

**Universidade do Vale do Paraíba
Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento**

Eden Carlos de Jesus

**“ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
DURANTE A EXECUÇÃO DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM
DIFERENTES MANOBRAS VENTILATÓRIAS”**

São José dos Campos, SP

2006

Eden Carlos de Jesus

**“ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA
DURANTE A EXECUÇÃO DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM
DIFERENTES MANOBRAS VENTILATÓRIAS”**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof^a Dr^a Patrícia Mara D. Zácara

Co-Orientador: Prof Dr Luís Vicente F. de Oliveira

São José dos Campos, SP

2006

Esta dissertação segue a normalização de dissertações e teses da UniVap.

J56a

Jesus, Eden Carlos de

Análise da variabilidade da frequência cardíaca durante a execução de exercícios resistidos em diferentes manobras ventilatórias/ Eden Carlos de Jesus. São José dos Campos: Univap, 2006.

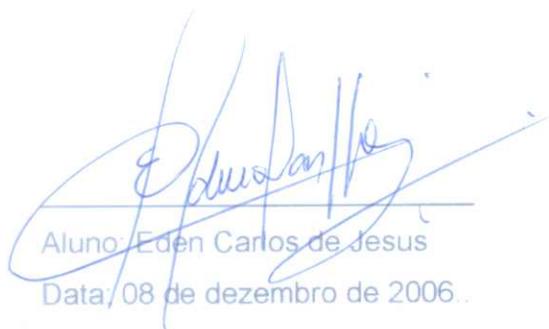
1 disco laser.: Color

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba, 2006.

1. Variabilidade da frequência cardíaca 2. Exercício respiratórios
3. Respiração. I Zácara, Patricia Mara Danella, Orient. II
Oliveira, Luis Vicente Franco de, Co-orient. III. Título

CDU:612.171

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta Dissertação, por processo fotocopiador ou transmissão eletrônica.



Aluno: Eden Carlos de Jesus
Data: 08 de dezembro de 2006.

**“ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A EXECUÇÃO
DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM DIFERENTES MANOBRAS VENTILATÓRIAS”**

Éden Carlos de Jesus

Banca Examinadora:

Prof. Dr. **LUIS VICENTE FRANCO DE OLIVEIRA** (UNIVAP) 

Profª Dra **PATRICIA MARA DANELLA ZÁCARO** (UNIVAP) 

Prof. Dr. **CLAUDEMIR DE CARVALHO** (FAPI) 

Prof. Dr. Marcos Tadeu Tavares Pacheco

Diretor do IP&D – UniVap

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Luiz Carlos e Luzia pela educação, incentivo e apoio para o sucesso
em minha vida.

À minha esposa Glauce pela compreensão e auxílio nos momentos de dificuldade,
nunca permitindo que eu desista dos meus sonhos.

A todos que se iniciam na carreira acadêmica.

Que este trabalho sirva como inspiração aos que têm ideais em suas vidas e que
jamais desistam de seus objetivos.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelas inúmeras oportunidades de recomeçar e escolher o caminho certo.

Aos voluntários que dispuseram de seus tempos para a realização da pesquisa colegas e funcionários da UNIVAP, que auxiliaram na liberação do espaço para a realização do mesmo.

Aos amigos de Laboratório, Natalia, Gerda e Prof. Benício que ajudaram na conclusão e algumas correções do trabalho.

Aos meus pais e a minha esposa, pela insistência em me proporcionar conquistas pessoais e profissionais, através do zelo e amor incondicionais.

Ao professor Luis Vicente, que com sua alegria e profissionalismo, me deu a oportunidade, disponibilidade e preocupação em, não só proporcionar um título, mas ensinar a fazer o meu melhor.

A professora Patrícia a qual iniciamos este estudo juntos e que tenho um carinho muito especial por seu profissionalismo.

MUITO OBRIGADO A TODOS!!!

“ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DURANTE A EXECUÇÃO DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS EM DIFERENTES MANOBRAS VENTILATÓRIAS”

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo comparar a resposta da Variabilidade da Frequência Cardíaca em indivíduos saudáveis, praticantes de musculação, durante a execução de exercícios resistidos para membros superiores e inferiores, utilizando de diferentes manobras ventilatórias; respiração passiva, respiração ativa e manobra de Valsalva. O experimento foi realizado na Academia de musculação da UNIVAP – SJC e para as coletas dos valores da atividade autonômica foi utilizado o *Software Monitor (Nerve Express®)* durante a execução dos exercícios supino e agachamento, estes verticais e horizontais. Participaram do estudo em caráter de voluntário 12 sujeitos, masculinos, saudáveis, praticantes regulares de musculação com frequência de pelo menos cinco dias na semana da atividade específica e experiência maior que dois anos. A amostra total de sujeitos foi dividida em quatro grupos e para a realização do estudo os exercícios foram divididos em duas fases, considerando um intervalo de 72 horas entre as Fases 1 que correspondia aos exercícios horizontais e 2 que correspondia aos exercícios verticais. Todos os grupos foram submetidos aos mesmos exercícios, onde em cada três séries foram executadas com uma manobra ventilatória pré-estabelecida, sendo estas em diferentes ordens. A frequência cardíaca média durante a execução de exercício resistido supino horizontal com a manobra de Valsalva apresentou um aumento significativo em relação à manobra ventilatória passiva, entretanto durante a execução dos outros exercícios não foram encontradas diferenças significativas. A atividade nervosa autonômica durante a execução dos exercícios resistidos sob diferentes manobras ventilatórias, analisada através da variabilidade da frequência cardíaca não apresentou variação.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca, exercício resistido, respiração.

ANALYSIS OF THE HEART RATE VARIABILITY DURING THE EXECUTION OF RESISTED EXERCISES IN DIFFERENT VENTILATORY MANEUVERS

ABSTRACT

The objective of the present study is to compare the reply of the Heart Rate Variability in healthful people that practice weight lifting, during the execution of superior and inferior members exercises resisted, using different ventilatory maneuvers; passive breath, active breath and Valsalva maneuver. The experiment was carried through in the Gymnasium of the UNIVAP – SJC – SP. To collect the autonomic activity values was used Software Monitor (Nerve Express®) during the exercises of bench press and squat, these vertical and flat. Had participated of the study as volunteers 12 men, healthful, that practice weight lifting regularly at least five days in the week of the specific activity for more than two years. The total sample of people was divided in four groups and for the accomplishment of the study the exercises had been divided in two phases, considering an interval of 72 hours between Phase 1 that correspond to horizontal exercises, and Phase 2, that correspond to the vertical exercises. All the groups had been submitted to the same exercises, where each of the three series had been executed with a daily pay-established respiratory maneuver, being these in different orders. The average Heart Rate during the execution of resisted exercise bench press horizontal line with the Valsalva maneuver presented a significant increase in relation to the passive ventilatory maneuver. However during the execution of the other exercises weren't found significant differences. The autonomic nervous activity during the execution of the exercises resisted under different ventilatory maneuvers, analyzed through the Heart Rate Variability, did not present variation.

Key-words: Heart rate variability, resistance exercise, breath.

LISTA DE SÍMBOLOS SIGLAS E ABREVIATURAS UTILIZADAS

1-RM	-	Carga voluntária máxima ou Uma Repetição Máxima
Ach	-	Acetilcolina
agach.hor.	-	Agachamento horizontal
agach.vert.	-	Agachamento vertical
AV	-	Nó atrioventricular
bpm	-	Batimento por minuto
CO ₂	-	Dióxido de carbono
ECG	-	Eletrocardiograma
FC	-	Freqüência cardíaca
FR	-	Freqüência Respiratória
H ⁺	-	Íons Hidrogênio
HF	-	Banda de alta freqüência, que reflete a atividade simpática
Hz	-	Hertz
iR-R	-	Intervalo entre duas ondas R do Eletrocardiograma
LF	-	Banda de baixa freqüência, que reflete a atividade parassimpática
MV	-	Manobra de Valsalva
NE	-	Nerve Express
O ₂	-	Oxigênio
PA	-	Pressão arterial
PAS	-	Pressão arterial sistólica
PAD	-	Pressão arterial diastólica
rA	-	Respiração ativa
RML	-	Resistência Muscular Localizada
rP	-	Respiração passiva
sup.hor.	-	Supino horizontal
sup.vert.	-	Supino vertical
SNA	-	Sistema Nervoso Autônomo
SNC	-	Sistema Nervoso Central
SNPS	-	Sistema nervoso parassimpático
SNS	-	Sistema nervoso simpático
VFC	-	Variabilidade da Freqüência Cardíaca

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização das divisões Simpáticas e Parassimpáticas do Sistema Nervoso Autônomo.....	8
Figura 2 – Ineruações cardíacas.....	9
Figura 3 – Sistema de condução elétrica cardíaca.....	11
Figura 4 – Representação da constituição anatômica do Sistema respiratório....	17
Figura 5 – Movimento da caixa torácica vista de frente (A) e de perfil (B) durante a inspiração.....	18
Figura 6 – Movimento da caixa torácica vista de frente (A) e de perfil (B) durante a expiração.....	18
Figura 7 – Respiração Ativa, durante a realização do exercício rosca direta para bíceps	22
Figura 8 – Respiração Passiva, durante a realização do exercício rosca direta para bíceps.....	23
Figura 9 – Manobra de Valsalva, durante a realização do exercício rosca direta para bíceps,.....	24
Figura 10 - Representação esquemática do Sistema Nerve Express.....	31
Figura 11 - Ritmograma do Software Monitor de um dos sujeitos avaliados	33
Figura 12 - Alongamento dos membros superiores e inferiores.....	37
Figura 13 - Equipamento utilizado para o exercício supino horizontal.....	39
Figura 14 - Barra utilizada para o exercício supino horizontal.....	39
Figura 15 - Anilhas utilizadas para os exercícios.....	39
Figura 16 - Representação dos principais músculos exigidos durante a realização do exercício supino horizontal com barra	40
Figura 17 - (A) Início do movimento do exercício supino horizontal com Barra (Fase concêntrica do movimento). (B) Final do movimento (Fase excêntrica do movimento).....	41
Figura 18 - Detalhe da empunhadura na barra.....	41
	42

Figura 19 - Equipamento utilizado para agachamento hack horizontal.....	
Figura 20 - Representação dos principais músculos exigidos durante a realização do exercício agachamento hack horizontal.....	43
Figura 21 - (A) Início do movimento do exercício agachamento hack horizontal (Fase excêntrica do movimento), (B) Final do Movimento (Fase concêntrica do movimento).....	44
Figura 22 - Equipamento utilizado para o exercício supino vertical.....	45
Figura 23 - (A) Início do movimento do exercício supino vertical (Fase excêntrica), (B) Final do movimento (Fase concêntrica).....	46
Figura 24 - Equipamento utilizado para agachamento hack vertical.....	47
Figura 25 - (A) Início do movimento do exercício agachamento hack vertical (Fase concêntrica). (B) Final do movimento (Fase excêntrica).....	48
Figura 26 - Posicionamento do sensor* junto ao monitor de frequência cardíaca	50
Figura 27 – (A) sujeito descansando no supino horizontal, (B) sujeito descansando no agachamento horizontal, (C) sujeito descansando no supino vertical, (D) sujeito descansando no agachamento vertical.....	51
Figura 28 - apresentação dos valores referentes ao (1) ritmograma, (2) resultados da frequência cardíaca e atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático, registrados durante a realização de um dos exercícios.....	54
Figura 29 – Valores referentes à frequência cardíaca média dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	56
Figura 30 – Valores referentes à frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	58
Figura 31 – Média dos valores referentes à frequência cardíaca média, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios supino horizontal (sup.hor.) e supino vertical (sup.vert.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).	59
Figura 32 – Média dos valores da atividade simpática (SNS) e parassimpática (SNPS), registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios supino horizontal (sup.hor.) e supino vertical (sup.vert.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	64

Figura 33 – Valores referentes à frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	
Figura 34 – Valores referentes à frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	67
Figura 35 – Média dos valores referentes à frequência cardíaca média, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios agachamento horizontal (agach.hor.) e supino vertical (agach.vert.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	68
Figura 36 – Média dos valores da atividade simpática (SNS) e parassimpática (SNPS), registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios agachamento horizontal (agach.hor.) e agachamento vertical (agach.vert.) realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	73
Figura 37 – Espectros obtidos no teste realizado com um dos sujeitos.....	74
Figura 38 - Valores médios das bandas de alta (HF) e baixa (LF) frequência da VFC, da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução dos exercícios supino horizontal (sup.hor.) e supino vertical (sup.vert.) realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	79
Figura 39 - Valores médios das bandas de alta (HF) e baixa (LF) frequência da VFC, da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução dos exercícios agachamento horizontal (agach.hor.) e agachamento vertical (agach.vert.) realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	84
Figura 40 - Valores médios comparativos da FC, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino horizontal (sup-hor.), supino vertical (sup-vert.), agachamento horizontal (agach-hor.) e agachamento vertical (agach-vert.), realizando as manobras respiratórias; passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).....	86
Figura 41 - Valores médios comparativos dos níveis das atividades simpáticas (SNS) e parassimpáticas (SNPS), registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino horizontal (sup-hor.), supino vertical (sup-vert.), agachamento horizontal (agach-hor.) e agachamento vertical (agach-vert.), durante a realização das manobras respiratórias; passiva (rP), ativa (rA) e Manobra de Valsalva (MV).....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	55
Tabela 2 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	57
Tabela 3 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.	60
Tabela 4 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.	61
Tabela 5 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	62
Tabela 6 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.	63
Tabela 7 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	65
Tabela 8 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.	67
Tabela 9 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	69
Tabela 10 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.	70
Tabela 11 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	71

Tabela 12 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	
Tabela 13 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva	75
Tabela 14 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva	76
Tabela 15 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	77
Tabela 16 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	78
Tabela 17 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva	80
Tabela 18 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	81
Tabela 19 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	82
Tabela 20 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.....	83
Tabela 21 - Valores médios comparativos da FC, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino e agachamento horizontal e vertical, realizando as manobras respiratórias; passiva, ativa e Valsalva.	86
Tabela 22 - Valores médios comparativos dos níveis das atividades simpáticas e parassimpáticas, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino e agachamento horizontal e vertical, realizando as manobras respiratórias; passiva, ativa e Valsalva.....	88

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivo	5
2. SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO.....	7
2.1. Controle extrínseco.....	10
2.2. Controle intrínseco.....	10
2.3. Função dos moduladores fisiológicos do SNA.....	12
3. EXERCÍCIO RESISTIDO.....	13
3.1. Força.....	13
3.2. Repetições.....	13
3.2.1. Contrações Concêntrica e Excêntrica.....	13
3.3. Série.....	14
3.4. Intensidade.....	14
3.5. Volume.....	14
3.6. Carga voluntária máxima ou uma repetição máxima (1-RM).....	14
3.7. Benefícios dos exercícios de musculação.....	15
4. FISILOGIA RESPIRATÓRIA.....	16
4.1. Mecanismos da respiração.....	19
4.2. Respiração e musculação.....	20
4.2.1. Respiração Continuada.....	22
4.2.2. Respiração Ativa.....	22
4.2.3. Respiração Passiva.....	23
4.2.4. Respiração Bloqueada ou Manobra de Valsalva.....	24
5. RESPOSTAS CARDIOVASCULARES AO EXERCÍCIO.....	26
6.MENSURAÇÃO DA ATIVIDADE DO SNA ATRAVÉS DA ANÁLISE DA VFC... 	28
7. NERVE EXPRESS.....	30
7.1. Nerve Express	30
7.2 . Health Express.....	31
7.3 . Monitor.....	32
8. MATERIALE MÉTODOS.....	34
8.1. Tipo de estudo.....	35
8.2. Caracterização dos sujeitos.....	35
8.3. Procedimentos éticos.....	35

8.4. Critérios de inclusão	36
8.5. Critérios de exclusão.....	36
8.6. Avaliação prévia.....	36
8.6.1. Anamnese.....	36
8.6.2. Massa Corporal.....	36
8.7. Procedimentos Experimentais.....	37
8.7.1. Aquecimento.....	37
8.7.2. Teste de Predição de Carga Máxima ou Uma Repetição Máxima (1 RM).....	38
8.8. Descrição dos exercícios.....	39
8.8.1. Supino horizontal com barra.....	39
8.8.1.1. Execução do movimento	41
8.8.2. Agachamento Hack horizontal.....	42
8.8.2.1. Execução do movimento	44
8.8.3. Supino vertical na máquina.....	45
8.8.3.1. Execução do movimento	46
8.8.4. Agachamento Hack vertical.....	47
8.8.4.1. Execução do movimento	48
9. PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	49
10. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	52
11. RESULTADOS.....	53
11.1. Ritmograma.....	54
11.1.1. Supino.....	55
11.1.1.1. Freqüência Cardíaca.....	55
11.1.1.2. Atividade simpática e parassimpática do exercício supino.....	59
11.1.2. Agachamento.....	65
11.1.2.1. Freqüência Cardíaca.....	65
11.1.2.2. Atividade simpática e parassimpática do exercício agachamento.....	69
11.2. Análise espectral.....	74
11.2.1. Supino.....	75
11.2.2. Agachamento.....	80
11.3. Comparação dos resultados.....	85

12. DISCUSSÃO.....	90
13. CONCLUSÃO.....	100
REFERENCIAS BIBLIOGÁFICAS.....	101
ANEXOS.....	108
ANEXO A.....	109
ANEXO B.....	110
ANEXO C.....	111
ANEXO D.....	112

1. INTRODUÇÃO

A atividade física é atualmente reconhecida como um importante fator promotor de saúde em todas as idades (DARREN et al 2006; KELLEY; KELLEY et al. 2002; POLITO; FARINATTI, 2003). Entre as variadas formas de se exercitar, o trabalho resistido, comumente associado à musculação (FORJAZ et al., 2003), tem atraído à atenção de homens e mulheres, de diferentes faixas etárias e níveis de aptidão física, interessados na melhora da estética corporal ou outros componentes da aptidão física relacionados à saúde, tais como a força e resistência muscular (CLEIBS; NATALI, 2001; MIRANDA et al., 2005; SALVADOR et al. 2005;).

Esse fato pode ser constatado pelo grande número de estudos que enfatizam os diversos benefícios da prática da musculação como parte fundamental de um programa de aptidão física a todas as idades, inclusive para o tratamento de disfunções cardiovasculares, diabetes, obesidade, osteoporose, dentre outros problemas de saúde que podem afetar o organismo humano ao longo da vida (ACSM, 1998, 1999 apud KEVIN et al. 2002 ;BARROSO et al., 2005; DARREN et al., 2006; DIAS et al., 2005; HAMAR, 2006; SALVADOR, et al., 2005).

O exercício de musculação é caracterizado pelo trabalho de alta intensidade, com cargas em torno de 70% da carga voluntária máxima, executado em um curto período de tempo e número de repetições não muito alto, compreendidas entre 8 e 12 (FORJAZ, et al., 2003; GENTIL, 2005;). E como em qualquer atividade física, produz respostas fisiológicas durante e após a sua realização (POLITO; FARINATTI, 2003).

Encontramos respostas a curto prazo, através de uma sessão isolada de exercícios físicos e respostas a longo prazo são ocasionadas por repetições sucessivas e regulares de sessões isoladas, produzindo adaptações fisiológicas, de acordo com o tipo de exercício (THOMPSON et al., 2001). As mais evidentes e comprovadas modificações músculo-esqueléticas, são a hipertrofia e o aumento de força, devido à aplicação de sobrecargas tensionais progressivas (ACSM, 2002; BARROSO et al., 2005; BUCCI et al., 2005; KRAEMER; RATAMES, 2004).

As respostas a curto prazo podem ser tardias, observadas até 24h após uma sessão de exercícios físicos, como por exemplo, uma discreta redução nos níveis de pressão arterial (PA), principalmente encontrada em indivíduos hipertensos. Mas, estas também podem ser observadas durante ou após uma sessão de treinamento, como por exemplo, o aumento da pressão arterial sistólica (PAS) e frequência cardíaca (FC) (ARAÚJO, 2001 *apud* POLITO; FARINATTI, 2003).

Essas alterações imediatas no funcionamento do sistema cardiovascular e em seus mecanismos autonômicos modulados pelo exercício físico, consistem em uma série de ajustes complexos para suprir adequadamente de sangue a musculatura em atividade e ao mesmo tempo em que dissipa calor, mantêm o aporte necessário de nutrientes aos órgãos vitais, como coração e cérebro (BRUM et al., 2004; POLITO; FARINATTI, 2003).

O aumento da FC e da PA durante o exercício físico tem sido associado com a diminuição do tônus parassimpático e concomitante aumento do tônus simpático em sujeitos saudáveis, sendo este aumento independente da intensidade e potência aplicadas (TASK FORCE, 1996).

Para elaboração de qualquer programa de musculação, deve-se relacionar aos objetivos e necessidades de cada sujeito aspectos como idade, sexo, massa corpórea e patologias cardiovasculares (MIRANDA et al., 2005).

Além dos aspectos acima citados, outros referentes à precaução devem ser considerados para aumentar tanto quanto possível, a segurança e eficiência dessa prática: como carga mobilizada (HASLAM et al, 1988), número de repetições (SALE et al, 1993) e séries (GOTSHALL et al, 1999), a fim de que as respostas cardiovasculares durante o exercício não se elevem demasiadamente e proporcionem riscos à saúde.

Para minimizar a possibilidade de riscos cardiovasculares durante o exercício de força, alguns autores destacam o tipo de respiração no qual o indivíduo executa durante o exercício de musculação (COELHO; COELHO, 1999, GOTSHALL et al, 1999, MacDOUGALL et al., 1985, NARLOCH et al., 1995).

Estes mesmos autores prescrevem que é comum um aumento da PA durante os exercícios com pesos e esse aumento é incrementado quando se utiliza da manobra de valsalva fornecendo um risco maior para quem a realiza.

A manobra de valsalva mesmo que não indicada, é difícil de ser totalmente evitada, principalmente quando o indivíduo é submetido a diversas séries de exercícios e quando realizado com alta intensidade, pois em alguns movimentos a manobra é realizada para auxiliar na estabilização do tronco e até mesmo para aumentar os níveis de força (GENTIL, 2005; MCCARTNEY, 2001). É evidente que esse grau de esforço é contra-indicado para pessoas iniciantes e não híidas.

Quanto às respostas da Variabilidade da Freqüência Cardíaca relacionado ao emprego da técnica respiratória na qual o indivíduo executa durante o exercício de musculação, a literatura ainda é escassa de informações.

Sabe-se que em repouso há predomínio da atividade vagal e que esta é progressivamente inibida com o incremento da intensidade do exercício. Ao iniciar o exercício, ocorre a retirada (mecanismo inibitório) do tônus parassimpático e com isto a elevação da FC, enquanto que na recuperação pós-esforço, aparentemente, há uma participação conjunta dos ramos do Sistema Nervoso Autônomo (NADINE, 2004).

Diversos métodos têm sido desenvolvidos para avaliar funções e disfunções autonômicas, utilizando diferentes metodologias (FREEMAN, 2006; NADINE, 2004), dentre estes métodos destacamos o Sistema *Monitor Nerve Express*[®].

Este é um método de avaliação não invasivo, que identifica a partir de dados da eletrofisiologia cardíaca, os níveis ideais do sistema simpático e parassimpático que compõem o SNA. Quando há equilíbrio na descarga simpática e parassimpática, o indivíduo apresenta uma condição fisiológica e emocional considerado ótima para executar determinadas tarefas cotidianas, como exercício físico.

