

CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA DO PARANÁ
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial

DISSERTAÇÃO
apresentada ao CEFET-PR
para obtenção do título de

MESTRE EM CIÊNCIAS

por

SONIA MARIA AUMANN

**AVALIAÇÃO DA TÉCNICA BIPAP NO AUXÍLIO AO
DIAGNÓSTICO DA DOENÇA CORONARIANA**

Banca Examinadora:

Presidente e Orientador:

PROF. DR. PERCY NOHAMA

CEFET-PR

Examinadores:

PROF^a. DRA. LÚCIA WACHOWICZ

UNIVALI

PROF. DR. FRANCISCO DINIZ AFFONSO DA COSTA

PUC-PR

PROF. DR. HUGO REUTERS SCHELIN

CEFET-PR

Curitiba, fevereiro de 2005.

SONIA MARIA AUMANN

**AVALIAÇÃO DA TÉCNICA BIPAP NO AUXÍLIO AO DIAGNÓSTICO DA
DOENÇA CORONARIANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial do Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do título de “Mestre em Ciências” – Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Percy Nohama

Curitiba
2005

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do CEFET-PR – Unidade Curitiba

A925a Aumann, Sonia Maria
Avaliação da técnica BiPAP no auxílio ao diagnóstico da doença coronariana /
Sonia Maria Aumann.– Curitiba : [s.n], 2005.
xiv, 103 p.: il. ; 30 cm

Orientador : Prof. Dr. Percy Nohama
Dissertação (Mestrado) – CEFET-PR. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. Curitiba, 2005.
Bibliografia : p. 99-103

1. Coronariopatias – Diagnóstico. 2. BiPAP – Técnica – Avaliação. 3. Teste de esforço. 3. Testes funcionais (Medicina). 4. Clínica médica. 5. Engenharia biomédica. I. Nohama, Percy, orient. II. Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica e Informática Industrial. III. Título.

CDD : 610.28
CDU : 628

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xi
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xiv
1 INTRODUÇÃO	01
1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES.....	01
1.2 OBJETIVOS.....	03
1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	03
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	05
2.1 Anatomia Pulmonar.....	05
2.2 Circulação Pulmonar	07
2.3 Respiração	07
2.3.1 Pressões Pulmonares	07
2.3.2 Volume Corrente, Frequência Respiratória e Volume Minuto Respiratório ...	08
2.3.3 Capacidade Inspiratória.....	09
2.3.4 Volume de Reserva Expiratória	09
2.3.5 Volume Residual e Capacidade Residual Funcional.....	09
2.3.6 Capacidade Vital	10
2.3.7 Pressões Parciais de Oxigênio e Gás Carbônico nos Alvéolos	10
2.3.8 Difusão dos Gases Através da Membrana Respiratória	10
2.4 Ventilação Mecânica Não Invasiva.....	11
2.4.1 Pressão Positiva Bifásica nas Vias Aéreas – BiPAP	12
2.5 Circulação Coronariana.....	14
2.5.1 Fluxo Coronário do Sangue.....	17
2.5.2 Insuficiência Coronariana	17
2.6 Fatores de Risco que Levam à Doença Arterial Coronariana (DAC)	20
2.6.1 Hipertensão Arterial	20
2.7 Formação do Ácido Lático	22
2.8 Oximetria de pulso..	25
2.9 Teste da Caminhada de 12 minutos	25
2.10 Teste Ergométrico (TE)	25
2.11 Pré-Carga e Volume Sistólico	28
2.12 Contratilidade e Pós-Carga	29
2.13 Intervalo Sistólico e Diastólico	29
2.14 Frequência Cardíaca (FC)	30
2.15 Consumo de Oxigênio (MVO_2).....	32
2.16 Consumo Máximo de O_2 ($VO_{2máx}$)	32
2.17 Equivalente metabólico (METs)	33
2.18 Duplo Produto (DP)	34
2.19 Insuficiência Coronariana e Teste Ergométrico	35
2.20 Fadiga Respiratória	36

3 MATERIAIS E MÉTODOS	39
3.1 MATERIAIS	39
3.1.1 CAMINHADA DE 12 MINUTOS	39
3.1.2 ESTEIRA ROLANTE.....	40
3.1.3 INCENTIVADOR RESPIRATÓRIO – BiPAP	41
3.1.4 ESFIGMOMÂNOMETRO E ESTETOSCÓPIO	43
3.1.5 OXÍMETRO PORTÁTIL	43
3.1.6 ANALISADOR PORTÁTIL DE LACTATO	44
3.2 METODOLOGIA	45
3.2.1 PESQUISA DIAGNÓSTICA	45
3.2.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL	45
3.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
4 RESULTADOS	49
4.1 PESQUISA DIAGNÓSTICA	49
4.2 TESTE DA CAMINHADA DE 12 MINUTOS.....	51
4.2.1 FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	52
4.2.2 DISTÂNCIA	52
4.2.3 FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA.....	53
4.3 TESTE ERGOMÉTRICO	54
4.3.1 TEMPO DURANTE O TESTE ERGOMÉTRICO	56
4.3.2 PRESSÃO ARTERIAL MÉDIA	56
4.3.3 FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	57
4.3.4 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO (VO ₂)	58
4.3.5 EQUIVALENTE METABÓLICO (MET).....	59
4.3.6 DUPLO PRODUTO (DP).....	60
4.3.7 CONSUMO DE OXIGÊNIO (MVO ₂).....	61
4.3.8 PERCENTUAL DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO (SaO ₂)	62
4.3.9 ÁCIDO LÁCTICO.....	63
4.4 ESFORÇO SUBJETIVO.....	64
4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	65
5 DISCUSSÃO	69
5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS SEM BiPAP	69
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS COM BiPAP.....	72
6 CONCLUSÕES	75
6.1 CONCLUSÕES	75
6.2 TRABALHOS FUTUROS	77
ANEXO 1 - APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PR.....	79
ANEXO 2 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	81
ANEXO 3 - FORMA DESCRITIVA DA AVALIAÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS	83
ANEXO 4 – QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAR A DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA.....	89

ANEXO 5 - RELAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA X FREQUÊNCIA CARDÍACA FINAL SEM E COM BiPAP DURANTE A CAMINHADA DE 12 MINUTOS	91
ANEXO 6 - RELAÇÃO DA PRIMEIRA E SEGUNDA FASES DA DISTÂNCIA.....	93
ANEXO 7 - RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS NO TESTE ERGOMÉTRICO.....	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	99

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Árvore brônquica é constituída por passagem que conectam traquéia aos alvéolos (POWERS, 2000).....	05
Figura 2.	Posição dos pulmões, do diafragma e da pleura (POWERS, 2000).....	06
Figura 3.	Volumes e capacidades pulmonares em repouso (POWERS, 2000).....	9
Figura 4.	Técnica BiPAP. Dois níveis de CPAP. IPAP e T ₁ correspondem à pressão maior, EPAP e T ₂ à pressão mais baixa. Em A e B, decomposição das componentes da curva do BiPAP. (DAVID, 2001)	14
Figura 5.	Artérias coronarianas (NETTER, 1969).....	15
Figura 6.	Alterações da parede arterial com lesão, ilustrando a ruptura do endotélio e as alterações subseqüentes que levam à aterosclerose (WILMORE & COSTILL, 2001).....	18
Figura 7.	Localização dos infartos anteriores e posteriores (NETTER, 1969).....	19
Figura 8.	A elevada resistência que as arteríolas opõem à vazão do sangue faz com que parte do que foi ejetado pelo coração seja armazenado nas artérias (KRIEGER & KRIEGER 1994).....	21
Figura 9.	Alterações da concentração sangüínea de ácido láctico durante exercício progressivo. O súbito aumento do lactato é conhecido como limiar de lactato (POWERS, 2000).....	24
Figura 10.	Curvas de Starling: maior força é gerada pelo aumento do estiramento das fibras miocárdicas, influenciada por vários fatores mecânicos e metabólicos (KAWAMURA, 2001).....	30
Figura 11.	Foto de um voluntário durante a caminhada de 12 min realizado na Associação dos Servidores Públicos do Paraná, Curitiba, Pr.	40
Figura 12.	Foto de um voluntário realizando o teste ergométrico em uma esteira rolante no Hospital do Coração, Curitiba, PR.....	40
Figura 13.	Foto de um voluntário realizando o teste ergométrico em uma esteira rolante realizado dentro do espaço da Clínica Sugisawa, Curitiba, Pr.....	41
Figura 14.	Incentivador respiratório BiPAP empregado durante a pesquisa.....	42
Figura 15.	Acionamento e ciclos do modo “S” espontâneo.....	42

Figura 16.	Estetoscópio e esfigmomanômetro utilizados durante a pesquisa experimental.....	43
Figura 17.	Oxímetro de pulso portátil empregado durante o protocolo experimental.....	43
Figura 18.	Analisador de lactato portátil, fitas e agulhas de teste descartáveis.....	44
Figura 19.	Representa a distância percorrida na primeira fase sem BiPAP e a segunda fase com BiPAP.....	53
Figura 20.	Representa as médias do tempo utilizado durante o teste ergométrico na primeira fase 10,39 min (dp 2,3481) e na segunda fase 9,06 min (dp 2,8867).....	56
Figura 21.	Representa a pressão arterial (PA) média na primeira e segunda fases, onde no centro do retângulo encontra-se a ilustração da maior faixa de significância.....	57
Figura 22.	Representação da relação da primeira e segunda fases de VO ₂ máximo.....	59
Figura 23.	Comparação entre a primeira e segunda fases do equivalente metabólico (MET).....	60
Figura 24.	Ilustração do duplo produto (DP) na primeira e segunda fase da pesquisa....	61
Figura 25.	Ilustração da relação do MVO ₂ na primeira e segunda fase.....	62
Figura 26.	Representação do diferencial da saturação de oxigênio na primeira fase (antes e depois) e segunda fase (antes e depois) da pesquisa (sem BiPAP e com BiPAP).....	63
Figura 27.	Gráfico da mediana do ácido láctico na primeira e segunda fases da pesquisa (sem BiPAP e com BiPAP).....	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Protocolo de Bruce	27
Tabela 2.	Escala original e revisada de Borg, do esforço subjetivo	28
Tabela 3.	Resultado da pesquisa diagnóstica por meio de avaliação	50
Tabela 4.	Valores obtidos da frequência cardíaca final, sem (FCFSEM) e com (FCFCOM) o uso do BiPAP, para os 31 voluntários avaliados	52
Tabela 5.	Valores obtidos para as médias de distância percorrida durante a primeira fase (Média 1DIST) e segunda fase (Média 2DIST) do protocolo experimental, realizado com 31 voluntários	52
Tabela 6.	Média da diferença entre Frequência Cardíaca Máxima (FCM) e Frequência Cardíaca Final (FCF) das fases sem e com BiPAP para 31 voluntários	54
Tabela 7.	Variáveis medidas e calculadas pelo teste de Wilcoxon durante o teste ergométrico	55
Tabela 8.	Variáveis medidas e calculadas pelo teste de Student	55
Tabela 9.	Teste estatístico de McNemar para comparação da frequência cardíaca	58
Tabela 10.	Valores obtidos subjetivamente dos voluntários após o esforço máximo durante a caminhada de 12 min e o teste ergométrico	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APRV	- Ventilação por liberação da Pressão nas Vias Aéreas
ASPP	- Associação dos Servidores Públicos do Paraná
ATP	- Trifosfato de Adenosina
AVC	- Acidente Vascular Cerebral
BiPAP	- Pressão Positiva Contínua Bifásica nas Vias Aéreas
CPAP	- Pressão contínua nas Vias Aéreas
CPPV	- Ventilação Positiva Contínua
CRF	- Capacidade Residual Funcional
DAC	- Doença Arterial Coronariana
Dist	- Distância
DM	- Diabete Mellitus
dp	- Desvio Padrão
DP	- Duplo Produto
ECG	- EletroCardiograma
EPAP	- Pressão Expiratória Positiva nas Vias Aéreas
FC	- Frequência Cardíaca
FCF	- Frequência Cardíaca Final
FCFCOM	- Frequência Cardíaca Final com
FCFSEM	- Frequência Cardíaca Final sem
FCM	- Frequência Cardíaca Máxima
FR	- Frequência Respiratória
HAS	- Hipertensão Arterial Sistêmica
HDL	- Fração Lipoprotéica de Alta Densidade
I	- Idade
I : E	- Inspiração e Expiração
IMC	- Índice de Massa Corpórea
IMV	- Ventilação Mandatória Intermitente
IPAP	- Pressão Inspiratória Positiva nas Vias Aéreas
IPPV	- Ventilação Positiva Intermitente
LDL	- Fração Lipoprotéica de Baixa Densidade
METS	- Equivalente Metabólico
MPH	- Velocidade
MVO ₂	- Consumo de Oxigênio
O ₂	- Oxigênio
p	- probabilidade
PA	- Pressão Arterial
PAD	- Pressão Arterial Diastólica ou Mínima
PAM	- Pressão Arterial Média
PAS	- Pressão Arterial Sistólica ou Máxima
PCV	- Ventilação Controlada por Pressão
PD	- Pressão Diastólica
PEEP	- Pressão Positiva no Final da Expiração
PIP	- Pressão Máxima
PS	- Pressão Sistólica
PSV	- Ventilação por Suporte Pressórico

RCP	- Reabilitação Cardio-Pumonar
SBC	- Sociedade Brasileira de Cardiologia
SpO ₂	- Saturação de Oxigênio
ST	- Segmento do ECG
t	- Tempo
TE	- Teste Ergométrico
TTA	- Tempo Total Acumulados em Minutos
v	- Velocidade
VA	- Ventilação Alveolar
VC	- Volume Corrente
VE	-Ventrículo Esquerdo
VLDL	- Fração Lipoprotéica de Muito Baixa Densidade
VO ₂	- Consumo Máximo de Oxigênio
VPNET	- Ventilação a Pressão Negativa Extratorácica
TTA	- Tempo Total Acumulados em Minutos

RESUMO

O teste ergométrico é um dos exames mais utilizados para diagnosticar a doença coronariana, e como tal apresenta uma grande dificuldade para concluí-lo, pois os indivíduos fadigam antes mesmo de atingir a FC (frequência cardíaca) preconizada. No trabalho desenvolvido, propõe-se a aplicação da técnica BiPAP para aumentar a capacidade de permanência do voluntário durante o teste ergométrico e avalia-se sua potencialidade como ferramenta auxiliar ao diagnóstico coronariano. Como forma de adaptação ao uso incentivador respiratório, implementou-se a caminhada de 12 min antes do teste ergométrico. Empregou-se uma amostra de 31 voluntários para a caminhada de 12 min e 30 voluntários para o teste ergométrico, sendo todos coronarianos do sexo masculino, entre 49 a 68 anos. Os voluntários foram submetidos a um protocolo que consistia de duas etapas: na primeira, sem a aplicação do incentivador respiratório e na segunda, utilizando o equipamento de BiPAP. Para a caminhada de 12 min, compararam-se as variações de distância percorrida e de frequência cardíaca alcançada entre as duas etapas. No teste ergométrico, verificaram-se as variações cardio-respiratórias pressão arterial, frequência cardíaca, equivalente metabólico, duplo produto, consumo de oxigênio, saturação de oxigênio e ácido láctico, nas duas etapas. Com a aplicação do protocolo experimental, procurou-se suscitar o surgimento de exaustão e fadiga tardiamente, a fim de se obter um resultado significativo no diagnóstico coronariano e alcançar a frequência cardíaca máxima (Fcmáx). Os resultados foram analisados comparando estatisticamente os parâmetros medidos nas duas etapas, tanto para a caminhada como para o teste ergométrico. Neste, aplicando a técnica BiPAP, os resultados mostraram um pior desempenho físico dos voluntários, os quais não atingiram a frequência cardíaca máxima (FCM) e entraram em fadiga respiratória precocemente. Para a caminhada de 12 min, os voluntários superaram a distância percorrida com relação à caminhada sem o uso do incentivador. Concluiu-se que a técnica BiPAP: (1) durante caminhada em esforço moderado, proporciona ganhos no rendimento físico, tanto em termos de distância quanto de FC, superando a caminhada sem o uso do incentivador; (2) no teste ergométrico, não promove incrementos metabólicos e fisiológicos que venham a melhorar o diagnóstico da doença coronariana, tendo em vista que ocorreu redução do trabalho respiratório e da saturação de oxigênio, levando à dispnéia e provocando precocemente a fadiga respiratória, respectivamente.

Palavras-chave: BiPAP, Teste Ergométrico, Caminhada de 12 minutos, Doença Coronariana, Diagnóstico Clínico

ABSTRACT

The ergometric test is one of the most important medical examinations in order to diagnose coronary disease. However, it shows a great limitation, because individuals get tired even before they have reached a predefined cardiac frequency (CF). In the developed research, it is proposed the application of BiPAP technique during the ergometric test as a means of prolonging the period of testing and improving its performance for the coronary disease diagnostic. As a volunteer adaptation to the breathing booster device, the 12 min walking test before the ergometric one was performed. A group of 31 male coronary patients, 50 up to 68 years old, participated of the walking test and 30 patients, of the ergometric one. The volunteers were submitted to an experimental protocol consisted of 2 stages: in the first one, without the breathing booster device, and in the second one, using it. For the 12 min walking test, it was compared the variations of the coursed distance and the cardiac frequency achieved between the 2 stages. Along the ergometric test, it was measured and compared the cardio-respiratory parameters: arterial pressure, cardiac frequency, metabolic equivalent, double product, oxygen consumption, oxygen saturation and lactic acid. With the application of the clinical protocol, we tried to reach the maximum cardiac frequency (CFM), and to provoke the appearing of late exhaustion and fatigue, which influence the coronary disease diagnostic. For the ergometric test, using the BiPAP technique, the results had shown volunteers wickedly physical performance, reaching no CFM and moreover initiating the process of breathing fatigue precociously. On the walk test, with moderated effort, the volunteers overcame the walked distance in relation to the walking without the use of the breathing booster device, indicating, on this way, that the BiPAP technique can promote an increase of the distance and of FC. For the ergometric test, however, we concluded that the BiPAP technique does not increase metabolic and physiologic parameters which can improve the sensitivity and precision of the coronary disease diagnostic, considering that it had produced a reduction of breathing work and oxygen saturation, bringing to dyspnea and to respiratory fatigue precociously, respectively.

Keywords: BiPAP, Ergometric Test, 12 minutes Walking Test, Coronary Disease, Clinical Diagnosis

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

A doença cardiovascular persiste como líder em mortalidade no Brasil, com cerca de 300 mil mortes/ano, estimadas como de origem isquêmica, ou seja, decorrentes de morte súbita, infarto agudo do miocárdio ou acidente vascular encefálico (SOCERJ, 2002).

A doença arterial coronariana (DAC) é um distúrbio crônico, com história natural que cursa por várias décadas. Em cada indivíduo afetado, a doença apresenta-se como: assintomático (ou pré-sintomático), angina estável, angina progressiva, angina instável e infarto agudo do miocárdio (SELLERA, 2001). A doença arterial coronariana tem sido associada a diversos fatores de risco, dentre os quais fumo, *diabetes mellitus*, hipertensão arterial sistêmica (HAS), dislipidemias, sedentarismo e obesidade.

No momento do nascimento e para toda a vida, a função de troca gasosa placentária é transferida para os pulmões num mecanismo conhecido como respiração, que permite a entrada e a saída de gases dos pulmões para atender às necessidades metabólicas do organismo. O mesmo ocorre com o coração: desde o primeiro batimento, ele desempenhará seu papel até o extinguir da vida.

A ventilação não invasiva tem por objetivo a manutenção das trocas gasosas pulmonares, diminuição do trabalho respiratório e diminuição da dispnéia. A técnica de pressão positiva em dois níveis nas vias aéreas (BiPAP), uma modalidade terapêutica não invasiva, é empregada potencialmente como forma auxiliar no tratamento e na prevenção dos episódios de apnéia do sono ou como forma de ventilação domiciliar, em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) agudizada, estado de mal asmático, doenças neuromusculares e fadiga muscular respiratória (EMMRICH, 1998).

Segundo SLUTZKY, 1997, a técnica BiPAP é essencialmente uma combinação de ventilação com pressão de suporte (PSV) sob pressão contínua nas vias aéreas (CPAP). O circuito de controle do BiPAP é ajustado para alternar entre uma elevada pressão inspiratória positiva nas vias aéreas (IPAP) e uma baixa pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP). O volume deslocado devido à diferença entre IPAP e EPAP contribui para a ventilação total.

Um dos recursos mais utilizados para diagnóstico da doença arterial coronariana é o teste ergométrico, um método não-invasivo, cujo valor como marcador de isquemia é limitado em decorrência de sua baixa sensibilidade e especificidade (FERREIRA et al., 2001). Na maioria dos indivíduos, há uma grande dificuldade para concluí-lo, pois, geralmente, ocorre fadiga, impossibilitando um diagnóstico preciso.

O BiPAP é uma técnica de incentivo respiratório aplicada a indivíduos que se encontram em repouso para diminuir ou cessar a fadiga respiratória (DAVID, 2001). Através do consenso multidisciplinar de profissionais da área de saúde, a pesquisa desenvolvida, propõe uma nova técnica empregando BiPAP como coadjuvante do teste ergométrico, buscando aumentar a permanência do indivíduo durante o teste, para que ele atinja a frequência cardíaca (FC) preconizada, obtendo-se uma elevação dos parâmetros metabólicos e hemodinâmicos.

Sendo a aplicação da técnica BiPAP favorável, o voluntário conseguirá alcançar a FCM (frequência cardíaca máxima), proporcionando assim uma avaliação mais completa e, conseqüentemente, um diagnóstico coronariano mais preciso. Entretanto, se a resposta for negativa por induzir a fadiga precocemente, a técnica estará prejudicando a obtenção do resultado do exame em virtude de sua interrupção.

Como o incentivador respiratório não é um equipamento familiar aos voluntários, foi necessário realizar o teste de caminhada de 12 min para adaptação ao aparelho para posteriormente ser empregado durante o teste ergométrico.

Através do teste ergométrico, há três possibilidades de diagnóstico: negativo, positivo ou inconclusivo para isquemia miocárdica. Prolongando o tempo de permanência na esteira e avaliando os parâmetros eletrocardiográficos, hemodinâmicos e sintomáticos, concretiza-se o

diagnóstico. O que acontece, na grande maioria das vezes, é que o teste é suspenso devido à fadiga, mostrando-se insatisfatório para o diagnóstico de isquemia miocárdica, sendo recomendado o stress químico como outra alternativa.

Nesta pesquisa inédita, apresentam-se, de forma quantitativa, os parâmetros hemodinâmicos e metabólicos dos voluntários, sem ou com a utilização do incentivador respiratório BiPAP, tanto durante a caminhada de 12 min quanto durante o teste ergométrico, e qual sua efetiva contribuição no diagnóstico da doença coronariana durante o teste ergométrico.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho constitui-se em avaliar a eficácia da técnica BiPAP com relação à oxigenação respiratória, quando aplicada aos testes ergométrico e da caminhada de 12 min.

Especificamente, pode se enumerar os seguintes objetivos:

- (1) avaliar a adaptação do voluntário ao uso do BiPAP,
- (2) analisar o desempenho do indivíduo frente ao uso do BiPAP durante o teste da caminhada de 12 min,
- (3) medir os parâmetros de distância percorrida e frequência cardíaca durante o teste da caminhada,
- (4) analisar o desempenho do indivíduo frente ao uso do BiPAP durante o teste ergométrico;
- (5) medir os dados hemodinâmicos e metabólicos obtidos com o uso ou não do BiPAP durante a realização do teste ergométrico,
- (6) verificar a aplicabilidade do BiPAP na rotina do teste ergométrico.

1.3 ESTRUTURA DE DISSERTAÇÃO

Esta dissertação está organizada em seis capítulos. No capítulo 1, discorre-se sobre a DAC e a técnica BiPAP empregada durante os testes ergométricos e da caminhada de 12 min. No Capítulo 2, faz-se uma revisão da literatura sobre anatomia e fisiologia cardio-respiratória, ventilação mecânica, circulação coronariana, fisiopatologia da insuficiência coronariana e

fatores de risco, fisiologia do exercício e da fadiga, teste ergométrico e suas alterações hemodinâmicas e metabólicas e teste da caminhada. No Capítulo 3, descreve-se a metodologia proposta para o desenvolvimento da pesquisa e análise dos resultados. No Capítulo 4, relatam-se os dados coletados na pesquisa por meio de gráficos e tabelas contendo as análises estatísticas, a partir dos métodos de avaliação empregados. O Capítulo 5 trata da discussão dos resultados encontrados: as concordâncias e as discordâncias na utilização do BiPAP durante o teste ergométrico. E, finalmente, no Capítulo 6, são relatadas as conclusões desta pesquisa e as propostas para trabalhos futuros.

CAPÍTULO 2

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo são apresentados os fundamentos teóricos da anátomo-fisiologia pulmonar e cardíaca, seus fatores de risco, o surgimento da doença arterial coronariana, a aplicação da técnica BiPAP para aliviar a fadiga e a dispnéia durante a caminhada de 12 min e no teste ergométrico, onde as medidas de lactato, de oxímetria, parâmetros metabólicos e hemodinâmicos são analisados para obter-se os dados necessários para avaliar a eficácia da técnica.

2.1 ANATOMIA PULMONAR

Na subdivisão anatômica dos pulmões ilustrado na figura 1, encontram-se os brônquios em principal, secundário, terciário e, em sua extremidade, os bronquíolos terminais, onde se encontram os alvéolos.

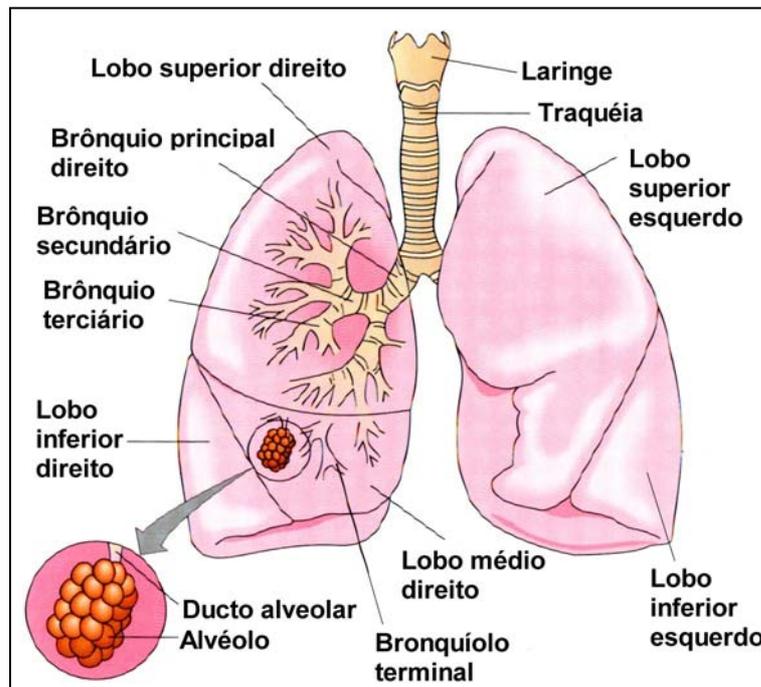


Figura 1- Árvore brônquica é constituída por passagens que conectam a traquéia aos alvéolos (POWERS et al., 2000).

Os pulmões são duas vísceras situadas simetricamente no interior do tórax onde ocorre o encontro do ar atmosférico com o sangue circulante, a fim de nutri-lo com oxigênio, diminuindo a concentração de gás carbônico (CASTRO, 1985).

O espaço mediano do tórax, situado entre os dois pulmões, recebe o nome de mediastino. Destacam-se três faces no pulmão: costal, diafragmática e medial (CASTRO, 1985). Os dois pulmões, cada um com seu saco pleural, estão contidos na cavidade torácica (GRAY, 1988). Os pulmões são envoltos por uma membrana serosa que recebe o nome de pleura conforme ilustrado na figura 2. A parte da pleura que envolve o pulmão recebe o nome de pleura visceral. Aquela parte que reveste interiormente o tórax denomina-se pleura parietal (CASTRO, 1985).

