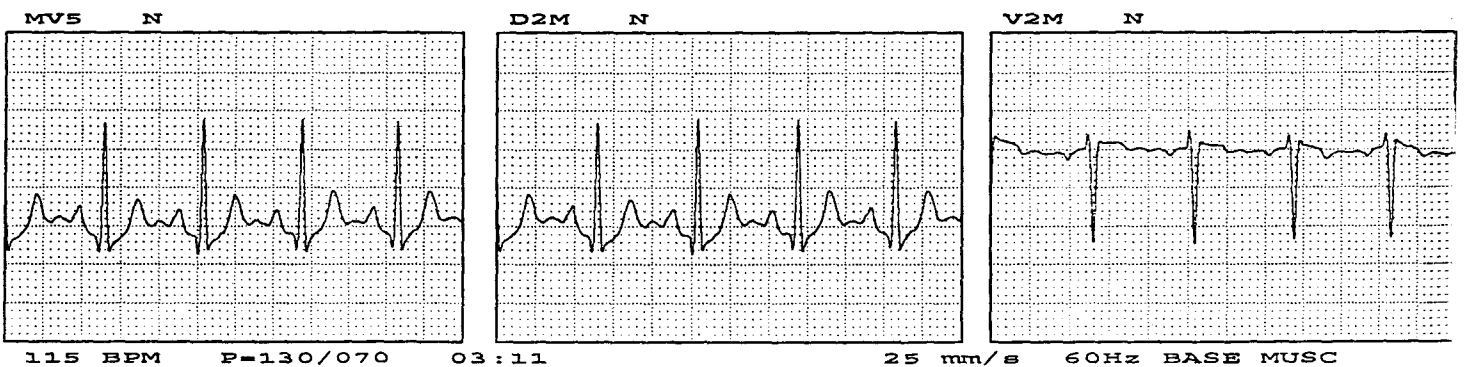
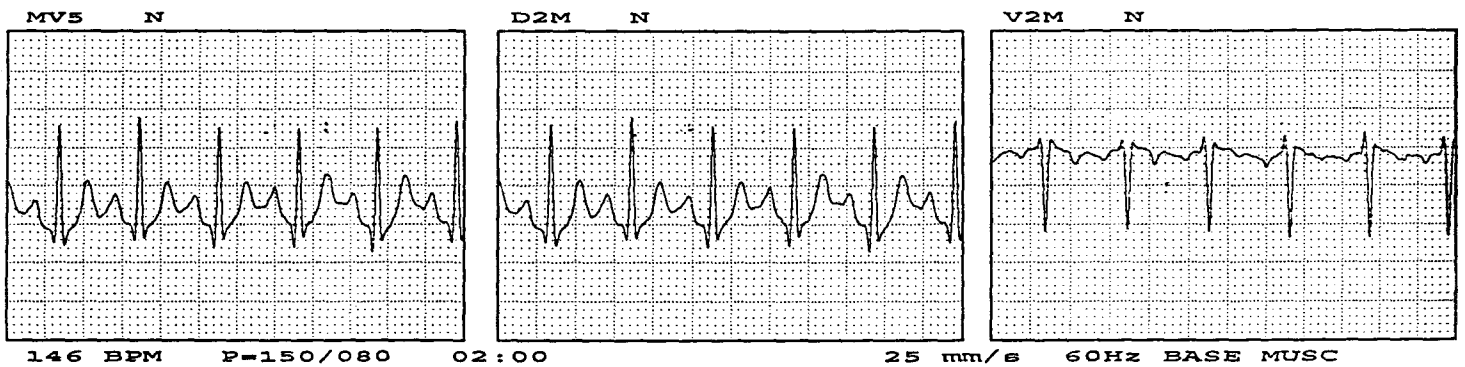
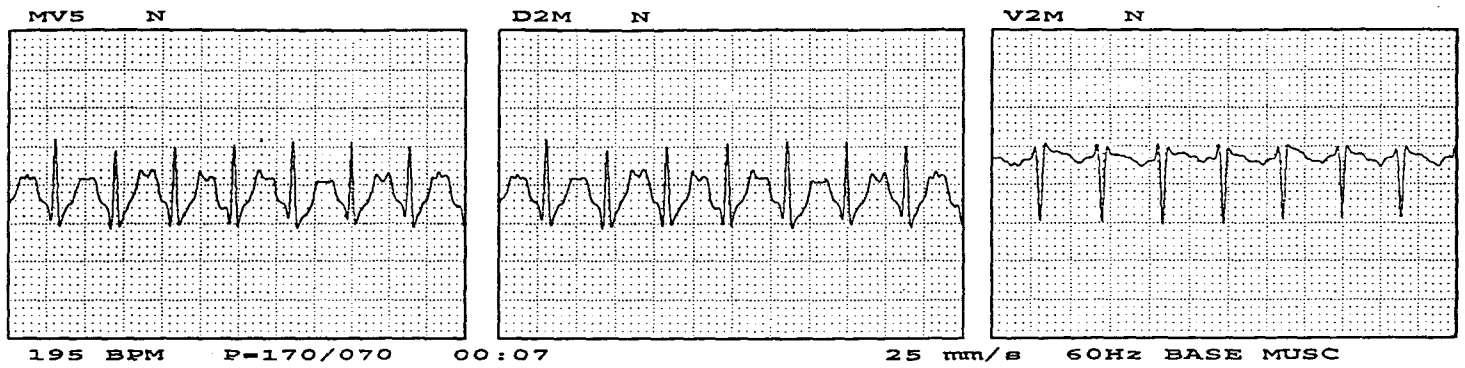