Ultimamente o exercício de musculação vem sendo considerado um tipo de treinamento relativamente seguro para aumentar a força muscular e melhorar a qualidade de vida tanto em adultos saudáveis, quanto em idosos (ACSM, 2002) ou portadores de comprometimentos cardiovasculares (FEIGENBAUM; POLLOCK, 1999). É inegável que o acompanhamento das respostas cardiovasculares relacionado ao emprego da técnica respiratória na qual o indivíduo executa durante o exercício de musculação, pode ser útil na apreciação do estresse cardiovascular, aumentando a margem de segurança das atividades ministradas.

1.1 Objetivos

Objetivo Geral

Análise da variabilidade da frequência cardíaca durante a execução de exercícios resistidos em diferentes manobras ventilatórias.

Objetivos Específicos

- Estudo do comportamento da atividade nervosa simpática e parassimpática através da análise da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos saudáveis durante a execução de exercícios resistidos utilizando diferentes manobras ventilatórias.

2. SISTEMA NERVOSO AUTÔNOMO

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) recebe tal denominação devido ao seu controle involuntário. Este inerva a musculatura lisa, o coração e glândulas. Sendo responsável pelo controle neuronal do ambiente interno, homeostase e da adaptação do ambiente interno aos estímulos externos como, por exemplo, a atividade física (NADINE, 2004).

O SNA consiste de duas divisões principais: sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNPS). Ambos originados de centros localizados na medula espinhal, no tronco cerebral e no hipotálamo. Porções do córtex cerebral, especialmente do córtex límbico, podem transmitir impulsos para os centros inferiores e influenciar no controle autonômico (GUYTON; HALL, 2002; WILMORE; COSTILL, 2001).

Os componentes periféricos eferentes da divisão simpática e parassimpática do SNA são complexas, constituídas de axônios pré-ganglionares (envolvido pela bainha de mielina e bainha de neurilema), gânglios autonômicos e neurônios pós-ganglionares (com axônio envolvido apenas pela bainha de neurilema).

Os axônios pré-ganglionares simpáticos, saem da medula espinhal, entre os segmentos T-1 e L-2 e fazem contatos sinápticos com os neurônios pós-sinápticos situados nos gânglios paravertebrais, os axônios desses neurônios pós-ganglionares inervam, por meio de sinapses, os diferentes órgãos a serem controlados (**Figura 1**) (GUYTON; HALL, 2002; NADINE, 2004).

Os nervos simpáticos são diferentes dos nervos motores esqueléticos, pois cada via simpática, a partir da medula para o tecido estimulado, é composta por dois neurônios, um pré-ganglionar, localizado na ponta intermediolateral da medula espinhal e outro pós-ganglionar, originado em um dos gânglios da cadeia simpática ou em um dos gânglios pré-vertebrais, em contraste com o único neurônio da via motora esquelética (GUYTON; HALL, 2002).

Os axônios pré-ganglionares da divisão parassimpática surgem dos nervos cranianos e na parte sacral da medula espinhal. As fibras parassimpáticas pré-ganglionárias originam da cavidade abdominal e torácica, esses axônios fazem contatos sinápticos com neurônios pós-ganglionares situados nos gânglios parassimpáticos, os quais estão localizados próximo ou no interior de cada órgão inervado (**Figura 1**) (GUYTON; HALL , 2002, NADINE, 2004).

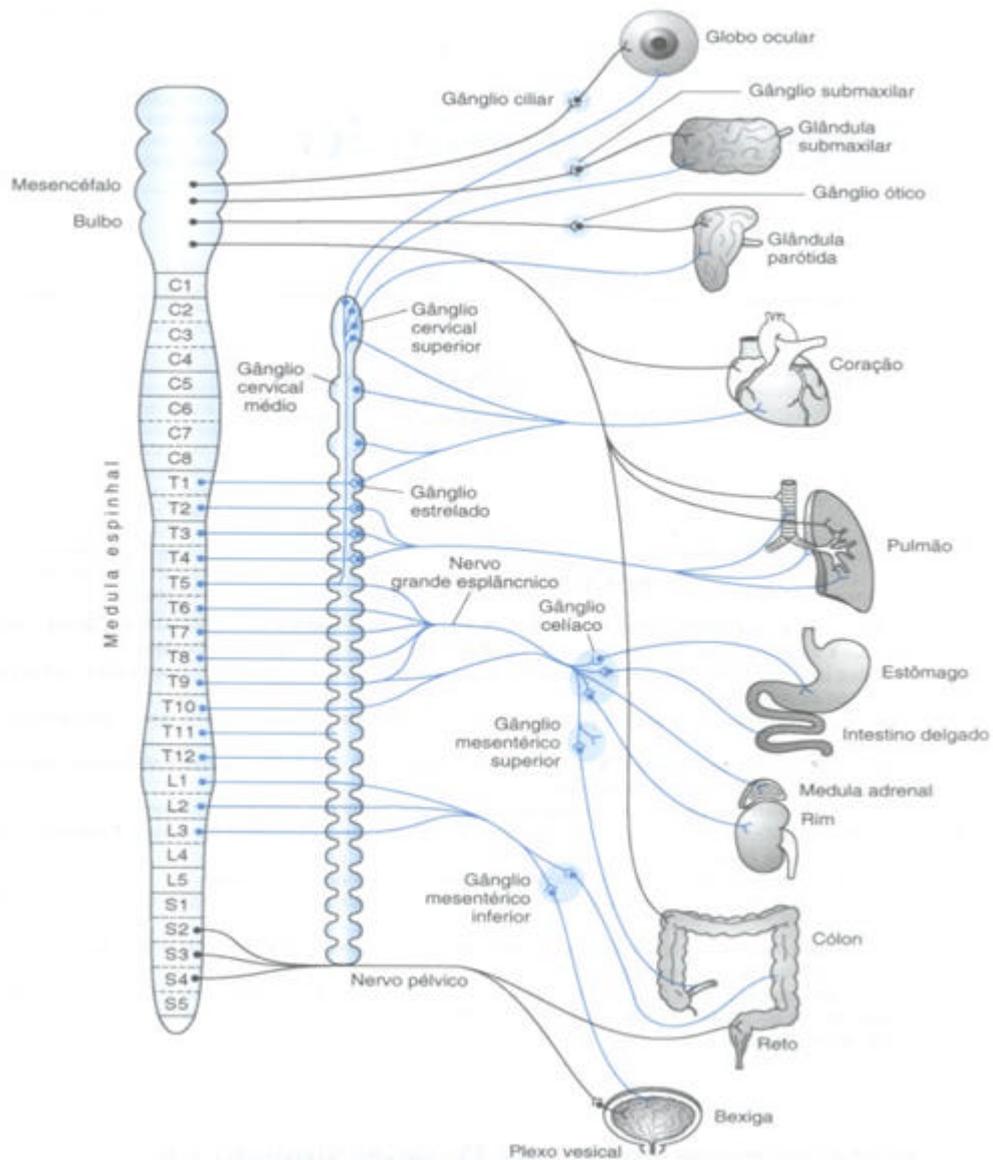


Figura 1 - Organização das divisões Simpáticas e Parassimpáticas do Sistema Nervoso Autônomo. As vias parassimpáticas são representadas pelas linhas pretas e as vias simpáticas são as linhas azuis (JOHNSON et al., 2000).

Para realizar suas funções de fibras simpáticas e parassimpáticas, estas secretam principalmente uma das substâncias neurotransmissoras a acetilcolina (Ach) ou noradrenalina, todos os neurônios pré-ganglionares são colinérgicos (secretam acetilcolina) nas duas divisões do SNA. Os neurônios pós-ganglionares, quase todos os neurônios do SNPS são colinérgicos e que ao contrário da maioria dos neurônios simpáticos são adrenérgicos (secretam noradrenalina), exceto as fibras nervosas simpáticas pós-ganglionares, que são colinérgicos para as glândulas sudoríparas, para os músculos piloeretores dos pelos e para alguns dos vasos sanguíneos. (GUYTON; HALL, 2002; JOHNSON et al., 2000, KANDEL et al.2000).

O SNA influencia tônica e reflexamente a PA, resistência periférica e débito cardíaco. A liberação tanto de noradrenalina como de Ach no coração, modifica o débito cardíaco por alterar a força de contração das fibras miocárdicas e a FC. Enquanto a liberação de noradrenalina na parede dos vasos de resistência de circulação sistêmica modifica o estado contrátil do músculo liso vascular e assim a resistência vascular periférica (FRANCHINI, 1998).

O SNS está distribuído por todas as partes do coração, com predomínio para o músculo ventricular (**Figura 2**). A estimulação simpática libera noradrenalina e conseqüentemente aumenta a freqüência de descarga do nodo sinusal, aumentando a velocidade de condução e excitabilidade em todas as partes do coração, promovendo o aumento da força de contração do músculo cardíaco (FOSS et al. 2002; LONGO et al.,1995).

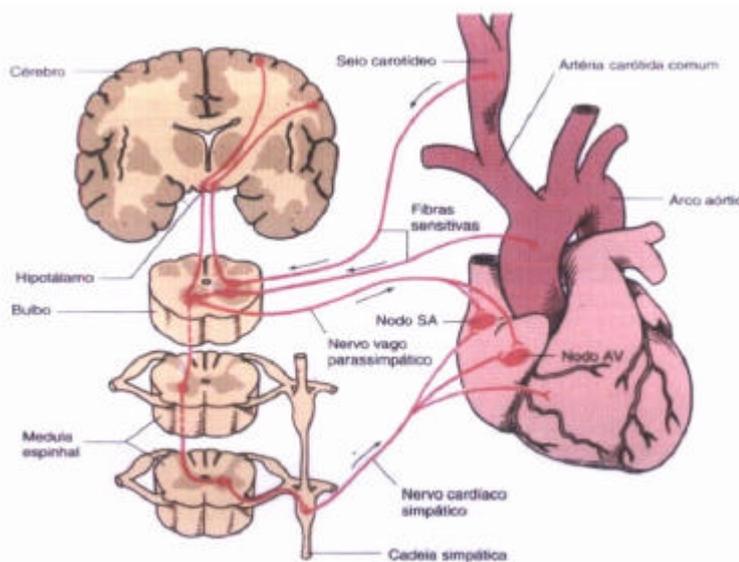


Figura 2 – Inervação cardíaca (POWERS; HOWLEY, 2000).

2.1 Controle extrínseco

O SNA provê inervação para o coração. Embora o músculo cardíaco tenha um mecanismo intrínseco para o controle da FC, influências neurais se sobrepõem ao ritmo inerente ao miocárdio (TASK FORCE, 1996). Essas influências são originadas no centro cardiovascular do bulbo e fluem através do SNS e componente vagal.

A influência simpática na FC é mediada pela liberação de noradrenalina e epinefrina (OPIE, 1998). As fibras pós-ganglionares simpáticas inervam todo o coração, inclusive os nodos sinoatrial e átrio ventricular.

O SNPS se distribui principalmente para os nodos sinusal e átrio-ventricular e em menor escala, para os músculos atriais e ventriculares. A estimulação parassimpática faz com que a Ach seja liberada nas terminações vagais, diminuindo a frequência do ritmo do nodo sinusal e a excitabilidade das fibras juncionais atrioventriculares, tornando mais lenta a transmissão do impulso cardíaco para os ventrículos (FOSS et al. 2000; LONGO et al. 1995; NADINE, 2004).

2.2 Controle intrínseco

As contrações do coração dependem do seu sistema elétrico que é responsável de gerar e distribuir a corrente elétrica garantindo seu funcionamento mecânico. O sistema gerador é o nó sinoatrial (SA), local onde se inicia o ciclo cardíaco. O nó SA é um aglomerado de células excitáveis especializadas, localizado na porção antero-posterior do átrio direito (**Figura 3**) e funciona como um marcapasso natural do coração, determinando o ritmo e a frequência dos batimentos.

Para chegar aos ventrículos, o impulso elétrico deve passar por uma estrutura chamada nó atrioventricular (AV) que também se constitui num aglomerado celular excitável especializado, localizado na junção entre os átrios e os ventrículos. O nó AV funciona como uma estação retransmissora de energia, havendo uma pequena pausa durante a passagem da corrente para o próximo sistema.

Os átrios são conectados aos ventrículos por intermédio de um par de vias condutoras, ramos direito e esquerdo do fascículo átrio ventricular (feixe de Hiss). Ao atingir os ventrículos, essas vias condutoras se ramificam em fibras cada vez menores, denominadas fibras de Purkinje, estas representam uma rede terminal de condução do impulso elétrico para o sincício ventricular, estimulando-o e provocando sua contração (GUYTON; HALL, 2002, JUNQUEIRA, 1998).

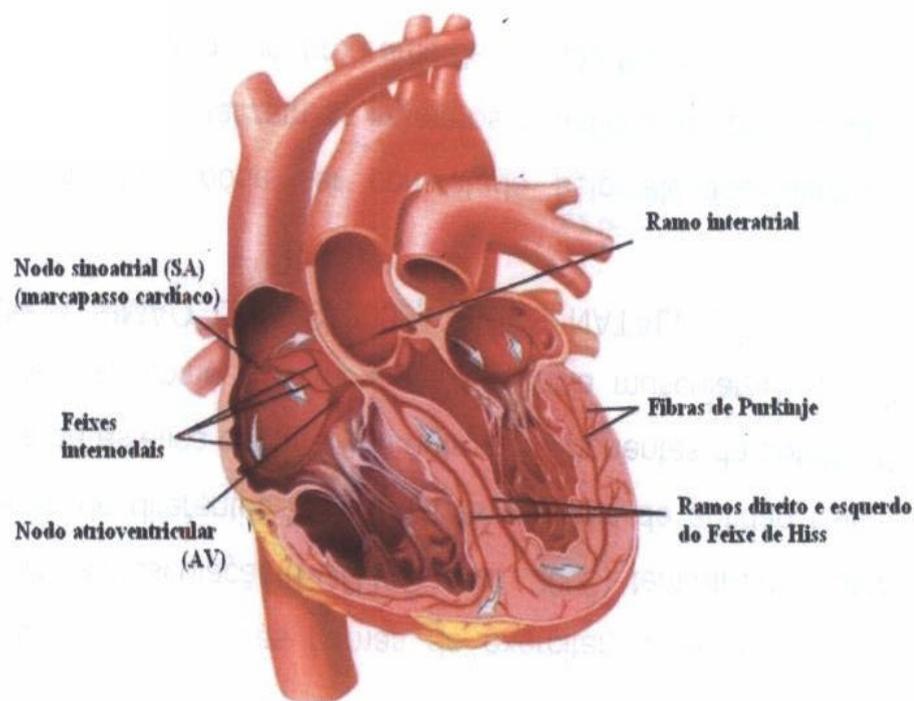


Figura 3 – Sistema de condução elétrica cardíaca, através do nodo sinoatrial e sistema de Purkinje, representando o nodo atrioventricular, as vias atriais internodais e os ramos ventriculares do Fascículo Átrio Ventricular (GUYTON;HALL, 2002).

2.3 Função dos moduladores fisiológicos do SNA

As influências neurais sobre os componentes cardiovasculares se fazem de duas maneiras:

1. Diretamente, a partir de estruturas situadas em todos os níveis do Sistema Nervoso Central (SNC), por meio das terminações nervosas autonômicas, eferente simpático e parassimpático, que fazem conexões com o coração e com o sistema vascular;
2. Reflexamente, por meio dos arcos reflexos de complexidade variada, que envolvem diferentes partes do sistema nervoso como medula espinhal, tronco cerebral, hipotálamo, cerebelo e córtex cerebral, os quais recebem informações aferentes procedentes de diversos receptores espalhados pelo aparelho cardiovascular e retornam respostas modificadas pelo SNA (JUNQUEIRA, 1998).

Dentre os mecanismos reguladores reflexos, destacam-se em importância o reflexo barorreceptor, responsável pela estabilização e normalização da PA em resposta as modificações agudas de pressão (NEGRÃO et al., 2001). O reflexo barorreceptor foi proposto como principal mediador vagal entre a FC e a PA, no qual o intervalo RR é alterado em resposta a mudanças na PA (ECKBERG, 1980).

Mediadores endógenos também são capazes de influenciar a resposta cardiovascular a estímulos externos, como o sistema renina-angiotensina e as catecolaminas (epinefrina e noradrenalina) liberadas pelas glândulas supra-renais em resposta a ativação simpática generalizada. Já as terminações nervosas das fibras parassimpáticas se concentram nos nós SA, AV e nos músculos atriais. Sua estimulação libera Ach, que retarda o ritmo de descarga sinusal, diminuindo a FC (GUYTON; HALL, 2002, MCARDLE et al. 1998).

Como resultado da estimulação ou inibição, os sistemas simpáticos e parassimpáticos são responsáveis por aumentar ou diminuir, de acordo com as necessidades orgânicas a FC, regulando assim sua modulação e adaptando-se a diferentes estímulos como atividade física, estresse, alterações metabólicas, a respiração, entre outros (LONGO et al. 1995, NADINE, 2004).

3. EXERCÍCIO RESISTIDO

Para uma melhor compreensão do tema, se faz necessário à explicação de algumas denominações utilizadas no meio esportivo.

Forjaz et al. (2003), destacam que exercício resistido é uma denominação utilizada na área médica, o que na Educação Física é conhecida como Musculação (M). São exercícios caracterizados pela ocorrência de contrações voluntárias da musculatura esquelética de um determinado segmento corporal, contra uma força que se opõe ao movimento, como os pesos livres e/ou a utilização de equipamentos específicos (BUCCI et al. 2005).

3.1 Força

Dentro do treinamento de M, a força muscular se refere à quantidade de tensão que um músculo ou grupamento muscular pode gerar em um padrão específico de determinada velocidade de movimento (GENTIL, 2005; NOVAES; VIANNA, 2003).

3.2 Repetições

Uma repetição é a execução completa de um ciclo de movimento, composta por duas fases: concêntrica e excêntrica (GENTIL, 2005; NOVAES; VIANNA, 2003).

3.2.1 Contrações Concêntrica e Excêntrica

Na prática da M, se exerce força contra a ação da gravidade, a qual aumenta proporcionalmente à massa (peso) de um objeto. Isto gera uma tensão no músculo tanto pela ação da gravidade como pela resistência imposta a ela, o que determina contração dinâmica. Vencer a força da gravidade resulta em um tipo de contração chamada de concêntrica, na qual o músculo se encurta. Resistir a esta força, quando desce o peso, somada à gravidade, ocorre o que chamamos contração excêntrica, e nesta o músculo é alongado (BOMPA, 2002).

3.3 Série

É a execução de um grupo de repetições, desenvolvidas de maneira contínua, sem interrupções (GENTIL, 2005; NOVAES; VIANNA, 2003).

3.4 Intensidade

Está associada à quantidade total de carga suportada, expressa em quilos ou libras, relativa ao percentual de uma repetição máxima. A intensidade é também considerada como alteração aguda que o treino promove no equilíbrio do sistema dentro de uma determinada unidade quantitativa, como tempo de recuperação entre as séries, repetições, amplitude de movimento, velocidade de execução, dentre outros (GENTIL, 2005).

De acordo com Forjaz et al. (2003), quando os exercícios de M são feitos com intensidade leve, define-se como exercício de resistência muscular localizada (RML). É denominado exercício de força/hipertrofia quando os exercícios são realizados em intensidades acima de 70% de uma repetição máxima (GENTIL, 2005; FORJAZ et al. 2003; NOVAES; VIANNA, 2003).

3.5 Volume

Para a aplicação do treinamento de musculação, o volume é caracterizado como a quantidade de séries executadas, podendo ser calculado por exercício, por grupamento muscular ou por semana de treino (GENTIL, 2005; NOVAES; VIANNA, 2003).

3.6 Carga voluntária máxima ou uma repetição máxima (1-RM)

Um teste para carga voluntária máxima ou uma repetição máxima, é definido como a maior carga movida em uma única vez em amplitude específica e com execução correta de movimento (CHAGAS et al. 2005, GENTIL, 2005, FLECK; KRAEMER, 1999, NOVAES; VIANNA, 2003).

Para Polito e Farinatti (2003), a resistência de cada exercício pode estar relacionada a determinado percentual do Teste de predição de uma repetição máxima (1-RM), definindo os exercícios de M de acordo com a intensidade aplicada.

3.7 Benefícios dos exercícios de musculação

Se tratando de respostas fisiológicas ao exercício de M, estas podem se dividir em agudas e crônicas. Barroso et al. (2005) e Thompson et al. (2001), consideram respostas agudas ao exercício aquelas que ocorrem durante a sua realização ou imediatamente após, em sessões isoladas de treinamento, enquanto as respostas crônicas estão associadas a adaptações fisiológicas que ocorrem num prazo mais longo, decorrentes de treinamento regular e dependente do tipo de sobrecarga aplicada. Sendo que estas podem apresentar uma diferença, quando comparados indivíduos treinados e sedentários (ARAÚJO, 2001 apud POLITO; FARINATTI, 2003).

Os exercícios de M podem ser executados em diferentes intensidades. Quando são feitos com intensidade de 40% a 60% da 1-RM e repetições entre 20 e 30, o resultado dessa prática será o aumento da resistência da musculatura envolvida no exercício, conhecido como exercício de resistência muscular localizada (RML) (FLECK; KRAEMER, 1999; FORJAZ et al. 2003; NOVAES; VIANNA, 2003).

E para promover a hipertrofia e o aumento de força da musculatura envolvida no exercício, são necessário que o estímulo mecânico do exercício de M sobre a musculatura exigida não exceda a intensidade de 75% da 1-RM, com as repetições compreendidas de 10 a 15 (HAMAR, 2006, FORJAZ et al. 2003, GENTIL, 2005, NOVAES; VIANNA, 2003)

Existem basicamente dois tipos de hipertrofia, a aguda e a crônica. A hipertrofia aguda, sarcoplasmática e transitória, pode ser considerada como um aumento do volume muscular durante uma sessão de M, devido principalmente ao acúmulo de líquido nos espaços intersticial e intracelular do músculo. Outra hipótese está relacionada ao aumento no conteúdo de glicogênio muscular no sarcoplasma.

A hipertrofia crônica pode ocorrer durante longo período de prática de M e está diretamente relacionada com as modificações na área transversal do músculo. Considera-se também o aumento de miofibrilas, número de filamentos de actina-miosina, conteúdo sarcoplasmático, tecido conjuntivo ou combinação de todos estes fatores (BARROSO et al. 2005, FLECK; KRAEMER, 1999).

Recentemente a Federação Internacional de Medicina do Esporte (IFSM) prescreveu a utilização do exercício de M não somente como prevenção à saúde, mas também como meio terapêutico para diversas patologias, como diabetes (não insulino dependente), obesidade, osteoartite, dores na coluna, debilidade funcional em idosos, patologias cardíacas, dentre outros. E destacou que as modificações músculo-esqueléticas, como a hipertrofia e o aumento de força em praticantes de M, são as mais evidentes e comprovadas (HAMAR, 2006).

A flexibilidade e a coordenação neuro-muscular também tendem a melhorar com a prática dos exercícios de M, que por serem lentos e amplos, estimulam adequadamente as terminações nervosas proprioceptoras (BARBOSA et al, 2002, FLECK; KRAEMER, 1999). Dessa maneira melhora o equilíbrio, a precisão de movimentos e a consciência corporal.