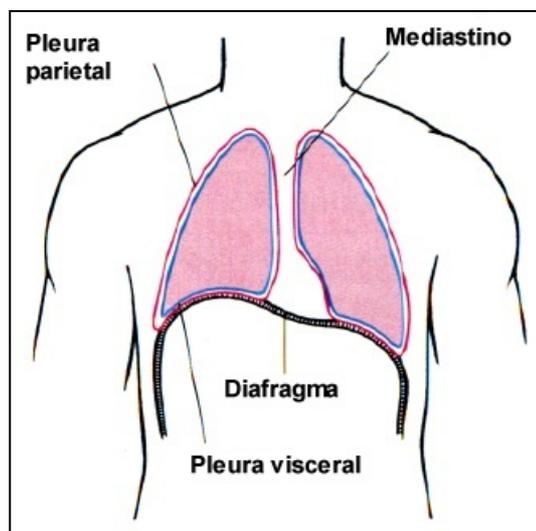


Figura 2 – Posição dos pulmões, do diafragma e da pleura (POWERS et al., 2000).

A expansão e o retraimento do pulmão durante a respiração são assegurados pelo deslizamento que se processa entre as pleuras visceral e parietal. Para facilitar o deslizamento da pleura visceral sobre a parietal, encontra-se pequena quantidade de líquido pleural, que é aumentada em casos patológicos (GRAY, 1988).

2.2 CIRCULAÇÃO PULMONAR

Embora as artérias e o tronco pulmonar transportem sangue venoso, são realmente conceituados como artérias por conduzirem o sangue do coração para os órgãos e músculos, sob pressão relativamente alta (pressão sistólica entre 20 a 30mmHg) e de modo pulsátil (GRAY, 1988).

2.3 RESPIRAÇÃO

A principal função dos pulmões é oxigenar o sangue venoso misturado. Isto envolve: (1) ventilação, um processo que inclui tanto o volume como a distribuição do ar que atinge o alvéolo; (2) difusão, processo pelo qual o oxigênio e o dióxido de carbono atravessam a membrana alveolar; (3) fluxo sanguíneo nos capilares pulmonares, que deve ser adequado em volume e em distribuição (GRAY,1988).

Os pulmões ficam no interior da caixa torácica, formada anteriormente pelo esterno e posteriormente pela coluna vertebral; nas partes laterais os pulmões são circundados pelas costelas onde é fechada, inferiormente pelo diafragma. Segundo GUYTON & HALL, 1997 o ato de respirar é realizado pelo aumento e diminuição do volume dessa caixa torácica. A cavidade formada pela caixa torácica é a cavidade pleural, normalmente preenchida pelos pulmões.

Para que a respiração ocorra perfeitamente, é necessário uma série de regulações do fluxo do ar devido às muitas variações de pressão sofridas por esses gases ao entrarem nas vias aéreas. Essas variações são reguladas pelas pressões pulmonares.

2.3.1 PRESSÕES PULMONARES

As pressões pulmonares são divididas entre alveolar e intrapleural:

(1) *Pressão alveolar*: quando um volume de gás sofre aumento súbito, sua pressão fica menor. Dessa forma, durante a inspiração, a expansão da caixa torácica faz com que a pressão alveolar diminua até cerca de -3 mmHg, isto é, 3 mmHg menor que a pressão atmosférica, e é essa pressão negativa que puxa o ar para os alvéolos por meio das vias respiratórias. Durante a expiração, ocorre a compressão da caixa torácica, e a pressão alveolar aumenta para cerca de $+3$ mmHg, o que empurra o ar para fora dos alvéolos até a pressão atmosférica (DAVID, 2001).

(2) *Pressão Intrapleural*: essa pressão é sempre menor do que a pressão nos alvéolos. Durante a inspiração, a pressão intrapleural é da ordem de -8 mmHg. Durante a expiração, essa pressão também aumenta para -2 mmHg. A razão para que a pressão intrapleural permaneça sempre menor que a pressão alveolar, é que os pulmões estão sempre tendendo a se afastarem da caixa torácica (DAVID, 2001).

O surfactante nos alvéolos é uma substância que atua como um detergente, diminuindo, de modo acentuado, a tensão superficial do líquido que reveste os alvéolos, o que impede o colapso pulmonar. Quando há aumento do volume pulmonar durante a inspiração e aumento do raio do alvéolo, há diminuição da pressão. Neste momento, a camada da substância surfactante espalha-se pelo alvéolo e há diminuição relativa da sua quantidade. Na expiração, diminuindo o volume alveolar e o raio do alvéolo, ocorrerá aumento da pressão intra-alveolar. A quantidade de surfactante espessa-se aumentando a camada surfactante e diminuindo mais a tensão superficial, evitando, assim, aumento da pressão alveolar e seu colapso (DAVID, 2001).

2.3.2 VOLUME CORRENTE, FREQUÊNCIA RESPIRATÓRIA E VOLUME MINUTO RESPIRATÓRIO

O ar que entra e sai do pulmão a cada respiração é chamado de ar corrente e o volume correspondente é conhecido como volume corrente, ilustrado na figura 3. Um volume de 6l

de ar passa normalmente para dentro ou para fora das vias respiratórias a cada minuto. Esse volume é denominado volume minuto respiratório (DAVID, 2001).

2.3.3 CAPACIDADE INSPIRATÓRIA

O volume de ar que se consegue inspirar, além daquele que já existe nos pulmões no início da respiração, é chamado de capacidade inspiratória ou volume de reserva inspiratória e, seu valor normal é de 3.000 ml, ilustrado na figura 3 (DAVID, 2001).

2.3.4 VOLUME DE RESERVA EXPIRATÓRIA

A quantidade de ar que se consegue expirar além da qual é normalmente expirada, corresponde ao volume de reserva expiratório e, seu volume normal é de 1.100 ml, ilustrado na figura 3 (DAVID, 2001).

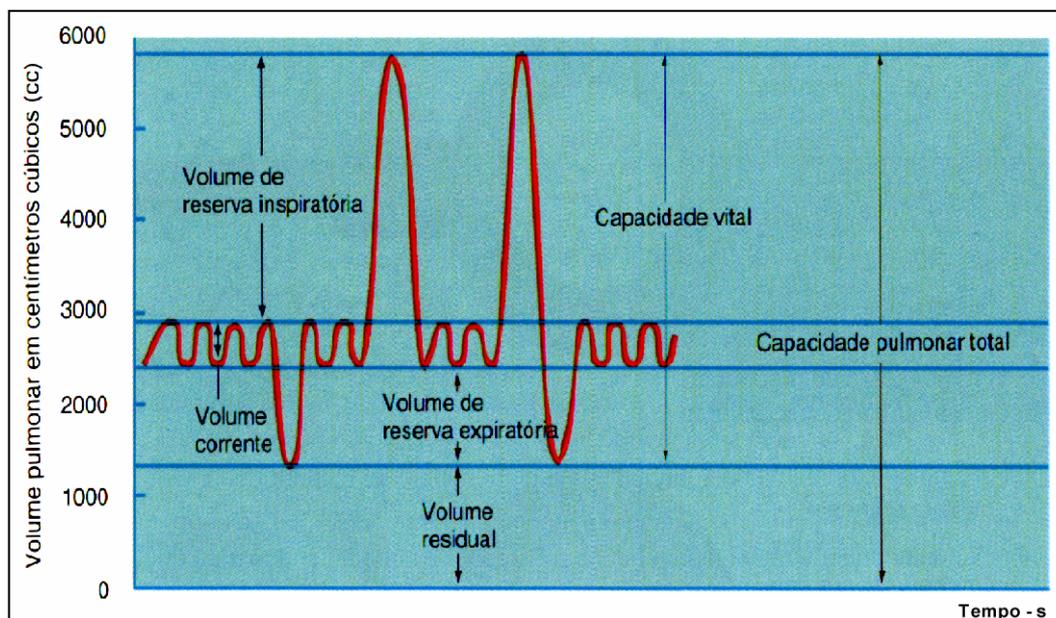


Figura 3 – Volumes e capacidades pulmonares em repouso (POWERS E HOWLEY., 2000).

2.3.5 VOLUME RESIDUAL E CAPACIDADE RESIDUAL FUNCIONAL

Volume residual é o ar que fica nos pulmões após uma expiração forçada e não pode ser expelido de forma alguma, conforme ilustrado na parte inferior da figura 3. Seu valor

normal é de 1.200 ml. A soma do volume reserva expiratório e do volume residual constitui a capacidade residual funcional. É esse ar que permite a continuidade das trocas gasosas nos intervalos entre as respirações (DAVID, 2001).

2.3.6 CAPACIDADE VITAL

Entre os dois pontos extremos de expiração e inspiração, existe uma variação de volume pulmonar que constitui a capacidade vital, ilustrado na figura 3 (DAVID, 2001).

2.3.7 PRESSÕES PARCIAIS DE OXIGÊNIO E GÁS CARBÔNICO NOS ALVÉOLOS

O ar alveolar perde, de forma contínua, oxigênio para o sangue, e esse oxigênio é substituído por gás carbônico que se difunde do sangue para os alvéolos. Isso explica porque a pressão parcial de oxigênio dos alvéolos é menor que no ar atmosférico e explica também porque a pressão de gás carbônico é maior nos alvéolos.

A elevada intensidade da ventilação alveolar fornece maiores quantidades de oxigênio aos alvéolos, aumentando a pressão alveolar do oxigênio. Por outro lado, a elevada intensidade da ventilação alveolar remove o gás carbônico do ar alveolar com velocidade maior que a usual, o que diminui a pressão alveolar do gás carbônico (GUYTON & HALL, 1997).

2.3.8 DIFUSÃO DOS GASES ATRAVÉS DA MEMBRANA RESPIRATÓRIA

Inúmeros fatores determinam a intensidade da difusão de gases através da membrana respiratória, dentre eles: (1) quanto maior for a diferença de pressão entre uma face da membrana e a outra, maior vai ser a velocidade de difusão; (2) a área da membrana e a quantidade de gás difundido são diretamente proporcionais; (3) quanto mais delgada for a membrana, maior será a intensidade de difusão do gás; (4) a solubilidade do gás na membrana respiratória e a velocidade com que o gás se difunde são diretamente proporcionais; (5) um

gás difunde-se através de uma membrana na proporção inversa da raiz quadrada de seu peso molecular (POWERS E HOWLEY., 2000).

No entanto, nem sempre o sistema respiratório está em perfeita harmonia e, quando ocorre alguma desordem, a ventilação mecânica entra para suprir esse déficit.

2.4 VENTILAÇÃO MECÂNICA NÃO INVASIVA

“E Deus formou o Homem do pó do chão, e soprou-lhe nas suas narinas o sopro da vida, e o Homem tornou-se uma alma viva” (GENESIS 2:7).

Todavia, o registro da insuflação da técnica boca-a-boca foi descrito por Tossach, somente em 1743 (DAVID, 1996).

Os métodos não-invasivos vêm sendo utilizados com mais frequência, substituindo o modo invasivo traumático para os indivíduos. Estes métodos não invasivos podem ser utilizados de modo contínuo ou intermitente, sendo este último aplicado no período noturno.

Os métodos não invasivos mais utilizados compreendem a ventilação à pressão negativa extratorácica (VPNET), a ventilação à pressão positiva intermitente ou contínua (IPPV ou CPPV), a ventilação por suporte pressórico (PSV), a pressão contínua nas vias aéreas (CPAP) e a pressão positiva contínua bifásica nas vias aéreas (BIPAP) (DAVID, 1996).

O suporte ventilatório não-invasivo pode ser feito por máscara ou dispositivos bucais e nasais. Adaptadores com máscara são desconfortáveis e aumentam o espaço morto. Os métodos onde são utilizados os dispositivos bucais recebem a letra M (do inglês mouth: boca), e os nasais N (do inglês nose: nariz), antes do método. Sendo assim, o método NIPPV e MIPPV significam ventilação à pressão positiva pela via nasal ou bucal. Para os indivíduos

que não toleram as máscaras orais e nasais, um tipo de máscara chamada “facial total”, começou a ser utilizada no suporte ventilatório não-invasivo (SLUTZKY, 1997).

2.4.1 PRESSÃO POSITIVA BIFÁSICA NAS VIAS AÉREAS – BIPAP

O modo pressão positiva nas vias aéreas está intimamente relacionado ao nome BiPAP, derivado de **Bi-level Positive Airway Pressure** ou Pressão Contínua em 2 níveis nas Vias Aéreas, o qual foi dado ao ventilador portátil ciclado a pressão com fluxo livre, criado pela empresa Respironics (USA), para definir a sua atuação durante as fases inspiratória e expiratória (REGENGA, 2000).

Segundo a autora REGENGA, 2000, o IPAP (pressão positiva inspiratória nas vias aéreas) é efetuado através de fluxo adicional, fornecendo um volume corrente satisfatório ao paciente durante a fase inspiratória e o EPAP (pressão positiva expiratória nas vias aéreas) permite que as vias aéreas sejam pressurizadas durante a fase expiratória, propiciando o aumento da capacidade residual funcional (CRF) e prevenindo a ocorrência de colapso alveolar.

Segundo SLUTZKY, 1997 o BiPAP é, essencialmente, uma combinação de ventilação com pressão de suporte (PSV) com CPAP. O circuito do BiPAP é ajustado para modificar-se entre uma alta pressão inspiratória positiva nas vias aéreas (IPAP) e uma baixa pressão expiratória positiva nas vias aéreas (EPAP). O volume deslocado devido à diferença entre IPAP e EPAP contribui para a ventilação total.

O que difere o CPAP do BiPAP é que ele permite regulagem tanto das pressões expiratórias como das inspiratórias, sendo que as durações do IPAP e do EPAP podem ser independentemente ajustadas, fazendo uma fase ou uma relação BiPAP, como acontece na inspiração (I) e expiração (E), (I:E) (AZEREDO, 1998).

BiPAP é um modo de suporte ventilatório não-invasivo com dois níveis de pressão positiva que combina ventilação espontânea e controlada a pressão e ciclado a tempo, objetivando aumento da ventilação alveolar (VA), diminuição do trabalho respiratório e maior conforto para o paciente (DAVID, 2001).

Segundo DAVID, 1996, o paciente ventila em dois níveis de pressão, um maior, denominado IPAP (P1); e outro menor, denominado EPAP (P2), variando-se o tempo T1 e T2 em que permanecem nestas pressões. A pressão alta está para o aumento da ventilação assim como a pressão baixa está para a troca gasosa. O volume minuto aumenta quanto maior for a diferença entre IPAP (P1) e EPAP (P2) e quanto maior o número de vezes que passa de P1 para P2. No caso de um paciente que não esteja realizando esforço ventilatório, o BiPAP funciona como uma pressão controlada em que o nível superior de pressão corresponde à pressão controlada inspiratória e o nível inferior de pressão corresponde ao pressão positiva ao final da expiração (PEEP) ou à fase expiratória do ciclo. Embora seja, por definição, um método de ventilação espontânea, a decomposição da curva do BiPAP (figura 4) mostra que existem dois modos superpostos: um espontâneo (A) e outro controlado (B). Se não houver ciclos espontâneos, o BiPAP funcionará como ventilação controlada por pressão (PCV) e, se $P1 = P2$, atuará como CPAP (DAVID, 1996).

A pressão positiva nas vias aéreas de duplo nível (BiPAP), sendo muito semelhante à pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), é um modo espontâneo de respiração, onde a pressão eleva-se acima da linha de base ou zero (DAVID, 2001).

A técnica BIPAP permite a ventilação espontânea ou controlada e melhora a distribuição e a troca gasosa pulmonar. Os efeitos da técnica BIPAP são influenciados pela pressão do sistema, tempo de liberação da pressão, do nível da diferença entre a pressão mais alta e a mais baixa e das condições mecânicas toracopulmonares.

parte do ventrículo direito, como também a parte posterior do ventrículo esquerdo em 80 a 90% das pessoas (GUYTON & HALL, 1997).

Segundo WHIPPLE et al., 1980, à medida que a artéria coronária direita emerge da parede da aorta ascendente no seio de Valsalva, penetra no sulco atrioventricular direito. Curva-se para a direita ao redor da borda do coração, onde dá origem à artéria descendente posterior. Na maioria das pessoas, esse vaso nutre o nó atrioventricular, a maior parte da parede diafragmática e basal do ventrículo esquerdo, a metade posterior do septo interventricular e uma pequena porção do ventrículo direito. Quando a artéria coronária descendente posterior nutre todas essas áreas do coração, diz-se que o indivíduo tem uma circulação coronária direita dominante. Frequentemente, desenvolve-se um fluxo colateral a partir da artéria descendente posterior quando a artéria coronária descendente anterior é ocluída. Essas vias colaterais potenciais dilatam-se e servem como vias alternativas para o sangue necessário ao tecido miocárdico, além da oclusão da artéria coronária, auxiliado em parte pelo crescimento de pequenos novos vasos colaterais.

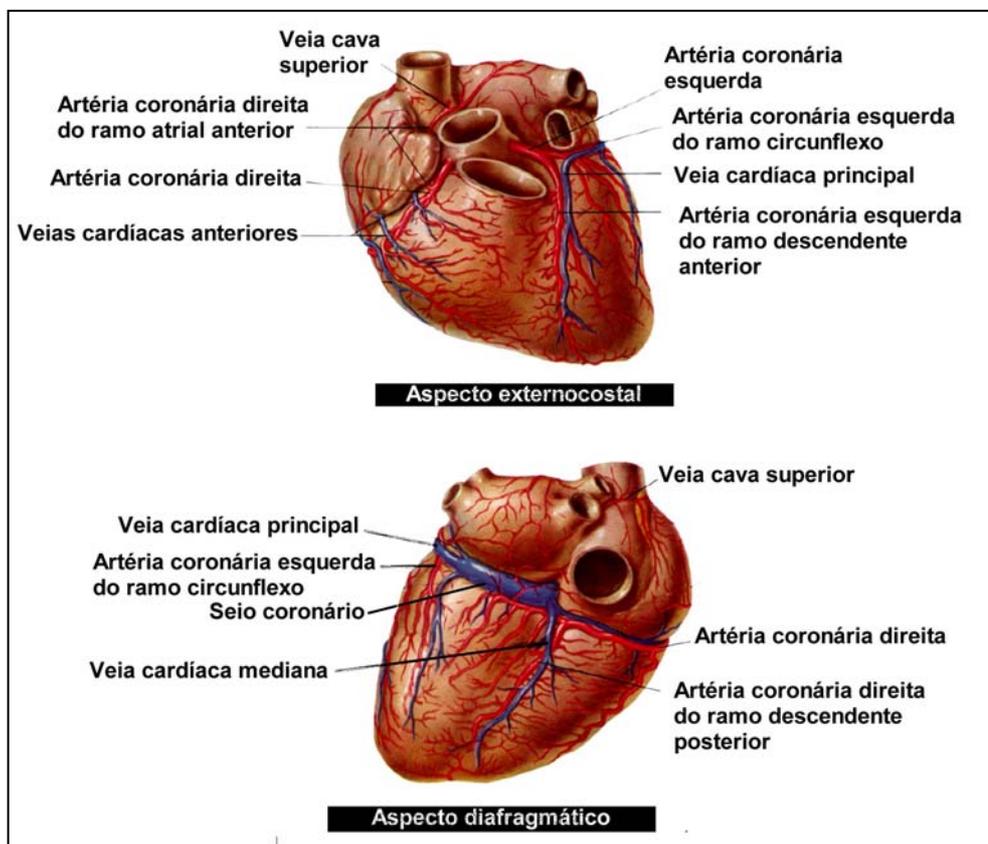


Figura 5 – Artérias coronarianas (Netter, 1969).

Segundo WHIPPLE et al., 1980, a artéria coronária esquerda principal começa no seio de Valsalva anterior e acompanha o sulco A-V (ou sulco coronário), por uma pequena distância (aproximadamente 1cm) antes de se dividir nas artérias descendentes anterior e circunflexa esquerda. A artéria descendente anterior tem sido freqüentemente referida como a “artéria da morte” porque, próximo a sua origem, ela é incomumente sujeita à aterosclerose e a oclusões, e porque áreas extensas do miocárdio dependem dela para seu suprimento sangüíneo. Os ramos da artéria descendente anterior penetram no miocárdio subjacente para levar sangue oxigenado para o grosso septo ventricular e para porções dos ventrículos direito e esquerdo. O outro ramo principal da artéria coronária esquerda é a artéria circunflexa esquerda. Esse vaso curva-se para a esquerda no sulco atrioventricular que está freqüentemente coberto pela auriculeta do átrio esquerdo. Conforme a artéria circunflexa esquerda emerge debaixo dessa auriculeta, ela desce na superfície anterior do coração em direção ao ápice, lançando grandes ramos que penetram na superfície lateral e em parte da superfície posterior ou diafragmática do ventrículo esquerdo. O nó sino-atrial recebe seu suprimento sangüíneo desse vaso coronário em aproximadamente 40% dos corações humanos.

Segundo WHIPPLE et al., 1980, as veias coronárias seguem a distribuição das principais artérias coronárias e, finalmente, unem-se em um único tronco de grande calibre, o seio coronário (figura 5). O sangue deste seio é drenado para o interior do átrio direito entre a abertura da veia cava inferior e a abertura atrioventricular. Guardando a abertura do seio está a valva de Thebesius. Três das cinco tributárias dominantes do seio coronário aproximam-se do grande vaso em ângulos retos; as outras dirigem-se diretamente para o interior do seio em um ângulo de 180°. Quase todo o fluxo coronariano que não é coletado pelo seio coronário é drenado diretamente para o átrio direito por numerosas veias cardíacas anteriores. Além desses dois sistemas de vasos, há um terceiro grupo, que são os vasos thebesius, pequenas veias que se originam no miocárdio e, em sua maior parte, terminam no átrio direito ou no ventrículo direito.

2.5.1 FLUXO CORONÁRIO DO SANGUE

O miocárdio depende do metabolismo aeróbico para síntese de trifosfato de adenosina (ATP) e da capacidade de adaptação da circulação coronária em liberar oxigênio (O₂) conforme as variações das necessidades metabólicas. A oferta de O₂ para o miocárdio é produto da taxa de fluxo coronário e do conteúdo de O₂ arterial. O fluxo coronário é função direta da pressão de perfusão coronária e tem relação inversa com o tônus vascular. A pressão de perfusão ocorre devido à diferença entre a pressão sanguínea na raiz da aorta e a pressão do átrio direito e está relacionada com a pressão arterial sistêmica e a pressão diastólica final do ventrículo esquerdo (VE). Alterações na pressão da aorta entre 70 mmHg e 130 mmHg produzem apenas oscilações transitórias do fluxo coronário e a perfusão mantém-se constante devido ao mecanismo de dilatação dos vasos de resistência (arteríolas), fato conhecido como auto-regulação (BORGES, 2002).

2.5.2 INSUFICIÊNCIA CORONARIANA

Quando o equilíbrio se rompe, isto é, quando a oferta de oxigênio é insuficiente para o consumo, ocorre isquemia miocárdica. A base fisiopatológica da insuficiência coronária é uma desproporção entre fluxo coronário adequado e a disponibilidade de oxigênio, de um lado, e necessidades metabólicas das células miocárdicas e consumo de oxigênio, de outro, levando à hipóxia miocárdica (BATLOUNI, 1995).

De acordo com a abordagem da fisiopatologia da isquemia miocárdica deve considerar os seguintes aspectos: progressão da aterosclerose, fissura ou ruptura da placa, alteração da vasomotricidade e espasmo coronário, fenômenos neurogênicos, agregação plaquetária e trombose, todos com importantes implicações clínicas e terapêuticas (BATLOUNI, 1995). Na figura 6 ilustra-se a progressão da aterosclerose: (a) Um irritante sanguíneo lesa ou arranha a parede arterial e expõe o tecido conjuntivo subjacente; (b) As plaquetas e os monócitos circulantes são, então atraídos ao local da lesão e aderem ao tecido conjuntivo exposto. As plaquetas liberam uma substância denominada fator do crescimento derivado da

plaqueta, a qual promove a migração das células musculares lisas da túnica média para a túnica íntima; (c) Uma placa, composta basicamente por células musculares lisas, tecido conjuntivo e resíduos, forma-se no local da lesão; (d) À medida que a placa cresce, ela estreita a luz arterial e impede o fluxo sanguíneo. Os lipídios séricos, especificamente a lipoproteína de baixa densidade ligada ao colesterol (LDL – colesterol), são depositados na placa. Quando pedaços da placa são desprendidos, podem iniciar a formação de coágulos que se alojam em outras partes do vaso (WILMORE & COSTILL, 2001). A isquemia miocárdica provoca distúrbios em nível celular, as quais resultam em alterações bioquímicas, ultraestruturais, eletrofisiológicas, hemodinâmicas e clínicas (BATLOUNI, 1995).

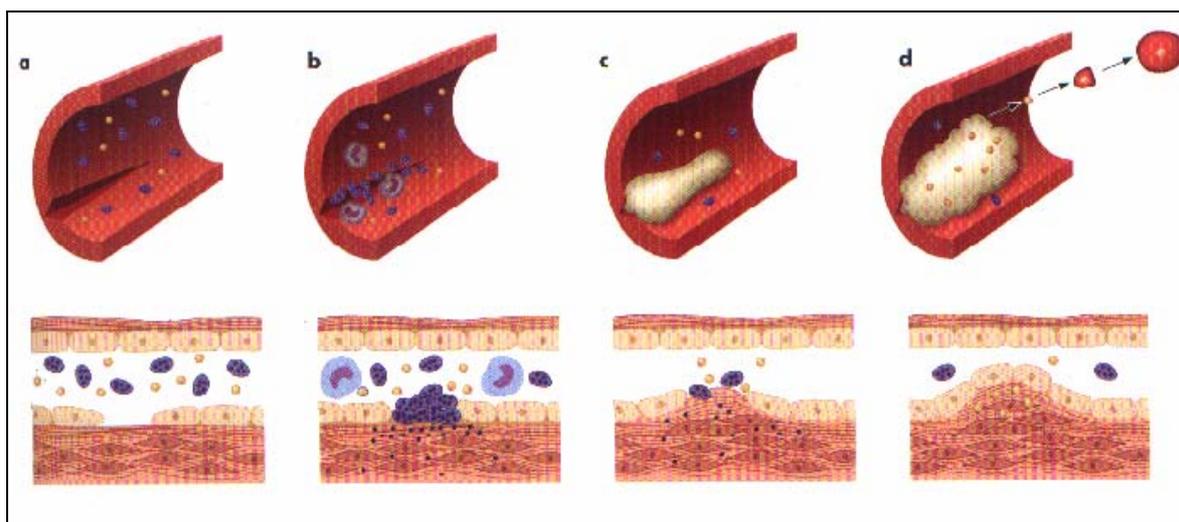


Figura 6 – Alterações da parede arterial com lesão, ilustrando a ruptura do endotélio e as alterações subsequentes que levam à aterosclerose (WILMORE & COSTILL, 2001).