197 BPM P=170/070 12:34 5.0MPH-18.0 25 mm/s 60Hz BASE MUSC

EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

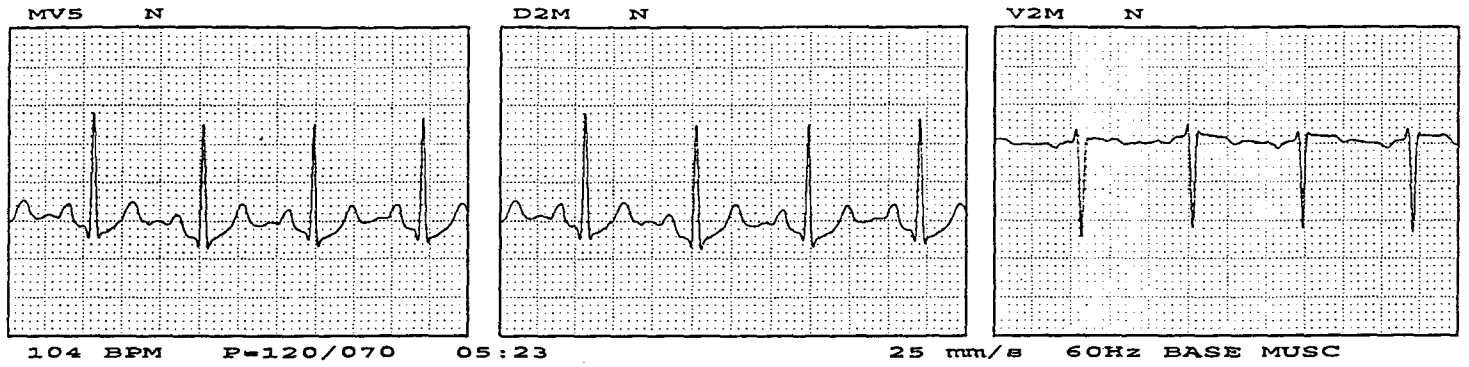
APÓS ESFORÇO



EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

APÓS ESFORÇO



EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

## RESULTADOS DO TESTE

| ESTÁGIO      | TEMPO | FC<br>(BPM) | PS<br>(mmHg) | PD | DUPLO<br>PRODUTO | MVO2  |
|--------------|-------|-------------|--------------|----|------------------|-------|
| PRÉ ESFORÇO  | 00:00 | 100         | 110          | 70 | 11000            | 9.10  |
| 1.7MPH-10.0% | 02:39 | 106         | 120          | 80 | 12720            | 11.51 |
| 2.5MPH-12.0  | 05:58 | 127         | 130          | 70 | 16510            | 16.81 |
| 3.4MPH-14.0  | 07:18 | 150         | 130          | 70 | 19500            | 21.00 |
| 3.4MPH-14.0  | 08:41 | 156         | 150          | 70 | 23400            | 26.46 |
| 4.2MPH-16.0  | 09:32 | 171         | 150          | 70 | 25650            | 29.61 |
| 4.2MPH-16.0  | 10:53 | 183         | 150          | 70 | 27450            | 32.13 |
| 4.2MPH-16.0  | 11:24 | 187         | 170          | 70 | 31790            | 38.21 |
| 4.2MPH-16.0  | 11:40 | 187         | 170          | 70 | 31790            | 38.21 |
| 4.2MPH-16.0  | 11:58 | 193         | 170          | 70 | 32810            | 39.63 |
| 5.0MPH-18.0  | 12:15 | 195         | 170          | 70 | 33150            | 40.11 |
| 5.0MPH-18.0  | 12:25 | 197         | 170          | 70 | 33490            | 40.59 |
| 5.0MPH-18.0  | 12:34 | 197         | 170          | 70 | 33490            | 40.59 |
| RECUPERAÇÃO  | 00:07 | 195         | 170          | 70 | 33150            | 40.11 |
| RECUPERAÇÃO  | 02:00 | 146         | 150          | 80 | 21900            | 24.36 |
| RECUPERAÇÃO  | 03:11 | 115         | 130          | 70 | 14950            | 14.63 |
| RECUPERAÇÃO  | 04:01 | 119         | 130          | 70 | 15470            | 15.36 |
| RECUPERAÇÃO  | 05:23 | 104         | 120          | 70 | 12480            | 11.17 |