4. FISILOGIA RESPIRATÓRIA

O sistema respiratório é constituído de estruturas anatômicas como o nariz, cavidade nasal, faringe, traquéia, árvore brônquica e pulmões (**Figura 4**) (POWERS; HOWLEY, 2000). Vértex torácicas, discos intervertebrais, costelas, cartilagens costais e esterno formam o tórax, estrutura esquelética que protege órgãos vitais, como coração e pulmões e alguns órgãos abdominais (GARDNER et al., 1986).

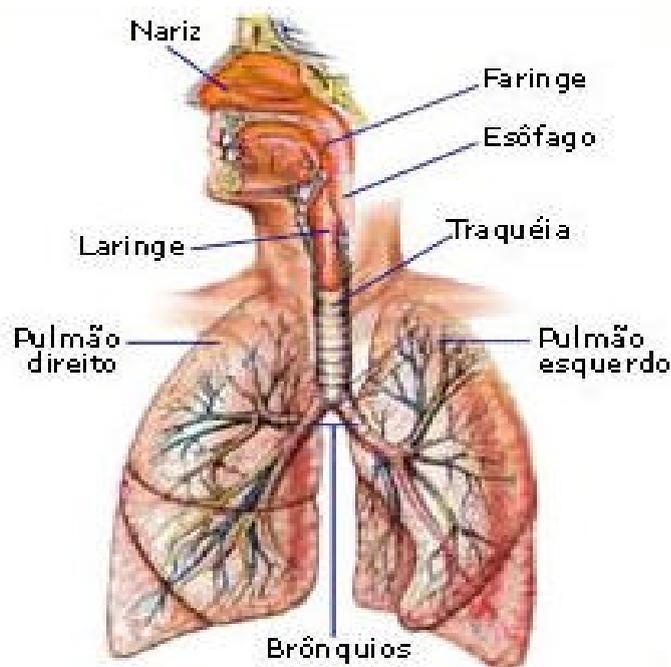


Figura 4 – Representação da constituição anatômica do Sistema respiratório
http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/respiracao/pulmao/caixa_toraxica (2006)

A respiração é o processo pelo qual mobilizamos o ar para dentro e para fora dos pulmões. Processo este, que se inicia a partir do ar respirado que chega aos alvéolos, o oxigênio (O_2) passa para o sangue e combina-se com a hemoglobina, em seguida é transportado aos tecidos sendo utilizado pelas células. Neste local, ocorre a produção de dióxido de carbono (CO_2) que é transportado aos alvéolos e

eliminado pela expiração. A este movimento denominamos inspiração e expiração (DOUGLAS, 2002, WILMORE; COSTILL , 2001).

A *inspiração* é um processo ativo no qual envolve os músculos diafragma e intercostais externos. Durante a inspiração, com o indivíduo em posição ortostática, as costelas movem-se para dentro e para fora, com o esterno movendo-se para cima e para baixo, num movimento semelhante ao de uma alavanca de bomba. Ao mesmo tempo o Diafragma contrai, achatando-se em direção ao abdômen (**Figura 5**).

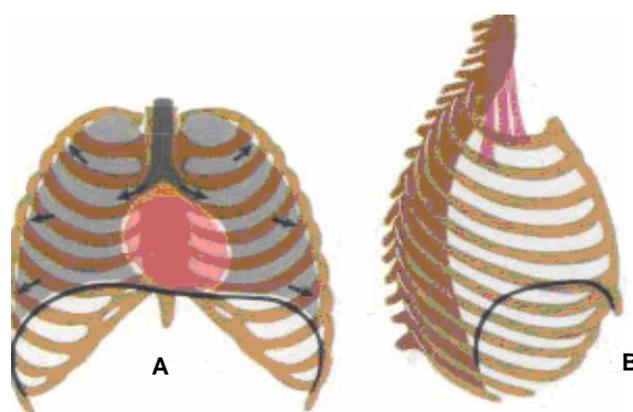


Figura 5 – Movimento da caixa torácica vista de frente (A) e de perfil (B) durante a inspiração. As dimensões dos pulmões e da caixa torácica aumentam, originando uma pressão negativa que drena o ar para o interior dos pulmões.
http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/respiracao/pulmao/caixa_toraxica (2006)

Durante uma respiração forçada, como por exemplo, durante a execução de um exercício intenso, a inspiração é auxiliada também pela ação dos músculos, Escalenos (anterior, médio e posterior), Esternocleidomastóideos e Peitorais. Esses músculos ajudam a elevar as costelas ainda mais durante a respiração regular, para aumentar a capacidade de expansão dos pulmões (POWERS; HOWLEY, 2000; WILMORE; COSTILL ,2001).

A *expiração*, geralmente é um processo passivo que envolve o relaxamento dos músculos inspiratórios e a retração elástica do tecido pulmonar. É realizada pelo relaxamento dos músculos Diafragma e Intercostais Internos. O Diafragma se move

para cima e as costelas se aproximam umas das outras, diminuindo o volume da caixa torácica, com conseqüente aumento da pressão interna, o que força a saída do ar dos pulmões (**Figura 6**).

Durante a respiração forçada, a expiração torna-se um processo muito ativo. Os músculos Intercostais Internos podem tracionar ativamente as costelas para baixo. Essa ação pode ser auxiliada pelos músculos Grande Dorsal e Quadrado Lombar. A contração também dos músculos abdominais aumenta a pressão intra-abdominal, comprimindo as víceras abdominais contra o diafragma (WILMORE; COSTILL, 2001).

4.1 Mecanismos da respiração

Os músculos respiratórios estão sob o controle direto de neurônios motores, os quais por sua vez são regulados pelos centros respiratórios (inspiratório e expiratório), localizados no tronco cerebral (bulbo e ponte) (WILMORE; COSTILL, 2001).

Esses centros estabelecem a freqüência e a profundidade da respiração enviando impulsos periódicos aos músculos respiratórios. No entanto, os centros respiratórios não atuam isoladamente no controle da respiração. A regulação da respiração é também determinada pela alteração do ambiente químico do corpo (WILMORE; COSTILL, 2001).

Durante a respiração observam-se oscilações na PA, de modo que durante a inspiração ocorre a elevação da FC e da PA, enquanto que na expiração a PA diminui devido às variações da pressão intratorácica geradas durante o ciclo respiratório (DOUGLAS, 2002).

Ao iniciar o exercício físico ocorre um aumento bifásico da ventilação, seguido por uma elevação mais gradual e contínua da profundidade e da Frequência Respiratória (FR). Esse aumento inicial da ventilação é produzido pela mecânica do movimento corporal, responsável por tornar o córtex motor mais ativo e este transmitir impulsos ao centro inspiratório, no qual é estimulado e aumenta a respiração (DOUGLAS, 2002; WILMORE; COSTILL, 2001).

Em seguida, as alterações da temperatura e condição química do sangue arterial promovem o aumento da respiração. À medida que o exercício progride, o metabolismo muscular acelerado gera mais calor, CO_2 e H^+ . Quando há aumento na concentração de CO_2 , ocorre a formação de ácido carbônico que, em seguida dissocia-se rapidamente liberando íons H^+ . Se os íons H^+ se acumularem o sangue se torna muito ácido, ou seja, o seu pH cai. Portanto, um aumento da concentração de CO_2 , conduz impulsos nervosos que estimulam o centro inspiratório a aumentar a FR, para eliminar o excesso de CO_2 do organismo e minimizar as alterações no pH (NADINE, 2004; WILMORE; COSTILL, 2001).

Além disso, receptores localizados no ventrículo direito do coração enviam informações ao centro inspiratório, de modo que aumentos no débito cardíaco podem estimular a respiração durante os minutos iniciais do exercício (WILMORE; COSTILL, 2001).

Ao final do exercício, a demanda energética dos músculos retorna quase que imediatamente ao nível de repouso. Se a FR combinar perfeitamente com as demandas metabólicas dos tecidos, a respiração deve retornar ao nível de repouso segundos após a interrupção do exercício. Dessa forma, a respiração pós-exercício é regulada pelo equilíbrio ácido-básico, pela produção de CO_2 e pela temperatura sangüínea (WILMORE; COSTILL, 2001).

4.2 Respiração e musculação

O objetivo da respiração é manter concentrações adequadas dos gases no sangue, nos tecidos e manter o pH adequado para a função celular normal. Mesmo alterações relativamente pequenas em qualquer um desses mecanismos, se não forem cuidadosamente controladas, podem comprometer a atividade física e colocar a saúde em risco (WILMORE; COSTILL, 2001).

Mudanças na pressão intramuscular local podem alterar a perfusão da musculatura inspiratória e influenciar o “endurance”. Durante uma contração isométrica máxima, a circulação sanguínea dos membros é ocluída, efeito que não ocorre no diafragma por alterações na pressão pleural e abdominal (MACKENZIE; GANDEVIA, 1986).

Os músculos intercostais têm importante papel estabilizador da caixa torácica, prevenindo movimentos contrários e a distorção durante a inspiração diafragmática. Os escalenos agem elevando e expandindo a caixa torácica e são considerados motores primários quando estabilizam a caixa torácica superior, evitando movimentos contrários nesta região durante a inspiração (AZEREDO, 2002).

O mesmo autor destaca que o esternocleidomastóideo é acessório da respiração a volumes elevados ou quando há demanda ventilatória aumentada, levando ao deslocamento cranial do esterno e expansão da caixa torácica superior.

Entretanto, alguns autores destacam que além da musculatura acima citada, estão ativos também, em certas manobras inspiratórias, outros músculos acessórios que podem atuar na respiração vigorosa, como os músculos da articulação dos ombros e peitorais (SHAFFER et al., 1981).

Para o treinamento de musculação a respiração é um aspecto de grande relevância no conjunto de técnicas. Segundo Gentil (2005), dependendo da técnica de respiração, esta possibilita o melhor aproveitamento dos diferentes exercícios de musculação por ocasionarem uma maior estabilização da coluna vertebral.

Para estas manobras respiratórias destacamos as seguintes técnicas de respiração habitualmente utilizadas na musculação.

4.2.1 Respiração Continuada

É executada livremente durante todo o movimento do exercício, sem utilizar qualquer referência durante as fases de contração muscular. Sendo a mais indicada para alunos iniciantes, pela facilidade de execução e compreensão. Também indicada quando se objetiva desenvolver resistência aeróbica ou RML, por promover uma constante troca de gases (BITTENCOURT, 1986).

4.2.2 Respiração Ativa

A inspiração é realizada durante a fase concêntrica e a expiração é feita durante a fase excêntrica do movimento (**Figura 7**). É utilizada nos trabalhos que visam o desenvolvimento da força dinâmica e RML (BITTENCOURT, 1986).

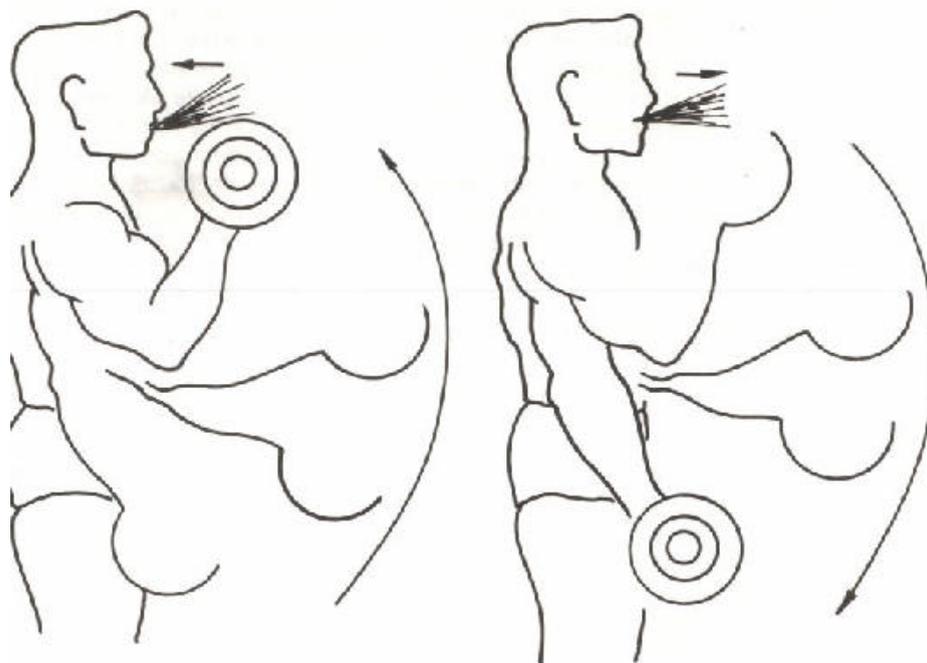


Figura 7 – Respiração Ativa, durante a realização do exercício rosca direta para bíceps, o indivíduo realiza a inspiração durante a fase de contração muscular (levantando a carga) e a expiração durante a fase de resistência da carga (alongamento da musculatura) (BITTENCOURT, 1986).

4.2.3 Respiração Passiva

A expiração é realizada durante a fase concêntrica e a inspiração é feita durante a fase excêntrica do movimento (**Figura 8**). É utilizada nos gestos desportivos que utilizam força explosiva, como em uma cortada no ataque do vôlei. Indicada para os exercícios que comprimem mecanicamente a cavidade abdominal, facilitando a execução em amplitude máxima, devido ao esvaziamento de ar dos pulmões (BITTENCOURT, 1986).

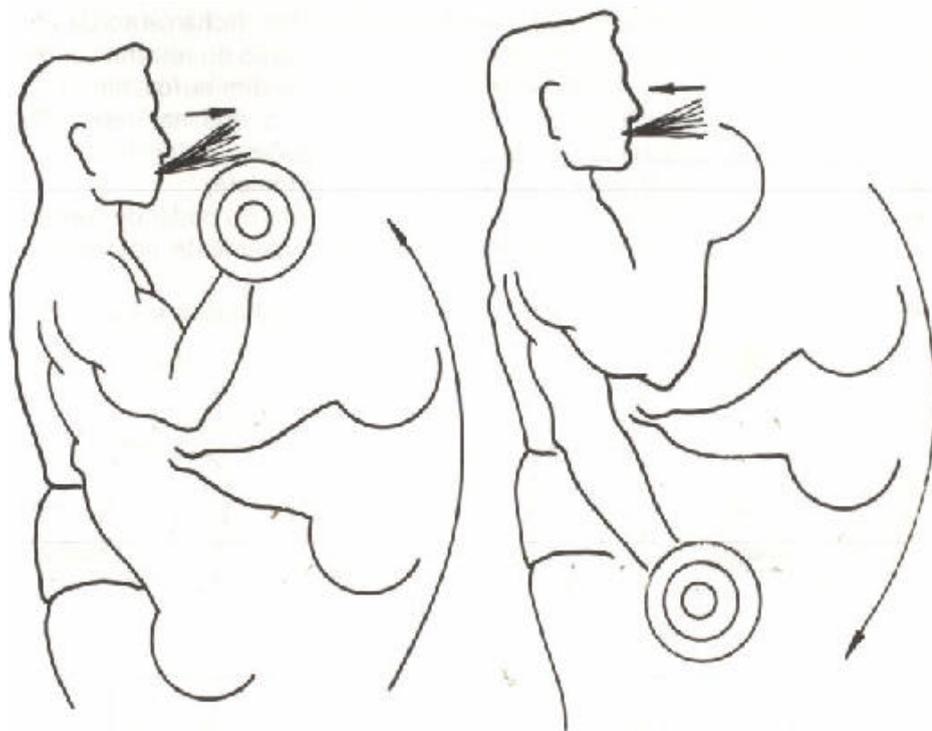


Figura 8 – Respiração Passiva, durante a realização do exercício rosca direta para bíceps, o indivíduo realiza a expiração durante a fase de contração muscular (levantando a carga) e a inspiração durante a fase de resistência da carga (alongamento da musculatura) (BITTENCOURT, 1986).

Esta é a técnica de respiração mais recomendada para aumentar o rendimento no exercício devido às respostas fisiológicas, sendo a que menos afeta o aumento da PA na fase sistólica (COELHO; COELHO, 1999; GENTIL, 2005; GOTSHALL et al. 1999).

4.2.4 Respiração Bloqueada ou Manobra de Valsalva

É uma manobra respiratória na qual o indivíduo executa uma inspiração antes do movimento, realiza as fases excêntrica e concêntrica do movimento em apnéia, e depois expira ao término do mesmo (**Figura 9**) (BITTENCOURT, 1986).

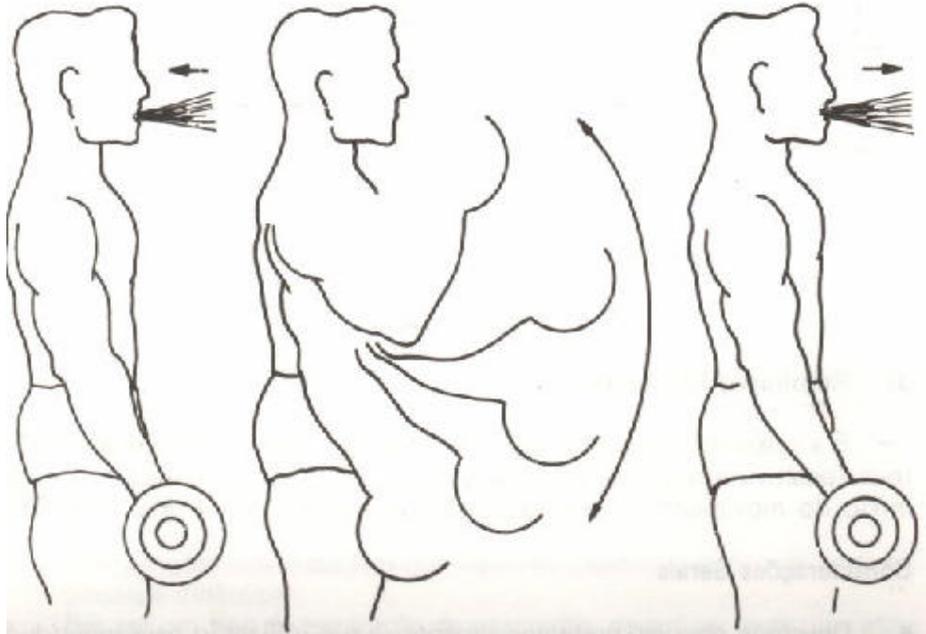


Figura 9 – Manobra de Valsalva, durante a realização do exercício rosca direta para bíceps, o indivíduo realiza a inspiração antes de iniciar o movimento realiza uma repetição e expira ao final do mesmo (BITTENCOURT, 1986).

Esta técnica de respiração conhecida como Manobra de Valsalva (MV), é determinada pela exalação forçada contra a glote fechada, na qual a pressão intratorácica é aumentada (cerca de 50 vezes ou mais), comprimindo as veias da região torácica, dificultando o retorno venoso. Durante a MV a PA aumenta consideravelmente, podendo ultrapassar valores de 300mmHg (NARLOCH et al. 1995, STEWART et al., 2004).

Tal pressão é transmitida através das finas paredes das veias que atravessam a região torácica. Como o sangue venoso está submetido a uma pressão relativamente baixa, essas veias são comprimidas e o fluxo sanguíneo que retorna ao coração sofre uma redução significativa (MCARDLE et al. 1998).

Com a diminuição do fluxo sanguíneo, aliado à subsequente diminuição da PA, pode ocorrer tontura, o que é muito comum ao término de levantamentos com grandes cargas. A MV se faz necessária e é eficiente em casos de levantamento intenso, ajudando a estabilizar o tronco e até mesmo aumentando os níveis de força (GENTIL, 2005).

Segundo Braunwald et al. (1999), a resposta normal à MV se divide em 4 fases:

- Fase I, à medida que se inicia o esforço; a um aumento transitório na pressão sanguínea sistêmica;
- Fase II, é acompanhada por um decréscimo perceptível no retorno venoso sistêmico, PA, pressão de pulso e taquicardia reflexa prontamente detectável;
- Fase III, se inicia com a cessação do esforço e está associada com um decréscimo transitório e súbito na PA e no retorno venoso sistêmico;
- Fase IV, é caracterizada por uma superação da PA sistêmica e bradicardia reflexa relativamente evidente.

De acordo com Gentil (2005), ao recomendarmos a respiração durante atividades físicas devemos levar em consideração dois parâmetros: o equilíbrio anatômico e o equilíbrio biomecânico. Quando levarmos em conta o equilíbrio anatômico, como em movimentos em posição ortostática que envolvem flexão do tronco, recomenda-se que a expiração seja feita com a aproximação da carga entre o tronco e a coxa. Porém, nos movimentos que exigem força máxima, a respiração deve seguir o equilíbrio biomecânico, com a expiração sendo executada durante a fase forçada do movimento (geralmente a fase excêntrica). Contudo a recomendação geral da musculação é inspiração na fase excêntrica e expiração na fase concêntrica, só fechando a glote quando for inevitável e não houver complicações cardiovasculares.

Este tipo de manobra jamais deve ser executado por indivíduos que apresentam doenças cardiovasculares ou alunos iniciantes.

5. RESPOSTAS CARDIOVASCULARES AO EXERCÍCIO

5. RESPOSTAS CARDIOVASCULARES AO EXERCÍCIO

O exercício físico em si provoca importantes modificações no funcionamento do sistema cardiovascular e em seus mecanismos de ajuste autonômicos (ALONSO et al. 1998, BRUM et al. 2004).

As alterações que ocorrem na FC instantânea, conhecido como duração dos intervalos entre duas ondas R (R-R), são registradas através do eletrocardiograma (ECG) batimento a batimento e são consequência das adaptações constantes promovidas pelo SNA para manter o equilíbrio do sistema cardiovascular. A estas alterações que são moduladas pelos SNS e SNPS, definimos Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC) (DAVINI, 2003; MENEZES et al., 2005).

A resposta cardiovascular do exercício resistido é diferente do exercício aeróbico. Jancik et al. (2004), afirmam que ocorre uma hipertrofia fisiológica na espessura da parede do miocárdio, contudo a adaptação do músculo cardíaco no exercício aeróbico é caracterizada pelo aumento da cavidade cardíaca.

Quanto às adaptações crônicas e respostas agudas condicionadas da FC, estudos como os de Thompson et al. (2001), indicam que atletas que treinam força tendem a exibir FC na média ou abaixo dela, quando comparados com indivíduos pouco treinados da mesma idade.

Durante os exercícios de musculação, se observa o aumento da pressão arterial sistólica (PAS) e manutenção ou redução da pressão arterial diastólica (PAD), decorrente da produção de metabólitos musculares que são responsáveis pela vasodilatação na musculatura ativa, gerando redução da resistência vascular periférica. Apesar desta exposição freqüente a pressões elevadas, a PA em repouso não se mantém elevada (FORJAZ et al, 1998 apud BRUM et al., 2004). De fato, a hipertensão arterial não é comum em levantadores de peso competitivo ou em atletas que treinam força ou potência (POLITO; FARINATTI, 2003).

De acordo com Raczak et al. (2005), esta redução da PA e FC em indivíduos saudáveis durante o repouso, se devem a irrigação do músculo mantida após o exercício e à redução da atividade nervosa simpática, resultante do predomínio da descarga parassimpática. Contudo, o mecanismo responsável pela redução da PA parece diferir entre indivíduos, de modo que alguns respondem em função da redução do débito cardíaco e outros em função da redução da resistência vascular periférica (BRUM et al., 2004).