Portanto, a isquemia miocárdica é o fenômeno principal na doença coronariana: sua maneira de se instalar, a intensidade e características evolutivas vão definir as formas clínicas desta enfermidade, reconhecendo-se os tipos clínicos definidos, sendo as duas formas mais conhecidas:

(1) *Infarto do Miocárdio*: corresponde a uma área de necrose do miocárdio decorrente de

uma isquemia intensa, causada por oclusão súbita de um ramo principal de uma das artérias coronárias, como ilustrado a localização em várias faces do coração na figura 7 (PORTO, 1994);

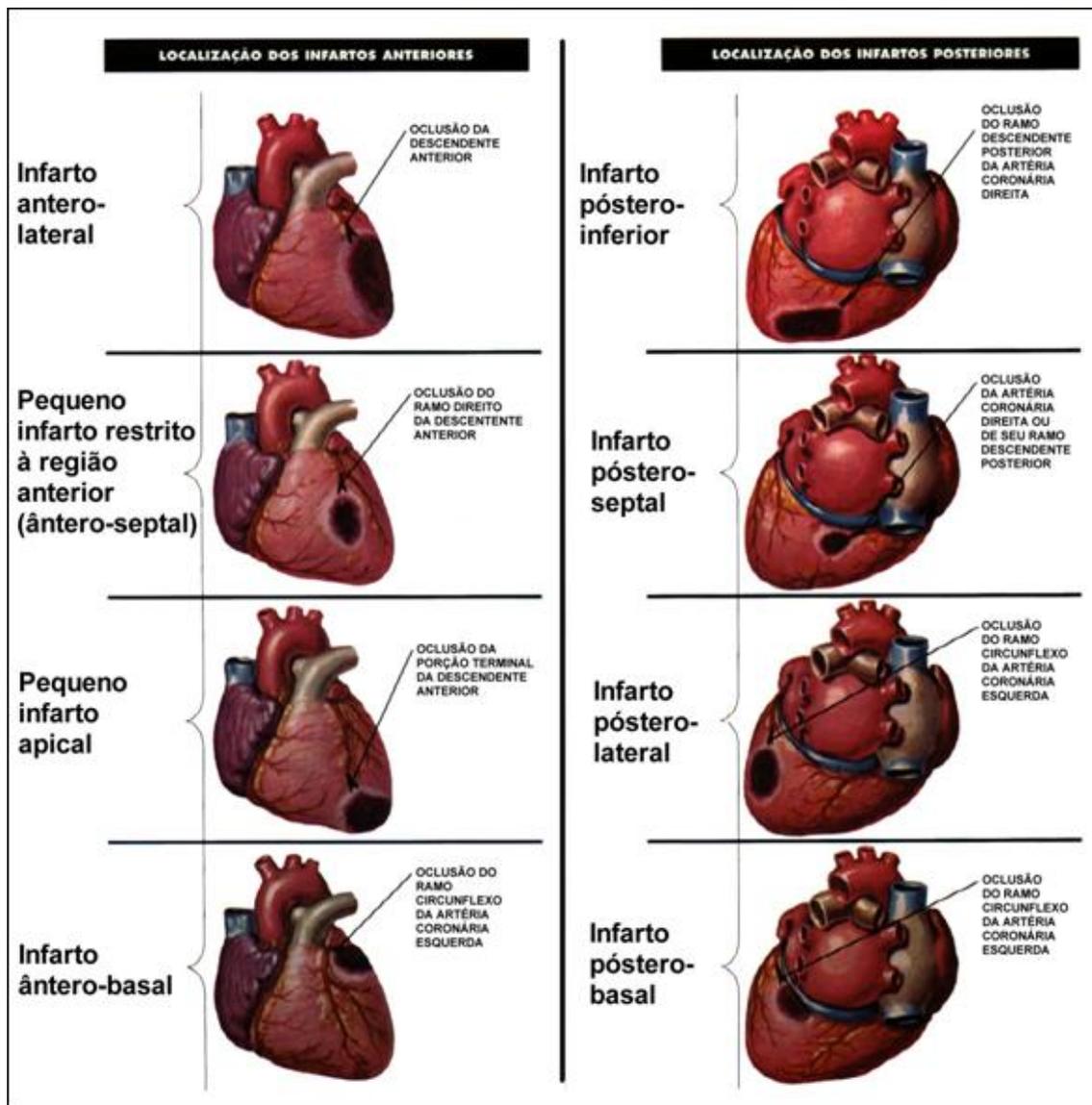


Figura 7 – Localização dos infartos anteriores e posteriores (NETTER, 1969).

(2) *Angina*: o mecanismo clássico descrito para a angina estável crônica é o desequilíbrio entre a oferta e o consumo de O_2 pelo miocárdio. A diminuição da oferta do suprimento de O_2 para o miocárdio pode ser decorrente de uma anormalidade da pressão de perfusão coronária, tempo de diástole, resistência coronária (arteríolas) e conteúdo e transporte de O_2 (BORGES, 2002). A dor no peito (angina) tem a localização retroesternal com irradiação para a região precordial e face interna do braço esquerdo, caráter constritivo ou opressivo, surgindo com

freqüência após esforço físico ou emoções, raramente durante o repouso. A duração é curta (em torno de 5 a 10 min), acompanhada de sudorese fria e pode ser aliviada com a simples interrupção do esforço (PORTO, 1994).

2.6 FATORES DE RISCO QUE LEVAM À DOENÇA ARTERIAL CORONARIANA (DAC)

Define-se como fator de risco uma característica ou elemento, endógeno ou exógeno, que se associa à maior probabilidade de desenvolvimento de uma enfermidade (PORTO, 1994).

Dentre os fatores de risco, encontram-se aqueles que podem ser modificados, como, hipertensão arterial, tabagismo, alcoolismo, obesidade, estresse, sedentarismo, dislipidemia não-familiar, diabetes, dieta inadequada, entre outros modificáveis. Há, ainda, os não-modificáveis, onde nenhum tipo de intervenção pode alterá-los, como, hereditariedade, envelhecimento, sexo masculino, dislipidemia familiar.

2.6.1 HIPERTENSÃO ARTERIAL

Segundo a IV DIRETRIZ BRASILEIRA DE HIPERTENSÃO ARTERIAL, 2002, a hipertensão arterial é um dos mais importantes fatores de risco para o desenvolvimento das doenças cardiovasculares, explicando 40% das mortes por acidente vascular encefálico e 25% daquelas por doença arterial coronariana. É definida como a força exercida pelo sangue sobre a parede do vaso, sofrendo mudanças contínuas durante todo o tempo dependendo das atividades, das posições e das situações (VEIGA JARDIM E SOUZA, 1997).

Graças à combinação entre a descarga intermitente da bomba cardíaca e a alta resistência das arteríolas, acoplada à elasticidade das artérias, o organismo consegue manter um aporte constante de sangue para irrigar os tecidos. As artérias são permanentemente submetidas a uma elevada pressão pulsátil: cerca de 120 mmHg de pressão máxima (sistólica)

e cerca de 80 mmHg de pressão mínima (diastólica). Se a resistência das arteríolas, que já é elevada, aumentar mais ainda, deve haver uma elevação adicional de pressão no sistema arterial para assegurar um fluxo inalterado nos capilares. Elevando-se a pressão mínima no sistema (acima de 90 mmHg), o coração é obrigado a aumentar também a pressão de descarga (a máxima tende a ficar acima de 130-140 mmHg). Como a resistência das arteríolas depende basicamente do seu calibre, sua redução eleva a pressão arterial, sendo, geralmente, responsável pela hipertensão, representada na figura 8 (KRIEGER & KRIEGER, 1994).

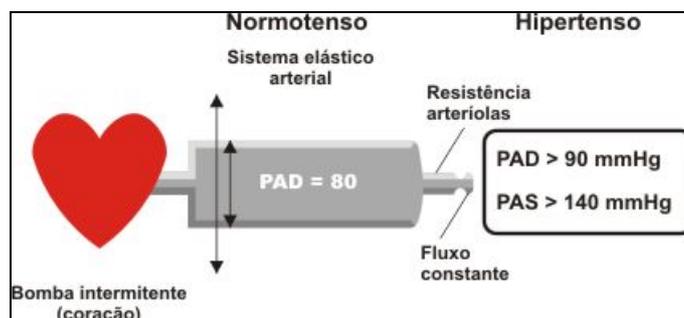


Figura 8- A elevada resistência que as arteríolas opõem à vazão do sangue faz com que parte do que foi ejetado pelo coração seja armazenado nas artérias. Depois, quando o coração estiver no processo de enchimento, essa porção será transferida para a periferia. O fluxo constante nos tecidos é obtido às custas de elevadas pressões nas artérias (PAS = pressão arterial sistólica ou máxima, PAD = pressão arterial diastólica ou mínima). A hipertensão ocorre quando há um aumento adicional de resistência (KRIEGER, & KRIEGER 1994).

A pressão arterial tem por finalidade promover a perfusão tecidual adequada e, com isso, permitir as trocas metabólicas (VEIGA JARDIM E SOUZA, 1997).

Ela é determinada pelo débito cardíaco, que é a força de propulsão do fluxo sanguíneo, imposta pela bomba cardíaca e pela resistência periférica, exercida pelos diferentes territórios vasculares (NASCIMENTO NETO, 1997).

Segundo CARAMELLI 1997, a hipertensão arterial, tanto sistólica como diastólica, é um dos três principais fatores de risco para a doença isquêmica do coração. Estudos demonstraram que a hipertensão arterial pode acentuar a disfunção ventricular pós-infarto e aumentar a incidência de isquemia e de infartos "silenciosos", de arritmias ventriculares e de

morte súbita. Uma das complicações da hipertensão arterial sistêmica é o desenvolvimento da hipertrofia ventricular esquerda, que é um fator de risco independente, tanto para o infarto do miocárdio quanto para o acidente vascular cerebral.

Segundo BARRETO et al., 1993, a pressão arterial é relacionada com o volume de sangue, podendo-se calcular a pressão arterial média pela equação (1).

$$PAM = \frac{PS + 2 \cdot PD}{3} \quad (1)$$

Onde: PAM = Pressão Arterial Média (mmHg)

PS = Pressão Sistólica (mmHg)

PD = Pressão Diastólica (mmHg)

O resultado não é confiável em pacientes com baixo débito cardíaco e alta resistência vascular sistêmica. Nesses casos, é aconselhável o uso de uma linha intra-arterial. Os níveis normais situam-se entre 70 e 105 mmHg.

2.7 FORMAÇÃO DO ÁCIDO LÁCTICO

A fonte energética imediata para toda a atividade nos seres humanos, assim como na maioria dos outros sistemas biológicos, provém da desintegração de um único composto químico: a “adenosina trifosfato ou ATP”. A produção de ATP pelo músculo e por outras células provém de energia liberada pela desintegração das substâncias alimentares como as gorduras (ácidos graxos), os carboidratos (glicólise e glicogênio) e, num grau muito menor, as proteínas (aminoácidos), e de outros compostos de alta energia, proporcionam o combustível para a energia tanto em repouso quanto durante o exercício, e envolve uma série de reações químicas tanto anaeróbicas (sem oxigênio) quanto aeróbicas (com oxigênio) (FOSS E KETEVIAN, 2000).

O aumento do ácido láctico no exercício progressivo deve-se à falta de oxigênio (hipóxia) no músculo em atividade. O aumento do nível de ácido láctico sanguíneo tem sido considerado uma indicação de aumento do metabolismo anaeróbico do músculo que está contraindo, em razão dos baixos níveis de O_2 nas células musculares (POWERS E HOWLEY., 2000).

Uma limitação importante da glicólise anaeróbica é que ela causa acúmulo de ácido láctico nos músculos e nos líquidos corporais. Nos eventos de explosão máxima durando de 1 a 2 min, o sistema glicolítico é altamente solicitado e as concentrações de ácido láctico podem aumentar de um valor de repouso de cerca de 1 mmol/kg de músculo para mais de 25 mmol/kg. Essa acidificação das fibras musculares inibe ainda mais a degradação do glicogênio, uma vez que ela compromete a função da enzima glicolítica. O ácido reduz a capacidade de ligação com o cálcio das fibras e, por essa razão, ele pode impedir a contração muscular (WILMORE E COSTILL, 2001).

O ácido láctico e o lactato não são o mesmo componente. O ácido láctico é um ácido com a fórmula química $C_3H_6O_3$, e o lactato é qualquer sal do ácido láctico. Quando o ácido láctico libera H^+ , o componente remanescente une-se com Na^+ ou K^+ para formar um sal. A glicólise anaeróbia produz ácido láctico, mas ele rapidamente se dissocia e o sal lactato é formado (WILMORE E COSTILL, 2001).

Acredita-se que a maior parte da produção da ATP utilizada para o fornecimento de energia à contração muscular nos estágios iniciais de um teste de exercícios progressivo é oriundo de fontes aeróbicas. No entanto, à medida que a intensidade do exercício aumenta, os níveis sanguíneos de ácido láctico começam a se elevar de forma exponencial, conforme ilustra a linha pontilhada da figura 9 (POWERS E HOWLEY., 2000).

O ácido láctico é um subproduto da glicólise anaeróbica, que não é responsável pela fadiga e pela exaustão em todos os tipos de exercícios. O ácido láctico acumula-se na fibra muscular somente durante o esforço muscular relativamente breve e de alta intensidade.

Quando é eliminado, o ácido láctico dissocia-se, transformando-se em lactato e causando um acúmulo de íons hidrogênio. Esse acúmulo de H^+ produz acidificação muscular, resultando numa condição conhecida como acidose (WILMORE E COSTILL, 2001). O ácido láctico também aumenta quando o trabalho muscular respiratório é acentuado e há fadiga muscular. É possível haver aumento do ácido láctico sem que haja acidose detectada na hemogasometria arterial em virtude dos mecanismos homeostáticos (DAVID, 2001).

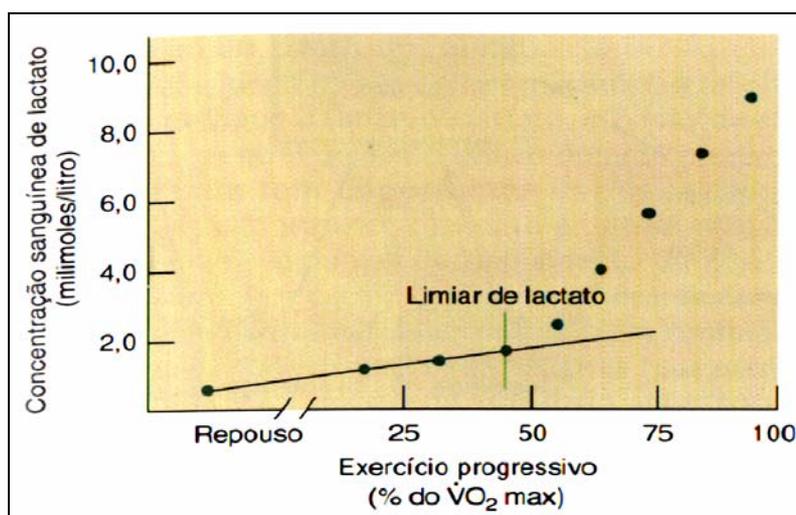


Figura 9 – Alterações da concentração sanguínea de ácido láctico durante exercício progressivo. O súbito aumento do lactato é conhecido como limiar de lactato (POWERS E HOWLEY., 2000).

A avaliação das mudanças que ocorrem na concentração sanguínea de lactato durante o exercício requer que seja obtida uma amostra de sangue muito pequena ($\sim 25\mu l$) em repouso e periodicamente durante o exercício progressivo. Em repouso, o lactato sanguíneo é de aproximadamente 0,5 mmol/l a 1,0 mmol/l,¹ e durante ou após o exercício pode ultrapassar 10 a 12 mmol/l. De fato, entre atletas de elite motivados, o lactato pode até mesmo aproximar-se de 14 a 16 mmol/l durante um exercício exaustivo (FOSS E KETELYIAN., 2000).

¹ 1 mmol/L de ácido láctico = 9 mg por 100 ml de sangue. Portanto, um nível de lactato em repouso de 0,6 mmol/L equivale a 5,4mg/100 ml de sangue. Um valor de 4 mmol/L no exercício corresponde 36 mg/100 ml de sangue.¹

2.8 OXIMETRIA DE PULSO

Na técnica de oximetria de pulso, emitem-se dois comprimentos de onda diferentes, nas faixas vermelho e infravermelho. A saturação de sangue arterial resulta da aplicação do princípio de Beer-Lambert, que estabeleceu que a concentração de um soluto dissolvido num solvente pode ser determinada pelo seu grau de absorção luminosa (EMMERICH, 1998). O sangue venoso tem maior absorção da luz vermelha, enquanto o sangue arterial absorve melhor o comprimento da onda da radiação infravermelha, podendo-se desta forma determinar o teor de saturação da oxi-hemoglobina (EMMERICH, 1998).

O oxímetro de pulso é um monitor não-invasivo, que monitora precisa e continuamente a saturação de oxigênio sanguíneo e pode facilmente detectar reduções da oxigenação causadas por complicações pulmonares ou perfusão inadequada. Enfim, mede a fração de oxi-hemoglobina em relação à hemoglobina reduzida (REGENGA, 2000).

2.9 TESTE DA CAMINHADA DE 12 MINUTOS

Alguns testes de campo da função cardiorespiratória incluem a mensuração de quanto tempo uma pessoa pode correr ou caminhar em um determinado período de tempo (12 a 15 min) ou quão rápido uma pessoa pode correr ou caminhar determinada distância (1,6 a 3,2 km). As vantagens desses testes incluem sua correlação moderadamente elevada com o VO_2 máx, o uso de uma atividade natural, o grande número de pessoas que podem ser testadas de uma só vez e o seu baixo custo (POWERS E HOWLEY., 2000).

2.10 TESTE ERGOMÉTRICO (TE)

BRUCE e HORNSTEN introduziram o teste de exercício em esteira em 1957 e, desde então, o diagnóstico de doença coronariana em pacientes com dor torácica tem sido a maior aplicação do eletrocardiograma de esforço (FERREIRA et al., 2001). É o teste ou método

mais solicitado pelos médicos para diagnosticar ou avaliar periodicamente o resultado do tratamento, por se tratar de um exame eficiente quanto à relação custo-benefício. O exercício, a forma mais comum de estresse fisiológico através do TE tem por objetivo submeter o indivíduo ao estresse físico programado e personalizado, com a finalidade de avaliar a resposta clínica, hemodinâmica, eletrocardiográfica e metabólica ao esforço (SOCESP, 1994).

Segundo SELLERA, 2001, as principais variáveis do teste ergométrico propostas como marcadores prognósticos são:

(1) Eletrocardiográficas: depressão máxima do segmento ST do ECG, elevação máxima de ST, desnivelamento de ST (infradesnivelamento, horizontal, supra desnivelamento), número de derivações com alterações de ST, duração da alteração de ST até a recuperação, índice ST/frequência cardíaca, arritmia ventricular induzida por exercício e tempo de aparecimento da alteração de ST;

(2) Hemodinâmicas: frequência cardíaca (FC) máxima ao exercício, pressão arterial (PA) máxima ao exercício, duplo produto máximo ao exercício (FC x PA), duração total do exercício, hipotensão ao esforço (queda abaixo dos valores pré-exercício) e incompetência cronotrópica;

(3) Sintomáticas: angina induzida pelo esforço.

Em 1954, ASTRAND e RHYMING estabeleceram as bases fisiológicas para o método, correlacionando o consumo de O₂ (capacidade aeróbica) com a frequência cardíaca a níveis sub-máximos de exercício. O ano de 1956 pode ser considerado um marco na evolução da ergometria pela introdução da esteira rolante e o respectivo protocolo (ilustrado pela tabela 1) para utilização desse novo equipamento por Bruce. Desde então, todos os protocolos existentes têm um único propósito de alcançar os valores máximos de VO₂ para diagnóstico da doença arterial coronariana obstrutiva.

Protocolos mais intensos podem ser utilizados em indivíduos fisicamente ativos e/ou em jovens aparentemente saudáveis, sendo os protocolos de Bruce ou de Ellestad os mais aplicados (II DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SOBRE TE, 2002).

Tabela 1 - Protocolo de Bruce. velocidade = km/h; Inclinação = em % da rampa; VO₂ máx = consumo máximo de oxigênio; MET = equivalente metabólico; duração = tempo de esteira; TTA= tempo total acumulados em minutos (MASTROCOLLA et al, 2001).

Estágio	velocidade (km/h)	Inclinação (%)	VO ₂ máx. (ml/kg/min)	MET (3,5ml/kg/min)	Duração (min)	TTA (min)
1	1,7	10	16,45	4,7	3	3
2	2,5	12	24,85	7,1	3	6
3	3,4	14	35,70	10,2	3	9
4	4,2	16	47,25	13,5	3	12
5	5,0	18	60,55	17,3	3	15
6	5,5	20	71,40	20,4	3	18
7	6,0	22	83,80	23,8	3	21

A mensuração comumente realizada em cada estágio do teste de esforço físico graduado é a escala subjetiva de Borg. A tabela 2 lista as escalas original e revisada. A escala original utilizava as classificações 6-20 para aproximar os valores da FC, de repouso à máxima (60-200). A escala revisada representa a tentativa de fornecer uma escala de pontuação dos valores da RPE (*Rating of Perceived Exertion* ou Avaliação do Esforço Percebido). As pontuações da RPE são bons indicadores do esforço subjetivo e proporcionam uma forma quantitativa de acompanhar o progresso do indivíduo durante um teste de esforço físico graduado ou uma sessão de exercício. Isso é útil para saber quando o indivíduo se encontra próximo da exaustão (POWERS E HOWLEY., 2000).

Na condição de realização de exercício físico em pacientes portadores de coronariopatia obstrutiva fixa, a desproporção entre oferta e consumo caracteriza-se, primordialmente, pelo aumento da demanda de oxigênio do miocárdio (MVO₂), causada por elevações da frequência cardíaca, contratilidade e pressão arterial, sem a resposta proporcional de aumento do fluxo coronariano e, conseqüentemente, da oferta de oxigênio, no

caso de lesão coronariana significativa. Caracteriza-se, portanto, como um quadro de *isquemia secundária* à modificação dos determinantes maiores do MVO_2 , diferente de uma situação de interrupção abrupta de fluxo, como, por exemplo, na condição de espasmo, que representa *isquemia primária*, diminuição de oferta, sem aumento da demanda (MASTROCOLLA et al., 2001).

Tabela 2 - Escala original e revisada de Borg, do esforço subjetivo (POWERS E HOWLEY., 2000).

Escalas de classificação do esforço subjetivo	
Escala de Classificação (original)	Escala de classificação (revisada)
6	0 nenhum
7 extremamente leve	0,5 extremamente leve (quase imperceptível)
8	1 muito leve
9 muito leve	2 leve (fraco)
10	3 moderado
11 leve	4 um pouco intenso
12	5 intenso (forte)
13 um pouco intenso	6
14	7 muito intenso
15 intenso	8
16	9
17 muito intenso	10 extremamente intenso (quase máximo)
18	• Máximo
19 extremamente intenso	
20	

2.11 PRÉ-CARGA E VOLUME SISTÓLICO

Com início do exercício físico, o aumento do tônus venoso mediado por reflexos autonômicos, leva a um aumento do retorno venoso para as câmaras direitas do coração. Um grande fluxo de sangue pelos grandes vasos passa para dentro do coração, ocorrendo uma leve distensão do ventrículo pelo maior aporte sanguíneo com discreto aumento de sua pressão de enchimento, levando a uma taquicardia e aumento do débito cardíaco. O coração entra num ciclo de recebe e distribui sangue, sendo o retorno venoso fundamental para que este processo ocorra e possa manter, com isso, o débito cardíaco elevado (KAWAMURA, 2001).

Ao lado da vasoconstrição venosa mediada pelo sistema nervoso simpático, os “corações periféricos”, representados pelas grandes massas musculares, principalmente, dos membros inferiores, exercem função bombeadora, que impulsiona sangue para o coração quando acionados pelo exercício físico. A “bomba toraco-abdominal” desenvolvida pelo aumento da pressão negativa intra-torácica e incrementada pelo aumento da frequência respiratória favorece, também, esse processo de maior aporte de sangue ao coração (KAWAMURA, 2001).

2.12 CONTRATILIDADE E PÓS-CARGA

Quando o maior volume de sangue entra no coração, em sua fase diastólica, distende suas fibras musculares, que respondem com aumento da força de contração. Ocorrem, neste instante, outros mecanismos, como o estímulo produzido pelas catecolaminas e o aumento da adenilciclase, gerando maior produção de ATP, o que resulta em aumento da contratilidade e da frequência cardíaca. Esta resposta mecânica ventricular é ditada pela lei de Starling, representada na figura 10 (KAWAMURA, 2001).

2.13 INTERVALO SISTÓLICO E DIASTÓLICO

A irrigação sangüínea ocorre, principalmente, durante a diástole, no repouso, cerca de dois terços do tempo são designados para essa finalidade (KAWAMURA, 2001).

Quando o coração se acelera durante o exercício físico, ocorre a diminuição gradativa da duração da sístole, porém, menor que a diminuição da duração da diástole e assim um menor tempo é designado para a nutrição das fibras miocárdicas. Essa diminuição relativa da diástole é um fator limitante do aumento da frequência cardíaca, pois, a partir de determinada frequência tende-se, efetivamente, à menor duração e à menor intensidade da perfusão miocárdica (KAWAMURA, 2001). O endurecimento das fibras miocárdicas decorrente do

envelhecimento leva a uma diminuição da irrigação coronariana e da frequência cardíaca máxima de esforço (KAWAMURA, 2001).

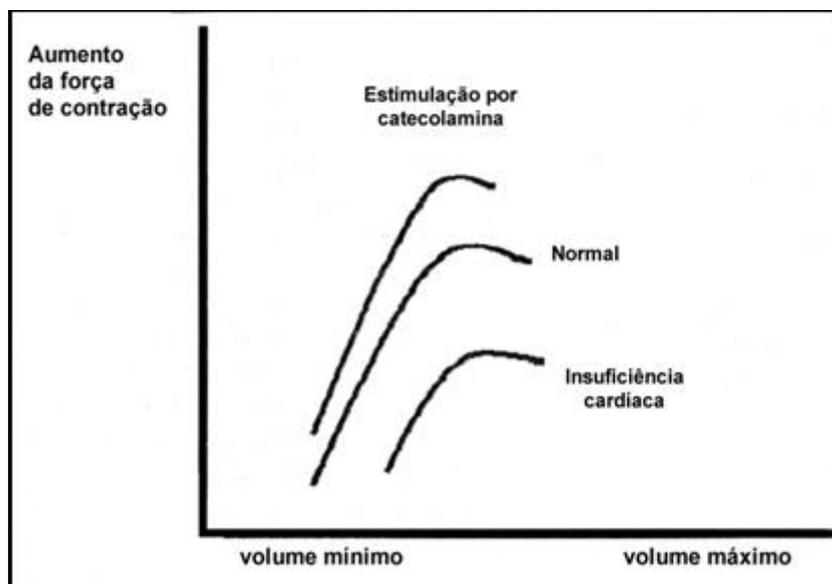


Figura 10- Curvas de Starling: maior força é gerada pelo aumento do estiramento das fibras miocárdicas, influenciada por vários fatores mecânicos e metabólicos (KAWAMURA, 2001).

2.14 FREQUÊNCIA CARDÍACA (FC)

A frequência cardíaca aumenta com a intensidade do esforço, conseqüentemente, com o consumo de oxigênio, dentro dos limites definidos (faixa de 50 a 90% do VO_2 max) (II DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SOBRE TE, 2002).

Durante o exercício, a quantidade de sangue bombeado pelo coração deve ser alterada de acordo com a demanda de oxigênio do músculo esquelético. Como o nodo sino-atrial controla a frequência cardíaca, as alterações desta envolvem fatores que o influenciam. Os dois fatores mais proeminentes que influenciam a frequência cardíaca são os sistemas nervoso parassimpático e simpático (POWERS E HOWLEY., 2000).

Sua elevação desproporcional em relação à carga de trabalho imposta é usualmente encontrada em sedentários, em pessoas muito ansiosas, e outros estados que impossibilitem seu curso normal frente ao esforço (II SBCTE, 2002). A incompetência cronotrópica ou

dificuldade de ascensão da FC frente ao nível de esforço empregado pode ser sinal de coronariopatia ou miocardiopatia, e definida como a incapacidade do paciente elevar a FC a um valor inferior a 2 desvios padrão da FC máxima prevista (24 bpm), sem outras limitações concomitantes. A queda da FC com a progressão do esforço, apesar de ser um achado, apresenta alta correlação com doença isquêmica, sendo critério absoluto para interrupção do esforço (II DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SOBRE TE, 2002). A frequência cardíaca máxima reflete a capacidade máxima de um indivíduo captar, transportar e liberar oxigênio pelos músculos em atividade contrátil (REGENGA, 2000), e pode-se calcular por meio da seguinte equação (2).

$$FCM = (220 - I) \quad (2)$$

Onde: FCM : frequência cardíaca máxima (bpm)

I : idade do indivíduo (anos)

A frequência cardíaca submáxima, por outro lado, é quando a concentração de ácido láctico muscular e sanguíneo aumentam acima dos valores de repouso (REGENGA, 2000), pode calcular-se pela seguinte equação (3).

$$FCSubmáx = (195 - I) \quad (3)$$

Onde: $FCsubmáx$: frequência cardíaca submáxima (bpm)

I : idade do indivíduo (anos)

A anatomofisiologia cardíaca possui uma forte relação entre a idade, frequência cardíaca e a carga de esforço. Isso foi delineado de tal forma que a frequência cardíaca acelera até um certo ponto, não ultrapassando o necessário para a faixa etária (KAWAMURA, 2001). Quando se aumenta a carga de esforço, ocorre o aumento linear da FC e do consumo de oxigênio. Quando se incrementa ainda mais a carga de esforço a fim de atingir a FC máxima preconizada para a idade, podem ser observados sintomas de exaustão extrema acompanhados

de sinais de hipóxia. Nessa fase, ocorre produção de ácido láctico, que rapidamente deprime a função cardíaca e produz vasodilatação periférica e queda da pressão arterial (KAWAMURA, 2001).