## Dados para o Cálculo dos Parâmetros

Duração do Teste : 12:34  
 Pré Avaliação: Sadio  
 Frequência Máxima : 197 BPM  
 Distância Percorrida : 1041 m

PS no Pré Esforço : 110 mmHg  
 PS Máxima no Esforço: 170 mmHg

## Parâmetros Metabólicos

VO<sub>2</sub>max = 43.28 ml/(kg min) = 12.37 MET  
 MVO<sub>2</sub> = 40.59 ml/(100gVE min)  
 Grupo Funcional : I  
 Aptidão Cardioresp.: Boa  
 FAI = -17 %  
 MAI = 4.4 %

## Fórmulas Utilizadas

$3.36 \times \text{Tempo} + 1.06$  (/3.5 = METs)  
 $\text{DP} \times 0.0014 - 6.3$   
 segundo Fox, Naughton e Haskell  
 segundo A. H. A.  
 $100(\text{VO}_{2\text{max prev.}} - \text{VO}_{2\text{max alc.}}) / \text{VO}_{2\text{max prev.}}$   
 $100(\text{MVO}_{2\text{prev.}} - \text{MVO}_{2\text{alc.}}) / \text{MVO}_{2\text{prev.}}$

## Parâmetros Hemodinâmicos

Duplo Produto = 33490  
 Débito Cardíaco = 15.3 l/min  
 Variação da PA = 4.9 mmHg/MET  
 Déficit Cronotrópico = 0.5 %  
 Déficit Funcional VE = 3.8 %

## Fórmulas Utilizadas

(PSmax Esforço) x Frequência  
 $\text{VO}_{2\text{max}} \times \text{Peso} \times 4.6 + 5.31$   
 $(\text{PSmáx} - \text{PSpré}) / (\text{Número de METs})$   
 $100(\text{FCprevista} - \text{FCalcançada}) / \text{FCprev.}$   
 $100(\text{DPprevisto} - \text{DPalcançado}) / \text{DPprev.}$

EXAME N.31678 PACIENTE:

13/10/99

## ANÁLISE DO TESTE

### Parâmetros Clínicos

---

SEM QUEIXAS

### Parâmetros Eletrocardiográficos

---

#### ECG de Repouso:

RITMO SINUSAL DENTRO DO NORMAL

#### Durante Esforço:

SEM ALTERACOES DE SEGMENTO ST

SEM ARRITMIAS

#### Recuperação:

SEM ALTERACOES DE ST

SEM ARRITMIAS

### Conclusões e Comentários

---

TESTE EFICAZ. AUSÊNCIA DE ALTERAÇÕES ISQUÊMICAS  
SEM QUEIXAS DE DOR TORÁCICA  
RESPOSTA CRONOTRÓPICA SATISFATORIA  
RESPOSTA TENSIONAL SATISFATORIA  
SEM ARRITMIAS  
BOA APTIDÃO FÍSICA  
BOA TOLERÂNCIA AO ESFORÇO  
ATINGIU FC<sub>MAX</sub> DP= 33.490 12.37 METS 1.041 METROS 12MIN E 34SEG  
PROTOCOLO DE BRUCE

**Dr MARCO A BARTSCH**

*Marco Aurelio Bartsch*  
Dr. Marco Aurelio Bartsch  
CRM - 10.185