Quando mensurada em repouso, a FC exibe um padrão oscilatório em sincronia com o ciclo respiratório. Durante a inspiração ocorre um aumento da FC devido à inibição da via eferente parassimpática e aumento da estimulação simpática. E durante a expiração a FC diminui devido à estimulação parassimpática e inibição simpática (DAVINI, 2003, HOUTVEEN et al., 2005).

O mesmo ocorre na mudança postural. Quando o indivíduo muda de postura, o SNA atua sobre o coração para conduzir ao mesmo, ajustes necessários para suprir as demandas metabólicas do organismo. Pode ser observado no indivíduo em repouso e em posição supina, que a VFC aumenta por predomínio do SNPS (GOLDBERGER et al., 2001), quando comparado com o indivíduo na posição sentada (DA SILVA, 2002).

A elevação da FC e da PA durante o exercício físico é principalmente mediada por uma diminuição no SNPS e concomitante aumento do SNS (BRUM et al., 2004; ALONSO et al., 1998; TASK FORCE, 1996). Sendo que esta elevação pode ser acentuada ainda mais quando o indivíduo durante o exercício de M utilizar a Manobra de Valsalva (COELHO; COELHO, 1999, GOTSHALL et al. 1999, NARLOCH et al. 1995).

Dentro da área de Treinamento Desportivo de alto rendimento, a VFC tem sido empregada objetivando adequar a intensidade do treinamento prescrito ao atleta por meio da avaliação da modulação autonômica.

**6. MENSURAÇÃO DA ATIVIDADE DO SNA
ATRAVÉS DA ANÁLISE DA VFC**

6. MENSURAÇÃO DA ATIVIDADE DO SNA ATRAVÉS DA ANÁLISE DA VFC

A VFC tem sido utilizada como método não-invasivo de avaliação do controle autônomo exercido pelo SNS e SNPS sobre o coração (TASK FORCE, 1996). Por essas razões, muitos autores têm se ocupado em utilizar manobras respiratórias, mudanças de posição e bloqueios farmacológicos, tanto do SNS quanto do SNPS, na tentativa de investigar a VFC em diversas populações como diabéticos e portadores de patologias cardíacas (FREEMAN, 2006; MENEZES et al., 2004; TASK FORCE, 1996).

Sabe-se que o aumento da VFC está relacionado às condições da saúde do indivíduo, valores que quando expressam uma hiperatividade simpática e redução parassimpática, indicam o aumento no risco de disfunções cardíacas em indivíduos considerados normais e até risco de morte súbita em portadores de patologias cardíacas ou que já sofreram infarto de miocárdio (ALONSO et al. 1998, GUO et al. 1999, JANCIK et al. 2004, MENEZES et al. 2004).

As variações dos intervalos RR durante condições de repouso representam uma boa modulação dos mecanismos de controle dos batimentos cardíacos. A atividade vagal eferente parece estar sob restrição “tônica” pela atividade simpática aferente cardíaca. As atividades vagal e eferente simpática quando direcionadas ao nódulo sinusal apresentam grandes sincronismos com cada ciclo cardíaco, que podem ser modulados pelos osciladores centrais (centros respiratórios e vasomotores) e periféricos (oscilações na PA e na frequência e profundidade respiratória).

Estes osciladores geram flutuações rítmicas na descarga eferente neural que se manifestam como oscilações de curta ou longa duração na atividade cardíaca. A análise destes ritmos permite inferências a respeito do estado e função dos osciladores centrais, da atividade simpática e vagal, dos fatores hormonais e do nódulo sinusal (MORTARA; TAVAZZI, 1996).

A FC humana no repouso apresenta flutuações espontâneas que refletem a influência contínua do SNA no nódulo sino-atrial. As oscilações devem ser corretamente quantificadas provendo assim um poderoso método de investigação do equilíbrio simpato-vagal no coração. O sinal é obtido da superfície do ECG e convertido em séries de pulsos via detecção precisa das ondas QRS sendo processado para o cálculo dos índices de VFC (MORTARA; TAVAZZI, 1996).

A análise espectral da VFC leva à detecção de três tipos principais de oscilações dos intervalos R-R:

1. Na banda de frequência muito baixa do espectro (0.001 – 0.03 Hz, VLF), cujo significado ainda está sendo debatido e parece estar relacionado à atividade de quimioceptores, termorregulação e fatores hormonais;

2. Na banda de baixa frequência (0.03 – 0.15 Hz, LF) que reflete a modulação da atividade simpática aferente e função de barorreflexo;

3. Na banda de alta frequência (0.15 – 0.45 Hz, HF) que reflete a modulação da atividade parassimpática sincronizada com a respiração.

Entretanto, é essencial enfatizar que a detecção de uma quantidade de força numa banda específica do espectro não significa uma mensuração direta do tônus simpático ou parassimpático desde que, por definição, ele mensura apenas a variabilidade e não o valor absoluto do sinal (SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA, 1999).

Os valores das bandas de LF e HF podem aumentar sob diferentes condições. Uma LF aumentada (expressa em unidades normalizadas) é observada durante inclinação de 90°, posição ereta, stress mental, exercícios moderados em condições saudáveis, hipotensão moderada, atividade física e oclusão de artéria coronária ou artéria carótida comum em cães conscientes. Inversamente, um

aumento da HF pode ser induzido por respiração controlada, estimulação fria da face e estímulo rotativo.

As variações de FC provêm um padrão favorável de resposta no SNA. A sua ausência prediz problemas. Em particular a ausência de uma força de baixa frequência, ou seja, atividade vagal para o coração, revela um risco iminente de morte súbita. A literatura científica afirma que a banda de baixa frequência representa a atividade do SNS, ao contrário da banda de alta frequência que representa exclusivamente a atividade vagal para o coração no ritmo respiratório (KAREMAKER; LIE, 2000).

Normalmente, o retraimento simpático relacionado à regulação da PA é revelado em manifestações repentinas dos batimentos cardíacos. Devido ao controle por barorreflexos da circulação, um maior número de manifestações ocorre se a PA estiver abaixo de um ponto predeterminado, até que a PA seja elevada suficientemente acima deste ponto novamente e as manifestações simpáticas cessem. Isto vai induzir uma oscilação em toda atividade simpática e na PA na banda de baixa frequência. Entretanto, se a função cardíaca estiver muito prejudicada devido à grande quantidade de estímulos aferentes de alarme, a atividade simpática será ativada quase continuamente.

7. NERVE EXPRESS

7.1 Nerve Express

O *Nerve-Express* (NE) é um sistema computadorizado totalmente automático e não-invasivo, destinado à análise quantitativa da atividade do sistema nervoso autônomo simpático e parassimpático baseado na análise da variabilidade da frequência cardíaca. Este equipamento utiliza dois métodos de avaliação das funções vitais fisiológicas, baseado em diferentes tipos de análise da VFC o *Nerve-Express* e o *Health-Express*.

O NE utiliza 3 modalidades de testes para a avaliação da FC:

- Teste Ortostático: o paciente altera a sua posição de supino para ereto.
- Manobra de Valsalva combinada com a respiração profunda.
- Monitoração contínua de longa duração do paciente.

O NE possibilita a identificação de três tipos de padrão como resposta: equilíbrio autonômico (homeostase vegetativa), prevalência simpática e prevalência parassimpática. O sistema reconhece automaticamente 74 estados do SNA que representam diferentes relações entre as atividades do SNS e SNPS e as variações em seu equilíbrio.

Este sistema é composto por um Software com o “sensor” acoplado a cinta peitoral de um monitor de frequência cardíaca e este ligado diretamente ao computador (**Figura 10**), onde se avalia inúmeros aspectos relacionados à condição física e mecanismos reguladores do organismo.

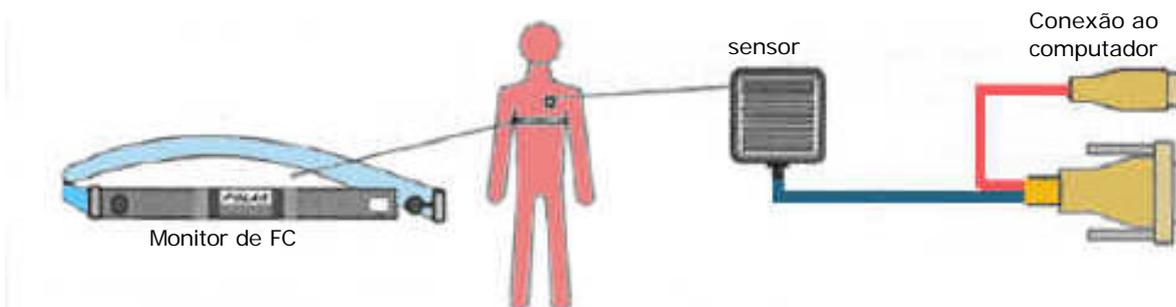


Figura 10 - Representação esquemática do Sistema *Nerve Express*

7.2 Health Express

O Health-Express (HE) utiliza um tipo diferente de análise da VFC para a mensuração do estado geral de saúde, ou seja, os níveis de aptidão física, bem estar e capacidade funcional. A principal diferença é que o HE leva em conta o período de transição do ritmograma do ortoteste, enquanto o NE não.

O período de transição (intervalos RR de 192 a 256) corresponde ao processo transicional entre a posição supino e ereto, no ortoteste. Suas principais características são o “mín” (o intervalo RR mais curto, correspondente à FC mais elevada ou HR máxima, enquanto o paciente está mudando de posição de supino para ereto) e o “máx” (o intervalo RR mais longo, correspondente à FC mais baixa ou HR mín, enquanto o coração está se estabilizando na posição ereta).

A regra básica é quanto mais “profunda” a curva transicional, mais saudável é a pessoa e melhor é o funcionamento de seus processos fisiológicos.

Especificamente, quanto mais profunda a curva “no sentido inferior”, mais saudável é o coração (mais rápido ele reage aumentando a FC). A reação cardíaca é analisada a partir de um dos principais parâmetros do período de transição – a reação cronotrópica (ChMR).

Se a mesma curva estiver mais profunda “no sentido superior”, mais saudável é o sistema vascular periférico (mais rápida a compensação através da diminuição da FC ao seu nível inicial na posição supino).

7.3 Monitor

A análise dos valores de VFC não está limitada à reação cardiovascular, mas é também um dos melhores indicadores da integridade funcional de todos os processos fisiológicos do corpo humano, bem como de bem estar geral. Assim como o Software Nerve-Express utiliza um ritmograma que representa uma amostragem

de onda específica, o Software Monitor utiliza uma representação visual efetiva e transparente, conhecida como Método de Ritmografia, que reflete a estrutura de onda da VFC e atua como uma “impressão digital” dos mecanismos regulatórios autonômicos. Os intervalos de onda RR são registrados sequencialmente, formando um ritmograma, ou seja, um retrato de onda curvo-específica da variabilidade dos intervalos RR. Permitindo mensurar o SNA em tempo real, analisando as variações da frequência cardíaca em períodos consecutivos.

O Software Monitor é um método pioneiro e único de mensuração das funções autonômicas do SNA que determina um novo e importante avanço nos diagnósticos de variabilidade da frequência cardíaca à medida que contribui para detectar danos importantes à saúde e desordens relativas ao sono e, como nunca se viu antes, proporciona ao pesquisador a possibilidade de monitorar constantemente a atividade do SNA e ver a dinâmica da função autonômica durante todas as 24 horas de um dia em um único exame.

Ele foi especialmente criado para possibilitar a opção de interromper o exame durante a intervenção terapêutica, o que pode ser feito utilizando a função “*PAUSE*”. Esta condição permite que o pesquisador não inclua respostas do SNA irrelevantes, considerando somente aquelas que sejam relativas ao tratamento ou estudo.

Desta forma, os resultados podem ser reproduzidos com relativa periodicidade, sendo que a renovação do estágio corresponde ao tempo do “estágio-padrão”, com seus 192 intervalos RR, duram em média de 2 a 4 minutos, dependendo do ritmo dos batimentos cardíacos do sujeito analisado.

O *Software Monitor* fornece informações adicionais como frequência cardíaca, índice de tensão (TI) e análise da ocorrência de extrasístoles, os quais podem ser obtidos simultaneamente com a análise autonômica em todos os estágios (**Figura**

11).



Figura 11 - Exemplo de um ritmograma gerado no Software *Monitor* de um dos sujeitos avaliados .

8. MATERIAL E MÉTODOS

8. MATERIAL E MÉTODOS

8.1 Tipo de estudo

O delineamento do estudo foi de característica clínica, analítico, prospectivo, consecutivo, comparativo individual. A investigação foi realizada na Academia de Musculação da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP-SJC).

8.2 Caracterização dos sujeitos

Antes de iniciar a coleta de dados, aos voluntários foi lida uma Carta de Apresentação da Pesquisa (Anexo B) e os mesmos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo C), sendo permitido o afastamento a qualquer tempo sem qualquer prejuízo.

Foram selecionados 12 sujeitos, masculinos, saudáveis, alunos do curso de Educação Física da Faculdade de Educação da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP-SJC). Com idade média de 23.3 ± 2.5 anos, peso médio igual a 76.3 ± 5.51 Kg, altura média igual a $1,72 \pm 5.2$ cm e percentual de gordura média igual a $7,14 \pm 3.48$ mm. Estes praticantes regulares de musculação com frequência de pelo menos 5 dias na semana da atividade específica e com mais de 2 anos de experiência. A carga média utilizada pelos sujeitos mediante Teste de Carga Máxima foi de 50 ± 4.7 kg nos exercícios de supino horizontal e supino vertical e de 80 ± 11.17 kg nos exercícios de agachamento horizontal e agachamento vertical.

8.3 Procedimentos éticos

Conforme as determinações das Resoluções nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, do que diz respeito aos aspectos éticos das pesquisas envolvendo seres humanos, este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP, segundo parecer H152/CEP/2006 (Anexo A).

8.4 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo sujeitos com experiência acima de um ano da atividade específica com frequência de cinco vezes na semana, não fumantes, que não ingerissem bebida alcoólica durante a fase de coleta de dados do experimento, não usuários de esteróides anabolizantes ou de drogas ilícitas e não portadores de patologia cardíaca.

8.5 Critérios de exclusão

Foram excluídos da seleção sujeitos com experiência abaixo de um ano da atividade específica, fumantes, que ingerissem bebida alcoólica durante a fase de coleta de dados do experimento, usuários de esteróides anabolizantes, usuários de drogas ilícitas, ou portadores de alguma patologia cardíaca.

8.6 Avaliação prévia

8.6.1 Anamnese

Um questionário (Anexo D) foi aplicado para verificar fatos passados e presentes do sujeito, referentes ao estilo de vida, acidentes, cirurgias e doenças familiares.

8.6.2 Massa Corporal

Com todos os sujeitos vestindo apenas sunga e descalços, foi mensurada a massa corporal em uma balança com precisão de 0,1kg da marca FILIZOLA[®] e a estatura em um estadiômetro com precisão de 0,1 cm acoplado a balança. Em seguida, a estimativa do percentual de gordura e da massa corporal magra foi determinada por meio de um compasso de dobras cutâneas da marca SANNY[®]. Para tanto, a equação utilizada foi a de Jackson & Pollock (1978) de três dobras cutâneas para homens.

8.7 Procedimentos experimentais

Previamente ao início do teste, os sujeitos avaliados foram submetidos à familiarização dos equipamentos de musculação (sem utilização de carga) em situação semelhante ao protocolo adotado, onde todas as orientações foram dadas mediante a forma de execução de cada um dos exercícios, abaixo descritos, e continuamente supervisionados.

8.7.1 Aquecimento

Para o aquecimento foi incluído alongamento estático para os membros superiores (**Figura 12a**) e para os membros inferiores (**Figura 12b**), requeridos durante a execução do movimento. Imediatamente antes do Teste de Predição de Carga Máxima, para cada exercício, foram executadas 15 repetições com 50% da carga estimada para a primeira tentativa, como forma de aquecimento da musculatura exigida.

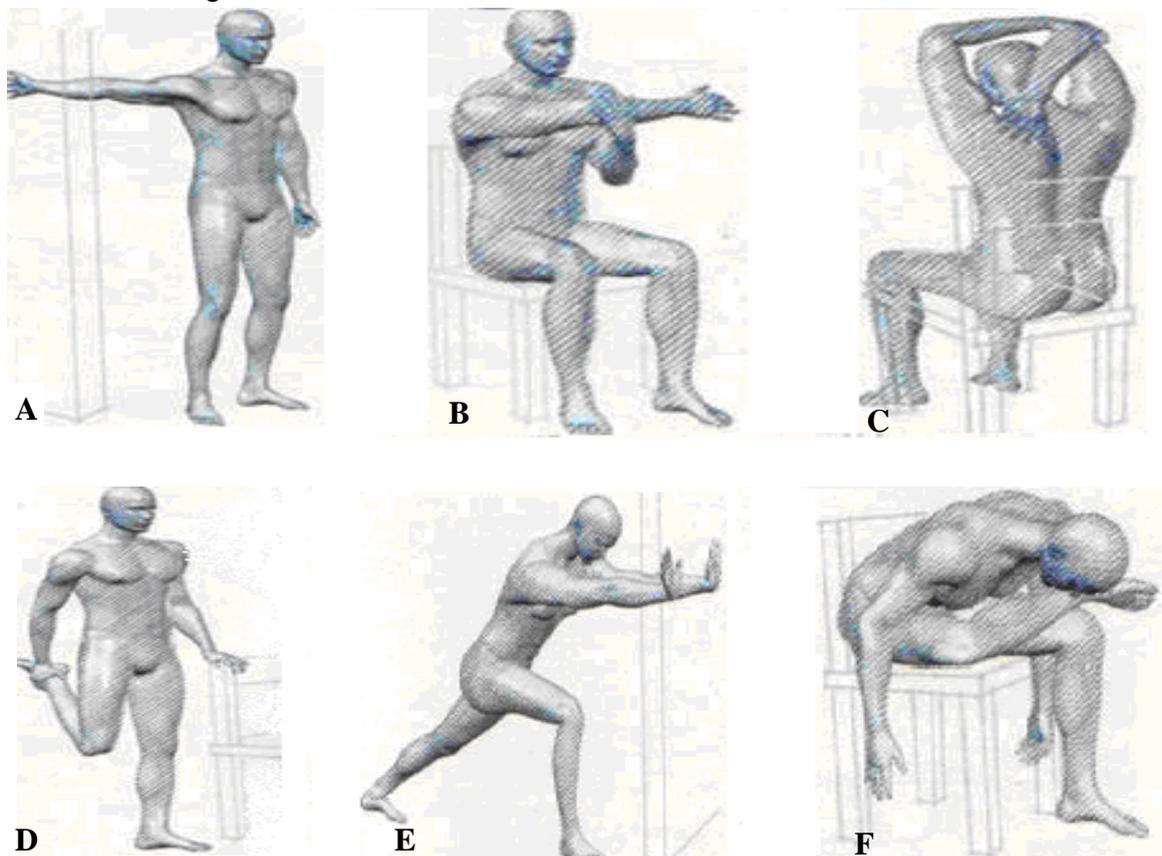


Figura 12a - Alongamento dos membros superiores; músculo Peitoral (A), músculo Deltóide (B), músculo Tríceps Braquial (C). **b** - Alongamento dos membros inferiores; músculo Quadríceps Femoral (D), músculo Tríceps Sural e posteriores da perna (E), músculo Glúteo (F).
<http://www.dulcevida.com.br> (2006)

8.7.2 Teste de Predição de Carga Máxima ou Uma Repetição Máxima (1 RM)

Para iniciar o teste de 1 RM, em virtude de o grupo avaliado ser composto por sujeitos adaptados ao tipo de treino, foi estipulada individualmente a carga total a ser utilizada. Três minutos após aquecimento, o sujeito foi devidamente posicionado no equipamento, conforme protocolo a seguir descrito, e orientado a executar duas repetições.

Caso fossem completadas as duas repetições na primeira tentativa, ou mesmo se não fosse completada sequer uma repetição, uma segunda tentativa foi executada com intervalo de recuperação de três minutos em uma carga superior (primeira possibilidade) ou inferior (segunda possibilidade) àquela empregada na tentativa anterior.

Tal procedimento foi repetido em uma terceira e última tentativa, caso ainda não se tivesse determinado a carga referente a uma única repetição máxima. Portanto, a carga registrada como 1 RM foi aquela na qual foi possível ao sujeito completar somente uma única repetição máxima (DIAS et al., 2005; SALVADOR et al. 2005).

Sendo que a segunda e terceira tentativa, não necessariamente foram realizadas por todos os sujeitos.

8.8 Descrição dos exercícios

8.8.1 Supino horizontal com barra

Para a realização do exercício foi utilizado um banco horizontal da marca *Righeto*[®], (**Figura 13**), uma barra de 210 cm, com 12 kg, confeccionada em ferro maciço (**Figura 14**) e Anilhas de diversos pesos (**Figura 15**). O supino horizontal com barra ativa principalmente os músculos peitoral maior, tríceps braquial e porção anterior do deltóide (**Figura 16**) (DELAVIER, 2002).



Figura 13 - Equipamento utilizado para o exercício supino horizontal.



Figura 14 - Barra utilizada para o exercício supino horizontal.



Figura 15 - Anilhas utilizadas para os exercícios.

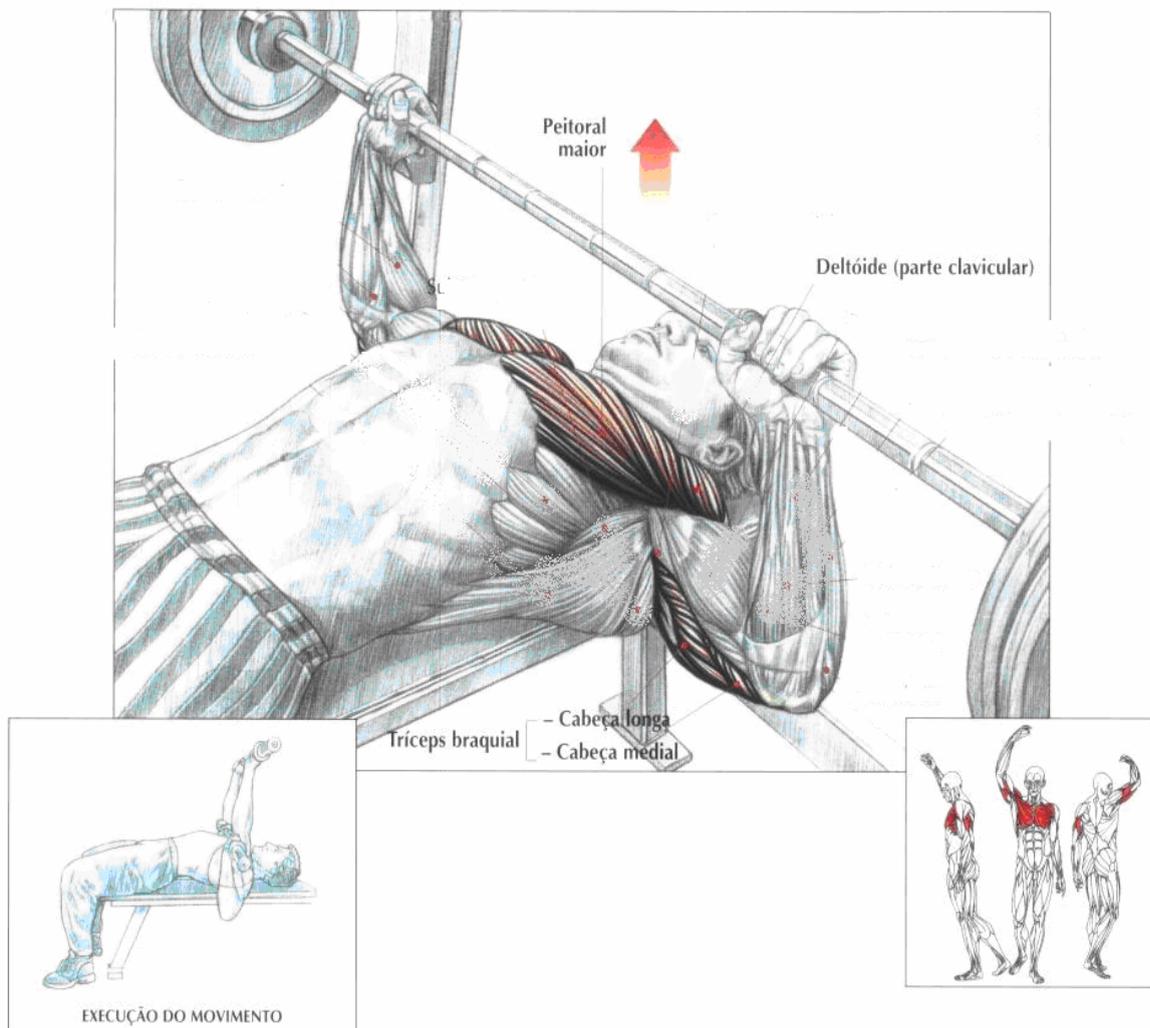


Figura 16 - Representação dos principais músculos exigidos (em vermelho) durante a realização do exercício **supino horizontal com barra** (DELAVIER, 2002).