2.15 CONSUMO DE OXIGÊNIO (MVO_2)

O consumo basal do miocárdio é cerca de 8 a 10 ml/min/100g de músculo. Mesmo com o coração sem atividade, aproximadamente 30% dessa quantidade é necessária. Durante o exercício físico, o MVO_2 aumenta 200% a 300%, graças ao alongamento das fibras musculares cardíacas, ao aumento do volume diastólico, da pressão ventricular, da velocidade de contração e a outros mecanismos ainda não totalmente conhecidos, tal como a habilidade em realizar metabolismo anaeróbico pelo coração. Existe uma função progressivamente direta entre frequência cardíaca, fluxo coronariano e consumo de oxigênio pelo miocárdio (MVO_2). Assim, dentro de certos limites, pode-se prever que quando a frequência cardíaca atingida durante o esforço for máxima, o fluxo coronariano e o consumo de O_2 miocárdico também serão máximos. Se houver aumento da resistência periférica (pós-carga), também haverá aumento do MVO_2 (KAWAMURA, 2001). Dessa forma encontra-se na equação (4):

$$MVO = 0,0014 \cdot DP - 6,3 \quad (4)$$

Onde: MVO_2 = consumo de oxigênio (ml/kg/min)

DP = duplo produto (bpm . mmHg)

2.16 CONSUMO MÁXIMO DE O_2 ($VO_{2MÁX}$)

A capacidade máxima de um indivíduo para realizar um trabalho aeróbico é definida pelo consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$), dado pelo produto do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa, em testes exaustivos (TEBEXRENI et al., 2001).

A transcrição da duração do exercício físico e da carga atingida em MET (múltiplos metabólicos do consumo basal de 3,5 ml/kg/min de O_2) tem a vantagem de fornecer uma medida comum e independente do protocolo/ergômetro utilizado (KAWAMURA, 2001).

A equação para o cálculo da estimativa do VO_2 em ml/kg/min (em mililitros por quilograma de massa corpórea por minuto) em esteira supõe que o indivíduo esteja caminhando entre 3,2 e 6,4 km/h, sem apoiar-se no corrimão, e que a esteira esteja calibrada. São consideradas as componentes horizontal e vertical, e o consumo de oxigênio é dado pelo somatório dos dois. Obtém-se a componente horizontal multiplicando-se a velocidade (m/min) pela constante 0,1 (ml de O_2 /kg/min). A componente vertical é obtida pelo produto da velocidade (em metros/minuto) com a inclinação e a constante 1,8 (ml de O_2 /kg/min). Dessa forma, encontra-se na equação (5):

$$VO_2 = v \cdot \left[0,1 + \left(\frac{I}{100} \cdot 1,8 \right) \right] + 3,5 \quad (5)$$

Onde: VO_2 : Consumo Máximo de Oxigênio (ml/kg/min)

v : velocidade (m/min)

I : Inclinação (%)

A equação (6) mostra uma outra forma para calcular VO_2 máx:

$$VO_2 = 3,78 \cdot t + 0,19 \cdot MET \quad (6)$$

Onde: VO_2 : Consumo Máximo de Oxigênio (ml/kg/min)

t : tempo (min)

MET : 3.5 equivalente metabólico (ml/kg/min)

2.17 EQUIVALENTE METABÓLICO (MET)

Na evolução recente do infarto do miocárdio, o achado de baixa capacidade funcional ou pouca resistência (gasto metabólico abaixo de 5 MET), traduzido por comportamento deprimido, em platô ou queda de pressão arterial durante o exercício, infradesnível do

segmento ST ou angina, induzidos em pequeno nível de trabalho realizado, mas com maior poder para a triagem clínica em “candidatos” e “não aptos” à realização da prova, evidenciaram-se como parâmetros de risco aumentado para eventos coronarianos (MASTROCOLLA et al., 2001).

A capacidade funcional, quando medida diretamente, é expressa em equivalente metabólico (MET) em que 1 MET representa o consumo de O₂ em repouso e vale 3,5 ml/kg/min expressa pela equação 6. Fatores que variam o VO₂ são idade, sexo, estado funcional, presença de doença e medicamentos que influenciam em seus componentes (TEBEXRENI et al., 2001). Dessa forma encontra-se na equação (7):

$$MET = 3,5 \cdot VO_2 \quad (7)$$

Onde:

VO_2 = Consumo Máximo de Oxigênio (ml/kg/min)

MET = 3,5 equivalente metabólico (ml/kg/min)

2.18 DUPLO PRODUTO (DP)

Segundo MASTROCOLLA et al., 2001, o aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial sistólica que ocorre durante o exercício resulta num aumento da carga de trabalho imposta ao coração. A demanda metabólica aumentada imposta ao coração durante o exercício pode ser estimada examinando-se o duplo produto que é calculado pela equação (8):

$$DP = FC \cdot PAS \quad (8)$$

Onde:

FC = frequência cardíaca (bpm)

PAS = pressão arterial sistólica (mmHg)

DP = duplo produto (bpm . mmHg)

2.19 INSUFICIÊNCIA CORONARIANA E TESTE ERGOMÉTRICO

Os portadores de insuficiência coronariana diagnosticada, seja por angina estável ou assintomáticos, tais como re-vascularização e pós-angioplastia, devem ser constantemente avaliados pelo teste ergométrico para quantificar a intensidade da isquemia (KAWAMURA, 2001).

Segundo CHALELA et al., 2001, a mudança no segmento ST, o principal marcador de isquemia ao esforço, não é patognomônico de doença arterial coronariana obstrutiva, pois reflete, especificamente, alterações metabólicas e elétricas nos ventrículos e, indiretamente, na anatomia coronariana. Demonstra isquemia miocárdica, porém, sem qualquer compromisso com o diagnóstico de sua etiologia.

Assim, a presença de importante desnivelamento do segmento ST associado à baixa capacidade funcional implica em pior prognóstico e reavaliação de conduta, com provável adição de outros exames. Todavia, discretas alterações isquêmicas associadas a VO_2 elevado, com duplo produto acima de 30.000, sugerem boa evolução da doença e melhor prognóstico. Tem-se conhecimento que o risco de morte súbita durante o exercício físico em cardiopatas é muito baixo (1 morte para cada 784.000 horas/exercício), mas superior ao da população em geral. Por outro lado, em pacientes recuperados de infarto agudo do miocárdio, a de baixa tolerância de esforço físico no teste ergométrico identifica uma população de risco maior. Indivíduos que não conseguem atingir 5 MET têm prognóstico pior. A incapacidade de elevar a pressão arterial de +10 mmHg a +30 mmHg durante a aplicação do teste ergométrico tem sido importante preditora de efeitos adversos após o infarto agudo do miocárdio (SELLERA, 2001).

Na angina típica, a presença de mudanças na duração dos episódios de dor, de sua frequência e de seu limiar, e sua ocorrência em repouso ou em baixo nível de esforço definem maior gravidade e menor probabilidade de doença arterial coronariana importante. São considerados como indivíduos de baixo risco, aqueles sem angina de repouso ou angina noturna e com eletrocardiograma normal ou inalterado (sem alteração quando patológico). São indivíduos considerados de alto risco aqueles que apresentam sinais de edema pulmonar,

angina persistente por mais de 20 min, angina com presença de terceira bulha, aparecimento ou piora de sopro de regurgitação mitral, hipotensão ou mudança do segmento ST maior ou igual a 1,0 mm (BUGLIA et al., 2001).

2.20 FADIGA RESPIRATÓRIA

A estimulação repetida, com frequências cada vez maiores, aumenta ainda mais o grau de contração, diminuindo cada vez mais o período de relaxamento, até atingir a tetanização completa, fenômeno no qual apresenta-se uma contração mantida. Se porventura a contração tetânica for mantida durante determinado período, o músculo começará a não responder mais aos estímulos, deixando de se contrair entrando em fadiga muscular. O fornecimento de oxigênio e nutrientes como ATP começam a degradar-se (DOUGLAS, 1994).

É importante considerar que o aumento da frequência respiratória significa também aumento do fluxo inspiratório (DAVID, 2001). Fadiga muscular respiratória, especificamente do diafragma, define-se como a inabilidade do músculo em continuar a gerar força. Em pessoas saudáveis, a fadiga ocorre acima de condições extremas ou em alta demanda de exercícios (GONZALEZ et al., 2003).

A fadiga muscular respiratória é uma diminuição reversível da força muscular inspiratória que não gera pressão (força) suficiente para manter adequada ventilação alveolar. A fraqueza é o impedimento na capacidade de um músculo descansado de gerar força (DAVID, 2001).

As fibras musculares podem ser classificadas histologicamente em tipo I, IIa e IIb. As fibras tipo I contraem-se mais lentamente e são resistentes à fadiga, permitindo trabalho muscular continuado. As fibras tipo IIa são oxidativas e resistentes à fadiga moderada e as IIb são mais rápidas, glicolíticas e fadigam-se mais facilmente. Cerca de 50% do diafragma e 60% dos músculos intercostais são constituídos por fibras tipo I. Na respiração normal, as contrações são essencialmente por fibras resistentes à fadiga (tipo I) e, em situações de grande estímulo respiratório (hipóxia, hipercapnia, acidose, aumento da carga de trabalho muscular),

há recrutamento de fibras menos resistentes à fadiga do tipo IIa e IIb, que compõem a reserva de unidades motoras respiratórias. A persistência por tempo prolongado de excessivo trabalho muscular respiratório pode levar à fadiga e hipoventilação alveolar (DAVID, 2001).

O quadríceps fadiga pela diminuição da oxigenação tecidual e é liberado em grande escala o ácido láctico aumentando a hiperpnéia (DAVID, 2001). Reto femoral, vasto lateral, vasto medial e vasto intermédio formam o grupo muscular quadríceps. Um grupo muscular potente, responsável pela extensão do joelho, é três vezes mais forte que os flexores. Isto é justificado pelo fato dos extensores do joelho terem que vencer a gravidade durante a subida de uma rampa. O quadríceps interfere na função de subir escadas ou caminhar em ladeiras ascendentes (KENDALL, 1987).

À medida que aumenta o volume pulmonar, a força elástica que se opõe à insuflação pulmonar também aumenta. Normalmente, durante a ventilação tranqüila, a resistência elástica é o maior componente do trabalho elástico referente à expansão da caixa torácica é significativo somente em altos volumes pulmonares. A resistência aérea, também denominada de ôhmica, é o segundo maior componente do trabalho respiratório, embora possa aumentar acentuadamente quando há obstrução ao fluxo aéreo e em altos fluxos inspiratórios. Quando existe excesso de carga de trabalho respiratório, ocorrem mecanismos de adaptação do sistema com diminuição do volume corrente (VC) e aumento da frequência respiratória (FR). Estas alterações aumentam a ventilação com um mínimo de trabalho muscular. Estes aspectos são bem observados em patologias respiratórias restritivas e quando há fadiga muscular respiratória (DAVID, 2001).

Na agudização dos portadores de doenças pulmonares obstrutivas crônicas e com insuficiência respiratória crônica, existe usualmente fadiga com acidose respiratória, hipoxemia, elevação progressiva da PaCO_2 e aumento do ácido láctico. VIALE et al., 1998, indicam que o uso do BiPAP (PSV + PEEP) nesses pacientes pode produzir baixa regulação do estímulo respiratório com aumento da eficiência inspiratória e diminuição do trabalho respiratório.

CAPÍTULO 3

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste capítulo, descrevem-se os materiais e métodos empregados para avaliar a eficácia da técnica BiPAP aplicada durante a caminhada de 12 min e o teste ergométrico, com o intuito de melhorar a sensibilidade deste teste no diagnóstico da DAC. O projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa dos Hospitais da Aliança Saúde PUCPR - Santa Casa, tendo sido aprovado sob o parecer nº 045/03, e cuja carta de aprovação encontra-se no anexo 1. Os voluntários que participaram do trabalho e todos os profissionais da área da saúde envolvidos foram informados sobre todos os detalhes referentes a pesquisa assinando um termo de consentimento que se encontra em anexo 2.

3.1 MATERIAIS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, utilizou-se a esteira rolante nas duas fases do teste ergométrico e o incentivador respiratório BiPAP somente na segunda fase dos testes ergométrico e da caminhada de 12 min. Ainda foram empregados: esfigmomanômetro, estetoscópio, oxímetro de pulso e um analisador portátil de lactato.

Os testes foram realizados no Ginásio de Esportes da Associação dos Servidores Públicos do Paraná (ASPP), no Hospital do Coração e na Clínica Sugisawa (setor de cardiologia), em Curitiba, Paraná, acompanhados por médicos cardiologistas. Todos os voluntários foram selecionados aleatoriamente do Hospital do Coração, da Clínica Cardiológica do Paraná, Clínica Sugisawa e de consultórios médicos.

3.1.1 CAMINHADA DE 12 MINUTOS

A caminhada de 12 min foi realizada em duas etapas, uma sem e outra com o incentivador respiratório BiPAP. A figura 11 ilustra um dos voluntários completando a caminhada de 12 min com o BiPAP e no qual verifica-se a FC final.

No teste de caminhada de 12 min, efetuou-se a análise comparativa da distância percorrida e da frequência cardíaca máxima entre as duas etapas.



Figura 11 - Foto de um voluntário durante a caminhada de 12 min realizada na Associação dos Servidores Públicos do Paraná, Curitiba, PR.

3.1.2 ESTEIRA ROLANTE

As esteiras utilizadas na pesquisa foram das marcas INBRASPORT e HT-3000.



Figura 12 - Foto de um voluntário realizando o teste ergométrico em uma esteira rolante no Hospital do Coração, Curitiba, PR.

O teste ergométrico foi realizado seguindo o “protocolo de Bruce”(pág.27), primeiramente sem o uso do BiPAP e após 20 dias um novo teste foi realizado com o uso do incentivador. Daí, então, efetivou-se a comparação e análise dos dados hemodinâmicos, metabólicos e fisiológicos obtidos no teste ergométrico, de forma quantitativa, ilustrado nas figuras 12 e 13.



Figura 13 - Foto de um voluntário realizando o teste ergométrico em uma esteira rolante realizado dentro do espaço da Clínica Sugisawa, Curitiba, PR.

Realizou-se, ainda, a análise comparativa das variações cardiorrespiratórias nas duas etapas, por meio dos parâmetros do teste ergométrico, através da oxímetria e teste de lactato.

3.1.3 INCENTIVADOR RESPIRATÓRIO – BiPAP

A ventilação mecânica utilizada na pesquisa foi proporcionada pelo equipamento BIPAP Synchrony – Sistema de Suporte Ventilatório, da marca Respironics®.

O Synchrony, mostrado na figura 14, é um sistema de ventilação de baixa pressão, com controle eletrônico da pressão. Seus controles de pressão são ajustados para fornecer suporte da pressão para assistência ventilatória ao voluntário.



Figura 14 – Incentivador respiratório BiPAP empregado durante a pesquisa.

O Synchrony fornece uma resposta às variações de fluxo do indivíduo, que indica movimento na inspiração ou expiração, mesmo na presença das habituais saídas de ar no circuito do indivíduo. A regulação automática do limiar deste acionador na presença de fugas torna o sistema ideal para o apoio ventilatório com aplicação de uma máscara. O tempo de subida possível de ser controlado pelo indivíduo pode melhorar o sincronismo indivíduo-ventilador e aumentar o conforto do indivíduo.

O modo de operação configurado para o trabalho foi o “modo S”, espontâneo, o qual fornece suporte de pressão em dois níveis. A unidade aciona a Pressão Inspiratória Positiva nas Vias Respiratórias (IPAP) em resposta ao esforço inspiratório espontâneo e passa para a Pressão Expiratória nas Vias Respiratórias (EPAP) durante a expiração. A figura 15 ilustra o acionamento do aparelho durante a inspiração, seu ciclo de trabalho e expiração no modo espontâneo “S”.

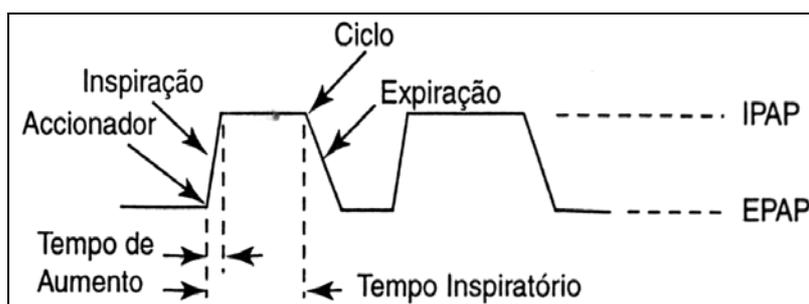


Figura 15 – Esquema de acionamento e ciclos do modo espontâneo “S”.

3.1.4 ESFIGMOMÂNOMETRO E ESTETOSCÓPIO

O esfigmomanômetro utilizado é da marca B-D e o estetoscópio da marca Litmann, ambos procedentes da Alemanha. Os aparelhos (figura 16) foram usados no período do teste ergométrico, para verificar a pressão arterial pré-teste, em cada estágio do teste ergométrico e no final do exame quando os níveis da pressão arterial estavam em repouso.



Figura 16 – Estetoscópio e esfigmomanômetro utilizados durante a pesquisa experimental.

3.1.5 OXÍMETRO PORTÁTIL

O oxímetro, da marca BCI 3301, é o método que permite a medição rápida e precisa de SpO_2 e frequência de pulso ilustrado na figura 17.

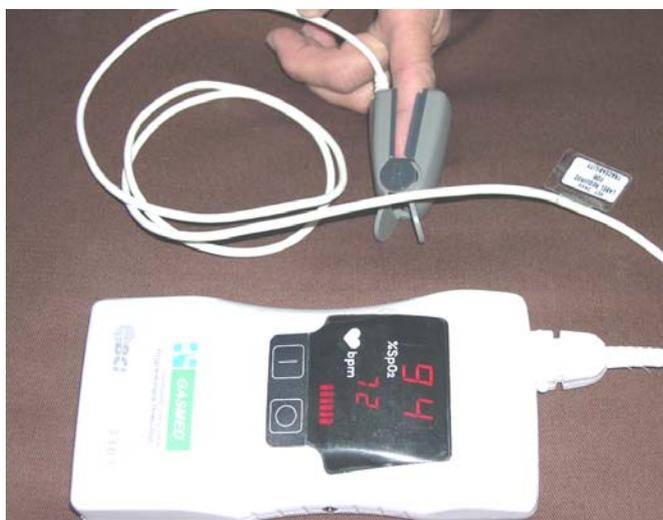


Figura 17 – Oxímetro de pulso portátil empregado durante o protocolo experimental.

O oxímetro processa esses sinais, separando os parâmetros que não variam com o tempo (espessura do tecido, cor da pele, intensidade da luz e sangue venoso) dos parâmetros que variam com o tempo (volume arterial e SpO_2) para identificar a frequência de pulso e calcular a saturação de oxigênio. Os cálculos de saturação de oxigênio podem ser efetuados porque o sangue saturado em oxigênio absorve menos luz vermelha do que o sangue com baixa concentração de oxigênio.

3.1.6 ANALISADOR PORTÁTIL DE LACTATO

O analisador utilizado é da marca ACCUSPORT, modelo 1488767-4,5V, procedente da Alemanha, e encontra-se ilustrado na figura 18 (à esquerda).



Figura 18 – Analisador de lactato portátil, fitas e agulhas de teste descartáveis.

A fita de teste empregada é fabricada pela indústria BM-LACTATE - Alemanha. Na fita, é colocada a gota de sangue para ser analisada.

As agulhas descartáveis, da marca ACCU-CHEK (Alemanha), ilustradas na figura 18 (à direita), são utilizadas para perfurar a pele do dedo e colher a amostra de sangue para análise no lactímetro.

3.2 METODOLOGIA

Na caminhada de 12 min, contou-se com a presença de 31 voluntários coronarianos estáveis; já no teste ergométrico, a amostra constou de 31 voluntários, sendo que 1 foi excluído por se tratar de uma cardiopatia descompensada, não estando de acordo com as características da pesquisa. Foram selecionados voluntários do gênero masculino, variando a idade entre 49 e 68 anos, todos com insuficiência coronariana estável, sob acompanhamento e tratamento cardiológico.

Os participantes da pesquisa foram selecionados por meio de um questionário durante um período de três meses, aleatoriamente, em hospitais e clínicas, com fatores de risco associados e história familiar. Os voluntários foram submetidos a uma avaliação física, para verificar se cumpriam com os requisitos da pesquisa.

3.2.1 PESQUISA DIAGNÓSTICA

Para identificar e selecionar os voluntários com doença arterial coronariana que iriam participar da pesquisa, elaborou-se um questionário objetivo, conforme mostra o anexo 4.

3.2.2 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Primeiramente, o voluntário selecionado passou por uma avaliação e seu médico suspendeu ou substituiu os remédios dos voluntários hipertensos durante 5 dias, onde pudessem interferir na caminhada de 12 min e no teste ergométrico. No dia marcado, o participante compareceu ao ginásio de esportes para avaliação da frequência cardíaca em repouso que precedeu o teste da caminhada e ao final foi verificada novamente a frequência cardíaca (final) e a distância percorrida, nas duas fases. Na primeira fase, aplicou-se o teste de caminhada de 12 min sem o incentivador respiratório BiPAP. Após 15 dias, os voluntários retornaram ao local para realizar a segunda fase do trabalho que consistia de uma segunda caminhada de 12 min com a utilização do incentivador respiratório BiPAP, ajustado no modo espontâneo (S), fornecendo suporte de pressão com dois níveis. A técnica aciona a Pressão Inspiratória Positiva nas Vias Respiratórias (IPAP) em resposta ao esforço inspiratório espontâneo e passa para a Pressão Expiratória nas Vias Respiratórias (EPAP) durante a

expiração. Na pesquisa, o IPAP foi ajustado para 14 cmH₂O e o EPAP em 7 cmH₂O.

No dia marcado para fazer a primeira fase do teste ergométrico sem o incentivador respiratório BiPAP, o voluntário era encaminhado para se deitar numa maca. O tempo suficiente para fazer o eletrocardiograma de repouso, que precede ao exame. O voluntário subia na esteira rolante, onde era monitorado durante todo o período do teste e conectava-se ao dedo indicador direito o oxímetro que efetuava a leitura de seus dados, e o exame era iniciado com a esteira em movimento. Ao final do primeiro estágio, verificava-se a pressão arterial (PA) e a frequência cardíaca (FC), prosseguia-se com o segundo estágio, verificando-se no final a PA e a FC, assim sucessivamente, ocorrendo o terceiro estágio, quarto, até a exaustão ou até atingir a frequência cardíaca máxima. O teste poderia ser suspenso por apresentar qualquer alteração no eletrocardiograma ou acentuação da PA (220/120mmHg). Após o término do teste e a parada lenta da esteira (1,7km), lia-se o valor do oxímetro e cronometrava-se 3 min e 30s para a coleta da gota de sangue do dedo médio esquerdo para análise do ácido láctico. Após o voluntário retornar ao seu estado de repouso e verificadas as pressões arteriais e frequência cardíacas, era liberado do exame, retornando após 15 dias para repetir o teste ergométrico com o uso do incentivador respiratório BiPAP, ajustado o IPAP e EPAP como no teste de caminhada, durante todo o transcurso do teste.

Os dados coletados durante o teste ergométrico para a pesquisa foram: (1) frequência cardíaca, primeira e segunda fases; (2) pressão arterial, primeira e segunda fases; (3) VO₂máx, primeira e segunda fases; (4) MVO₂, primeira e segunda fases; (5) MET, primeira e segunda fases; (6) duplo produto, primeira e segunda fases; (7) oxímetro, primeira e segunda fases; (8) ácido láctico, primeira e segunda fases.

Os procedimentos realizados anteriormente, durante e posteriormente à caminhada de 12 min e ao teste ergométrico não apresentaram quaisquer dificuldades.

3.2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O método estatístico empregado na caminhada de 12 min para avaliação da variação da frequência cardíaca baseou-se em um estudo paramétrico para verificar se a diferença entre as médias da frequência cardíaca final sem o BiPAP (FCFSEM) e da frequência cardíaca final

com o BiPAP (FCFCOM) era significativa. Aplicou-se o teste t pareado que testa “se a média das diferenças intrapar difere ou não significativamente de zero” (BEIGUELMAN, 1996, p. 147). Para a distância percorrida também foi aplicado o teste t de Student pareado. O nível de significância utilizado foi de 0,05.

As variáveis obtidas durante o teste ergométrico nas duas fases foram submetidas a um estudo estatístico, descrito por meio de tabelas e gráficos, para verificação da existência de concordância entre as variáveis e o nível de significância. Para a análise estatística dos dados foram utilizados os testes t de Student, os testes não paramétricos de Wilcoxon e a prova de McNemar. A prova de Wilcoxon é aplicável em amostras relacionadas quando o pesquisador deseja determinar se duas condições são diferentes (SIGEL, 1977, p.84). Ela considera não só o sentido, mas o valor das diferenças.

A prova de Wilcoxon, também chamada de teste de Wilcoxon, atribuída para pares comparados, é aplicável, em amostras relacionadas quando o pesquisador deseja determinar se duas condições são diferentes. Ela considera não só o sentido, mas o valor das diferenças, portanto, uma prova bastante poderosa. São atribuídos postos às diferenças de cada par, independentemente dos sinais. Em seguida, é colocado o sinal da diferença a cada posto, ou seja, quais postos decorrem de diferenças negativas e quais de diferenças positivas. Se os dois tratamentos são equivalentes à soma dos postos (T) com sinal mais, deverão ser aproximadamente iguais à soma dos postos com sinal menos. Se, entretanto, a soma dos postos positivos for muito diferente da soma dos negativos, pode-se inferir que os tratamentos produzem resultados diferentes. Ou seja, rejeita-se H_0 quando a soma dos postos negativos ou positivos for muito pequena. Quando o número de elementos da amostra for grande ($n > 25$), considera-se que a soma dos postos (T) têm distribuição normal, então, calcula-se o valor de z associado ao seu respectivo valor de p_{calc} , probabilidade associada à ocorrência sob H_0 , que deve ser comparada com o nível de significância definido ($p = 0,05$). O critério de rejeição de H_0 ocorrerá quando $p_{calc} < p$.

O teste t de Student serve para comparar a média de uma variável contínua em 2 amostras, de maneira a determinar se existe ou não diferença entre a média das duas observações que exceda a diferença que se esperaria por acaso. Quando as duas amostras vêm do mesmo grupo, o teste t pareado é usado. O cálculo é feito tomando-se a diferença

observada entre os valores antes e depois dividido pela variação em torno desta diferença (erro padrão). Então, é obtido o valor de p_{calc} : se o valor de t é grande, o valor de p_{calc} será pequeno, pois é impossível que uma razão grande de t seja obtida por acaso. Se o valor do p_{calc} é 0,05 ou menos, então, esta diferença é considerada significativa, real.

A prova de McNemar é usada para comparar os achados, antes e depois do experimento de um mesmo indivíduo, ou para comparar uma análise pareada, para dados dicotômicos (JEKEL, 1999, p. 146 e 167). O nível de significância utilizado foi 0,05. Toda vez que a probabilidade (p) calculada (x) for menor que a tabelada (0,05), rejeita-se a hipótese nula, que atesta que as médias são iguais, ou seja, a diferença das médias é significativa, portanto, uma prova bastante poderosa. Para os cálculos, foi empregado o software Statistica 6.0.

O teste estatístico de McNemar foi utilizado para comparação da frequência cardíaca no teste ergométrico entre a primeira fase e a segunda fase. Para aplicar este teste, foi construída uma tabela 4x4 (tabela11) com o seguinte critério: (1) voluntário com sucesso: frequência cardíaca atingida igual à frequência cardíaca máxima e (2) com fracasso: frequência cardíaca atingida menor que a frequência cardíaca máxima ou frequência cardíaca atingida menor que a frequência cardíaca submáxima; e contados foram quantos pacientes obtiveram sucesso na primeira fase e fracasso na segunda (A), fracasso na primeira e na segunda (B), sucesso e sucesso (C) e fracasso e sucesso (D).

Os casos que apresentaram modificação entre a primeira e a segunda fases encontram-se nas células A e B, então, A+D representa o número total de indivíduos que acusaram modificação, a perspectiva, sob a hipótese da nulidade, seria que $\frac{1}{2}$ (A+D) acusassem modificação num sentido e $\frac{1}{2}$ (A+D) acusassem noutro sentido, ou seja $\frac{1}{2}$ (A+) é a frequência esperada, sob H_0 , tanto na cela A como na cela D. O critério de rejeição de H_0 ocorre quando $p_{\text{calc}} < p$.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

Neste capítulo, são descritos os resultados obtidos com a metodologia apresentada no capítulo 3. Apresentam-se a população estudada e os resultados obtidos das avaliações da caminhada de 12 min e do teste ergométrico utilizando ou não o incentivador respiratório BiPAP e os resultados das análises estatísticas.

4.1 PESQUISA DIAGNÓSTICA

Na tabela 3, apresenta-se o resultado da pesquisa realizada por meio dos questionários, a média e a percentagem de cada variável entre todos os voluntários.

A partir da tabela 3, pode extrair-se que a idade média dos homens é de 57,7 anos (dp = 5,13), o peso corporal de 78,9 kg (dp = 10,9), a altura de 1,69 m (dp = 0,06) e o índice de massa corpórea igual a 33,34 kg/m (dp = 3,92). Toda a amostra analisada é da raça branca.

Na tabela 3, a média encontrada para circunferência abdominal, 95,7 cm (dp = 8,22), encontra-se acima do esperado que é 94 cm para homens sendo, no máximo, 102 cm para não hipertensos, mas para os homens portadores da hipertensão arterial sistêmica, o máximo tolerável é 98 cm. Acima deste valor, encontram-se consideravelmente dentro da faixa de risco em desenvolver um evento coronariano.

Dos 29 voluntários, 22 pacientes sofreram um infarto prévio, sendo a grande maioria assintomática: 2 deles referiram-se à dispnéia durante o esforço, 1 à angina estável e 1 com uma dor não bem localizada, sendo considerada psicossomática. Todos os voluntários que participaram da pesquisa tiveram seu diagnóstico de doença arterial coronariana confirmado, ou pelo infarto já citado ou por meio de intervenção cirúrgica, sendo 3 com revascularização do miocárdio, 8 com revascularização do miocárdio e angioplastia, 13 por angioplastia e 6 por cateterismo.

Tabela 3 - Resultado da pesquisa diagnóstica por meio de avaliação (anexo4), encontra-se de forma dissertativa e detalhada no anexo 3.

Número de participantes	30	dp=5,09
Idade média	57,7 anos	dp= 5,13
Média de peso corporal (ICM)	78,9kg	dp= 10,9
Média de altura	1,69m	dp= 0,06
Média circunferência abdominal	95,7cm	dp=8,22
Quantidade		N. %
Infarto prévio		22 73,33
Sintomas	Dispnéia	2 6,67
	Angina	1 3,33
	Dor atípica	1 3,33
	Assintomáticos	26 86,67
Procedimento clínico	Revascularização	3 10,0
	Angioplastia	13 43,3
	Revascularização e Angioplastia	8 26,67
	Cateterismo	6 20,0
História de antecedentes	Cardíacos	20 66,67
	Hipertensão	19 63,33
	Circulatório	11 36,67
	Acidente vascular cerebral	4 13,33
	Diabetes	8 26,67
	Renais	3 10,0
Fatores de risco	Tabagistas	7 23,33
	Etilista	1 3,33
	Dislipidemia	13 43,3
	Hipertensão	23 76,67
	Diabetes	3 10,0
	Stress	19 63,33
Dieta		8 26,67
Atividade Física	Caminhada	11 36,67
	Reab. Cardiopulmonar(RCP)	3 10,0
	RCP + musculação	1 3,33
	Natação + caminhada	2 6,67
	Natação+musculação+ caminhada	1 3,33
	Maratona	1 3,33
Medicação		30 100,0
Sedentários		11 36,67
Doenças associadas	Cervicobraquialgia	1 3,33
	Varizes	1 3,33
	Varizes + insônia	1 3,33
	Cálculo renal + insônia	2 6,67
	Insônia	1 3,33
	Acid. Vascular Cerebral(AVC)	1 3,33
	Enfisema	1 3,33
	Depressão	4 13,33
	Depressão+insônia+gastrointestinais	1 3,33
	Depressão + úlcera de decúbito	1 3,33
	Enxaqueca + gastrointestinais	1 3,33
	Gastrite + bursite de ombro	1 3,33
	Gastrite + cálculo renal	1 3,33

Quanto aos antecedentes familiares, todos tiveram história de doenças como: hipertensão, problemas cardíacos, renais, circulatórios, diabetes, acidente vascular cerebral, entre outras. Sendo hereditárias, é de grande importância a prevenção dessas doenças. Muitas dessas doenças hereditárias e, ainda, os fatores de risco associados acentuam o desenvolvimento de uma doença arterial coronariana.

A atividade física tem grande importância em indivíduos com fatores de risco associados, dentre as quais, a caminhada é a mais indicada pelos médicos para prevenção da DAC. Dos participantes, onze voluntários analisados realizavam caminhada ou associavam a caminhada a outra modalidade como musculação, natação, ginástica ou faziam reabilitação cardiopulmonar. Os 8 restantes realizavam atividades isoladas, tais como reabilitação cardiopulmonar ou natação. Entre os voluntários, 11 não desenvolviam qualquer atividade física, sendo, portanto, sedentários.

Quanto aos fatores alimentares, 8 dos entrevistados fazia dieta de sal e gordura.

Entre a população estudada, 17 dos voluntários tinha alguma doença associada, sendo as principais de fundo emocional, tais como depressão, ansiedade ou insônia, relatados por eles, como decorrentes do medo de ter novamente algum evento coronariano.

4.2 TESTE DA CAMINHADA DE 12 MINUTOS

Com os resultados encontrados durante o teste da caminhada de 12 min e comparando a primeira fase (sem o uso do BiPAP), com a segunda fase (com o uso da técnica), relacionaram-se os dados para verificar qual das fases denotou maior eficácia utilizando os cálculos estatísticos para, posteriormente, aplicar-se o incentivador no teste ergométrico.

Como os resultados foram obtidos a partir de dados amostrais, aplicaram-se os testes de significância t pareado do teste de Student para verificar se as médias das diferenças eram significativas. Como o número da amostra foi 31, empregou-se o teste paramétrico, onde n deve ser superior a 30 para aumentar o grau de confiabilidade.

4.2.1 FREQUÊNCIA CARDÍACA

Com os dados coletados empregando a metodologia desenvolvida, mediu-se a frequência cardíaca e a distância percorrida nos 12 min de teste. Então, as variáveis foram submetidas ao estudo estatístico para verificação da eficiência ou não da técnica.

Tabela 4 - Valores obtidos da frequência cardíaca final, sem (FCFSEM) e com (FCFCOM) o uso do BiPAP, para os 31 voluntários avaliados.

Parâmetro FCF	Valor medido (bpm)	Desvio Padrão
Média FCFSEM	107,22	18,81
Média FCFCOM	127,09	25,59
Diferença das Médias	19,87	
Probabilidade (p)	0,00	

Na tabela 4, calcularam-se as médias das frequências cardíacas finais sem BiPAP (FCFSEM) e com BiPAP (FCFCOM). A diferença entre as duas médias resultou em 19,87. Com a aplicação do teste t pareado, encontrou-se uma probabilidade menor que 0,05, ou seja, existe diferença significativa entre as médias. Tal resultado permite concluir que os resultados obtidos com uso do BiPAP na frequência cardíaca mostraram-se relativamente maiores que os sem o uso do BiPAP com nível de significância igual a 0,05.

4.2.2 DISTÂNCIA

Na tabela 5, encontram-se as médias das distâncias percorridas sem e com BiPAP. A diferença entre elas foi de 77,06. Com aplicação do teste t de Student pareado pode-se verificar uma diferença significativa entre as médias, tendo em vista o valor de p encontrado (0,00).

Tabela 5 - Valores obtidos para as médias de distância percorrida durante a primeira fase (Média 1DIST) e segunda fase (Média 2DIST) do protocolo experimental, realizado com 31 voluntários.

Parâmetro Distância	Valor medido (m)	Desvio Padrão
Média 1DIST	1287,77	145,24
Média 2DIST	1364,84	137,50
Diferença das Médias	77,06	
Probabilidade (p)	0,00	

Os resultados apresentaram diferença significativa entre a primeira e a segunda fases, ou seja, na segunda fase as distâncias percorridas foram maiores. Os dados estatísticos permitem inferir que os resultados alcançados com o uso do BiPAP mostraram-se significativamente superiores aos sem uso do BiPAP, com nível de significância de 0,05.

A figura 19 apresenta uma representação gráfica da média e da mediana da distância percorrida na primeira e segunda fases. Observa-se que na segunda fase da caminhada, a resposta com o BiPAP resultou em diferença significativa, ou seja, com a técnica BiPAP a resposta foi melhor. Além disso, a mediana (Centil 50) na primeira fase que é 1287,77 aumentou significativamente sem modificar muito a amplitude dos seus 50% centrais, ou seja, a mediana na segunda fase aumentou para 1364,84, com o uso do BiPAP.

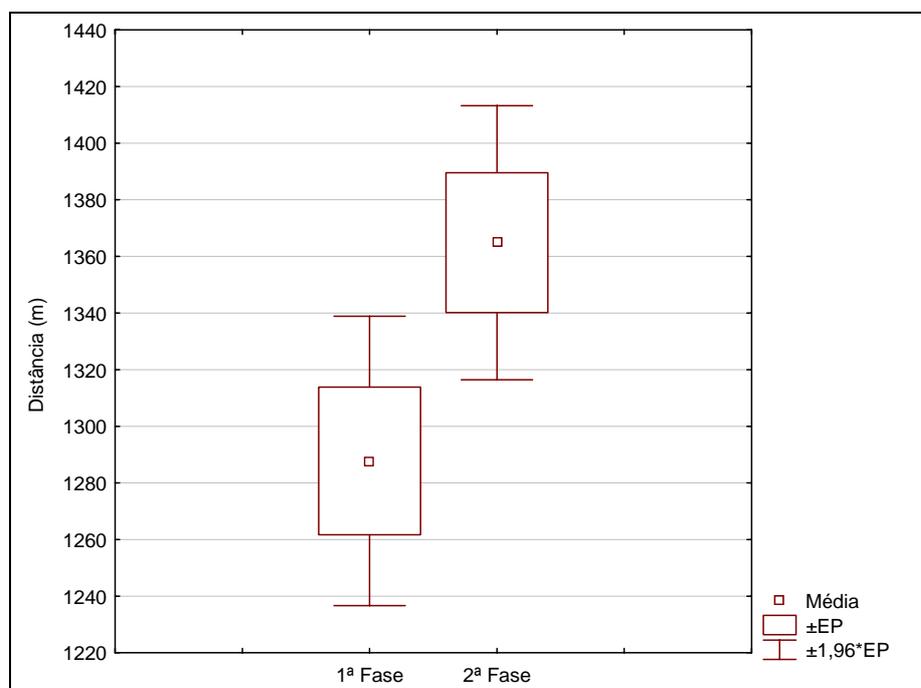


Figura 19 - Representa a distância percorrida na primeira fase sem BiPAP e a segunda fase com BiPAP.

4.2.3 FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA

Com as médias da frequência cardíaca final (FCF), calculou-se o valor final, para analisar qual dos grupos chegou mais próximo ou atingiu a frequência cardíaca máxima (FCM).

Para determinar a frequência cardíaca máxima (FCM), aplicou-se a equação 2 (pág.31), a partir da qual constatou-se que a diferença (FCM – FCF), para a fase sem BiPAP (55,83 bpm) foi muito mais alta que para a fase empregando o BiPAP (35,96 bpm), ou seja, com BiPAP os voluntários chegaram mais próximos da frequência cardíaca máxima.

Observou-se ainda que na primeira fase, ninguém atingiu a frequência cardíaca máxima e na segunda, três voluntários conseguiram-na atingir. A aplicação do teste de diferença das médias entre FCM e FCF definiu uma probabilidade de 0,00, considerando o nível de significância de 5% (tabela 6).

Tabela 6 - Média da diferença entre Frequência Cardíaca Máxima (FCM) e Frequência Cardíaca Final (FCF) das fases sem e com BiPAP para 31 voluntários, conforme detalhado no anexo 5.

Parâmetro FC	Valor medido (bpm)	Desvio Padrão	FCM
Idade	56,93	5,09	
FCM	163,06	5,09	
FCFSEM	107,22	18,81	Nenhum
FCM-FCF	55,83	18,32	
FCFCOM	127,09	25,59	3 atingiram
FCM-FCF	35,96	26,70	
Probabilidade (p)	0,00		

A média da diferença entre frequência cardíaca máxima e frequência cardíaca final do grupo com BiPAP foi estatisticamente maior que do grupo sem BiPAP, considerando o nível de significância de 5%. Observa-se na tabela 8 que ninguém do grupo sem BiPAP atingiu a frequência cardíaca máxima, enquanto com a aplicação da técnica 3 atingiram-na.

4.3 TESTE ERGOMÉTRICO

Como os resultados foram obtidos a partir de dados amostrais, aplicaram-se os testes de significância Wilcoxon e McNemar para verificar se as diferenças entre as proporções reais e esperadas devem-se somente ao acaso. Como o número da amostra foi inferior a 31 voluntários, foram empregados testes não paramétricos.

Com os resultados encontrados a partir do teste ergométrico e comparando a primeira fase (sem o uso do BiPAP) com a segunda (fase com o uso), relacionaram-se os dados nos cálculos estatísticos para demonstrar quais das fases denotou maior eficácia. As variáveis utilizadas na pesquisa como pressão arterial média, consumo máximo de oxigênio, MET, duplo produto, consumo de oxigênio, percentual de saturação de oxigênio e ácido láctico encontram-se nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7 – Variáveis medidas e calculadas pelo teste de Wilcoxon durante o teste ergométrico.

Variáveis	n	T	Z	p calc
Pressão arterial média (mmHg)	30	100,5	0,84	0,39
Consumo máximo de oxigênio (ml/kg/min)	30	21,5	4,02	0,00*
MET (ml/kg/min)	30	21,5	4,13	0,00*
Duplo produto (bpm . mmHg)	30	158	1,0	0,30
Consumo do oxigênio (MVO ₂) (ml/kg/min)	30	158	1,02	0,30
Percentual de saturação O ₂ (%SaO ₂)	30	101,5	1,38	0,16
Ácido láctico (mmol/l)	30	90	2,37	0,01

*H₀ rejeitada: esta variável apresentou diferença significativa entre a primeira e segunda fases, sendo significativo sem a técnica, considerando o nível de significância 5%. As variáveis n (número de elementos da amostra), T (parâmetro do Wilcoxon), Z (escore Z, distribuição normal) e p (nível de significância).

Tabela 8 – Variáveis medidas e calculadas pelo teste t de Student.

Variáveis	n	t	p calc
Pressão arterial média (mmHg)	30	-0,87	0,38
Consumo máximo de oxigênio (ml/kg/min)	30	5,76	0,00*
METs (ml/kg/min)	30	5,76	0,00*
Duplo produto (bpm . mmHg)	30	1,31	0,19
Consumo do oxigênio (MVO ₂) (ml/kg/min)	30	1,3	0,19
Percentual de saturação O ₂ (%SaO ₂)	30	1,07	0,29
Ácido láctico (mmol/l)	30	2,65	0,01*

*Variáveis que apresentaram diferença significativa considerando nível de significância de 0,05.

4.3.1 TEMPO DURANTE O TESTE ERGOMÉTRICO

Observando a figura 20, entre a primeira e segunda fases, pode-se afirmar que o tempo no teste ergométrico na primeira fase foi muito superior ao da segunda fase, quando da utilização do incentivador respiratório BiPAP.

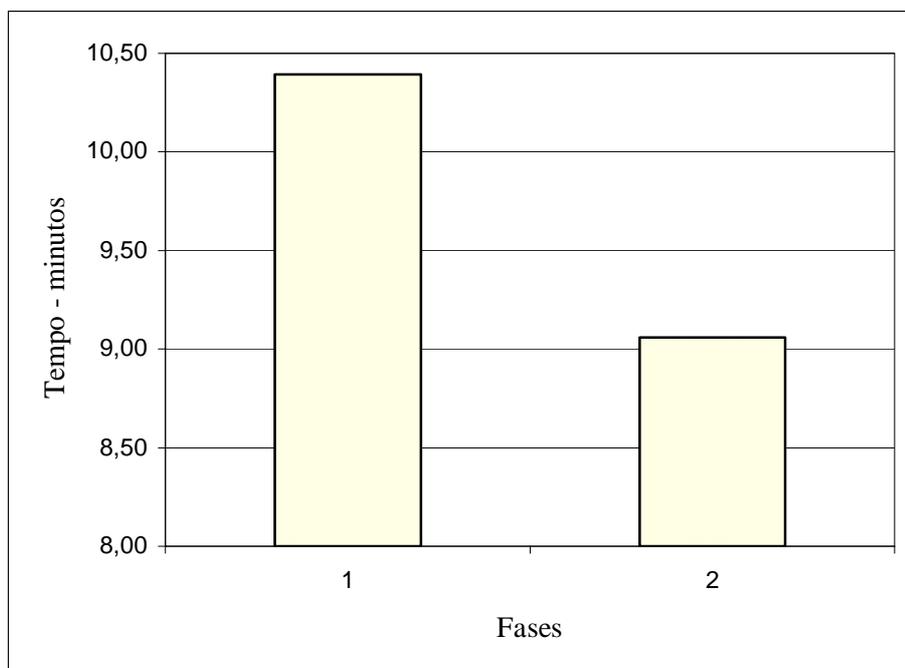


Figura 20 – Representa as médias do tempo utilizado durante o teste ergométrico na primeira fase: 10,39 min (dp=2,34) e na segunda fase: 9,06 min (dp =2,88).

O teste ergométrico foi realizado seguindo o “protocolo de Bruce”(pág.27), primeiramente sem o uso do BiPAP e após 20 dias um novo teste foi realizado com o uso do incentivador. O critério de parada dos voluntários na fase sem a utilização da técnica de BiPAP foi a exaustão e com a utilização da técnica foi a grande dificuldade de respirar levando a dispnéia.

4.3.2 PRESSÃO ARTERIAL MÉDIA

Na primeira variável estudada, pressão arterial, utilizou-se o cálculo da pressão arterial média, apresentada na equação 1 (pág.22).

Para avaliação da diferença das médias, foi aplicado o teste de Wilcoxon e de Student, cujos resultados encontram-se nas tabelas 7 e 8, respectivamente. A comparação entre médias

obtidas da pressão arterial média na primeira com a segunda fases, não resultou em diferença significativa ao nível de 5%. Sendo assim, a utilização do recurso terapêutico BiPAP na segunda fase não contribuiu para a variável de pressão arterial na primeira fase.

A figura 21 apresenta uma representação gráfica das médias e medianas da pressão arterial média na primeira fase (PA1) e da pressão arterial média na segunda fase (PA2), entre 25% (valor mínimo ou Centil 25) e 75% (valor máximo ou Centil 75). Observa-se que as duas médias são semelhantes mas sem diferença significativa. Comparando-se a amplitude total na segunda fase, tanto o valor máximo quanto o valor mínimo diminuíram, ou seja, os valores se aproximaram.

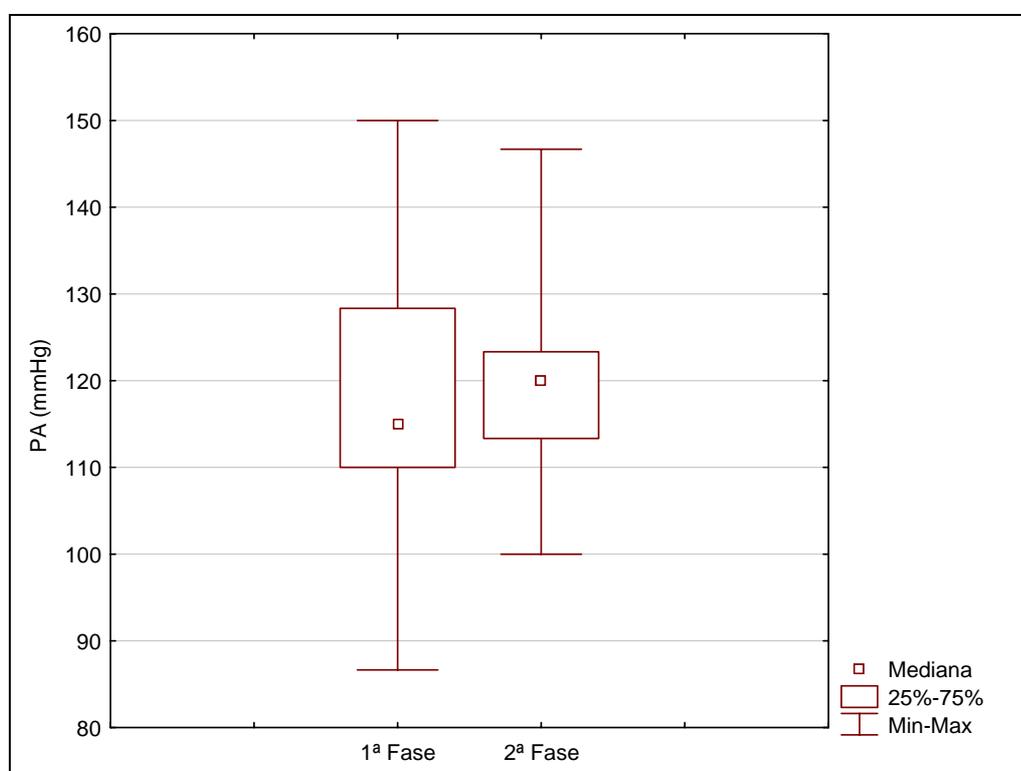


Figura 21 – Representa a pressão arterial (PA) média na primeira e segunda fases, onde no centro do retângulo encontra-se a ilustração da maior faixa de significância.

4.3.3 FREQUÊNCIA CARDÍACA

Na aplicação do teste ergométrico com o protocolo de Bruce, a variável de frequência cardíaca foi monitorada durante o teste do começo ao fim, sendo comparada as duas fases sem e com BiPAP.

Tabela 9 - Teste estatístico de McNemar (tabela 4x4) para comparação da frequência cardíaca.

		Fase 1		
		sucesso	fracasso	
Fase 2	fracasso	6 (A)	19(B)	25
	sucesso	4(C)	1(D)	5
		10	20	30

McNemar Qui-quadrado (A/D)	$p_{\text{calculado}} = 0,37$
-----------------------------------	-------------------------------

Na comparação entre as fases, não houve diferença significativa entre os resultados encontrados ao nível de 5%. Da primeira para a segunda fase, não houve diferença decorrente da utilização do BiPAP, e a frequência cardíaca não atingiu o esperado. Os voluntários entraram em fadiga respiratória antes com o BIPAP do que sem o incentivador, sendo que a frequência cardíaca não interferiu no resultado.

4.3.4 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO (VO_2)

Na variável VO_2 , foram aplicados os testes de Wilcoxon e de Student, cujos resultados encontram-se descritos nas tabelas 7 e 8. O cálculo utilizado para encontrar-se o VO_2 , encontra-se na equação 6 (pág.33).

Na comparação entre as fases 1 e 2, os resultados mostraram diferenças significativas indicando que o consumo máximo de oxigênio na segunda fase foi menor, ou seja, os resultados foram piores com a utilização do BiPAP. Os voluntários interromperam o teste referindo-se à dificuldade para respirar ou seja, o surgimento de fadiga respiratória. A figura 22 ilustra tais resultados.

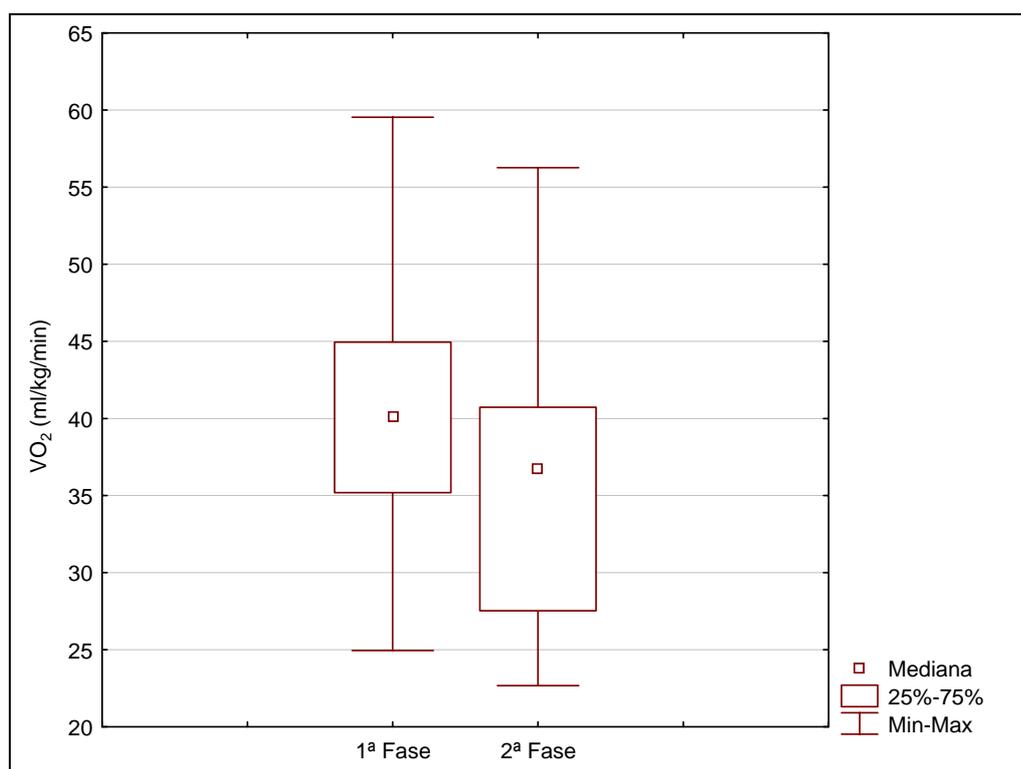


Figura 22 – Representação da relação da primeira e segunda fases de VO_2 máximo.

4.3.5 EQUIVALENTE METABÓLICO (MET)

O valor do equivalente metabólico depende do VO_2 , conforme indicado na equação 7 (pág.34). Nesta variável, também obteve-se diferença significativa ao nível de 5%, ou seja, na primeira fase (sem o incentivador respiratório BiPAP), ocorreu um desempenho melhor, conforme demonstrado pelos testes de Wilcoxon e de Student na tabela 7 e 8.

Na figura 23, ilustra-se uma comparação gráfica da primeira com a segunda fase do equivalente metabólico, realizado durante o teste ergométrico.

Analisando-se o gráfico, observa-se que o Centil 25 mostra que 25% dos voluntários estão abaixo de 122 na primeira fase e 75% estão acima de 122. Já na segunda fase, o Centil 25 mostra que 25% dos voluntários estão abaixo de 97 e 75% estão acima de 97. Com isso, os 50% centrais na segunda fase diminuíram com o uso do BiPAP.