8.8.1.1 Execução do movimento

Posição inicial: o sujeito posicionado no equipamento em decúbito dorsal, com os pés sobre o apoio do próprio equipamento, os braços elevados sustentando a barra (**Figura 17a**), mãos em pronação com a empunhadura fechada, (**Figura 18**). O sujeito foi auxiliado para retirar a barra do suporte e em seguida iniciando o

movimento, os cotovelos deviam ser flexionados aproximando a barra na região dos mamilos, **(Figura 17b)** em movimento contínuo os cotovelos deveriam ser estendidos retornando a posição inicial.



Figura 17 - (A) Início do movimento do exercício supino horizontal com Barra (Fase concêntrica do movimento). (B) Final do movimento (Fase excêntrica do movimento).

A
A
A
A

8.8.2 Agachamento Hack horizontal

Para a realização do exercício foi utilizado um equipamento da marca *Righeto*[®] com pesos fixos em forma de placas, presos a um cabo de aço **(Figura 19)**

O agachamento hack, palavra inglesa que significa “atrelagem”, devido aos apoios do equipamento lembrar uma trela normalmente utilizada em animais de

tração, ativa principalmente os músculos Quadríceps Femoral (vasto lateral, vasto intermédio, vasto medial e reto femoral) (**Figura 20**) (DELAVIER, 2002).



Figura 19 - Equipamento utilizado para agachamento hack horizontal

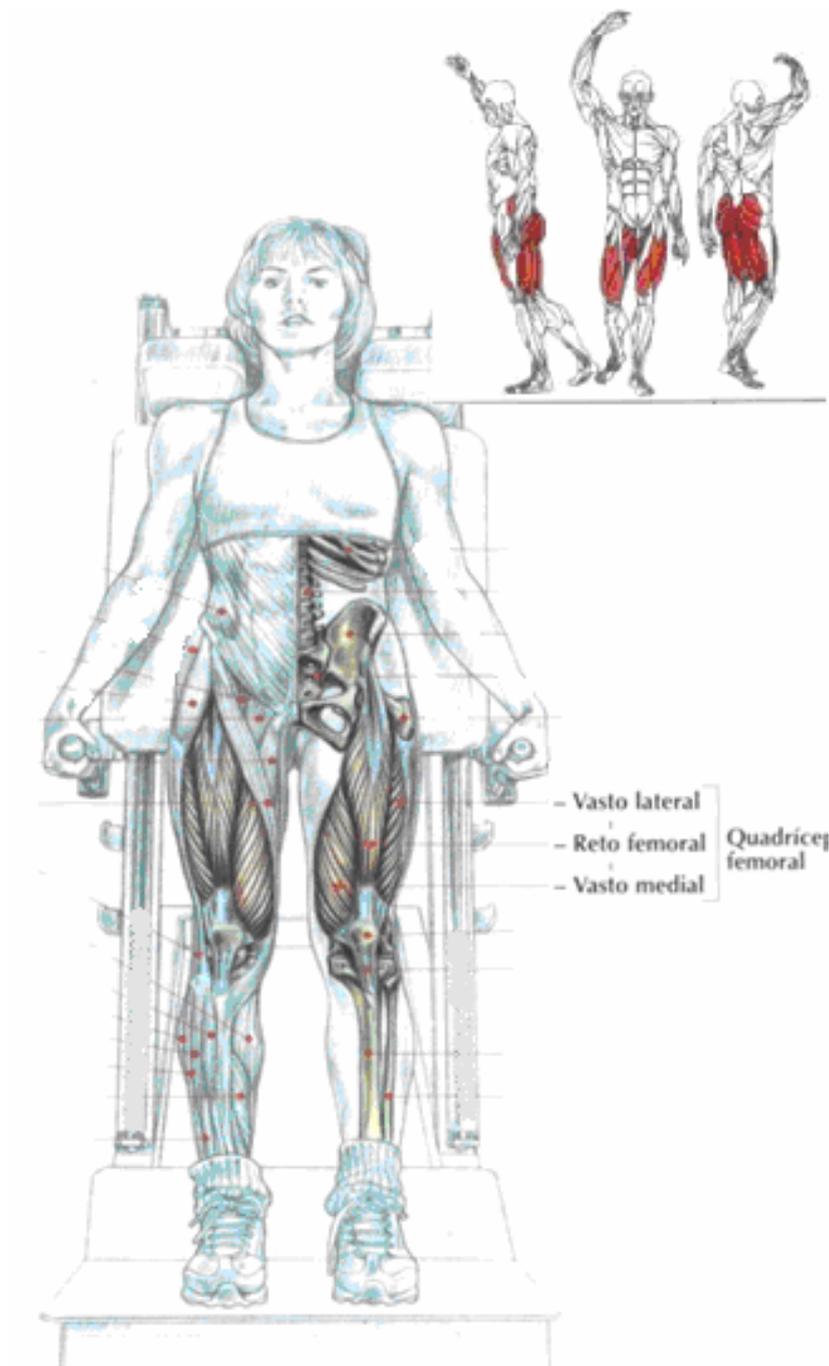


Figura 20 - Representação dos principais músculos exigidos (em vermelho) durante a realização do exercício agachamento hack horizontal (DELAVIER, 2002).

8.8.2.1. Execução do movimento

Para a posição inicial, o sujeito manteve as costas apoiadas contra o encosto do aparelho, ombros ajustados sob o apoio do hack e joelhos flexionados em ângulo de 90° (**Figura 21a**).

Com os pés e os joelhos direcionados à frente, com afastamento a linha do quadril e apoiados na parte superior da plataforma do equipamento, olhos ao horizonte. O sujeito deveria estender os joelhos, em seguida, realizar uma flexão dos mesmos até atingir a posição de 90°, em movimento contínuo, retornando a posição inicial, estendendo os joelhos no final ao movimento (**Figura 21b**).

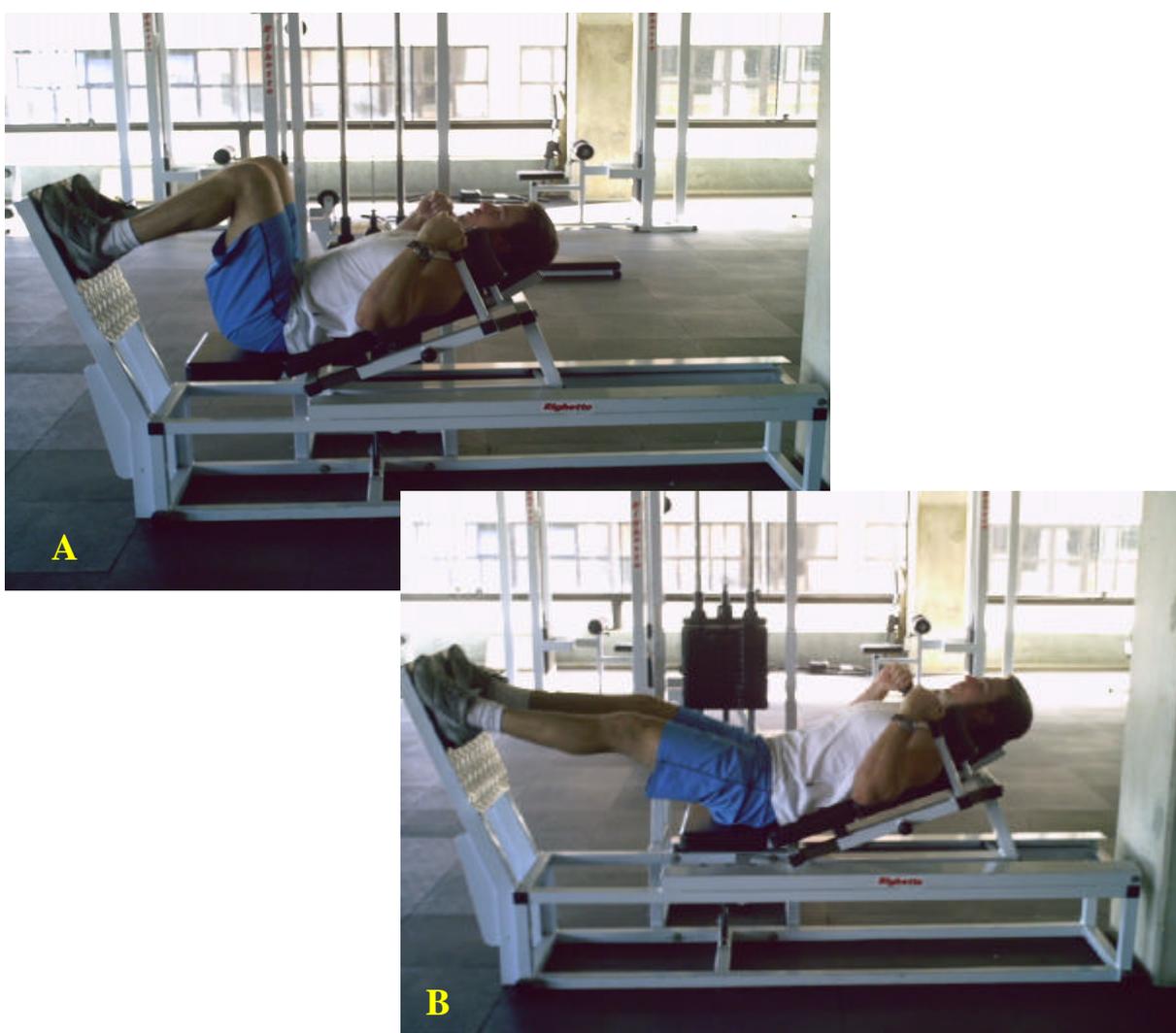


Figura 21 - (A) Início do movimento do exercício agachamento hack horizontal (Fase excêntrica do movimento), (B) Final do Movimento (Fase concêntrica do movimento).

8.8.3 Supino vertical na máquina

Para a realização deste exercício foi utilizado um equipamento para desenvolvimento de peitoral vertical (supino vertical na máquina) da marca *Righeto*[®] com pesos fixos em forma de placas, presos a um cabo de aço (**Figura 22**)

O supino vertical ativa principalmente os músculos Peitoral Maior, Tríceps Braquial e porção anterior do Deltóide (**Figura 16**) (DELAVIER, 2002).



Figura 22 - Equipamento utilizado para o exercício supino vertical

8.8.3.1 Execução do movimento

Posição inicial: o sujeito foi posicionado sentado no equipamento, costas apoiadas contra o encosto, pés sobre o apoio do próprio aparelho, os braços flexionados sustentando a barra, mãos em pronação com a empunhadura fechada (**Figura 18**), com as mãos na altura da região dos mamilos, (**Figura 23a**).

Para iniciar o movimento, o sujeito deveria estender os cotovelos, (**Figura 23b**) em seguida os flexionar em movimento contínuo.

As costas foram mantidas apoiadas no banco durante toda a execução do movimento.

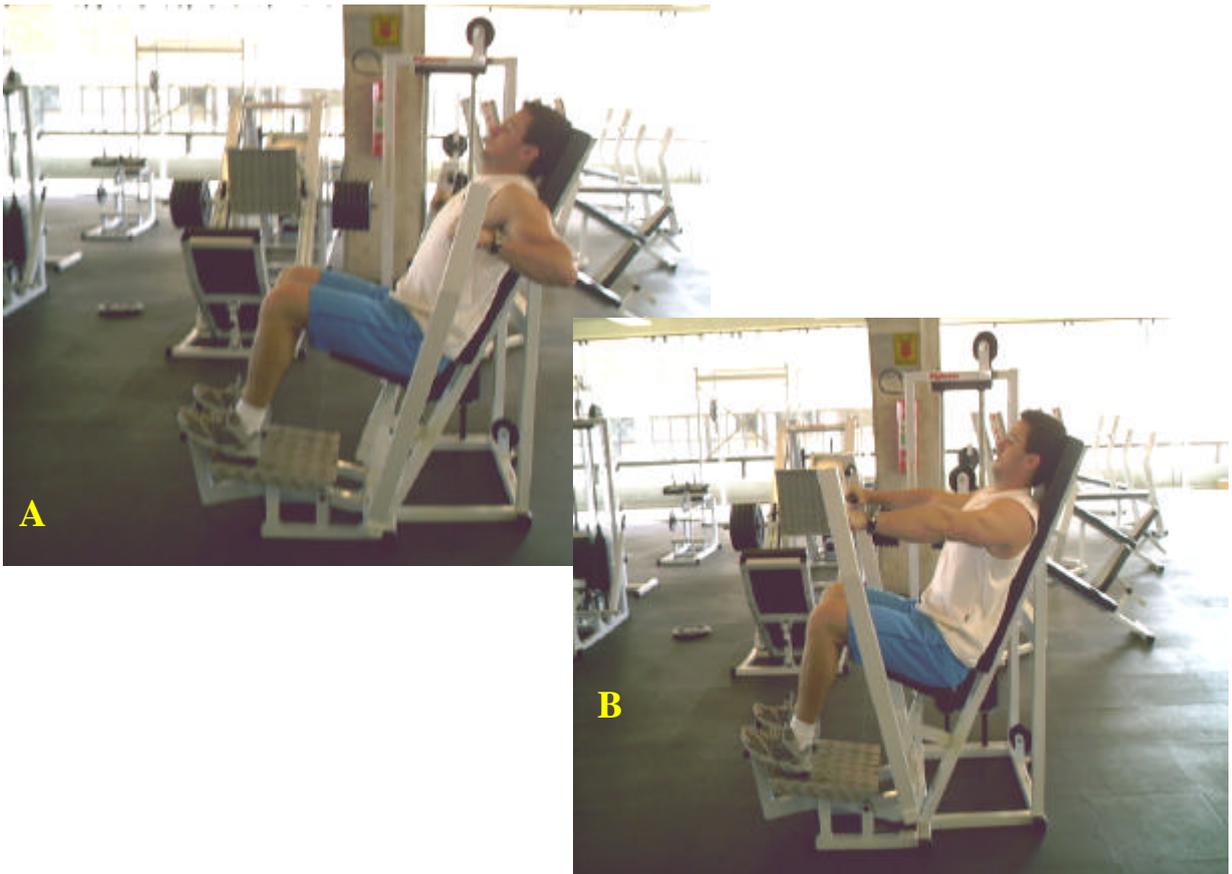


Figura 23 - (A) Início do movimento do exercício supino vertical (Fase excêntrica),
(B) Final do movimento (Fase concêntrica).

8.8.4 Agachamento Hack vertical

Para a realização do exercício foi utilizado um equipamento da marca *Righeto*[®] com inclinação de 45° em relação à horizontal (**Figura 24**) e Anilhas de diversos pesos (**Figura 15**).

O agachamento hack vertical, ativa principalmente o músculo Quadríceps Femoral (vasto lateral, vasto intermédio, vasto medial e reto femoral) (**Figura 20**) (DELAVIER, 2002).



Figura 24 - Equipamento utilizado para agachamento hack vertical

8.8.4.1 Execução do movimento

Para a posição inicial, o sujeito manteve as costas apoiada contra o encosto do equipamento, ombros ajustados sob os apoios do hack. As mãos apoiadas na trava de segurança, a fim de auxiliar a retirada da mesma do suporte.

Com os pés e os joelhos direcionados à frente, com afastamento na linha do quadril, apoiados na parte superior da plataforma do equipamento, olhos para o horizonte, o sujeito deveria estender os joelhos e desbloquear a trava de segurança **(Figura 25a)**, realizar a flexão dos joelhos até 90° **(Figura 25b)**, em movimento contínuo, estendendo os joelhos ao final do movimento.



A



B

Figura 25 - (A) Início do movimento do exercício agachamento hack vertical (Fase concêntrica).
(B) Final do movimento (Fase excêntrica).

9. PROTOCOLLO EXPERIMENTAL

9. PROTOCOLO EXPERIMENTAL

A amostra total de sujeitos foi dividida em 4 grupos, cada um composto por 3 sujeitos.

Para a realização do estudo, os exercícios foram divididos em duas fases considerando um intervalo de 72 horas entre as Fases 1 e 2:

- *Fase 1 – Exercícios Horizontais*: executados na ordem;

1º Supino horizontal com barra (**Figura 13**);

2º Agachamento Hack horizontal (**Figura 21**).

- *Fase 2 - Exercícios Verticais*: executados na ordem:

1º Supino vertical na máquina (**Figura 22**);

2º Agachamento Hack vertical (**Figura 24**).

Todos os 4 grupos foram submetidos aos mesmos tratamentos na seqüência acima citada, onde cada 3 séries de um exercício foram executadas com uma manobra respiratória pré-estabelecida:

1º - *Respiração passiva* (rP): o processo de inspiração ocorreu ao mesmo tempo em que a musculatura realizou a contração excêntrica (alongamento da musculatura) e a expiração foi executada durante a fase concêntrica do movimento (elevação da sobrecarga).

2º - *Respiração ativa* (rA): o processo de inspiração ocorre simultaneamente ao processo de contração muscular em sua fase concêntrica (elevação da sobrecarga), e a expiração foi executada durante a fase excêntrica do movimento (alongamento da musculatura).

3º - *Manobra de Valsalva* (MV): a inspiração foi realizada antes do movimento e durante a fase excêntrica o bloqueio da respiração foi mantido, com a expiração ocorrendo após a completa execução do movimento.

Para tanto, cada grupo executou os exercícios utilizando as manobras respiratórias pré-estabelecidas em diferentes ordens.

Para a coleta de dados foi utilizado o *Software Monitor (NERVE EXPRESS®)*, ao iniciar os testes, com o sujeito foi posicionado no equipamento em que executara o exercício, com o sensor* acoplado ao monitor de frequência cardíaca da marca *POLAR® (Figura 26)*, com o sujeito em repouso foi submetido à análise da VFC do dia.



Figura 26 - Posicionamento do sensor* junto ao monitor de frequência cardíaca.

Para a execução dos exercícios foram utilizados 70% de peso mediante resultado individual no teste 1 RM e estes realizados em 3 séries de 10 repetições cada exercício. Os testes iniciaram-se após aquecimento prévio, onde foi incluído o alongamento estático do músculo submetido ao exercício (**Figuras 12a e 12b**) e executados 15 repetições, com 50% da carga a ser utilizada no exercício.

Iniciado a análise dos dados, foi considerado um intervalo de 40 segundos de registro das ondas RR, com 30 segundos foi dado o comando de “preparar” e completado 40 segundos foi dado o comando “já”, para que o sujeito iniciasse o exercício.

Foi considerado um intervalo de um minuto e 30 segundos entre as séries de um mesmo equipamento e cinco minutos entre os dois diferentes equipamentos aplicados, a fim de possibilitar a completa recuperação da respiração e atenuar os efeitos da fadiga na execução das diferentes manobras respiratórias. Salientando, que as execuções dos exercícios foram sendo alternadas entre um exercício para membros superiores e outro para membros inferiores e que o sujeito permanecia descansando sobre o equipamento (**Figura 27**), completado o tempo de descanso ele se dirigia ao outro equipamento .

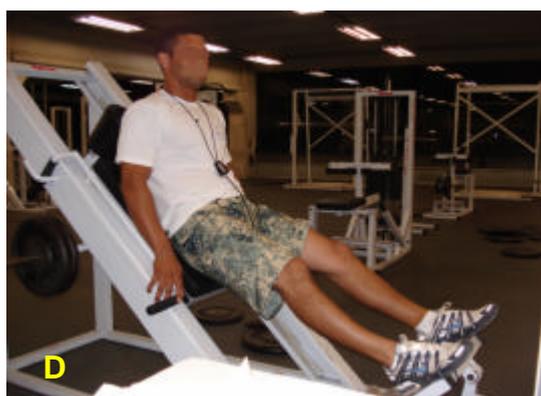


Figura 27 – (A) sujeito descansando no supino horizontal, (B) sujeito descansando no agachamento horizontal, (C) sujeito descansando no supino vertical, (D) sujeito descansando no agachamento vertical.

10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparar as médias das variáveis e identificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, o teste ANOVA foi aplicado utilizando o programa “Microcal (TM) Origin” versão 6.0.

Em cada exercício executado, foram somados os resultados obtidos nas três séries realizadas e para este foi obtido a média dos resultados encontrados individualmente. Estes resultados foram comparados levando em consideração o tipo de manobra respiratória executada.

11. RESULTADOS

A seguir os resultados obtidos através do *Software Nerve Express Monitor* serão apresentados na forma de tabelas e gráficos.

11.1 Ritmograma

A **Figura 28** ilustra o ritmograma obtido no teste realizado com um dos sujeitos envolvidos neste estudo, durante a realização das séries de um dos exercícios.

A representação em forma de ritmograma permite que uma quantidade de informação seja comprimida em uma simples figura. A representação em onda mostrada na figura 28 é composta de três estágios com a leitura de 192 intervalos RR da frequência cardíaca em cada estágio, estes resultados são obtidos em tempo real.