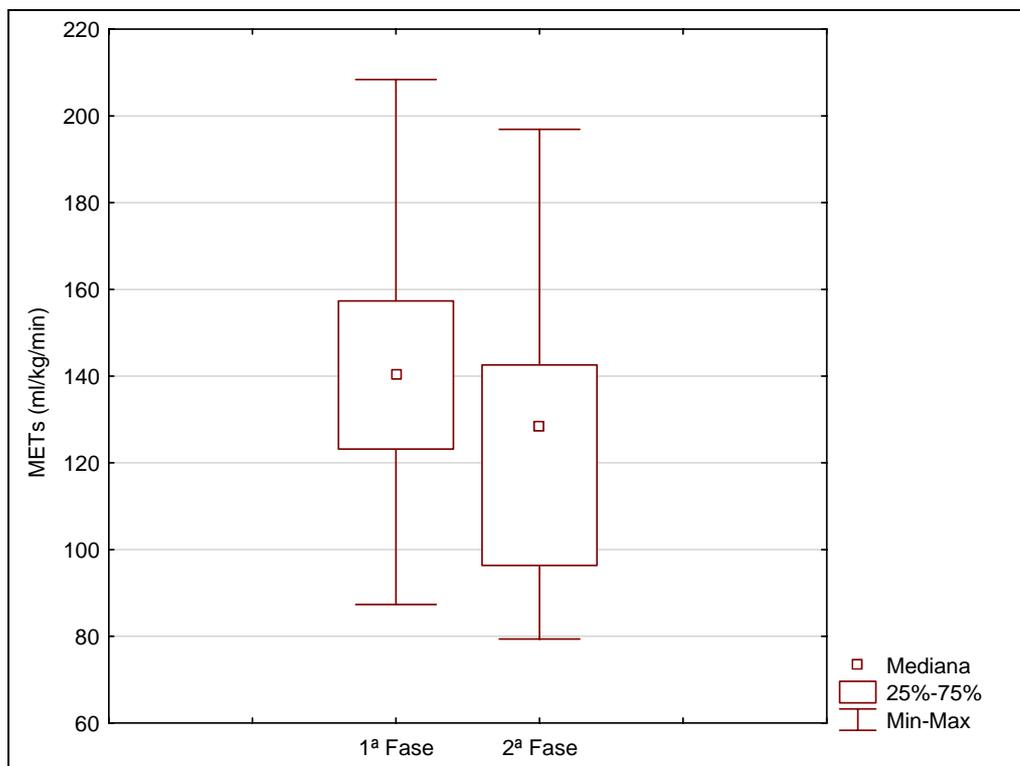


Figura 23 - Comparação entre a primeira e segunda fases do equivalente metabólico (MET).

4.3.6 DUPLO PRODUTO (DP)

Para encontrar o resultado do DP, é necessário multiplicar a pressão arterial sistólica máxima pela frequência cardíaca máxima, conforme indicado na equação 8 (pág.34).

Como os testes aplicados foram de Wilcoxon e de Student (tabelas 7 e 8), nada se pode afirmar quanto às diferenças do DP entre a primeira e a segunda fases, ao nível de 5%, ou seja, não se encontrou diferença significativa. A figura 24 mostra a relação entre as fases, onde não se encontra praticamente qualquer alteração estatística significativa do DP.

Observa-se ainda, que a amplitude dos 50% centrais espalhou-se diminuindo o máximo e o mínimo, mas a mediana não se modificou suficientemente em relação à primeira fase para se obter uma amostra significativa.

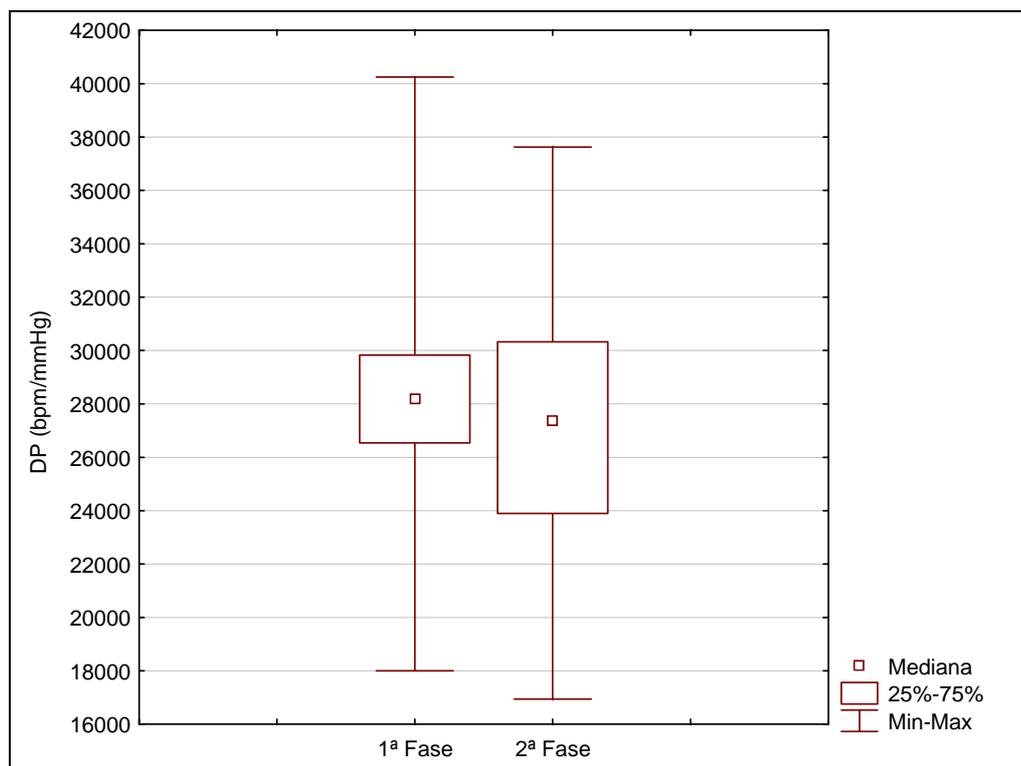


Figura 24 – Ilustração do duplo produto (DP) na primeira e segunda fase da pesquisa.

4.3.7 CONSUMO DE OXIGÊNIO (MVO_2)

Para o consumo de oxigênio foi utilizada a equação 4 (pág.32), os testes de diferença de médias aplicados foram os de Wilcoxon e de Student, cujos resultados encontram-se nas tabelas 7 e 8. Uma comparação do consumo de oxigênio entre a primeira e a segunda fases indica que nada se pode afirmar quanto às diferenças significativas ao nível de 5%. Sendo assim, a utilização do recurso terapêutico BiPAP na segunda fase não contribuiu para um melhor desempenho em relação ao consumo de oxigênio consumido na primeira fase.

Na figura 25, apresenta-se uma representação gráfica das médias e medianas do consumo de oxigênio na primeira e segunda fases, entre 25% (Min) e 75% (Máx). Observa-se, ainda, que a amplitude dos 50% centrais espalhou-se diminuindo o máximo e o mínimo, mas a mediana não se modificou suficientemente em relação à primeira fase para se obter uma amostra significativa.

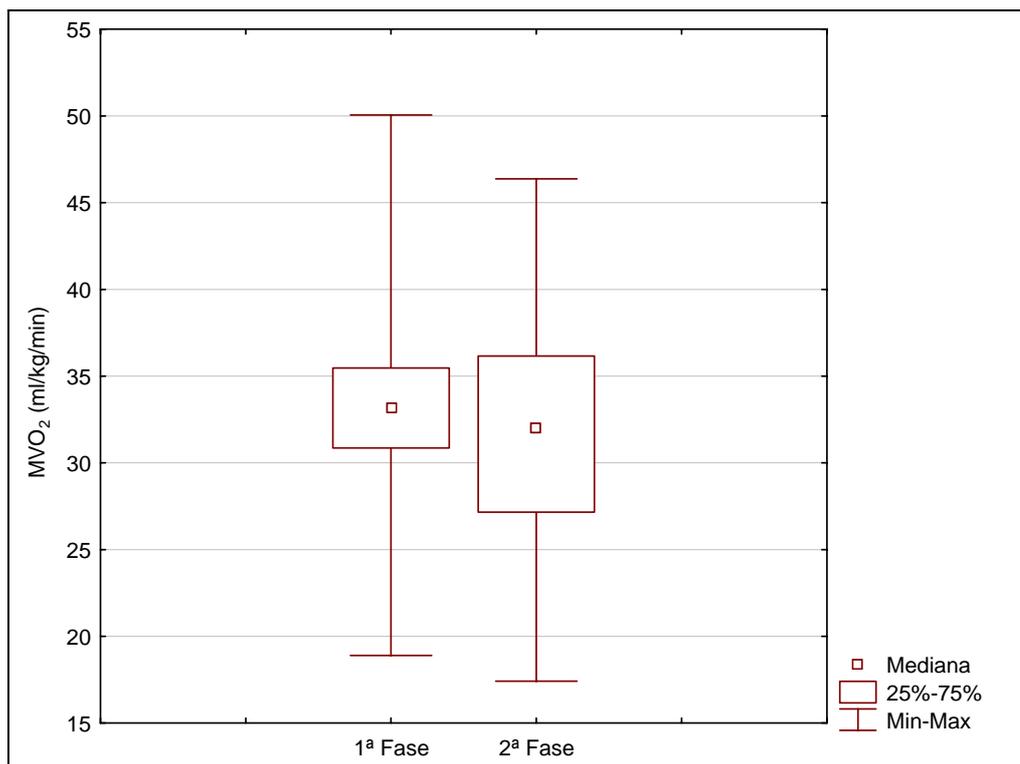


Figura 25 – Ilustração da relação do MVO₂ na primeira e segunda fases.

4.3.8 PERCENTUAL DE SATURAÇÃO DE OXIGÊNIO (SaO₂)

Para análise estatística dos resultados, empregou-se os testes de Wilcoxon e de Student, (tabelas 7 e 8). Não houve diferença significativa entre as fases primeira e segunda ao nível de 5%.

Considerando que a amplitude total é a diferença entre valor máximo e o valor mínimo, observa-se na figura 26 que para a saturação de oxigênio no primeiro grupo sem BiPAP, a amplitude foi maior (-18 e 8) do que no segundo grupo, com BiPAP, mostrando maior homogeneidade quanto a esta variável.

Observa-se também que esta diminuição da amplitude ocorre tanto para o valor máximo que diminuiu quanto para o valor mínimo que subiu. Outro aspecto a ser observado é sobre os 50% centrais dos voluntários para a segunda fase com o BiPAP, onde houve diminuição dos valores do Centil 50, se tornando-se também mais compactos.

Observando a figura 26, a saturação de oxigênio é superior na primeira fase quando comparada com a segunda. Deste modo, a oxigenação foi mais eficiente sem o BiPAP do que com a utilização do BiPAP, desenvolvendo-se a fadiga respiratória.

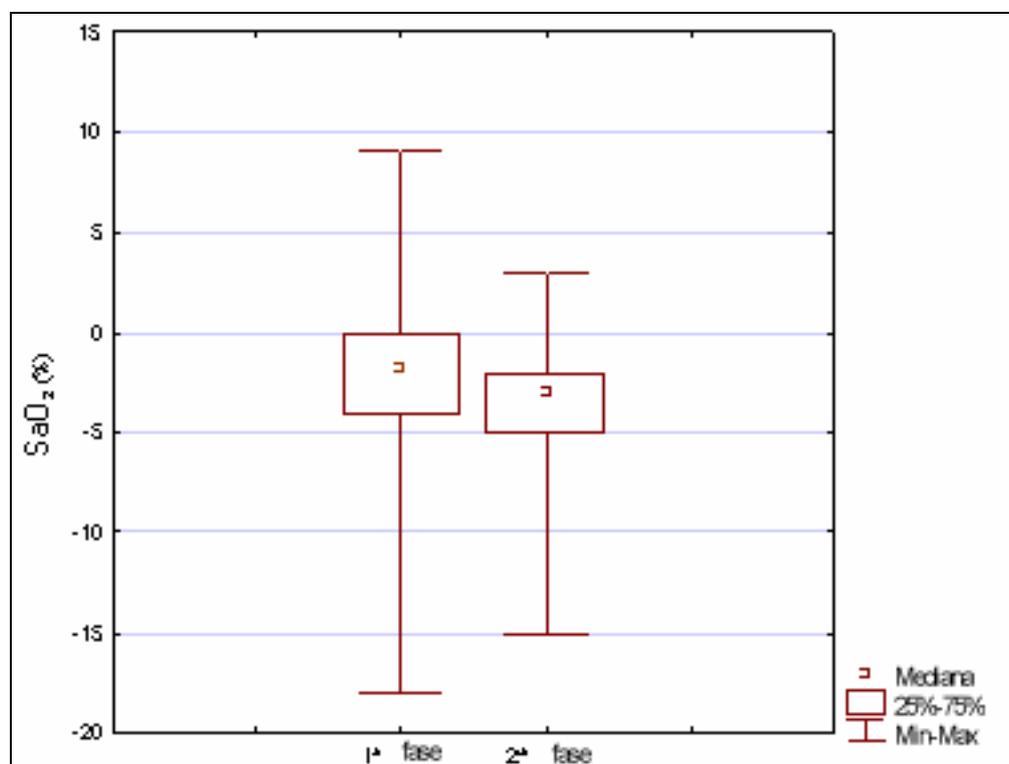


Figura 26 - Representação do diferencial da saturação de oxigênio na primeira fase (antes e depois) e segunda fase (antes e depois) da pesquisa (sem BiPAP e com BiPAP).

4.3.9 ÁCIDO LÁCTICO

Para a avaliação das variáveis do ácido láctico, os testes utilizados foram de Wilcoxon e de Student, (tabelas 7 e 8). Os resultados apresentaram diferença significativa. Os valores da segunda fase apresentaram maiores valores em relação à primeira. Isto representa que houve maior liberação de ácido láctico nos músculos na segunda fase. De acordo com o tempo utilizado na esteira durante a segunda fase (9min, 6s) ter sido menor, demonstra que o grau de fadiga muscular acentuou-se pela liberação do ácido láctico, comparado com a primeira fase (10min, 39s), onde o tempo na esteira foi superior.

Na figura 27, apresenta-se uma representação gráfica comparativa dos resultados da primeira e segunda fases com relação às variações de ácido láctico.

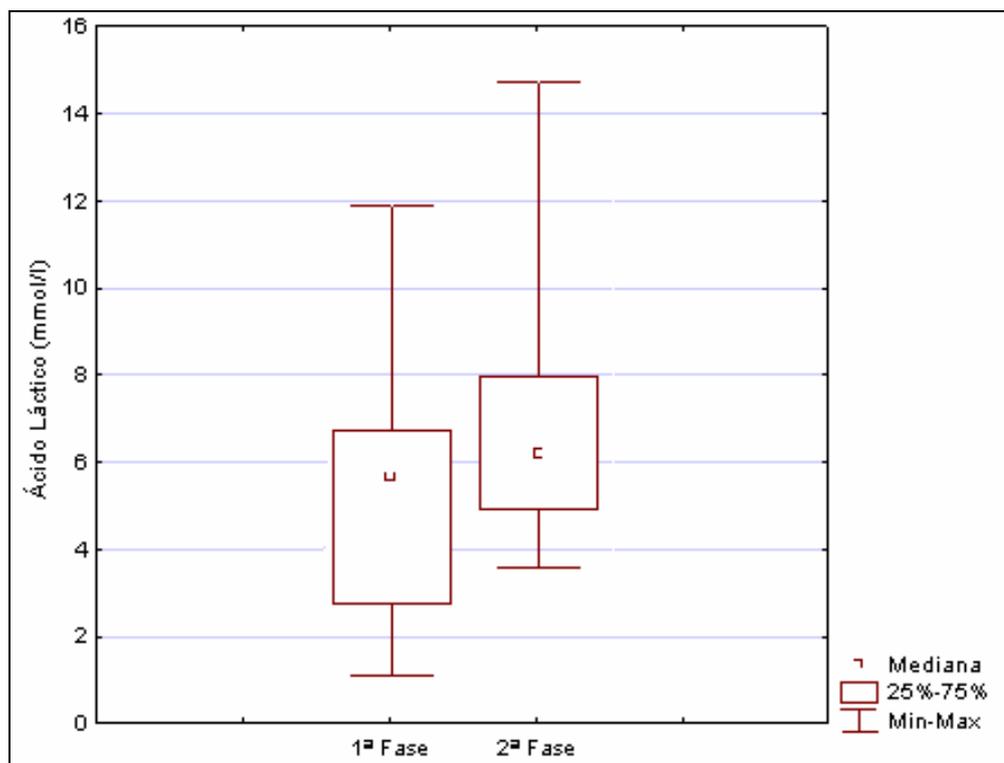


Figura 27 – Gráfico da mediana do ácido láctico na primeira e segunda fases da pesquisa (sem BiPAP e com BiPAP).

4.4 ESFORÇO SUBJETIVO

De acordo com o esforço subjetivo durante o teste da caminhada de 12 min e o teste ergométrico, utilizou-se a escala de Borg (pág.28) como referência do esforço e da fadiga muscular.

Verifica-se, através da tabela 10, que os voluntários relataram esforço extremamente intenso na maioria quase máximo (9 à 10) durante o teste ergométrico seguindo a escala revisada de Borg na utilização da máscara do BiPAP, enquanto na caminhada o esforço foi de intenso à extremamente intenso (5 à 10). Os voluntários relataram ainda, um grande desconforto com o uso da máscara, principalmente, durante o teste ergométrico, onde ao final do exame, expressaram dificuldades para respirar (dispnéia) causando grande ansiedade.

Tabela 10 – Valores obtidos subjetivamente dos voluntários após o esforço máximo durante a caminhada de 12 min e o teste ergométrico.

Escala da Borg Revisada – esforço subjetivo		
Voluntários	Caminhada 12 min – segunda fase	Teste Ergométrico – segunda fase
1	10	10
2	8	10
3	8	10
4	7	10
5	10	10
6	8	10
7	8	10
8	7	10
9	7	10
10	7	10
11	7	9
12	7	10
13	10	10
14	5	10
15	7	9
16	10	9
17	5	9
18	7	10
19	5	10
20	10	10
21	9	9
22	10	10
23	10	10
24	10	10
25	10	10
26	5	10
27	7	10
28	7	10
29	10	10
30	10	10
31	10	-
Média	8,09	9,83
dp	1,74	0,37

4.5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Avaliando as análises estatísticas no teste da caminhada de 12 min a partir dos resultados obtidos com a aplicação do incentivador respiratório BiPAP, conclui-se que o desempenho dos voluntários foi melhor, atingindo distância e frequência cardíaca maiores. Na primeira fase (sem o uso do BiPAP), desenvolveu-se a exaustão e a fadiga respiratória precocemente em relação à segunda fase, na qual empregou-se o incentivador respiratório.

Ainda, pode-se estatisticamente afirmar que houve semelhança na resposta entre a distância percorrida e a FCF, onde, com BiPAP o resultado nas diferenças das médias foi

significativo em ambas ao comparado sem o uso da técnica proposta.

Em relação à frequência cardíaca máxima (FCM), observou-se que, no primeiro grupo, ninguém atingiu a FCM e, no segundo, 9,68% dos voluntários atingiram a frequência cardíaca máxima.

Observando-se os dados estatísticos e os gráficos apresentados da pesquisa no teste ergométrico, pode-se verificar que dentro da amostragem, não houve diferença significativa para a segunda fase na qual utilizou-se o incentivador respiratório BiPAP, ou seja, os pacientes demonstraram um cansaço visível, apresentando uma fadiga respiratória expressiva, levando à exaustão e ao término do teste antes que na primeira fase.

Variáveis como VO_2 , METs e saturação de oxigênio apresentaram diferença significativa ao nível de 5%, mas somente para a primeira fase, demonstrando que a utilização da técnica BiPAP não teve sucesso na segunda fase. O ácido láctico foi a única variável que teve seus valores maiores na segunda fase em relação à primeira. Isto se deve ao fato do teste não ter atingido o mesmo intervalo de tempo que na primeira fase, realizando um teste mais breve, conseqüentemente, aumentando o trabalho respiratório e acarretando na fadiga respiratória levando à dispnéia, diminuindo a oxigenação tecidual e liberando mais ácido, comprometendo o grupo muscular quadríceps durante a elevação progressiva (rampa) no teste ergométrico com BiPAP, e levando à fadiga da musculatura esquelética.

Já as variáveis do duplo produto, frequência cardíaca, consumo de oxigênio e pressão arterial média não apresentaram diferença significativa entre a primeira e segunda fases.

Em todas as variáveis, com exceção à frequência cardíaca, foram aplicados os testes t de Student e Wilcoxon. O resultado encontrado (tabelas 7 e 8) mostra que somente o VO_2 e o METs apresentam diferença significativa ao nível de 5%, mas somente na primeira fase sem a utilização da técnica BiPAP. Na variável de ácido láctico, devido ao tempo de esteira na segunda fase ter sido inferior em relação à primeira fase, houve diferença significativa ao nível de 5%, com a utilização da técnica BiPAP, liberando-se mais ácido pelos músculos, conseqüentemente, os voluntários fadigaram precocemente.

De acordo com a escala de Borg para esforço subjetivo, os voluntários tiveram resultados equivalentes nas duas segundas fases, ou seja, da caminhada de 12 min e do teste ergométrico e relataram exaustão expressiva, no grau máximo (10) em sua maioria durante o teste ergométrico com BiPAP.

CAPÍTULO 5

DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta a discussão dos testes ergométrico e da caminhada de 12 min, realizados em voluntários com doença arterial coronariana utilizando a técnica do BiPAP. Os resultados obtidos pelos testes com e sem a técnica são comparados estatisticamente nesta pesquisa com os aspectos abordados por outros autores.

5.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS SEM BiPAP

Em um estudo realizado envolvendo 40 homens com idade média de 24,2 anos, divididos em 2 grupos: o primeiro grupo praticava corrida em terreno plano e o segundo em terreno em declive, 8 a 10 km por semana, com uma velocidade de aproximadamente 12 km/h, submetidos ao exame eletromiográfico do grupo muscular quadríceps, constatou-se que o grupo que correu em terreno com declive obteve melhora na contração excêntrica do músculo avaliado e, conseqüentemente, mais fadiga se desenvolveu no grupo que praticava corrida em terreno plano, onde o quadríceps foi mais recrutado (MIZRAHI et al., 2001).

Durante muito tempo preconizava-se que o teste ergométrico era interrompido devido à fadiga muscular esquelética, principalmente, dos músculos dos membros inferiores. Nesta pesquisa, ocorreu de fato a fadiga do músculo quadríceps, pela diminuição de SO_2 e aumento da liberação de ácido láctico, sendo evidenciado com a utilização da inclinação (rampa), mas não se descartou a possibilidade que a fadiga mais evidente tenha sido da musculatura respiratória, demonstrada pela pesquisa através da queixa apresentada pelos voluntários com a utilização da máscara do incentivador respiratório, na qual relataram que não podiam continuar porque o equipamento os sufocava. Para obter-se a resposta exata se houve fadiga respiratória, seria necessário fazer uma manovacuometria, mas só pelo fato dos voluntários entrarem em dispnéia sugere-se que a técnica evoluiu para fadiga respiratória.

A dispnéia é um sintoma freqüente e que limita os pacientes com doença arterial crônica. Essa sensação é originária da atividade dos receptores na musculatura, principalmente, do pulmão. A investigação da dispnéia pode ser avaliada por alterações na musculatura da perna. Em um estudo realizado com 17 voluntários, sendo 8 participantes da pesquisa e 7 do grupo controle, realizando exercícios de treinamento por 3 meses em bicicleta e com exercícios calistênicos da perna, foram mensuradas a força muscular respiratória e do quadríceps, o VO_2 , realizados os testes de função pulmonar e aplicado um questionário de qualidade de vida e dispnéia. A dispnéia e a fadiga não sofreram alteração durante o teste máximo de exercício nos dois grupos. Entretanto, a musculatura esquelética pode não ter apresentado maiores resultados devido à combinação de má nutrição, inflamações, doenças crônicas e hipóxia no músculo (BENIAMINOVITZ et al, 2002). Segundo os autores, foi evidenciado um aumento na freqüência cardíaca, no pico do VO_2 , um déficit de O_2 no grupo que realizou o treinamento após a intervenção. Houve, nesta dissertação uma diminuição da oxigenação respiratória com o uso do BiPAP, pela barreira que o funcionamento do aparelho impôs (EPAP); porém, a freqüência da respiração foi maior (escala de Borg), diminuindo o volume corrente através da qual constatou-se o surgimento da dispnéia. Ainda foi constatado pela presente pesquisa que os voluntários suspenderam o teste de esteira na segunda fase mais precocemente que na primeira fase por terem evoluído para fadiga respiratória; supondo-se que devido à dificuldade em adequar seu fluxo respiratório à ação do incentivador respiratório BiPAP, acentuado pela inclinação da esteira durante (efeito rampa) teste ergométrico.

No estudo de BOUSSANA et al., 2003, realizado com 9 homens, concluiu-se que o triátlon de curta distância diminui a performance dos músculos inspiratórios e essa diminuição perdura por 24 h. Houve uma diminuição significativa da pressão expiratória e inspiratória máximas após o triátlon, o que confirma, na literatura, que os músculos inspiratórios são imediatamente solicitados durante o exercício, independente da intensidade, e são mais sensíveis à fadiga do que a musculatura expiratória, a qual não é muito utilizada em exercícios intensos. Segundo os resultados do presente estudo, os voluntários tiveram dificuldade em respirar, aumentando o trabalho respiratório para vencer a resistência imposta durante a expiração. Com isso, não completaram o ciclo respiratório normalmente, trabalhando voluntários e BiPAP em tempos respiratórios diferentes.

Recentes estudos indicam que a participação em exercícios físicos tem influência positiva, tanto física quanto psicológica em pacientes com falência cardíaca (OKA et al., 2000). Existe uma fadiga na musculatura esquelética, principalmente, em pacientes com alguma alteração cardíaca. Os estudos do grupo de Oka demonstram que o treinamento específico desta musculatura melhora o condicionamento dos pacientes. Este estudo foi realizado em indivíduos com diagnóstico de doença cardíaca há mais de três meses. Os pacientes seguiram um protocolo onde deveriam caminhar em casa 2 a 3 vezes por semana aproximadamente, com 70% da FC máxima por 40 a 60 min, em associação a exercícios de resistência corporal, outros 2 dias por 30 a 40 min com 75% da FC máxima. Houve, depois de três meses de treinamento, aumento no pico de VO_2 e no pico, diminuição da FC, aumento na variável de dispnéia e fadiga muscular. Na amostragem analisada nesta pesquisa, não houve treinamento e somente aplicação de um protocolo experimental com análise das variáveis fisiológicas e metabólicas com o uso do BiPAP durante os testes ergométrico e da caminhada. Analisando comparativamente os dados, o intuito dos testes era atingir a FC máxima e observar em qual a fadiga respiratória apareceria primeiro. No teste da caminhada, 3 atingiram a FC máxima (9,6%). O resultado não foi significativo na análise do VO_2 e na FC no teste ergométrico, onde ninguém atingiu a FC máxima, mas ocorreu o mesmo resultado na variável dispnéia e resultados equivalentes em fadiga muscular respiratória e esquelética.

Em pesquisa desenvolvida por SPRUIT et al., 2003, realizou-se um teste de caminhada de 6 min para avaliar a resposta à qualidade de vida, dispnéia e a fadiga muscular em DPOC, tendo havido significativa melhora no teste da caminhada com a combinação de resistência e flexibilidade. Com este treinamento, obteve-se melhora de 60–90 % na FC e 50–80 % no VO_2 máximo em exercícios de resistência, reduzindo a dispnéia e fadiga, incrementando a qualidade de vida. Neste estudo, aplicado à DAC, o teste de caminhada prolongou-se por 12 min e os voluntários também melhoraram seus desempenhos na variável FC, apesar de apenas 3 terem atingido a FC máxima com o uso da técnica de BiPAP; indicando, portanto, uma melhora na resistência física e respiratória. A fadiga surgiu tardiamente, denotada pela acentuação da FC (fase anaeróbica), comprovada também pelo surgimento da dispnéia (escala de Borg). A variável VO_2 máxima não foi avaliada no teste da caminhada.

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS COM BiPAP

Segundo PAVLOVIC e WENDT., 2002, vários grupos de Montreal, Paris, Brussels e Londres têm conduzido estudos detalhados sobre os músculos respiratórios. A ventilação mecânica prolongada causa fadiga muscular com a possibilidade de atrofia tecidual. No entanto, utilizando preventivamente estimulação elétrica de baixa frequência, na musculatura diafragmática, este quadro pode ser amenizado.

Na amostra analisada neste trabalho, 30 voluntários apresentaram fadiga respiratória com o BiPAP em curto intervalo de tempo, porque o teste de esforço produziu no indivíduo um aumento do trabalho respiratório (expressa pela escala de esforço subjetivo de Borg) e cardíaco, e conseqüente alteração na ventilação pulmonar. Como os voluntários deveriam vencer a resistência imposta pelo BiPAP na expiração, verificou-se um aumento significativo nesses índices, o que levou à fadiga respiratória, mesmo em um curto período de tempo. Não houve adequação nos volumes pulmonares entre o voluntário e o BiPAP, pelo fato do voluntário aumentar a frequência respiratória pelo esforço durante o teste ergométrico para manter o volume minuto adequado. Observou-se um anacronismo no fluxo de ar entre o incentivador e o voluntário aumentando a ansiedade e, conseqüentemente, a dificuldade de respirar. Não se sincronizar ao ritmo do voluntário, aumentando a ansiedade e, conseqüentemente, a dificuldade de respirar.

A técnica BiPAP, porém, vem sendo utilizado com sucesso em voluntários com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC), já que o mesmo promove melhoras na hipoxemia e na hipercapnia, segundo pesquisa realizada por GONZALEZ et al., 2003; VANPEE et al., 2002; SPRUIT et al., 2003. O equipamento BiPAP, utilizado em DPOC, demonstra visíveis benefícios, o que não ocorre com o uso do mesmo nos voluntários coronarianos desta pesquisa, devido ao fato de ter sido utilizado no estudo em DPOC durante o repouso, aliviando a fadiga e, neste trabalho, empregado em movimento acelerado e progressivo, levando à diminuição da oxigenação, à dispnéia e evoluindo para fadiga.

Segundo VANPEE et al., 2002, o BiPAP causa fluxo turbulento nas vias aéreas superiores, o que foi também referido pelos voluntários da pesquisa desenvolvida durante o procedimento de avaliação pela escala de Borg no teste ergométrico. A frequência respiratória dos voluntários era elevada (hiperpnéia), e eles não conseguiam completar o ciclo respiratório

com a utilização da técnica, pois o fluxo respiratório não coincidia com o fluxo do BiPAP, que era programado com o IPAP e EPAP (resistência) e não havia um sensor de fluxo para acompanhar o esforço exigido pelo voluntário durante o exame, ou seja, os fluxos no voluntário e no equipamento não eram equivalentes, levando à fadiga precocemente.

Segundo VIALE et al., 1998, num estudo realizado com o BiPAP, em indivíduos que atingiram a fadiga inspiratória, regulando com um nível de estímulo respiratório baixo, obteve-se um aumento da eficiência inspiratória e diminuição do trabalho respiratório, diminuindo a fadiga. Na presente pesquisa, a aplicação da técnica de BiPAP acentuou o processo da fadiga, levando a uma exaustão e término precoce do exame. Já no teste de caminhada, que foi realizado em um período anterior ao do teste ergométrico, o uso do incentivador respiratório BiPAP superou ao teste realizado na primeira fase, sem a sua utilização. Ambos os testes são progressivos com muito esforço, sendo que se diferem apenas na inclinação (rampa) do teste ergométrico, onde o grupo muscular quadríceps é o mais solicitado, pois a caminhada é realizada no nível plano, sendo assim, o motivo da diferença do sucesso do BiPAP na caminhada é o uso da inclinação como um fator interveniente.

Segundo TOBIAS, 2000, que realizou um estudo de 3 casos em pacientes operados, verificou-se a importância de se evitar a intubação orotraqueal e os benefícios que a ventilação não invasiva, tal como o método BiPAP, proporciona. Houve, ainda, uma boa aceitação da máscara pelos pacientes. Já na amostra estudada, não houve sequer especulações sobre o uso de intubação, visto que os pacientes não estavam nem hospitalizados, mas gozavam de boa evolução clínica. No entanto, comparado ao trabalho de TOBIAS, os voluntários nesta pesquisa não tiveram uma boa aceitação no uso da máscara sentindo um grande desconforto para respirar. A máscara utilizada nos pacientes que foram operados, segundo TOBIAS, adaptaram-se bem a técnica pelo fato de necessitarem do auxílio da mesma para poderem respirar confortavelmente, por estarem convalescentes.

Em um estudo realizado em pacientes com insuficiência respiratória, onde os mesmos já haviam sido traqueostomizados e que, no momento, estavam sendo tratados com sucesso com a ventilação por pressão positiva com melhora da circulação e redução na hipercapnia (POPONICK et al., 1997). Nesses pacientes, houve diminuição da PA com o BiPAP em relação à ventilação mecânica invasiva, diminuição dos dias de ventilação, dado esse com um

índice positivo significativo aos dias de hospitalização, sem nenhuma complicação se comparado à hipotensão, pressão aumentada de fluxo turbulento e aumento na pressão gastrointestinal. O BiPAP nasal foi considerado a melhor opção de tratamento para pacientes com DPOC (POPONICK et al., 1997). O BiPAP produziu resultado positivo na pesquisa estudada pelo grupo de POPONICK. Esta pesquisa com 30 voluntários demonstrou que a utilização do incentivador no teste ergométrico não alterou significativamente a PA, mas os voluntários queixaram-se (escala de Borg) de fluxo turbulento com o uso da técnica .

Em outro estudo, foram avaliados 14 pacientes com idade variando entre 50 e 70 anos, que se encontravam no primeiro dia pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio e apresentavam-se hipoxêmicos. O objetivo do trabalho era investigar a eficácia do CPAP realizado com o equipamento Bird Mark 7 na reversão da hipoxemia (PAZZIANOTTO-FOTI et al., 2002). A pressão positiva contínua nas vias aéreas é um dos recursos utilizados na fisioterapia com o objetivo principal de combater a hipoxemia, ou seja, aumentar os valores da PaO_2 , visto que ela aumenta CRF(capacidade residual funcional), melhora a troca gasosa e a oxigenação tecidual e, ainda, aumenta a ventilação alveolar e melhora a ventilação em áreas de baixa relação ventilação/perfusão (V/Q) (SCARPINELLA et al, 1997; AZEREDO, 1998). No estudo descrito, o BiPAP não reduziu a hipoxemia desenvolvida, dificultando a troca gasosa e prejudicando a oxigenação tecidual com o aumento da liberação do ácido láctico, evoluindo para fadiga respiratória e esquelética, constatado pela diferenciados fluxos entre aparelho e voluntário.

AZEREDO afirma que o CPAP é de grande utilidade no tratamento de pacientes afetados pela hipoxemia e pela hipercapnia, já que melhora as trocas gasosas, a complacência pulmonar, a mecânica respiratória, a PaO_2 e a oxigenação tecidual. Os resultados deste estudo evidenciaram que, depois da aplicação de CPAP, houve um aumento significativo da PaO_2 e da SaO_2 , em comparação a seu valor anterior à aplicação em todos os pacientes estudados (PAZZIANOTTO-FOTI et al., 2002). Os resultados desta pesquisa também mostraram que houve diferença significativa nos valores da SaO_2 , porém, a aplicação do incentivador respiratório BiPAP prejudicou a oxigenação; com isso, desenvolveu hipoxemia, ao contrário da pesquisa citada pelo Azeredo, onde ficou evidente que com a aplicação do CPAP ocorreu um aumento significativo da SaO_2 , melhorando a oxigenação arterial.

CAPÍTULO 6

CONCLUSÕES

Neste capítulo, apresentam-se as principais conclusões obtidas com a realização da pesquisa e as sugestões para futuros trabalhos.

6.1 CONCLUSÕES

Inúmeros métodos têm sido propostos para o diagnóstico da doença coronariana, mas ainda o mais indicado pelo cardiologista continua sendo o teste ergométrico. Todos os que se submetem ao teste ergométrico têm suas dificuldades e limitações, e foi proposta, nesta pesquisa, uma técnica que pudesse amenizar tais problemas e obter um diagnóstico confiável. Aplicou-se o incentivador respiratório BiPAP com o intuito de diminuir o esforço físico do voluntário e avaliar suas condições fisiológicas e metabólicas durante o teste.

O objetivo foi contribuir, de forma quantitativa, no diagnóstico médico, de indivíduos coronarianos com fatores de risco associados. Foram coletados os dados dos testes sem e com o emprego da técnica BiPAP e submetidos à análise estatística para verificar o nível de concordância e significância entre as metodologias empregadas, nas variáveis Pressão Arterial, Frequência Cardíaca, Consumo Máximo de Oxigênio, Equivalente Metabólico, Duplo Produto, Consumo de Oxigênio do Miocárdio, Percentual de Saturação de Oxigênio e Ácido Lático.

Na amostra estudada, durante o teste ergométrico (protocolo de Bruce) em movimento contínuo e progressivo com inclinação, constatou-se, na grande totalidade, uma resposta significativa da primeira fase (sem a técnica BiPAP) em relação à segunda fase, na qual o incentivador respiratório foi empregado, mas atuando de forma insatisfatória na oxigenação respiratória. Todavia, durante o teste da caminhada e corroborando com outros estudos já

realizados, o BiPAP trouxe benefícios em relação à oxigenação muscular respiratória, comprovados pela análise estatística. Sendo assim, tais resultados induzem à recomendação da aplicação do incentivador em procedimentos terapêuticos envolvendo o teste da caminhada.

Em síntese, o desenvolvimento da pesquisa permite concluir que:

(1) o uso da máscara gerou um grande desconforto ao voluntário, causando ansiedade durante o uso, não ocorrendo uma boa adaptação do voluntário ao uso do BiPAP;

(2) a análise do desempenho do voluntário com o uso do BiPAP durante a caminhada de 12 min foi positiva, considerando os parâmetros fisiológicos avaliados;

(3) o uso da técnica BiPAP acarretou em um aumento da FC sendo que 3 voluntários atingiram a FCM e a distância foi superior 417 m para o grupo experimental em relação ao grupo controle;

(4) na análise do desempenho do voluntário frente ao uso do BiPAP durante o teste ergométrico, a diferença do tempo de teste no grupo controle foi 12,8% superior em relação ao grupo experimental;

(5) o uso da técnica BiPAP nas variáveis duplo produto, frequência cardíaca, consumo de oxigênio e pressão arterial média não apresentaram diferença significativa entre a primeira e segunda fases, no entanto, variáveis como VO_2 , MET e saturação de oxigênio apresentaram diferença estatística significativa ao nível de 5%, mas somente para a primeira fase (sem BiPAP). O ácido láctico foi a única variável que teve seus valores maiores na segunda fase em relação à primeira;

(6) o BiPAP pode ser recomendado no uso em repouso ou em esforço moderado em níveis planos mas com esforço progressivo e com inclinação, ou seja, rampa, ele provoca a fadiga respiratória e a fadiga da musculatura esquelética, sendo a sua aplicação negativa para terapêutica.

Em síntese, o desenvolvimento da pesquisa permite concluir que a aplicação da técnica BiPAP não proporciona uma resposta significativa nas variáveis analisadas durante o teste ergométrico. Ficou constatado que, com o movimento progressivo em superfície inclinada, os voluntários evoluíram para fadiga respiratória pela queda da saturação de oxigênio e dispnéia, ocorrendo diminuição da oxigenação alveolar, aumento da liberação do ácido láctico (fase anaeróbica), sobrecarga miocárdica e exaustão da musculatura esquelética (quadríceps), não sendo possível terminar o teste (tempo de esteira) ou alcançar o mesmo desempenho físico que quando sem o uso do incentivador respiratório.

6.2. TRABALHOS FUTUROS

A pesquisa realizada suscitou novas dúvidas e questionamentos. Os resultados obtidos não permitiram chegar a conclusões positivas sobre o uso da técnica BiPAP no auxílio ao diagnóstico da doença coronariana. Assim, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas empregando técnicas como o CPAP ou apenas o uso de O₂, para que se tente diminuir o desgaste físico e a fadiga respiratória durante o teste ergométrico.

Melhor seria o uso de uma técnica BiPAP controlada pelo trabalho do voluntário, onde houvesse um sensor de fluxo para realizar o sincronismo entre os períodos de inspiração e expiração do voluntário com os fluxos pré-estabelecidos no equipamento de BiPAP. Como não existe um BiPAP que proporcione tal sincronismo, sugere-se ainda, desenvolvimento de um instrumento através do qual seja possível medir e equilibrar as pressões e fluxos respiratórios do indivíduo aos do BiPAP, para que propicie sincronismo durante a respiração.

Em um outro trabalho, sugere-se aplicar a técnica BiPAP e outras técnicas descritas a voluntários com outras doenças cardíacas (ICC) ou respiratórias (DPOC), para avaliar seus efeitos sobre os parâmetros fisiológicos e metabólicos.

Em outra proposta, recomendam-se estudos na aplicabilidade da técnica BiPAP em teste ergométrico, repetindo o protocolo aplicado, porém, utilizando a esteira no plano e velocidades progressivas, alterando o protocolo de Bruce, para que possa amenizar o desconforto causado pela fadiga. Para complementar, empregar a gasometria arterial e a

manovacuometria para verificar a pressão negativa inspiratória máxima. Espera-se com esses procedimentos contribuir para com o diagnóstico da doença coronariana.

ANEXO 1

APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA EM SERES HUMANOS DA PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ



Pontifícia Universidade Católica do Paraná
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Comitê de Ética em Pesquisa dos Hospitais da Aliança Saúde PUCPR-Santa Casa.

Curitiba, 12 de dezembro de 2003
PARECER N.045/03

Ref. Projeto de Pesquisa: **“Avaliação da Utilização do Bipap no teste ergométrico em pacientes coronários”**.

Este projeto de pesquisa promove o conhecimento científico, respeitando os princípios vigentes da ética em pesquisa, salvaguardando a autonomia e a dignidade dos sujeitos de pesquisa.

Por isso, venho por meio deste informar a Vossa Senhoria que o Comitê de Ética em Pesquisa dos Hospitais da Aliança Saúde PUCPR – Santa Casa, no dia 16 de dezembro do corrente ano aprovou o Projeto Intitulado “Avaliação da Utilização do Bipap no teste ergométrico em pacientes coronários”, pertencente ao grupo III, sob o registro no CEP ° 41, está sendo encaminhado a CONEP para devido registro.

Situação: APROVADO

Lembramos ao senhor pesquisador que é obrigatório encaminhar relatório anual, parcial e relatório final a este CEP.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Mário Antonio Sanches'.

Prof. Dr. Mário Antonio Sanches
Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa

Pesquisador:
Prof. Percy Nohama



ANEXO 2

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

- a) Você está numa faixa etária de 49 a 68 anos, está sendo convidado a participar de um estudo intitulado. “Utilização do BiPAP no auxílio do Teste Ergométrico em pacientes coronarianos”. É através das pesquisas clínicas que ocorrem os avanços nas ciências médicas e biológicas, e sua participação é de fundamental importância.
- b) O objetivo desta pesquisa é avaliar o resultado da Fcmáx. durante um teste ergométrico sendo utilizado o incentivador respiratório BIPAP.
- c) Caso você participe da pesquisa, será necessário levar os exames e fazer uma consulta cardiológica.
- d) Como em qualquer tratamento você poderá experimentar alguns desconfortos, principalmente relacionados. ; desconforto pelo uso do bocal em sua boca.
- e) Os riscos que envolvem o seu tratamento são: não há risco pelo uso do BiPAP .
- f) Para tanto você deverá comparecer no Hospital do Coração no setor de ergometria ou na Clínica Sugisawa S/A Ltda no setor de Ergometria para efetuar um teste ergométrico.
- g) Contudo, os benefícios, esperados são: evitar a fadiga respiratória durante o T.E.
- h) A fisioterapeuta (Dra Sonia Maria Aumann - telefone: 9984-1808 / 345-5495) poderá ser contatada, na Associação dos Servidores Públicos do PR no Setor de Reabilitação Cardio-Pulmonar terça à quinta feira no período da noite, a partir das 17.h até às 22h, é a responsável pelo execução do procedimento e fará o acompanhamento através de exames periódicos, conforme consta no padrão Ético e Vigente no Brasil.
- i) Estão garantidas todas as informações que você queira, antes durante e depois do estudo.
- j) A sua participação neste estudo é voluntária. Você tem a liberdade de recusar participar do estudo, ou se aceitar a participar, retirar seu consentimento a qualquer momento. Este fato não implicará na interrupção de seu atendimento, que está assegurado.
- l) As informações relacionadas ao estudo poderão ser inspecionadas pelos médicos que executam a pesquisa e pelas autoridades legais, no entanto , se qualquer informação for divulgada em relatório ou publicação, isto será feito sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida.
- m) Todas as despesas necessárias para a realização da pesquisa (exames, medicamentos , etc...) não são da responsabilidade do paciente.
- n) Pela sua participação no estudo, você não receberá qualquer valor em dinheiro. Você terá a garantia de que qualquer problema decorrente do estudo será tratado no própria clínica.
- o) Quando os resultados forem publicados, não aparecerá seu nome, e sim um código.
- Eu, _____ li o texto acima e compreendi a natureza e objetivo do estudo do qual fui convidado a participar. A explicação que recebi menciona os riscos e benefícios do estudo e os tratamentos alternativos. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação no estudo a qualquer momento sem justificar minha decisão e sem que esta decisão afete meu tratamento com o meu médico. Eu entendi o que não posso fazer durante o tratamento e sei que qualquer problema relacionado ao tratamento será tratado sem custos para mim.
- Eu concordo voluntariamente em participar deste estudo.

Assinatura do paciente
Ou responsável legal

Data
__/__/__

Nome do pesquisador

Data
__/__/__

ANEXO 3

FORMA DESCRITIVA DA AVALIAÇÃO DOS VOLUNTÁRIOS

Voluntários nº 1 : Idade 49 anos; branco; peso corporal 74kg; altura =1.,75m; circunferência abdominal 90 cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia 2001; história de antecedentes cardíacos na família; fatores de risco associados como tabagismo; não é etilista; não faz dieta; faz atividade física como caminhada diária, 1 hora à 5 anos; medicação em uso Divelol 12,5; doenças associadas como varizes.

Voluntários nº 2 : Idade 49 anos; branco; peso corporal 70.800kg; altura = 1.68m; circunferência abdominal 90 cm; infarto prévio; dor atípica; angioplastia 2001; história de antecedentes cardíacos, hipertensos e circulatórios; fatores de risco associados como tabagismo, hipertensão arterial, dislipidemia; não é etilista; faz dieta de gordura e sal; sedentário; medicação em uso Propanolol 25mg, Monocordil, AAS, Captopril ; doenças associadas como varizes, insônia.

Voluntários nº 3 : Idade 56 anos; branco; peso corporal 70.400kg; altura = 1.63m; circunferência abdominal 92 cm; infarto prévio; assintomático; história de antecedentes cardíacos, hipertensos e diabetes na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, diabetes mellitus, dislipidemia; não é etilista; não faz dieta; faz atividade física como caminhada diária, 1 hora à 10 anos; medicação em uso Marevan, Metiformina, Pressotec;Doenças associadas como cálculo renal e insônia.

Voluntários nº 4 : Idade 62 anos; branco; peso corporal 78.200kg; altura = 1.71m; circunferência abdominal 96 cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia 1996; circunferência abdominal 90 cm; história de antecedentes cardíacos na família; fatores de risco associados como stress e hipertensão arterial; não é etilista; faz dieta de gordura; faz atividade física como caminhada 3 vezes por semana, 1:30 min há 9 anos; medicação em uso sustrate, AAS, nifidipina, propanolol; doenças associadas como depressão.

Voluntários nº 5 : Idade 54 anos; branco; peso corporal 75kg; altura = 1.72m; circunferência abdominal 96 cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia 1998; história de antecedentes renais na família; fatores de risco associados como tabagismo; foi etilista; não faz dieta; sedentário; não faz uso de medicação; doenças associadas como depressão.

Voluntários nº 6 : Idade 53 anos; branco; peso corporal 77.100kg; altura = 1.69m; circunferência abdominal 90 cm; assintomático; angioplastia 2002; história de antecedentes cardíacos, hipertensos e circulatórios na família; fatores de risco associados como etilismo,

dilipidemia, hipertensão arterial e stress; faz dieta de gordura; faz atividade física como reabilitação cardio-pulmonar 3 vezes/semana de 1:15 min. há 1ano; medicação em uso Cipramil 20, Aprozide e Citalor; doença associada como depressão.

Voluntários nº 7 : Idade 52 anos; branco; peso corporal 83.500kg; altura = 1.55m; circunferência abdominal 108 cm; infarto prévio; angina; angioplastia 2003; revascularização 1999; história de antecedentes cardíacos, hipertensos e circulatórios na família; fatores de risco associados como tabagismo e hipertensão arterial; faz dieta de gordura; sedentário; medicação em uso Propanolol 40, Capoten 25, Stugeron e Izocor; doenças associadas como depressão, insônia e gastrointestinais.

Voluntários nº 8 : Idade 57 anos; branco; peso corporal 84.700kg; altura = 1.67m; circunferência abdominal 101cm; infarto prévio; assintomático; (4) angioplastias, última 2002; história de antecedentes cardíacos na família; fatores de risco associados como stress e dislipidemia; não faz dieta; sedentário; medicação em uso Pravacol, Fluxetina, omeprazol e AAS; doenças associadas como enxaqueca e gastrointestinais.

Voluntários nº 9 : Idade 57 anos; branco; peso corporal 79.400kg; altura = 1.77m; circunferência abdominal 93 cm; assintomático; cateterismo 1999; história de antecedentes cardíacos na família; fatores de risco associados como dislipidemia e stress; faz dieta de gordura; faz atividade física como natação e caminhada 2x/semana há 1ano e meio durante 1 hora; medicação em uso Euthyrox 50, Diutiazem 60; não doenças há doenças associadas.

Voluntários nº 10 : Idade 52 anos; branco; peso corporal 99.400kg; altura = 1.76m; circunferência abdominal 113 cm; infarto prévio; assintomático; (3) angioplastias, última 2002; história de antecedentes cardíacos e circulatórios na família; fatores de risco associados como stress; não faz dieta; faz reabilitação cardíaca há 4 anos 3x/semana de 1hora; medicação em uso Selozoc 50mg e AAS 200mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 11 : Idade 51 anos; branco; peso corporal 87.500kg; altura = 1.70m; circunferência abdominal 103 cm; assintomático; revascularização; história de antecedentes cardíacos, hipertensos e diabéticos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial e stress; não faz dieta; sedentário; medicação em uso Atenolol 50mg, Zocor 40mg e Aspirina Prevent 100mg; doenças associadas como cálculo renal e insônia.

Voluntários nº 12 : Idade 60 anos; branco; peso corporal 58.800kg; altura = 1.69m; circunferência abdominal 80 cm; infarto prévio; dispnéia ; angioplastia 1997; história de antecedentes com acidente vascular cerebral na família; fatores de risco associados como tabagismo, hipertensão arterial e stress; não faz dieta; sedentário; medicação em uso Propanolol 40mg; doenças associadas como enfisema pulmonar.

Voluntários nº 13 : Idade 59 anos; branco; peso corporal 84.500kg; altura = 1.75m; circunferência abdominal 101cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; revascularização; história de antecedentes cardíacos, circulatórios e diabéticos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, dislipidemia e stress; não faz dieta; atividade física como caminhada diária há 11 anos durante 1 hora; medicação em uso Sivastatina, AAS e Cardizen 180 mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 14 : Idade 66 anos; branco; peso corporal 83.200kg; altura = 1.76m; circunferência abdominal 98 cm; infarto prévio; assintomático; cateterismo; ; história de antecedentes cardíacos, circulatórios, hipertensos, acidente vascular cerebral e diabéticos na família; fatores de risco associados como hipertensão e stress; sedentário; não faz dieta; medicação em uso Abloc 50mg e AAS; doenças associadas insônia.

Voluntários nº 15 : Idade 49 anos; branco; peso corporal 93kg; altura = 1.72m; circunferência abdominal 98 cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; história de antecedentes cardíacos e hipertensos na família; fatores de risco associados como hipertensão e stress; faz reabilitação cardíaca há 2 anos, 3x/semana durante 1:15min.; não faz dieta; medicação em uso Maleato de Inalapril, Somalgin Cardio 100 e Sivastatina; não há doenças associadas.

Voluntários nº 16 : Idade 61 anos; branco; peso corporal 78.500kg; altura = 1.73m; circunferência abdominal 98cm; infarto prévio; assintomático; cateterismo; história de antecedentes hipertensos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial; não faz dieta; atividade física como caminhada diária há 5 anos durante 1 hora; medicação em uso Sivastatina, AAS , Maleato de Inalapril, Monocordil Digoxina, Lasix e Aldactone; não há doenças associadas.

Voluntários nº 17 : Idade 59 anos; branco; peso corporal 76.100kg; altura = 1.58m; circunferência abdominal 100cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; revascularização; história de antecedentes cardíacos, hipertensos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, dislipidemia e stress; faz dieta de gordura; atividade física como caminhada diária há 3 meses durante 1 hora; medicação em uso Sivastatina, Inalapril e Aspirina Prevent; doenças associadas como gastrite e bursite no ombro D.

Voluntários nº 18 : Idade 59 anos; branco; peso corporal 92.900kg; altura = 1.65m; circunferência abdominal 87cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; revascularização; história de antecedentes cardíacos e renais na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, dislipidemia e stress; faz dieta de gordura; Faz reabilitação cardíaca há 17 anos, 3x/semana durante 1hora e musculação 3x/semana;medicação em uso Liptor 20mg e AAS; doenças associadas como gastrite e cálculo renal.

Voluntários nº 19 : Idade 65 anos; branco; peso corporal 63.300kg; altura = 1.67m; circunferência abdominal 86cm; assintomático; angioplastia; história de antecedentes cardíacos, circulatórios e hipertensos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial e stress; não faz dieta; atividade física como caminhada 2x/semana há 5 anos durante 1hora; medicação em uso Atenolol 20mg, Cloridrato de Ticopledina 25mg e Lescol 20mg; doenças associadas como depressão e úlcera

Voluntários nº 20 : Idade 60 anos; branco; peso corporal 75.500kg; altura = 1.75m; circunferência abdominal 92cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; história de antecedentes hipertensos na família; não há fatores de risco associados; não faz dieta; atividade física como maratona e caminhada diária há 5 anos durante 1hora; não faz uso de medicação; não há doenças associadas.

Voluntários nº 21 : Idade 59 anos; branco; peso corporal 76.100kg; altura = 1.64m; circunferência abdominal 92cm; infarto prévio; assintomático; história de antecedentes hipertensos e circulatórios na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial; não faz dieta; atividade física como caminhada diária há 20 anos durante 1hora;medicação em uso Sivastatina, Celozoc 50mg e Neusine 25mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 22 : Idade 57 anos; branco; peso corporal 82.500kg; altura = 1.78m; circunferência abdominal 93cm; assintomático; angioplastia; revascularização; história de antecedentes cardíacos, circulatórios, hipertensos e diabéticos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, dislipidemia e stress; não faz dieta; atividade física como caminhada diária há 4anos durante 1hora;medicação em uso Aspirina Prevent, Angipress e Pravacol; doenças associadas como cervicobraquialgia.

Voluntários nº 23 : Idade 54 anos; branco; peso corporal 59.300kg; altura = 1.66m; circunferência abdominal 89cm; assintomático; angioplastia; revascularização; história de antecedentes cardíacos e hipertensos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, dislipidemia e stress; faz dieta de gordura; atividade física como natação e caminhada diária há 5 anos durante 1hora;medicação em uso Ticlid, Socor, Valion e Cardizen90mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 24 : Idade 60 anos; branco; peso corporal 70kg; altura = 1.66m; circunferência abdominal 89cm; assintomático; revascularização; história de antecedentes hipertensos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial e dislipidemia; não faz dieta; atividade física como caminhada diária há 20 anos durante 1hora, musculação e ginástica 3x/semana; medicação em uso Tenoretic 50mg, Novasc 10mg, Socor 20mg e Somalgin200mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 25 : Idade 61 anos; branco; peso corporal 87.700kg; altura = 1.84m; circunferência abdominal 97cm; infarto prévio; assintomático; cateterismo; história de antecedentes renais e circulatórios na família; fatores de risco associados como dislipidemia e stress; não faz dieta; sedentário; medicação em uso Naprix 5mg e Isocor 20mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 26 : Idade 58 anos; branco; peso corporal 85kg; altura = 1.73m; circunferência abdominal 108cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; história de antecedentes hipertensos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial e stress; não faz dieta; sedentário; medicação em uso Zocor, Aspirina Prevent e Pressotec; não há doenças associadas.

Voluntários nº 27 : Idade 58 anos; branco; peso corporal 101.900kg; altura = 1.73m; circunferência abdominal 112cm; infarto prévio; angina leve; angioplastia; história de antecedentes cardíacos, hipertensos, diabéticos e acidente vascular cerebral na família; fatores de risco associados como diabetes, tabagismo, hipertensão arterial, dislipidemia e stress; não faz dieta; sedentário; medicação em uso Maleato de Inalapril 20mg, Dalnil5mg; doenças associadas como depressão e ansiedade.