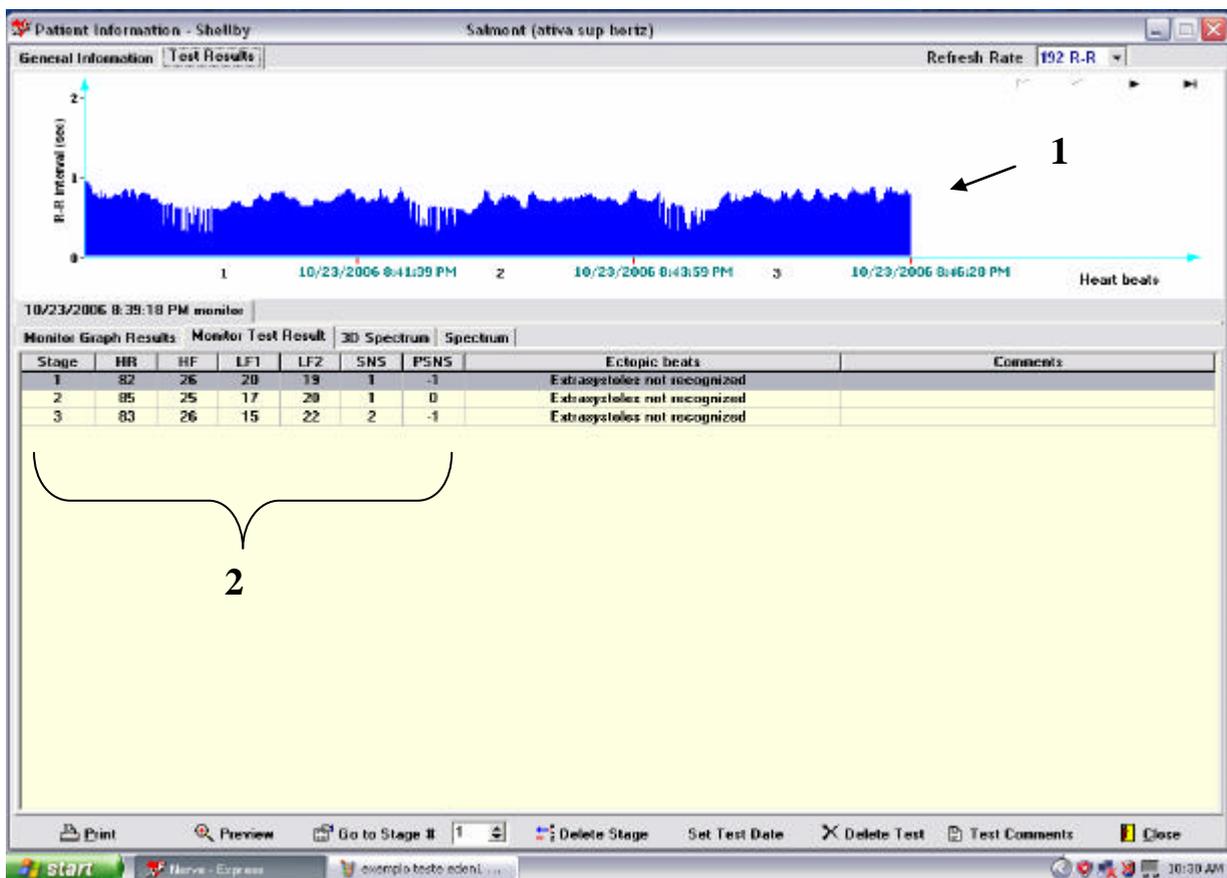


Figura 28 - apresentação dos valores referentes ao (1) ritmograma, (2) resultados da frequência cardíaca e atividade do sistema nervoso simpático e parassimpático, registrados durante a realização de um dos exercícios.

11.1.1 Supino

11.1.1.1 Frequência Cardíaca

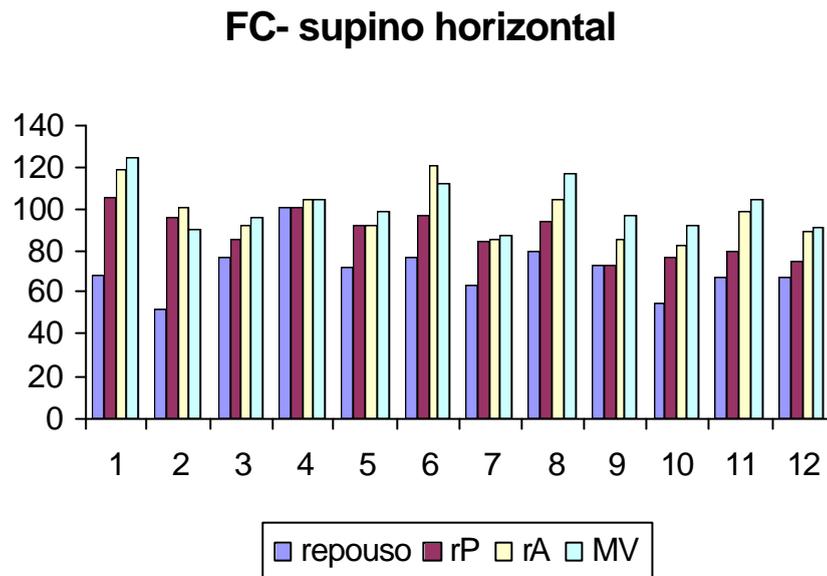
Na tabela 1 são apresentados os valores referentes à frequência cardíaca, registrados com os sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal (sup.hor.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV). Observa-se que houve um aumento gradativo da frequência cardíaca média durante a execução do exercício sup.hor., resultados estes que apresentaram diferença significativa quando comparados os resultados médios entre o exercício sup.hor. executado com a rP e MV ($p = 0,01044$), já quando comparado a rP com a rA não houve diferença significativa ($p = 0,06008$) o mesmo resultado não significativo foi encontrado quando comparado a rA com a MV ($p = 0,49761$).

Tabela 1 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	FC Repouso hor.	FC sup. hor. rP.	FC sup. hor. rA.	FC sup. hor. MV
S ₁	69	106	119	125
S ₂	52	96	101	90
S ₃	77	85	92	96
S ₄	101	101	104	104
S ₅	72	93	93	99
S ₆	77	97	121	113
S ₇	64	84	85	88
S ₈	79	94	104	117
S ₉	74	73	86	97
S ₁₀	55	77	83	92
S ₁₁	68	80	98	104
S ₁₂	68	75	89	91
Média	71	88	98	101
Desvio padrão	+12,55	+10,87	+12,54	+11,51

Nota: FC. – frequência cardíaca; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

Figura 29 – Valores referentes à frequência cardíaca média dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



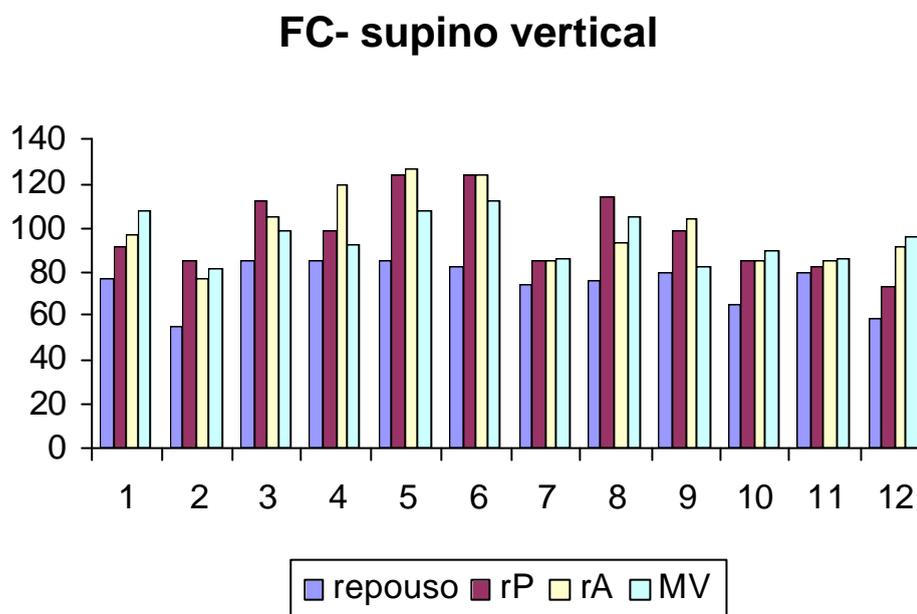
Na tabela 2 são apresentados os valores referentes à frequência cardíaca, registrados com os sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino vertical (sup.vert.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV). Observa-se que ao contrário dos resultados encontrados durante a realização do exercício sup.hor., houve um aumento da frequência cardíaca durante a execução do exercício sup.vert. utilizando da rA, estes resultados não apresentaram diferença significativa quando comparados com os resultados médios entre o exercício sup.vert. executado com a rP e rA ($p = 0,81042$), rP comparado com MV ($p = 0,71178$) e rA comparado com MV ($p = 0,50961$).

Tabela 2 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	FC Repouso vert.	FC sup. vert. rP.	FC sup. vert. rA.	FC sup. vert. MV.
S₁	77	91	97	108
S₂	56	86	77	82
S₃	85	113	106	98
S₄	86	98	120	92
S₅	85	124	127	108
S₆	83	124	124	113
S₇	75	86	85	87
S₈	76	114	94	106
S₉	79	98	104	83
S₁₀	65	86	86	90
S₁₁	79	83	85	87
S₁₂	59	73	91	96
Média	75	98	100	96
Desvio padrão	±10,17	±16,96	±16,97	±10,70

Nota: sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

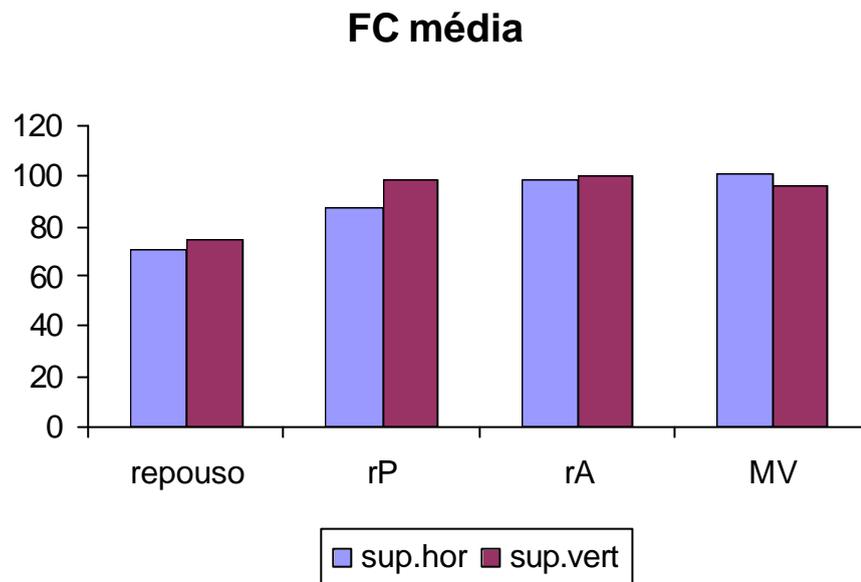
Figura 30 – Valores referentes à frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



A figura 31 representa a média dos valores da frequência cardíaca, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios: sup.hor. e sup.vert., realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

Ao comparar os valores médios obtidos durante a realização dos exercícios sup.hor. com os valores médios obtidos durante a realização do sup.vert. em ambas as manobras respiratórias, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,2536$).

Figura 31 – Média dos valores referentes à frequência cardíaca média, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios supino horizontal (sup.hor.) e supino vertical (sup.vert.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



11.1.1.2 Atividade simpática e parassimpática do exercício supino

A tabela 3 apresenta os valores médios da atividade simpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício sup. hor., realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

Foi observado que o aumento da atividade simpática apresentado durante este exercício foi relativamente igual em todas as manobras respiratórias, portanto ao comparar os resultados não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,84504$).

Tabela 3 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	SNS Repouso hor.	SNS sup. hor. rP.	SNS sup. hor. rA.	SNS sup. hor. MV.
S₁	0	3	4	4
S₂	2	2	2	3
S₃	1	2	2	1
S₄	3	3	3	3
S₅	2	2	2	2
S₆	3	3	4	2
S₇	0	2	2	1
S₈	1	4	2	3
S₉	0	1	2	0
S₁₀	1	1	1	2
S₁₁	2	3	2	1
S₁₂	0	0	1	2
Média	1	2	2	2
Desvio padrão	±1,14	±1,11	±0,97	±1,13

Nota: SNS – Sistema Nervoso Simpático; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

A tabela 4 apresenta os valores médios da atividade simpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício sup.vert., realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

O aumento da atividade simpática apresentado durante este exercício foi relativamente igual ao observado no exercício sup.hor., portanto ao comparar os resultados não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,84251$).

Tabela 4 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	SNS Repouso vert.	SNS sup. vert. rP.	SNS sup. vert. rA.	SNS sup. vert. MV.
S₁	2	2	2	3
S₂	2	1	1	1
S₃	1	3	3	2
S₄	2	2	4	2
S₅	1	4	4	3
S₆	1	4	4	3
S₇	2	1	1	2
S₈	0	4	2	3
S₉	2	2	3	3
S₁₀	1	1	2	2
S₁₁	2	1	1	2
S₁₂	0	1	2	2
Média	1	2	2	2
Desvio padrão	±0,78	±1,27	±1,16	±0,65

Nota: SNS – Sistema Nervoso Simpático; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

A tabela 5 apresenta os valores médios da atividade parassimpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício sup. hor., realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

A redução da atividade parassimpática observada durante este exercício foi relativamente igual em todas as manobras respiratórias, portanto ao comparar os resultados, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 1$).

Tabela 5 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	SNPS Repouso hor.	SNPS sup. hor. rP.	SNPS sup. hor. rA.	SNPS sup. hor. MV.
S₁	1	-4	-4	-2
S₂	3	-2	-3	-3
S₃	2	-1	-1	0
S₄	-3	-3	-4	-3
S₅	2	-1	-3	-2
S₆	0	-4	-3	0
S₇	0	-1	-1	-1
S₈	0	-3	-2	-3
S₉	-1	1	0	1
S₁₀	0	0	-1	-3
S₁₁	1	-4	1	-3
S₁₂	0	2	1	-1
Média	0	-2	-2	-2
Desvio padrão	±1,56	±2,02	±1,78	±1,44

Nota: SNPS – Sistema Nervoso Parassimpático; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

A tabela 6 apresenta os valores médios da atividade parassimpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício sup.vert., realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

A redução da atividade parassimpática observada durante este exercício foi semelhante em ambas manobras respiratórias, portanto ao comparar os resultados, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,76203$).

Tabela 6 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

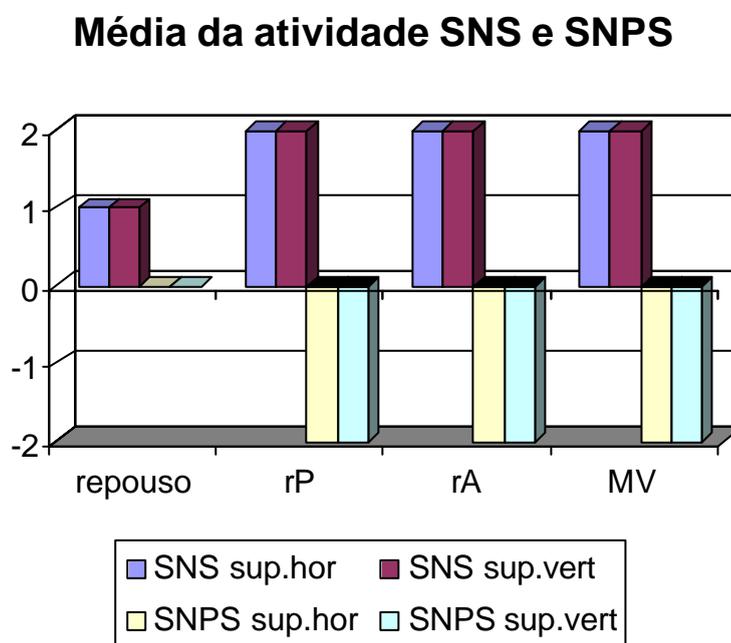
n	SNPS Repouso vert.	SNPS sup. vert. rP.	SNPS sup. vert. rA.	SNPS sup. vert. MV.
S₁	1	-2	-3	-3
S₂	2	-1	1	0
S₃	-1	-2	-2	-1
S₄	-1	-3	-4	-2
S₅	-2	-3	-4	-3
S₆	-2	-4	-4	-4
S₇	0	-2	-3	-1
S₈	1	-3	-1	-1
S₉	2	-3	-3	0
S₁₀	0	-1	0	-2
S₁₁	2	2	0	0
S₁₂	-2	2	-1	-1
Média	0	-2	-2	-2
Desvio padrão	±1,60	±1,92	±1,76	±1,31

Nota: SNPS – Sistema Nervoso Parassimpático; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

A figura 32 representa a média dos valores atividade simpática e parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios sup. hor. e sup.vert., realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

Ao comparar os valores médios obtidos durante a realização dos exercícios sup.hor. com os valores médios obtidos durante a realização do sup.vert. em ambas as manobras respiratórias não foram encontradas diferenças significativas sendo estes valores $p = 0,95073$, quando comparados os resultados da atividade simpática e $p = 0,99004$, quando comparados os resultados da atividade parassimpática.

Figura 32 – Média dos valores da atividade simpática (SNS) e parassimpática (SNPS), registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios supino horizontal (sup.hor.) e supino vertical (sup.vert.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



11.1.2 Agachamento

11.1.2.1 Frequência Cardíaca

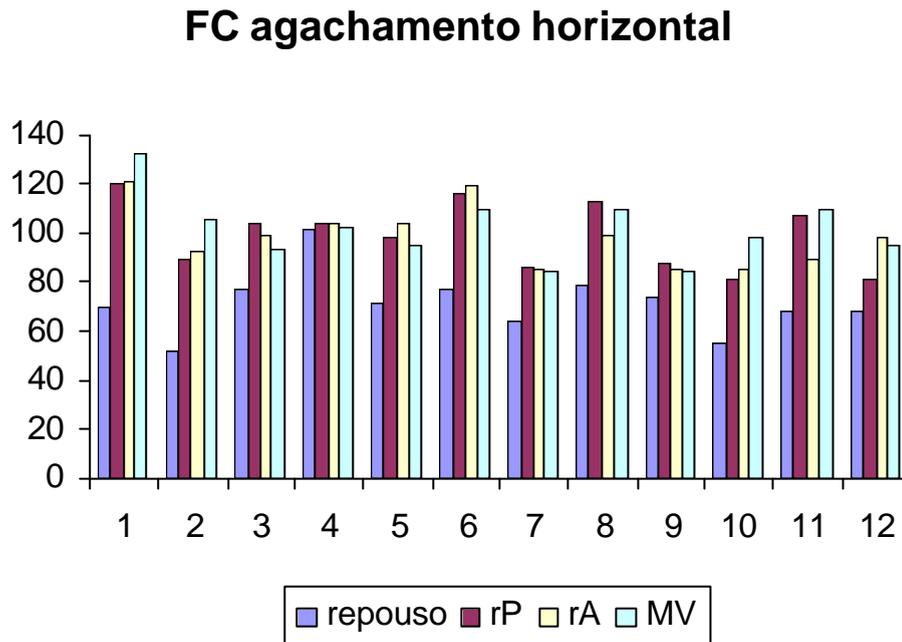
Na tabela 7 são apresentados os valores referentes à frequência cardíaca, registrados com os sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal (agach. hor.), realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva. Embora a frequência cardíaca média tenha apresentado um aumento durante a execução do exercício com a utilização da MV, não foram encontrados diferenças significativas comparando a execução do exercício com a rP com a utilização da rA ($p = 0,93845$), comparando rP com MV ($p = 0,62544$) e rA com MV ($p = 0,55189$).

Tabela 7 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	FC Repouso hor.	FC agach. hor. rP.	FC agach. hor. rA.	FC agach. hor. MV.
S ₁	69	120	121	133
S ₂	52	89	93	105
S ₃	77	104	99	94
S ₄	101	104	104	102
S ₅	72	98	104	95
S ₆	77	116	119	110
S ₇	64	86	85	84
S ₈	79	113	99	109
S ₉	74	87	85	84
S ₁₀	55	81	85	98
S ₁₁	68	107	89	110
S ₁₂	68	81	98	95
Média	71	99	98	102
Desvio padrão	±12,55	±13,82	±12,27	±13,39

Nota: FC. – frequência cardíaca; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

Figura 33 – Valores referentes à frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



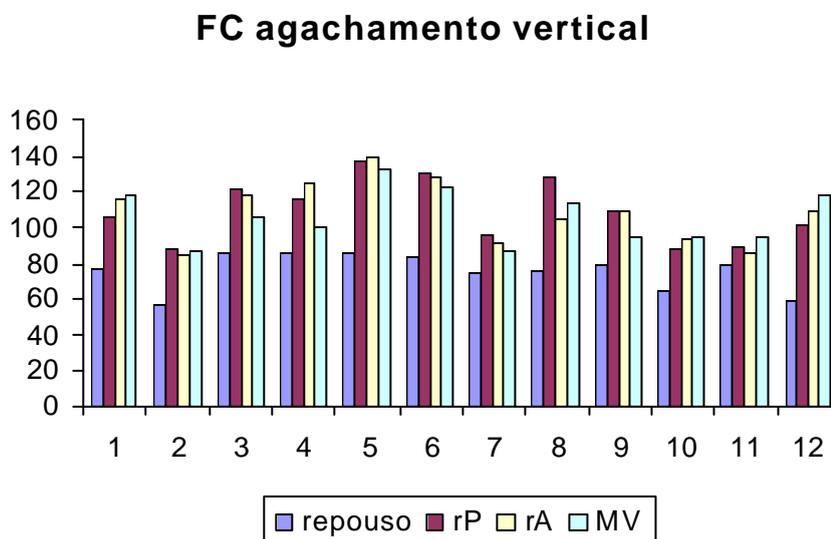
Na tabela 8 podemos observar os valores referentes à frequência cardíaca, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva. O aumento observado na frequência cardíaca média foi semelhante durante a execução do exercício agachamento horizontal (agach.hor.) com a utilização da rP e da rA, durante a execução do exercício utilizando da MV, contudo, não foram encontrados diferenças significativas comparando a execução do exercício com a rP com a utilização da rA ($p = 0,98142$), comparando rP com MV ($p = 0,6339$) e rA com MV ($p = 0,65463$).

Tabela 8 – Valores referentes a frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	FC Repouso vert.	FC agach. vert. rP.	FC agach. vert. rA.	FC agach. vert. MV.
S ₁	77	106	115	118
S ₂	56	88	84	87
S ₃	85	121	118	106
S ₄	86	115	125	100
S ₅	85	137	139	132
S ₆	83	130	128	123
S ₇	75	96	91	87
S ₈	76	127	105	113
S ₉	79	109	110	95
S ₁₀	65	88	94	95
S ₁₁	79	89	86	95
S ₁₂	59	101	110	118
Média	75	109	109	106
Desvio padrão	+10,16	+17,20	+17,46	+14,84

Nota: agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

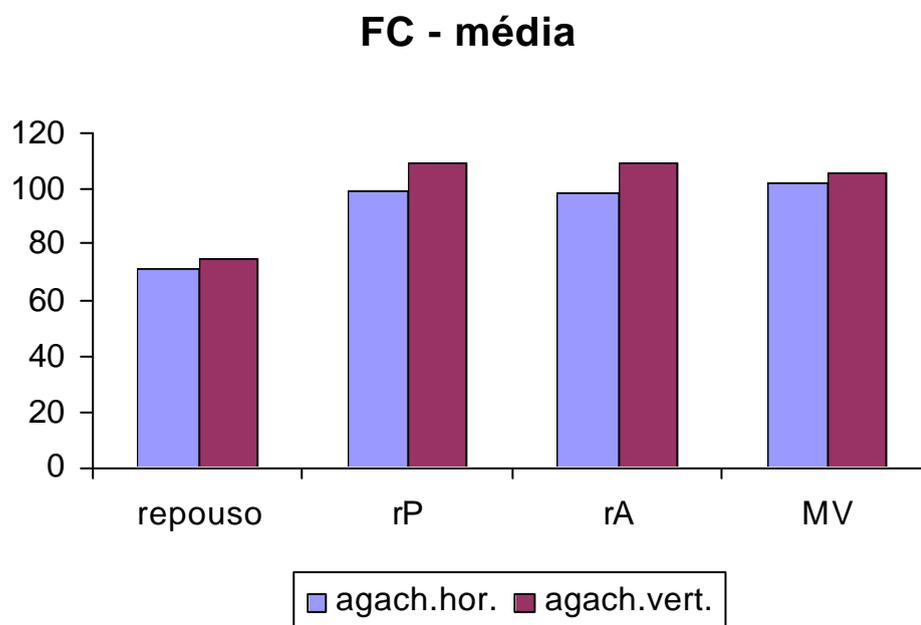
Figura 34 – Valores referentes à frequência cardíaca dos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



A figura 35 representa a média dos valores da frequência cardíaca, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios: agach.hor. e agach.vert., realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

Embora no gráfico se observa maiores valores da frequência cardíaca média comparando os valores médios obtidos durante a realização dos exercícios agach.hor. com os valores médios obtidos durante a realização do agach.vert. em ambas as manobras respiratórias, estes resultados não apresentam diferenças significativas ($p = 0,31293$).