Voluntários nº 28 : Idade 57 anos; branco; peso corporal 78.700kg; altura = 1.68m; circunferência abdominal 98cm; assintomático; revascularização; história de antecedentes hipertensos, acidente vascular cerebral e diabéticos na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, dislipidemia e stress; não faz dieta; sedentário; medicação em uso Presantin 75mg, Diovan e Angipress 25mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 29 : Idade 68 anos; branco; peso corporal 84.500kg; altura = 1.76m; circunferência abdominal 104cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; revascularização; história de antecedentes cardíacos e circulatórios na família; fatores de risco associados como hipertensão arterial, dislipidemia e stress; não faz dieta; atividade física como caminhada diária há 3 anos durante 1hora;medicação em uso Sivastatina, AAS e Cardizen180 mg; não há doenças associadas.

Voluntários nº 30 : Idade 68 anos; asiático; peso corporal 55.600kg; altura = 1.55m; circunferência abdominal 79cm; infarto prévio; assintomático; angioplastia; revascularização; história de antecedentes cardíacos, hipertensos, circulatórios e diabéticos na família; fatores de risco associados como tabagismo, etilismo, hipertensão arterial, dislipidemia, diabetes e stress; não faz dieta; atividade física como caminhada diária há 5 anos durante 1hora;medicação em uso Pressotec 20mg, Atenolol 100mg, Diamicron,AAS e Adalat 20mg; doenças associadas como Acidente vascular cerebral (AVC) (voluntário excluído por pertencer a um grupo de alto risco e com muita dificuldade para caminhar pela sequela AVC).

ANEXO 4

QUESTIONÁRIO PARA IDENTIFICAR A DOENÇA ARTERIAL CORONARIA

Nome:

Data de Nascimento:

Idade:

Sexo:

Profissão:

 ativo aposentado

Telefone residencial:

Comercial:

Celular:

Queixa Principal:

Médico:

Telefone:

Diagnóstico:**Medicamentos:**

Hábitos de Vida: tabagista ex. cigarros/dia: durante quanto tempo: parou quanto tempo: etilismo dieta stress atividade física quanto tempo: tipo diário:

frequência : local: indicação:

Sintomas:dispnéia a : pequenos esforços a médios esforços dispn. a grandes esforços angina assintomático outros:

Antecedentes familiares: antecedentes cardíacos antecedentes hipertensos antecedentes circulatórios antecedentes renais diabetes AVC

Disfunções: renal gastrointestinal ortopédica diabetes pulmonar neurológica vascular periférica cardíaca cirurgias

Diagnóstico Cardiovascular: infarto: localização data : insuficiência cardíaca insuficiência coronariana cateterismo: data: cirurgia de revascularização data : angioplastia data : marcapasso data: transplante data:

Exame Físico:

Peso:**Altura:****IMC:**

ANEXO 5

RELAÇÃO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA X FREQUÊNCIA CARDÍACA FINAL SEM E COM BiPAP DURANTE A CAMINHADA DE 12 MINUTOS

V	idade	Fcmax bpm	fcf sem bpm	fcmax-fcf(bpm)		fcf com bpm	fcmax-fcf(bpm)	
1	63	157	88	69	não atingiu	120	37	não atingiu
2	61	159	104	55	não atingiu	160	-1	atingiu
3	57	163	104	59	não atingiu	108	55	não atingiu
4	65	155	92	63	não atingiu	144	11	não atingiu
5	69	151	92	59	não atingiu	116	35	não atingiu
6	53	167	143	24	não atingiu	148	19	não atingiu
7	57	163	100	63	não atingiu	128	35	não atingiu
8	57	163	92	71	não atingiu	136	27	não atingiu
9	57	163	92	71	não atingiu	112	51	não atingiu
10	52	168	112	56	não atingiu	140	28	não atingiu
11	65	155	80	75	não atingiu	112	43	não atingiu
12	51	169	96	73	não atingiu	100	69	não atingiu
13	49	171	92	79	não atingiu	100	71	não atingiu
14	52	168	104	64	não atingiu	140	28	não atingiu
15	49	171	144	27	não atingiu	164	7	não atingiu
16	57	163	100	63	não atingiu	160	3	não atingiu
17	60	160	100	60	não atingiu	104	56	não atingiu
18	54	166	103	63	não atingiu	127	39	não atingiu
19	54	166	122	44	não atingiu	125	41	não atingiu
20	58	162	142	20	não atingiu	165	-3	Atingiu
21	49	171	95	76	não atingiu	72	99	não atingiu
22	57	163	128	35	não atingiu	107	56	não atingiu
23	61	159	94	65	não atingiu	140	19	não atingiu
24	49	171	91	80	não atingiu	91	80	não atingiu
25	60	160	84	76	não atingiu	84	76	não atingiu
26	57	163	118	45	não atingiu	157	6	não atingiu
27	58	162	116	46	não atingiu	130	32	não atingiu
28	63	157	132	25	não atingiu	122	35	não atingiu
29	58	162	100	62	não atingiu	120	42	não atingiu
30	55	165	120	45	não atingiu	128	37	não atingiu
31	58	162	144	18	não atingiu	180	-18	atingiu
Media	56,94	163,1	107,2258	55,83871		127,1	35,96774	
dp	5,092	5,092	18,8126	18,32866		25,59	26,70391	

ANEXO 6

RELAÇÃO DA PRIMEIRA E SEGUNDA FASES DA DISTÂNCIA

voluntários	1ª Fase	2ª Fase	
	1	2	
	DISTÂNCIA	DISTÂNCIA	1 Dist - 2 Dist
1	1250 m	1355 m	-105
2	1018 m	1068 m	-50
3	1209 m	1280 m	-71
4	1231 m	1280 m	-49
5	1068 m	1232 m	-164
6	1512 m	1532 m	-20
7	1255 m	1243 m	12
8	1341 m	1431 m	-90
9	1302 m	1385 m	-83
10	1395 m	1413 m	-18
11	1333 m	1416 m	-83
12	1227 m	1310 m	-83
13	1376 m	1301 m	75
14	1301 m	1502 m	-201
15	1462 m	1411 m	51
16	1381 m	1371 m	10
17	1331 m	1290 m	41
18	1498 m	1683 m	-185
19	1270 m	1431 m	-161
20	1376 m	1439 m	-63
21	1343 m	1451 m	-108
22	1320 m	1401 m	-81
23	1429 m	1431 m	-2
24	1331 m	1370 m	-39
25	1293 m	1374 m	-81
26	1240 m	1298 m	-58
27	1413 m	1643 m	-230
28	1401 m	1451 m	-50
29	1008 m	1028 m	-20
30	1129 m	1195 m	-66
31	878 m	1295 m	-417

ANEXO 7

RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS RELACIONADAS NO TESTE RGOMÉTRICO

Voluntario	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Pressão Arterial Sistólica 1ª fase	180	190	220	140	160	160	200	190	180	170
Pressão Arterial Sistólica 2ª fase	180	140	220	140	180	160	190	180	180	180
Pressão Art. Diastólica 1ª fase	80	100	100	80	90	90	90	100	100	100
Pressão Art. Diastólica 2ª fase	80	90	100	80	90	90	90	90	90	90
Freq. Cardíaca Atingida 1ª fase	152	145	152	121	166	157	152	156	156	150
Freq. Cardíaca Atingida 2ª fase	141	142	152	121	169	148	141	111	145	155
Freq. Cardíaca Máxima 1ª fase	163	162	152	157	162	163	159	160	166	163
Freq. Cardíaca Máxima 2ª fase	163	162	152	157	162	163	159	160	166	163
Freq. Cardíaca Submáxima 1ª fase	139	137	129	133	137	139	135	135	141	138
Freq. Cardíaca Submáxima 2ª fase	139	137	129	133	137	139	135	135	141	138
Consumo Máximo de Oxigênio 1ª fase	37,99	27,91	24,13	22,87	24,95	50,40	31,38	38,87	46,18	38,56
Consumo Máximo de Oxigênio 2ª fase	26,34	23,12	24,13	0,19	25,39	48,39	31,38	41,39	39,88	37,17
Equivalente Metabólico 1ª fase	132,97	97,69	84,46	80,05	87,32	176,40	109,81	136,05	161,63	134,95
Equivalente Metabólico 2ª fase	92,17	80,93	84,46	0,67	88,87	169,35	109,81	144,87	139,58	130,10
Duplo Produto 1ª fase	27360	27550	33440	14420	26560	25120	30400	29640	28080	25500
Duplo Produto 2ª fase	25380	19880	33440	14420	30420	23680	26790	19980	26100	27900
Consumo de Oxigênio 1ª fase	32,00	32,27	40,52	13,89	30,88	28,87	36,26	35,20	33,01	29,40
Consumo de Oxigênio 2ª fase	29,23	21,53	40,52	6,30	36,29	26,85	31,21	21,67	30,24	32,76
Percentual de Saturação de Oxigênio 1 - 1ª fase	83	96	96	93	95	95	96	96	94	92
Percentual de Saturação de oxigênio 1 - 2ª fase	92	93	93	93	96	87	94	94	89	94
Diferencial Saturação de O ₂ (antes e depois) 1ª fase	9	-3	-1	-1	-1	-8	-2	-2	-5	2
Percentual de Saturação de Oxigênio 2 - 1ª fase	97	95	96	93	96	95	97	95	97	95
Percentual saturação de Oxigênio 2 - 2ª fase	91	93	93	92	94	88	95	93	98	90
Diferencial Saturação de O ₂ (antes e depois) 2ª fase	-6	-3	-2	-2	-2	-7	-2	-2	1	-5
Ácido Láctico 1ª fase	2,8	2,9	3,9	3,8	1,6	6,8	5	5,8	2,7	6,3
Ácido Láctico 2ª fase	6,2	5,4	3,9	3,8	9,0	6,2	4,2	5,5	4,6	7,5

Voluntário	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Pressão arterial sistólica 1ª fase	160	190	140	180	170	120	180	160	190	200
Pressão Arterial Sistólica 2ª fase	180	170	180	190	180	160	200	170	180	190
Pressão Art. Diastólica 1ª fase	80	90	90	70	80	70	80	80	100	80
Pressão Art. Diastólica 2ª fase	90	90	90	80	110	80	70	100	100	90
Freq. Cardíaca Atingida 1ª fase	168	145	168	164	178	150	157	169	156	154
Freq. Cardíaca Atingida 2ª fase	158	151	168	155	174	148	149	175	148	130
Freq. Cardíaca Máxima 1ª fase	167	163	163	168	158	169	160	171	172	162
Freq. Cardíaca Máxima 2ª fase	167	163	163	168	158	169	160	171	171	162
Freq. Cardíaca Submáxima 1ª fase	142	138	138	143	134	144	136	145	146	138
Freq. Cardíaca Submáxima 2ª fase	142	138	138	143	134	144	136	145	145	138
Consumo Máximo de Oxigênio 1ª fase	40,20	36,16	32,57	40,01	45,36	43,41	47,06	43,47	54,31	35,79
Consumo Máximo de Oxigênio 2ª fase	37,17	31,88	26,15	29,36	38,24	36,29	39,19	37,61	50,40	22,88
Equivalente Metabólico 1ª fase	140,68	126,57	114,00	140,02	158,76	151,93	164,72	152,15	190,07	125,25
Equivalente Metabólico 2ª fase	130,10	111,58	91,51	102,76	133,85	127,01	137,15	131,64	176,40	79,38
Duplo Produto 1ª fase	26880	27550	23520	28260	30260	18000	28260	27040	29640	30200
Duplo Produto 2ª fase	28260	25670	30240	29450	31320	23680	29000	28560	26640	24700
Consumo de Oxigênio 1ª fase	31,33	32,27	26,63	33,26	36,06	18,90	33,26	31,56	35,20	35,98
Consumo de Oxigênio 2ª fase	33,26	29,64	36,04	34,93	37,55	26,85	34,30	33,68	31,00	28,28
Percentual de Saturação de Oxigênio 1 - 1ª fase	96	96	93	94	94	94	92	96	96	92
Percentual de Saturação de Oxigênio 1 - 2ª fase	94	86	95	76	96	98	88	94	96	92
Percentual de saturação de oxigênio 2 - 1ª fase	94	99	93	93	97	95	98	96	97	95
Diferencial Saturação de O ₂ (antes e depois) 1ª fase	-2	-10	2	-18	2	4	-4	-2	0	0
Percentual de Saturação de Oxigênio 2 - 2ª fase	91	86	89	91	96	93	98	91	92	98
Diferencial Saturação de O ₂ (antes e depois) 2ª fase	-3	-13	-4	-2	-1	-2	0	-5	-5	3
Ácido Láctico 1ª fase	3,7	6,1	2,5	9,2	1,1	11,9	6,3	9,2	6,8	7,6
Ácido Láctico 2ª fase	14,7	6,2	4,5	8,0	6,4	10,2	10,8	8,2	7,8	7,2

Voluntario	21	22	23	24	25	26	27	28	28	30
Pressão Arterial Sistólica 1ª fase	240	200	180	230	160	170	190	190	200	160
Pressão Arterial Sistólica 2ª fase	200	220	180	220	180	140	210	220	180	140
Pressão Art. Diastólica 1ª fase	100	100	80	110	90	80	80	80	100	80
Pressão Art. Diastólica 2ª fase	110	110	80	100	80	80	80	100	90	90
Freq. Cardíaca Atingida 1ª fase	161	151	176	175	162	156	156	161	146	152
Freq. Cardíaca Atingida 2ª fase	116	163	170	166	162	141	157	153	134	121
Freq. Cardíaca Máxima 1ª fase	154	164	166	172	171	155	171	168	163	159
Freq. Cardíaca Máxima 2ª fase	154	164	166	171	171	155	171	167	163	159
Freq. Cardíaca Submáxima 1ª fase	131	139	141	146	145	131	145	143	138	135
Freq. Cardíaca Submáxima 2ª fase	131	139	141	145	145	131	145	142	138	135
Consumo Máximo de Oxigênio 1ª fase	42,65	41,27	40,64	44,54	59,54	34,90	56,83	35,47	30,43	34,21
Consumo Máximo de Oxigênio 2ª fase	33,01	45,17	40,07	47,06	56,26	28,73	45,42	30,87	24,70	25,14
Equivalente Metabólico 1ª fase	149,28	144,43	142,23	155,90	208,38	122,16	198,89	124,15	106,51	119,74
Equivalente Metabólico 2ª fase	115,55	158,10	140,24	164,72	196,91	100,55	158,98	108,05	86,44	87,98
Duplo Produto 1ª fase	38640	29400	31680	40250	25920	26520	29640	30020	29200	24320
Duplo Produto 2ª fase	23200	34540	30600	37640	29160	19740	32970	33220	24120	16940
Consumo de Oxigênio 1ª fase	47,80	34,86	38,05	50,05	29,99	30,83	35,20	35,73	34,58	27,75
Consumo de Oxigênio 2ª fase	26,18	42,06	36,54	46,37	34,52	21,34	39,86	40,21	27,47	17,42
Percentual de Saturação de Oxigênio 1 - 1ª fase	96	98	96	93	95	97	97	95	96	97
Percentual de Saturação de Oxigênio 1 - 2ª fase	93	95	97	85	91	96	86	92	96	91
Diferencial Saturação de O ₂ (antes e depois) 1ª fase	-3	-3	1	-8	-4	-1	-11	-3	0	-6
Percentual de Saturação de Oxigênio 2 - 1ª fase	95	96	96	96	98	95	96	95	95	93
Percentual de Saturação de Oxigênio 2 - 2ª fase	88	93	93	93	92	91	81	92	91	91
Diferencial Saturação de O ₂ (antes e depois) 2ª fase	-7	-3	-3	-3	-6	-4	-15	-3	-4	-2
Ácido Láctico 1ª fase	1,6	3,4	6,2	6,7	5,7	2	4,2	5,6	1,8	8,7
Ácido Láctico 2ª fase	3,9	3,6	5,2	8,0	5,7	3,8	7,9	4,6	5,3	5,7

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AZEREDO, C.A.C. **Fisioterapia Respiratória Moderna**. Manole, São Paulo, 1993.
2. AZEREDO, C.A.C. **Bom Senso em Ventilação Mecânica**. Manole, São Paulo, 1998.
3. BARRETO, S. M. et al. **Rotinas em Terapia Intensiva**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.
4. BATLOUNI, M., **Fisiopatologia da Insuficiência Coronária**. Cap.5. São Paulo: Sarvier, 1995.
5. BEIGUELMAN, B. **Curso Prático de Bioestatística**. 4. ed. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1996.
6. BENIAMINOVITZ, A, LANG, C. C., FACC, J. LaManca, MANZINI, D. M. **Selective Low-Level Leg Muscle Training Alleviates Dyspnea in Patients With Heart Failure**. Journal of the American College of Cardiology, vol. 40, n. 9, 2002.
7. BORGES, J.L. **Doença Arterial Coronária Crônica**. São Paulo: Lemos Editorial, 2002.
8. BOUSSANA, A., GALY, O., MATECKI, S., HUE, O., RAMONATXO, M., VARRAY, A., LeGALLAIS, D. **Influence d' un triathlon on respiratory muscle performance**. Science & Sports, vol. 18, pp. 34-36, 2003.
9. BUGLIA, S. et al. **Teste ergométrico na angina instável e no infarto sem supradesnivelamento do segmento ST**. Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo, vol. 11, n. 3, pp. 594-599, 2001.
10. CARAMELLI, B. **Hipertensão arterial e doença isquêmica do coração**. HiperAtivo, vol. 4, n. 2, Abril/Junho, São Paulo, 1997.
11. CASTRO, S.V. **Anatômia Fundamental**. 3. ed., SP: Mc Graw-Hill, 1985.
12. CHALELA, W.A. et al. **Discordância entre os resultados do teste de esforço e da cintilografia de perfusão miocárdica**. Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo, vol. 11, n. 3, pp. 673-679, 2001.
13. DAVID, C. **Ventilação Mecânica: Da Fisiologia ao Consenso Brasileiro**. Rio de Janeiro: Revinter, 1996.

14. DAVID, C. **Ventilação Mecânica: Da Fisiologia à Prática Clínica**. Rio de Janeiro: Revinter, 2001.
15. DOUGLAS, C. R. **Tratado de Fisiologia Aplicada às Ciências da Saúde**. 1. ed., São Paulo: Robe Editorial, 1994.
16. EMMERICH, J. C. **Suporte Ventilatório – Conceitos Atuais**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 1998.
17. FERREIRA, B. M. A. et al. **Utilidade das derivações precordiais direitas na melhoria da sensibilidade do teste ergométrico**. Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo, vol. 11, n. 3, pp. 561-564, 2001.
18. FOSS, M. L., KETEVIAN, S. J. **Fox / Bases Fisiológicas do Exercício e do Esporte**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.
19. GONZÁLEZ, C., SERVERA, E., CELLI, B., DIAZ, J., MARIN, J. **A simple noninvasive pressure-time index at the mouth to measure respiratory load during acute exacerbation of COPD a comparison with normal volunteers**. Respiratory Medicine, Spain, vol. 97, pp. 415-420, 2003.
20. GRAY, H., GOSS, C. M., **Anatomia**. 29ª ed. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1988.
21. GUYTON, A. C., HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. Editora Guanabara Koonan S.ª, 9 ed., RJ, 1997.
22. JEKEL, J. F. **Epidemiologia, Bioestatística e Medicina Preventiva**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1999.
23. KAWAMURA, T. **Avaliação da capacidade física e teste ergométrico**. Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo, vol. 11, n. 3, pp. 659-670, 2001
24. KENDALL, H. O. **Músculos Provas e Funções**. Editora Manole Ltda, 3. ed. São Paulo, 1987.
25. KRIEGER, J. E., KRIEGER, E. M. **Hipertensão Arterial**. Ciência Hoje. Vol. 18, nº 103, SP., 1994.
26. MASTROCOLLA, L. E. et al. **Interpretação atual do teste ergométrico – participação no processo de decisão clínica**. Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo, vol. 11, n. 3, pp. 529-546, 2001.

27. MIZRAHI, J., VERBITSKY, O, ISAKOV, E. **Fatigue-induced changes in decline running.** Clinical Biomechanics vol. 16, pp. 207-212, 2001.
28. NASCIMENTO NETO, R.M. **Variabilidade da pressão arterial: fatores determinantes.** HiperAtivo, vol. 4, n.1, São Paulo, 1997.
29. NETTER, F.H. **The Ciba Collection Medical Illustrations.** Vol. 5, New York, 1969.
30. OKA, R. K., MARCO, T. D., HASKELL, W. L., BOTVINICK, E., DAE, M. W., BOLEN, K., CHATTERJEE, K. **Impact of a home-based walking and resistance training program on quality of life in patients with heart failure.** Journal of the American College of Cardiology, vol. 85, 2000.
31. PAVLOVIC, D., WENDT, M. **Diaphragm pacing during prolonged mechanical ventilation of the lungs could prevent from respiratory muscle fatigue.** Medical Hypotheses, Germany, vol.60, n.3, pp 398-403, 2002.
32. PAZZIANOTTO-FORTI, E. M., NALETO, M. C. C., GIGLIOLI, M. O. **A eficácia da aplicação de pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), com utilização do BIRD MARK 7, em pacientes em pós-operatório de cirurgia de revascularização do miocárdio.** Revista Brasileira de Fisioterapia, vol.6, n. 1, pp 31-35, 2002.
33. POPONICK, J. M., RENSTON, J. P., EMERMAN, C. L. **Successful use of nasal BiPAP in three patients previously requiring intubation and mechanical ventilation.** The Journal of Emergency Medicine, vol. 15, n. 6, pp. 785-788, 1997.
34. PORTO, C.C. **Semiologia Médica.** 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1994.
35. POWERS, S.K., HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho.** São Paulo, Manole, 2000.
36. IV DIRETRIZES BRASILEIRAS DE HIPERTENSÃO ARTERIAL. Campos do Jordão, SP, 2002.
37. REGENGA, M. M. **Fisioterapia em cardiologia - Da UTI. à Reabilitação.** São Paulo, 2000.
38. SCARPINELLA-BUENO, M. A., LARGUES, C. M., ISOLA, A. M., HOLANDA, R. T., ROCHA, R. T., AFONSO, J. F. **Uso do suporte ventilatório com pressão contínuo em vias aéreas (CPAP) por meio de máscara nasofacial no tratamento da insuficiência respiratória aguda.** Revista da Associação de Medicina do Brasil, vol. 43, pp. 180-184, 1997.

39. II DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA PARA O TRATAMENTO DO INFARTO AGUDO DO MIOCÁRDIO. Vol.74, Suplemento II, Junho, RJ, 2000.
40. II DIRETRIZES DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA SOBRE TESTE ERGOMÉTRICO. **Consenso sobre teste ergométrico.** Arq. Bras. Cardiol; Vol 78, supl II, 2002.
41. SELLERA, C.A.C. **Avaliação prognóstica da doença arterial coronariana pelo teste ergométrico.** Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo, vol. 11, n. 3 pp. 650-656, 2001.
42. SIGEL, S. **Estatística não paramétrica.** São Paulo: McGRAW HILL, 1977.
43. SLUTZKY,L.C. **Fisioterapia respiratória nas Enfermidades Neuromusculares.** Rio de Janeiro: Revinter, 1997.
44. SOCERJ. **Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro -** Rio de Janeiro: Atheneu, 2002.
45. SOCESP. **Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo – Cadiologia, Atualização e Reciclagem.** Rio de Janeiro: Atheneu, 1994.
46. SPRUIT, M. A, TROOSTERS, T., TRAPPENBURG, J. C. A., DECRAMER, M., GOSSELINK, R. **Exercise training during rehabilitation of patients with COPD: A current perspective.** Elsevier Science Ireland Ltd., 2003.
47. STAT SOFT. **Statística 6.0.** Tulsa, OK, Pacote Estatístico, C 1984-2001.
48. TEBEXRENI, A.S. et. al. **Protocolos tradicionais em ergometria suas aplicações práticas”versus”protocolo de rampa.** Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo, vol. 11, n. 3, pp. 519-552, 2001.
49. TOBIAS, J. D. **Noninvasive Ventilation Using Bilevel Positive Airway Pressure to Treat Impending Respiratory Failure in the Postanesthesia Care Unit.** Journal of Clinical Anesthesia, vol. 12, pp. 409-412, 2000.
50. VANPEE, D., EL KHAWAND, C., ROUSSEAU, L., JAMART, L., DELAUNOIS, L. **Does inspiratory behaviour affect the efficiency of non-invasive ventilation in COPD patients?** Respiratory Medicine, Belgium, vol. 96, pp 709-715, 2002.
51. VEIGA JARDIM,P.C.B., SOUZA,A.L.L.**Determinação da pressão arterial: história, método e limitações.** HiperAtivo, vol. 4, n. 1, Janeiro/Março, 1997.

52. VIALE .J.P., DUPERRET.S, MAHUL.P, DELAFOSSE.B, DELPUECH.C, WEISMANN, D., ANNAT, G. **Time Course Evolution of Ventilatory Responses to Inspiratory Unloading in Patients.** Am J Respir Crit Care Med, vol. 157, n. 2, pp. 428-434, 1998.
53. WILMORE, J.H., COSTILL, D.L. **Fisiologia do Esporte e do Exercício.** São Paulo: Manole, 2001
54. WHIPPLE, G.H., HAINES, V., McKINNON, E.L. **Insuficiência Coronariana, Assistência e Tratamento.** São Paulo: Pedagógica e Universitária, 1980.

RESUMO:

O teste ergométrico é um dos exames mais utilizados para diagnosticar a doença coronariana, e como tal apresenta uma grande dificuldade para concluí-lo, pois os indivíduos fadigam antes mesmo de atingir a FC (frequência cardíaca) preconizada. No trabalho desenvolvido, propõe-se a aplicação da técnica BiPAP para aumentar a capacidade de permanência do voluntário durante o teste ergométrico e avalia-se sua potencialidade como ferramenta auxiliar ao diagnóstico coronariano. Como forma de adaptação ao uso do incentivador respiratório, implementou-se a caminhada de 12 min antes do teste ergométrico. Empregou-se uma amostra de 31 voluntários para a caminhada de 12 min e 30 voluntários para o teste ergométrico, sendo todos coronarianos do sexo masculino, entre 49 a 68 anos. Os voluntários foram submetidos a um protocolo que consistia de duas etapas: na primeira, sem a aplicação do incentivador respiratório e na segunda, utilizando o equipamento de BiPAP. Para a caminhada de 12 min, compararam-se as variações de distância percorrida e de frequência cardíaca alcançada entre as duas etapas. No teste ergométrico, verificaram-se as variações cardio-respiratórias pressão arterial, frequência cardíaca, equivalente metabólico, duplo produto, consumo de oxigênio, saturação de oxigênio e ácido láctico, nas duas etapas. Com a aplicação do protocolo experimental, procurou-se suscitar o surgimento de exaustão e fadiga tardiamente, a fim de se obter um resultado significativo no diagnóstico coronariano e alcançar a frequência cardíaca máxima (Fcmáx). Os resultados foram analisados comparando estatisticamente os parâmetros medidos nas duas etapas, tanto para a caminhada como para o teste ergométrico. Neste, aplicando a técnica BiPAP, os resultados mostraram um pior desempenho físico dos voluntários, os quais não atingiram a frequência cardíaca máxima (FCM) e entraram em fadiga respiratória precocemente. Para a caminhada de 12 min, os voluntários superaram a distância percorrida com relação à caminhada sem o uso do incentivador. Concluiu-se que a técnica BiPAP: (1) durante caminhada em esforço moderado, proporciona ganhos no rendimento físico, tanto em termos de distância quanto de FC, superando a caminhada sem o uso do incentivador; (2) no teste ergométrico, não promove incrementos metabólicos e fisiológicos que venham a melhorar o diagnóstico da doença coronariana, tendo em vista que ocorreu redução do trabalho respiratório e da saturação de oxigênio, levando à dispnéia e provocando precocemente a fadiga respiratória, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE

BiPAP, teste ergométrico, caminhada de 12 minutos, doença coronariana, diagnóstico clínico.

ÁREA/SUB-ÁREA DO CONHECIMENTO

3.13.00.00 – 6 Engenharia Biomédica / 3.13.01.00-2 Bioengenharia

2005

Nº: 364