Figura 35 – Média dos valores referentes à frequência cardíaca média, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios agachamento horizontal (agach.hor.) e supino vertical (agach.vert.), realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



11.1.2.2 Atividade simpática e parassimpática do exercício agachamento

A tabela 9 representa o nível da atividade simpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva. Foram observados valores médios da atividade simpática maiores durante a execução do exercício agach.hor. com a utilização da MV, contudo não foram diferenças significativas ao comparar a rP com a rA ($p = 0,85702$), rP com MV ($p = 0,6714$) e rA com MV ($p = 0,50051$).

Tabela 9 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	SNS Repouso hor.	SNS agach.hor. rP.	SNS agach.hor. rA.	SNS agach.hor. MV.
S ₁	0	4	4	4
S ₂	2	2	2	3
S ₃	1	3	3	2
S ₄	3	3	3	3
S ₅	2	2	3	2
S ₆	3	4	4	3
S ₇	0	2	1	2
S ₈	1	3	2	3
S ₉	0	2	1	2
S ₁₀	1	1	1	2
S ₁₁	2	3	2	3
S ₁₂	0	0	2	2
Média	1	2	2	3
Desvio padrão	±1,14	±1,16	±1,07	±0,67

Nota: SNS – Sistema Nervoso Simpático; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

A tabela 10 apresenta os valores médios da atividade simpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

O aumento da atividade simpática observada durante este exercício se apresentou semelhante em ambas as manobras respiratórias, portanto ao comparar os resultados, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,81497$).

Tabela 10 – Nível da atividade simpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	SNS Repouso vert.	SNS agach. vert. rP.	SNS agach. vert. rA.	SNS agach. vert. MV.
S₁	2	3	3	4
S₂	2	2	1	2
S₃	1	4	4	2
S₄	2	3	4	2
S₅	1	4	4	4
S₆	1	4	4	4
S₇	2	2	2	2
S₈	0	4	4	3
S₉	2	3	3	2
S₁₀	1	2	2	2
S₁₁	2	2	2	2
S₁₂	0	2	3	4
Média	1	3	3	3
Desvio padrão	±0,78	±0,90	±1,04	±0,97

Nota: SNS – Sistema Nervoso Simpático; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

A tabela 11 representa o nível da atividade parassimpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

Os valores médios da atividade parassimpática foi menor durante a execução do exercício com a utilização da MV, entretanto ao comparar este valores não houve diferença significativa ($p = 0,83822$)

Tabela 11 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	SNPS Repouso hor.	SNPS agach. hor. rP.	SNPS agach. hor. rA.	SNPS agach. hor. MV.
S₁	1	-4	-4	-4
S₂	3	0	-2	-2
S₃	2	-2	-3	-2
S₄	-3	-3	-3	-3
S₅	2	-4	-4	-2
S₆	0	-3	-3	-3
S₇	0	-2	-2	-2
S₈	0	-4	-3	-3
S₉	-1	-2	0	-1
S₁₀	0	-2	-1	-4
S₁₁	1	-3	-1	-3
S₁₂	0	0	-3	-3
Média	0	-2	-2	-3
Desvio padrão	±1,56	±1,38	±1,24	±0,89

Nota: SNPS – Sistema Nervoso Parassimpático; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

A tabela 12 representa o nível da atividade parassimpática registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva. Foi observado diminuição dos valores médios da atividade parassimpática durante a execução do exercício com a utilização da rP e rA comparado a MV, entretanto ao comparar este valores não houve diferença significativa ($p = 0,86832$)

Tabela 12 – Nível da atividade parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	SNPS Repouso vert.	SNPS agach.vert. rP.	SNPS agach.vert. rA.	SNPS agach.vert. MV.
S₁	1	-4	-4	-3
S₂	2	-1	-1	-1
S₃	-1	-2	-2	0
S₄	-1	-1	-3	-3
S₅	-2	-4	-4	-4
S₆	-2	-3	-4	-3
S₇	0	-3	-3	-1
S₈	1	-4	-3	-4
S₉	2	-3	-3	-3
S₁₀	0	-3	-4	-3
S₁₁	2	-1	-1	-3
S₁₂	-2	-3	-2	-3
Média	0	-3	-3	-2
Desvio padrão	±1,60	±1,15	±1,11	±1,24

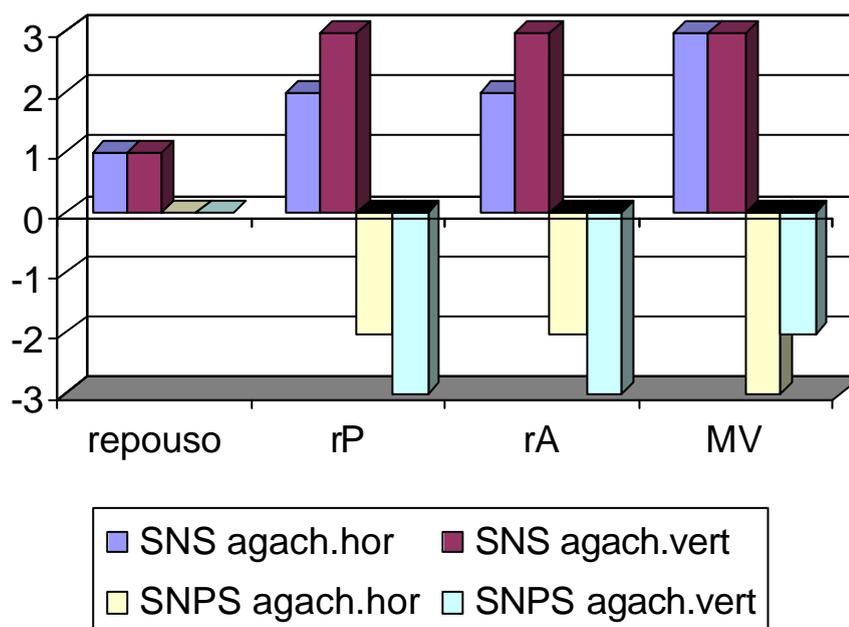
Nota: SNPS – Sistema Nervoso Parassimpático; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

A figura 36 representa os valores médios dos níveis da atividade simpática e parassimpática, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios agachamento horizontal e vertical realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

A atividade simpática e parassimpática encontrada durante a execução do exercício agach.hor. foi menor durante a execução do exercício com a utilização da rP e da rA ao comparar com a execução do exercício agach.vert., contudo ao comparar os valores médios não foram encontradas diferenças significativas da atividade simpática ($p = 0,48751$) e atividade parasimpática ($p = 0,95008$). Durante a execução de ambos exercícios utilizando da MV os valores médios foram semelhantes.

Figura 36 – Média dos valores da atividade simpática (SNS) e parassimpática (SNPS), registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios agachamento horizontal (agach.hor.) e agachamento vertical (agach.vert.) realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).

Média da atividade SNS e SNPS



11.2 Análise espectral

Além da representação em forma de ritmograma que permite que uma quantidade de informação seja comprimida em uma simples figura. O *Software Monitor* realiza uma análise espectral desta amostragem em onda, possibilitando a identificação de dois componentes espectrais: a banda de baixa frequência (LF) que compreende o intervalo de 0.04 a 0.15Hz e a banda de alta frequência (HF) no intervalo de 0.15 a 0.4Hz.

Um alto grau de correlação tem sido estabelecido entre a força da banda HF da função espectral e a atividade do SNPS. Uma correlação similar tem sido demonstrada entre a banda de LF e a atividade do SNS. Estas descobertas têm sido documentadas em publicações científicas do *American College of Cardiology* e *The American Heart Association*.

A **figura 37** demonstra a análise espectral do ritmograma mostrado na figura 30, bem como os valores de banda correspondentes, realizado com um dos sujeitos, durante a realização das séries de um dos exercícios.

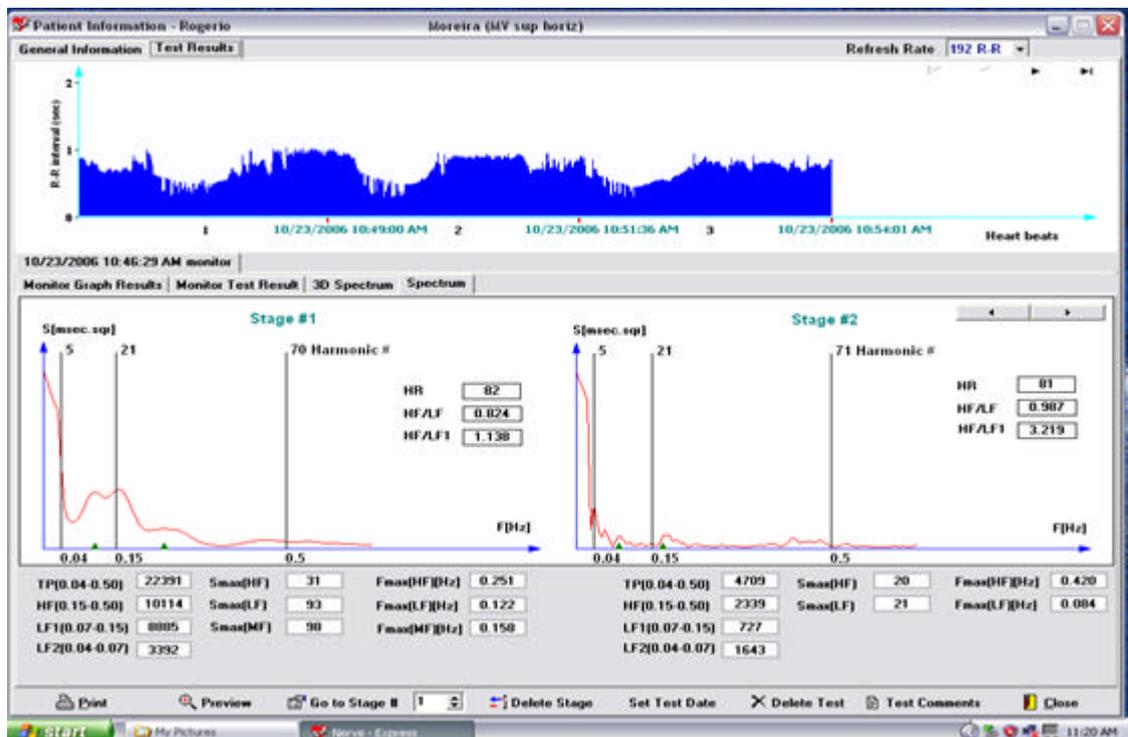


Figura 37 – Espectros obtidos no teste realizado com um dos sujeitos envolvidos neste estudo, durante a realização das séries de um dos exercícios.

11.2.1 Supino

Na tabela 13 são apresentados os valores referentes à banda de alta frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso parassimpático, através da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

Apesar da atividade parassimpática média ter apresentado uma diminuição durante a execução do exercício com a utilização da MV, estes resultados não foram estatisticamente significativos quando comparado a rP com a rA ($p = 0,9573$), a rP com a MV ($p = 0,57151$) e rA com MV ($p = 0,55032$).

Tabela 13 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	HF sup. hor. rP.	HF sup. hor. rA.	HF sup. hor. MV.
S₁	128	65	413
S₂	1036	330	329
S₃	2588	2540	3853
S₄	133	100	256
S₅	1442	319	2793
S₆	156	108	3730
S₇	1733	869	1187
S₈	63	1758	146
S₉	5896	3932	6123
S₁₀	2792	1352	555
S₁₁	46	9816	495
S₁₂	14314	8154	1462
Média	2527	2445	1779
Desvio padrão	+4087	+3288	+1920

Nota: Espectro - HF – banda de alta frequência da análise espectral; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

Na tabela 14 são apresentados os valores referentes à banda de alta frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso parassimpático, através da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

A média dos valores obtidos foram semelhantes em ambas as manobras respiratórias durante a execução do exercício, entretanto estes resultados não foram estatisticamente significativos ($p = 0,75311$).

Tabela 14 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva

n	HF sup.vert. rP.	HF sup.vert. rA.	HF sup.vert. MV
S₁	900	320	351
S₂	810	8002	2207
S₃	934	905	1890
S₄	194	26	519
S₅	252	75	250
S₆	65	216	557
S₇	911	346	1031
S₈	417	3281	4220
S₉	380	84	3640
S₁₀	203	935	405
S₁₁	8195	4645	3704
S₁₂	19953	3320	1529
Média	2768	1846	1692
Desvio padrão	±5854	±2495	±1452

Nota: ESPECTRO - HF – banda de alta frequência da análise espectral; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

Na tabela 15 observamos os valores referentes à banda de baixa frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso simpático, através da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

Embora a atividade simpática média tenha apresentado um aumento gradativo durante a execução do exercício com a utilização das manobras respiratórias, estes resultados não foram estatisticamente significativos quando comparado a rP com a rA ($p = 0,54055$), a rP com a MV ($p = 0,39818$) e rA com MV ($p = 0,58631$).

Tabela 15 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício supino horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	LF sup.hor. rP.	LF sup.hor. rA.	LF sup.hor. MV.
S₁	1648	1172	4403
S₂	4408	4134	5057
S₃	9821	3776	3960
S₄	1193	1111	1542
S₅	4477	2313	54131
S₆	2674	1977	11092
S₇	5473	14573	7928
S₈	1665	5078	1719
S₉	8411	12783	11270
S₁₀	12651	12569	6512
S₁₁	1811	16207	1984
S₁₂	14259	8340	4084
Média	5708	7003	9474
Desvio Padrão	±4537	±5613	±14445

Nota: ESPECTRO - LF – banda de baixa frequência da análise espectral; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

Na tabela 16 observamos os valores referentes à banda de baixa frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso simpático, através da análise espectral, registrado nos sujeitos durante a execução do exercício supino vertical, durante a realização das manobras respiratórias Passiva, Ativa e Manobra de Valsalva. Houve um aumento da atividade simpática durante a execução do exercício com a utilização da MV, entretanto estes resultados não foram significativos quando comparado rP com rA ($p = 0,52715$), rP com MV ($p = 0,45815$) e rA com MV ($p = 0,17613$).

Tabela 16 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos em durante a execução do exercício supino vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva

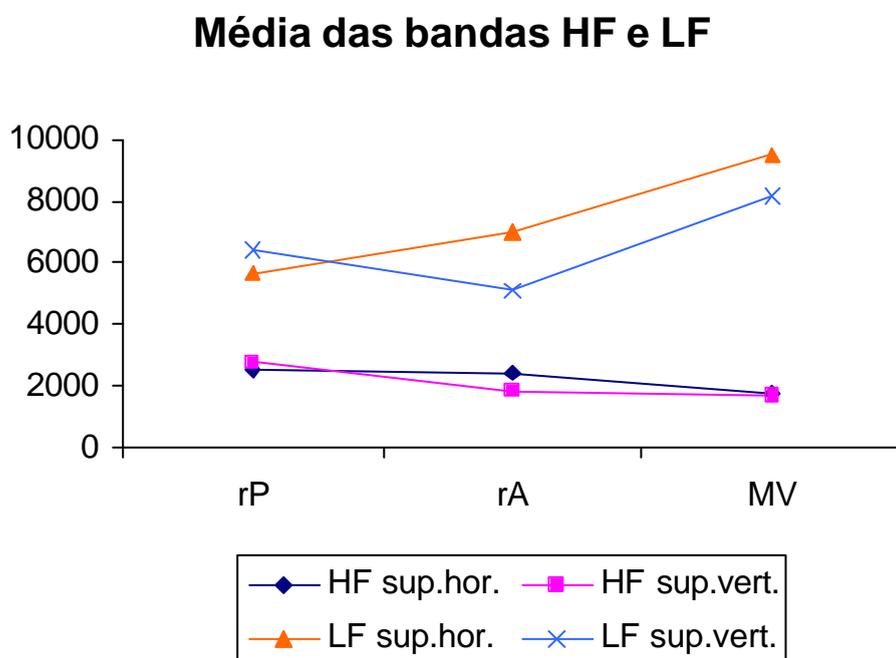
n	LF sup. vert. rP.	LF sup. vert. rA.	LF sup. vert. MV.
S₁	5615	2285	3653
S₂	7664	17770	11513
S₃	5634	3527	7088
S₄	1906	1628	3708
S₅	3778	1341	1179
S₆	2518	1135	3232
S₇	6064	3853	12922
S₈	3488	3797	13775
S₉	3328	2431	18533
S₁₀	2728	3947	4422
S₁₁	19533	11218	15027
S₁₂	14825	7855	2847
Média	6423	5066	8158
Desvio Padrão	±5393	±4950	±5852

Nota: ESPECTRO - LF – banda de baixa frequência da análise espectral; sup.rP. – supino executado com respiração passiva; sup.rA. – supino executado com respiração ativa; sup.MV. – supino executado com Manobra de Valsalva.

A figura 38 representa os valores médios referentes à banda de baixa e alta frequência da VFC, registrados nos sujeitos durante a execução dos exercícios supino horizontal e vertical realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

A banda LF apresentada durante a execução do exercício sup.hor. foi maior quando comparanda com a execução do exercício sup.vert., contudo ao comparar os valores médios não foram encontradas diferenças significativas da banda HF ($p = 0,95956$) e da banda LF ($p = 0,74126$), durante a execução de ambos exercícios.

Figura 38 - Valores médios das bandas de alta (HF) e baixa (LF) frequência da VFC, da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução dos exercícios supino horizontal (sup.hor.) e supino vertical (sup.vert.) realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



11.2.2 Agachamento

Na tabela 17 observamos os valores referentes à banda de alta frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso parassimpático, através da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva. Houve uma diminuição da banda HF durante a execução do exercício utilizando da MV, entretanto não foi apresentada diferença significativa quando comparado a execução do exercício com a utilização da rP com a rA ($p = 0,57401$), rP com rA ($p = 0,23106$) e rA com MV ($p = 0,3381$).

Tabela 17 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

n	HF agach. hor. rP.	HF agach. hor. rA.	HF agach. hor. MV.
S₁	37	45	36
S₂	5150	1352	1547
S₃	1448	389	1538
S₄	415	189	334
S₅	69	367	718
S₆	207	284	330
S₇	457	827	318
S₈	25	438	544
S₉	1386	3955	1009
S₁₀	866	1104	173
S₁₁	271	2383	515
S₁₂	5847	280	301
Média	1348	968	614
Desvio Padrão	±2004	±1148	±503

Nota: ESPECTRO - HF – banda de alta frequência da análise espectral; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

Na tabela 18 observamos os valores referentes à banda de alta frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso parassimpático, através da análise espectral, registrado nos sujeitos durante a execução dos exercícios supino e agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva. Os resultados foram semelhantes em ambas manobras respiratórias utilizadas durante a execução do exercício, portanto os valores médios obtidos não apresentaram diferença significativa, $p = 0,78518$.

Tabela 18 – Valores da banda de alta frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva

	HF	HF	HF
	agach.vert.	agach.vert.	agach.vert.
n	rP.	rA.	MV.
S₁	120	32	245
S₂	1718	1637	1653
S₃	1183	1476	7330
S₄	2572	267	231
S₅	38	30	52
S₆	309	84	577
S₇	125	124	2775
S₈	47	130	62
S₉	1680	533	402
S₁₀	1539	66	142
S₁₁	2067	3340	310
S₁₂	219	1626	515
Média	968	779	1191
Desvio Padrão	±922	±1035	±2092

Nota: ESPECTRO - HF – banda de alta frequência da análise espectral; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

Na tabela 19 observamos os valores referentes à banda de baixa frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso simpático, através da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva. Houve um aumento da banda LF durante a execução do exercício com a MV, entretanto este resultado não apresentou diferença significativa quando comparado a execução do exercício com a utilização da rP com rA ($p = 0,53363$), rP com MV ($p = 0,30488$) e rA e MV ($p = 0,47133$).

Tabela 19 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento horizontal, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva

n	LF agach.hor. rP.	LF agach.hor. rA.	LF agach. hor. MV.
S₁	677	88	528
S₂	4881	3641	5196
S₃	1845	2566	2828
S₄	1216	1326	1604
S₅	1865	2218	2813
S₆	4074	1439	3477
S₇	903	5493	9656
S₈	939	1952	3022
S₉	3905	7630	28550
S₁₀	5358	9047	2126
S₁₁	1405	7350	2847
S₁₂	8832	1580	2454
Média	2988	3694	5425
Desvio Padrão	±2474	±2945	±7632

Nota: ESPECTRO - LF – banda de baixa frequência da análise espectral; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

Na tabela 20 são apresentados os valores referentes à banda de baixa frequência, relativa ao comportamento do sistema nervoso simpático, através da análise espectral, registrado nos sujeitos durante a execução dos exercício agachamento vertical, durante a realização das manobras respiratórias Passiva, Ativa e Manobra de Valsalva. Os resultados foram semelhantes em ambos manobras respiratórias utilizadas durante a execução do exercício, portanto os valores médios obtidos não apresentaram diferença significativa, $p = 0,99304$.

Tabela 20 – Valores da banda de baixa frequência da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução do exercício agachamento vertical, realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva

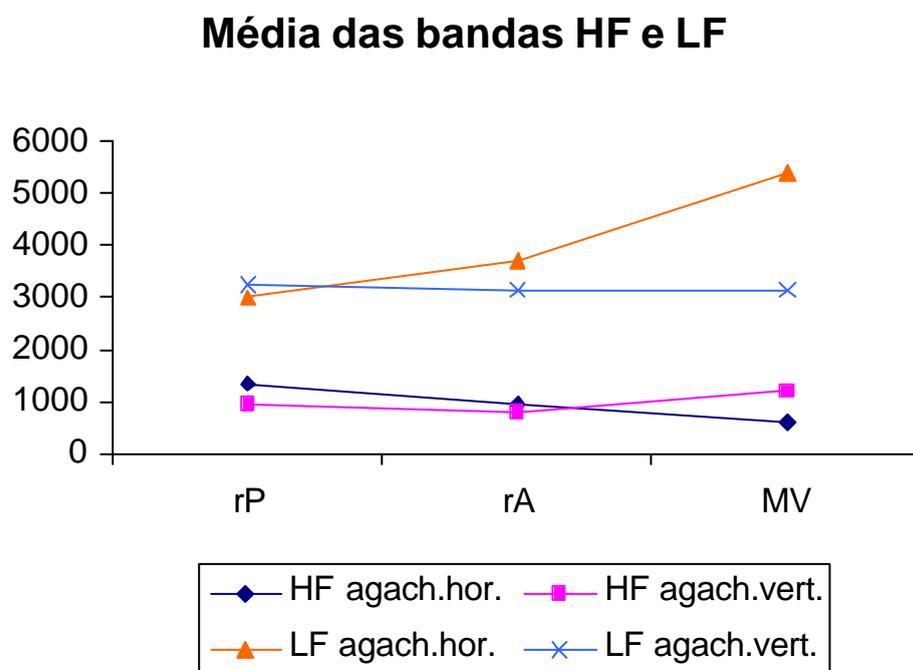
n	LF agach. vert. rP.	LF agach. vert. rA.	LF agach. vert. MV.
S₁	2459	1753	1737
S₂	4152	10412	3109
S₃	5732	2398	8653
S₄	2545	871	1747
S₅	379	232	650
S₆	1783	913	1322
S₇	4218	3867	8984
S₈	930	3708	1558
S₉	4140	1349	4025
S₁₀	4428	1899	1820
S₁₁	5992	6449	2017
S₁₂	2087	3800	1884
Média	3237	3138	3126
Desvio Padrão	±1806	±2875	±2793

Nota: ESPECTRO - LF – banda de baixa frequência da análise espectral; agach.rP. – agachamento executado com respiração passiva; agach.rA. – agachamento executado com respiração ativa; agach.MV. – agachamento executado com Manobra de Valsalva.

A figura 39 representa os valores médios referentes à banda de baixa e alta frequência da VFC, registrados nos sujeitos durante a execução dos exercícios agachamento horizontal e vertical realizando as manobras respiratórias passiva, ativa e Valsalva.

A banda LF apresentada durante a execução do exercício agach.hor. foi maior durante a utilização da MV, quando comparada com a execução do exercício agach.vert. com a mesma manobra, contudo ao comparar os valores médios não foram encontradas diferenças significativas da banda HF ($p = 0,82584$) e da banda LF ($p = 0,64965$), durante a execução de ambos exercícios.

Figura 39 - Valores médios das bandas de alta (HF) e baixa (LF) frequência da VFC, da análise espectral, registrados nos sujeitos durante a execução dos exercícios agachamento horizontal (agach.hor.) e agachamento vertical (agach.vert.) realizando as manobras respiratórias passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).



11.3 Comparação dos resultados

A tabela 21 representa os valores médios comparativos da FC, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino e agachamento horizontal e vertical, realizando as manobras respiratórias; passiva, ativa e Valsalva.

- Ao comparar os valores médios obtidos da FC durante a realização do supino horizontal com agachamento horizontal, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,12621$).

- Ao comparar os valores médios obtidos da FC durante a realização do supino vertical com agachamento vertical, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,1828$).

- Ao comparar os valores médios obtidos da FC durante a realização do supino vertical com agachamento horizontal, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,9543$).

- Ao comparar os valores médios obtidos da FC durante a realização do supino horizontal com agachamento vertical, foram encontradas diferenças significativas durante a realização do exercício com a utilização da rP ($p = 0,00605$). Entretanto quando comparado os resultados obtidos entre a utilização da rA onde $p = 0,09487$ e MV onde $p = 0,42698$, os resultados não foram significativos.

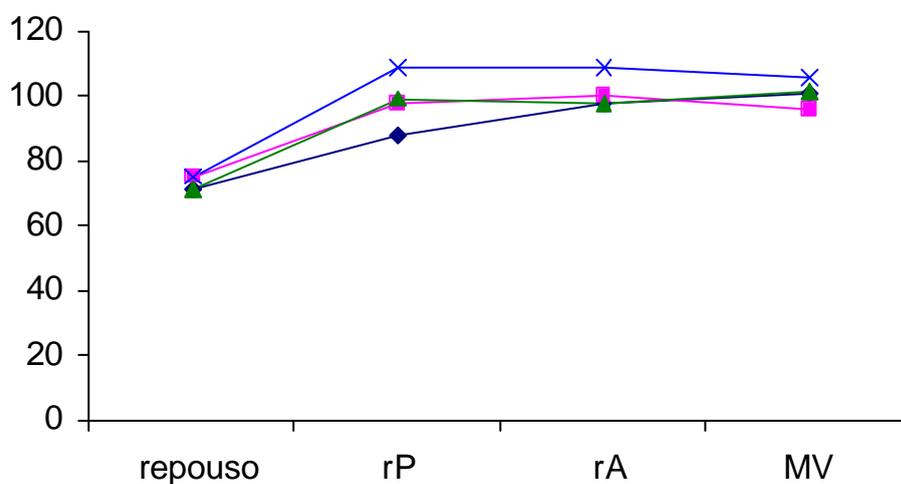
Tabela 21 - Valores médios comparativos da FC, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino e agachamento horizontal e vertical, realizando as manobras respiratórias; passiva, ativa e Valsalva.

	FC repouso	FC rP	FC rA	FC MV
sup-hor.	71	88	98	101
sup-vert.	75	98	100	96
agach-hor.	71	99	98	102
agach-vert.	75	109	109	106

Nota: sup-hor. – supino horizontal; sup-vert. - supino vertical; agach-hor. - agachamento horizontal; agach-vert. – agachamento vertical; rP - respiração passiva; rA. - respiração ativa; MV – Manobra de Valsalva.

Figura 40 - Valores médios comparativos da FC, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino horizontal (sup-hor.), supino vertical (sup-vert.), agachamento horizontal (agach-hor.) e agachamento vertical (agach-vert.), realizando as manobras respiratórias; passiva (rP), ativa (rA) e Valsalva (MV).

Compartivo FC média



A tabela 22 representa os valores médios comparativos dos níveis das atividades simpáticas e parassimpáticas, registrados nos indivíduos em repouso e durante a execução dos exercícios supino e agachamento, horizontal e vertical, durante a realização das manobras respiratórias; Passiva, Ativa e Manobra de Valsalva.

a) Atividade simpática

- Apesar da atividade simpática média ter aumentado durante a execução do exercício agachamento horizontal durante a utilização da MV comparando aos valores médios obtidos durante a realização do supino horizontal, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,80396$).

- Ao comparar os valores médios obtidos do SNS durante a realização do supino vertical com agachamento vertical, a atividade simpática foi apresentada maior no exercício agachamento vertical, entretanto não foram encontradas diferenças significativas quando comparados estes valores ($p = 0,26177$).

- Ao comparar os valores médios obtidos do SNS durante a realização do supino vertical com agachamento horizontal, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,95588$).

- Ao comparar os valores médios obtidos da FC durante a realização do supino horizontal com agachamento vertical, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,07851$).

b) Atividade parassimpática:

- Ao comparar os valores médios obtidos da atividade parassimpática durante a realização do supino horizontal com agachamento horizontal, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,34044$).

- Ao comparar os valores médios obtidos da atividade parassimpática durante a realização do supino vertical com agachamento vertical, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,1247$).

- Ao comparar os valores médios obtidos da atividade parassimpática durante a realização do supino vertical com agachamento horizontal, não foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,47686$).

- Ao comparar os valores médios obtidos da atividade parassimpática durante a realização do supino horizontal com agachamento vertical, não foram encontradas diferenças ($p = 0,13789$).

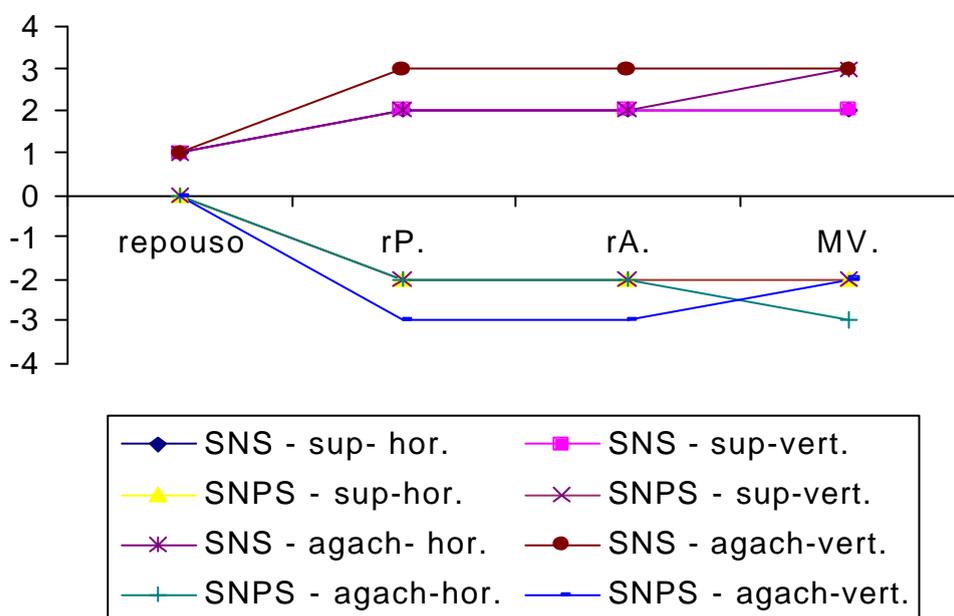
Tabela 22 - Valores médios comparativos dos níveis das atividades simpáticas e parassimpáticas, registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino e agachamento horizontal e vertical, realizando as manobras respiratórias; passiva, ativa e Valsalva.

	repouso	rP.	rA.	MV.
SNS - sup- hor.	1	2	2	2
SNS - sup-vert.	1	2	2	2
SNPS - sup-hor.	0	-2	-2	-2
SNPS - sup-vert.	0	-2	-2	-2
SNS - agach- hor.	1	2	2	3
SNS - agach-vert.	1	3	3	3
SNPS - agach-hor.	0	-2	-2	-3
SNPS - agach-vert.	0	-3	-3	-2

Nota: SNS- sup-hor. – atividade simpática no supino horizontal; SNS- sup-vert. atividade simpática no supino vertical; SNPS- sup-hor. – atividade parassimpática no supino horizontal; SNPS – sup-vert. atividade parassimpática no supino vertical; SNS- agach-hor. – atividade simpática no agachamento horizontal; SNS- agach-vert. atividade simpática no agachamento vertical; SNPS- agach-hor. – atividade parassimpática no agachamento horizontal; SNPS – agach-vert. atividade parassimpática no agachamento vertical; rP. – respiração passiva; rA. – respiração ativa; MV. – Manobra de Valsalva.

Figura 41 - Valores médios comparativos dos níveis das atividades simpáticas (SNS) e parassimpáticas (SNPS), registrados nos sujeitos em repouso e durante a execução dos exercícios; supino horizontal (sup-hor.), supino vertical (sup-vert.), agachamento horizontal (agach-hor.) e agachamento vertical (agach-vert.), durante a realização das manobras respiratórias; passiva (rP), ativa (rA) e Manobra de Valsalva (MV).

Comparativo das atividades SNS e SNPS



12. DISCUSSÃO

Para a realização deste estudo foram padronizados alguns fatores que pudessem influenciar no comportamento das variáveis fisiológicas investigadas tanto em repouso quanto durante a execução dos exercícios. Desta forma as características antropométricas dos 12 sujeitos envolvidos neste estudo como idade, peso, altura e percentual de gordura, apresentaram características semelhantes.

Os mesmos apresentaram histórico semelhante da prática de musculação, acima de 2 anos, o que mostra ser uma população experiente. Após o Teste de Carga Máxima os resultados obtidos também se apresentaram semelhantes sendo 113 ± 13.7 kg nos exercícios de supino horizontal e supino vertical e de 150 ± 29.23 kg nos exercícios de agachamento horizontal e agachamento vertical. O que confirma uma homogeneidade entre os sujeitos em relação a estas variáveis.

Existe uma escassez de informações sobre as respostas e adaptações da VFC durante a execução de exercícios de musculação com a utilização de manobras respiratórias. Alguns estudos encontrados analisaram as respostas da PA durante a execução de um único exercício, mas essas respostas cardiovasculares são influenciadas por vários fatores, sendo o principal deles referentes aos efeitos do volume e da intensidade que o treinamento tem sobre as respostas fisiológicas.

Estudos como os de Coelho e Coelho (1999) e Narloch et al., (1995), utilizaram cargas acima de 80% chegando a 100% de uma repetição máxima e estudos como de MacDougall et al. (1985) em que utilizaram as mesmas cargas, mas com os indivíduos realizando repetições até atingir a fadiga.

De acordo com Brum et al. (2004), o exercício físico caracteriza-se por uma situação que altera a homeostase do organismo, pois implica no aumento instantâneo da demanda energética da musculatura exigida e do organismo como um todo. Visando suprir esta demanda metabólica, várias adaptações fisiológicas são necessárias, como as referentes à função cardiovascular durante o exercício. No entanto, o tipo e a magnitude da resposta cardiovascular ao esforço dependem das características do exercício executado, como o tipo, a intensidade, a duração e a massa muscular envolvida.

Essa resposta parece não ser linear, indicando assim que as respostas circulatórias ao exercício de resistência são em grande parte determinados pela intensidade do esforço executado para cada pessoa durante a conclusão de um número igual de repetições. E ainda, as respostas circulatórias são maiores na fase concêntrica de que a excêntrica de uma repetição (MACDOUGALL et al., 1985).

O SNA tem a importante função de modular a atividade do sistema cardiovascular. Segundo Franchini (1998), a frequência cardíaca é primariamente controlada pela ação direta do sistema nervoso autônomo na ritmicidade própria do nódulo sino-atrial, pelos seus dois ramos (simpático e parassimpático). No repouso prevalece a atividade vagal (parassimpática), que é progressivamente inibida com o aumento do exercício onde passa a prevalecer a atividade simpática. Imediatamente após o exercício o que se observa ainda é uma prevalência de atividade simpática e uma inibição parassimpática.

Nos exercícios de musculação, apesar de apresentarem algumas situações isométricas (há contração muscular, sem movimento articular) ocorrem contrações musculares que são seguidas de movimentos articulares, com isto não existe obstrução mecânica do fluxo sanguíneo, sendo assim, nesse tipo de exercício se observa um aumento da atividade nervosa simpática, que é desencadeado pela ativação do comando central, mecanorreceptores musculares e dependendo da intensidade do exercício, metaborreceptores musculares (FORJAZ; TINUCCI, 2000 apud BRUM et al., 2004).

Em resposta ao aumento da atividade simpática, observa-se aumento da frequência cardíaca, do volume sistólico e do débito cardíaco. Além disso, a produção de metabólitos musculares promove vasodilatação na musculatura ativa, gerando redução da resistência vascular periférica. E quanto maior a massa muscular exercitada de forma dinâmica, maior é o aumento da frequência cardíaca, mas menor é o aumento da pressão arterial (FORJAZ; TINUCCI, 2000 apud BRUM et al., 2004).

Segundo Robinson et al., (1966), a mudança postural altera a dinâmica cardiovascular desencadeando reflexos cardiovasculares que podem ser utilizados para estudos das respostas autonômicas cardiovasculares, quando o indivíduo passa da posição supina para a posição ereta ou sentada, ocorre uma redistribuição do fluxo sanguíneo e parte deste vai para os membros inferiores onde ocorre uma dilatação progressiva das veias localizadas nos mesmos, o que reduz o débito cardíaco.

Durante a posição supina e em repouso, o volume de ejeção é quase máximo, em contraste, a força da gravidade na posição ereta age contrariando o retorno venoso, resultando em menor volume de ejeção e conseqüentemente uma redução momentânea do débito cardíaco e aumento da freqüência cardíaca para que ocorra o ajuste adequado no débito cardíaco (BEVERGARD; SHEPHERD, 1967).

Através da análise dos resultados apresentados nos gráficos, contendo as três manobras respiratórias, durante a execução dos exercícios, supino e agachamento horizontal, observamos que o comportamento da freqüência cardíaca em repouso em um dos indivíduos estava maior que os valores referenciais para o estado de repouso, compreendida entre 60 e 80bpm (FOSS et al., 2000). Acredita-se, porém, que este aumento foi devido à ansiedade antes do exercício, pois os valores encontrados no presente estudo estão dentro desta faixa com média de 71 bpm para os exercícios horizontais e 75 bpm para os exercícios verticais.

Analisando a fase do exercício propriamente dito, foi observado um aumento gradativo da freqüência cardíaca média durante a execução da respiração ativa seguida da manobra de Valsava, independente da ordem em que foi utilizada pelos sujeitos, estatisticamente foi encontrada diferença significativa somente durante a execução do exercício supino horizontal quando comparando a utilização da respiração passiva com a manobra de Valsalva. O mesmo não ocorrendo durante as outras manobras respiratórias.

Durante a execução dos exercícios supino e agachamento vertical a frequência cardíaca não apresentou alterações significativas. Porém observamos que durante a execução dos exercícios para membros inferiores a frequência cardíaca média foi maior do que durante a execução dos exercícios para membros superiores, em primeiro momento foi cogitada a teoria apresentada por Brum et al., (2004), “...quanto maior a massa muscular exercitada de forma dinâmica, maior é o aumento da frequência cardíaca”.

Entretanto ao comparar os valores obtidos entre os exercícios horizontais com os valores dos exercícios verticais, a frequência cardíaca também não apresentou diferenças significativas entre as duas posturas, apesar de se ter mostrado um pouco mais elevada durante a execução na posição vertical.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Miranda et al., (2005), em que as respostas observadas nos sujeitos durante a execução dos exercícios supino vertical e horizontal, não apresentaram diferenças significativas em nenhum dos parâmetros fisiológicos estudados. Porém no supino horizontal observou-se que todas as respostas fisiológicas (frequência cardíaca, pressão arterial sistólica, pressão arterial diastólica e duplo produto) se apresentaram um pouco menores comparados ao supino vertical, mas sem diferenças significativas.

De acordo com Raczak et al., (2005) e Task Force (1996), o tônus parassimpático predomina em sujeitos saudáveis durante o repouso, resultando na redução da pressão arterial e da frequência cardíaca, contudo durante o exercício físico ocorre a diminuição da atividade parassimpática acompanhada do aumento da atividade simpática. E quando interrompido o exercício a atividade vagal predomina, restaurando os valores da pressão arterial e frequência cardíaca próximo aos valores de repouso.

A frequência cardíaca reflete de acordo com o trabalho que o coração deve realizar para satisfazer as demandas metabólicas quando iniciada a atividade física. Durante o exercício, a quantidade de sangue colocada em circulação aumenta de acordo com a necessidade de fornecer oxigênio aos músculos esqueléticos (POLITO; FARINATTI, 2003).

Durante a execução de exercícios resistidos, a frequência cardíaca e a pressão arterial tende a aumentar de acordo com o incremento da intensidade do exercício e que quando combinada com a manobra de Valsalva, apresentam valores exorbitantes como encontrados por Narloch; Brandstater et al. (1995), com um sujeito apresentando a pressão arterial de 370/360 mmHg durante a execução de 100% da 1-RM no exercício *Leg-press* e os considerável valor de 480/350 mmHg, apresentado por outro sujeito no estudo de MacDougall et al., (1985) com o mesmo tipo de exercício.

Fleck e Kraemer (1999), ressaltam que as respostas da frequência cardíaca e da pressão arterial apresentam-se maiores quando em séries progressivas e encontram-se valores mais altos durante as últimas repetições de séries com cargas sub-máximas até a falha voluntária de que durante séries usando cargas de 1RM.

A manobra de Valsalva que se realizada durante um exercício com peso, é a principal responsável pela elevação da pressão intratorácica, causando o aumento imediato de PA. Estes efeitos podem ocorrer devido ao decréscimo perceptível no retorno venoso sistêmico ocasionado pela manobra e a compressão mecânica muscular segundo Narloch et al. (1995).

Os autores afirmam que *“quando um músculo contraí, sinais são recebidos pelo centro cardiovascular no cérebro. Estes são enviados por receptores no músculo que respondem por mudanças metabólicas associadas à contração e vasoconstrição mecânica. Os impulsos aferentes são conduzidos via fibras mielínicas e não mielínicas e sobe via medula espinal para os centros cardiovasculares. A resposta reflexa consiste da redução da resposta parassimpática para o coração, aumentando os batimentos cardíacos e aumento do fluxo noradrenérgico e conseqüente aumento da atividade simpática, da contração cardíaca e a liberação de epinefrina pela medula adrenal.”*

A avaliação das funções autonômicas tem um importante papel para elucidar as respostas do sistema nervoso autônomo em diversas condições fisiológicas e patológicas como arritmias cardíacas, mortes súbitas inexplicáveis, distúrbios do sono, hipertensão, diabetes e obesidade.

Devido à localização de o sistema nervoso autônomo ser inacessível para simples testes fisiológicos invasivos, diversos testes clínicos têm sido desenvolvidos para mensurar as funções e possíveis disfunções autonômicas com intuito de resolver este problema (FREEMAN, 2006).

A análise da força espectral da VFC, obtida através do *Software Monitor*, tem a vantagem de ser uma ferramenta de simples utilização e caráter não-invasivo, capaz de acessar as mudanças dinâmicas do controle autonômico da frequência cardíaca. Em resumo, ela utiliza a análise do domínio da frequência para identificar oscilações superimpostas que contribuem para as variações da FC. Já que o nódulo sino-atrial está sob controle do sistema nervoso autônomo, é pensado que o estudo deste comportamento oscilatório pode identificar a ocorrência de ações autonômicas sobre o coração (NOTARIUS ; FLORAS, 2001).

Nozdrachev e Shcherbatykh (2001), afirmam que o método de investigação da VFC através da análise espectral das séries de intervalos RR tem se tornado cada vez mais popular. Ele mostra a distribuição da frequência da força num espectro geral da frequência cardíaca. Segundo estes autores, a análise espectral abre novas oportunidades para a investigação dos centros do sistema nervoso autônomo, pois as flutuações da frequência cardíaca são causadas por ações de estruturas cerebrais que regulam o coração.

Enquanto um grande número de parâmetros invasivos e não invasivos têm sido utilizados na identificação de pacientes com elevado risco de piora da falência cardíaca, os parâmetros clínicos e arrítmicos têm um baixo poder preditivo para eventos súbitos. As avaliações da VFC têm se mostrado eficientes no provimento de informações prognósticas independentes em pacientes com ICC (GUZZETTI *et. al.*, 2005).

O aumento da VFC tem sido descrito como um fator independente de risco para morte cardíaca súbita em muitos estudos. A base desta relação é desconhecida e supostamente deve-se à redução da atividade parassimpática, podendo também estar relacionada aos efeitos terapêuticos de bloqueadores beta-adrenérgicos em pacientes com doença cardíaca coronária. Alguns estudos sugerem que alterações na atividade nervosa autonômica são possíveis indicações de fibrilação atrial, sugerindo um aumento exacerbado da atividade simpática (TERECHTENKO *et al.*, 2003).

Os resultados observados durante a execução de todos os exercícios com a utilização das manobras ventilatórias apresentaram valores da atividade simpática aumentada durante a execução do exercício agachamento vertical com a utilização da manobra de Valsalva, porém estes resultados não foram estatisticamente significativos quando comparados aos encontrados durante a utilização das respirações passiva e ativa.

Resultados semelhantes foram observados com a execução dos exercícios supino vertical e horizontal e agachamento horizontal, que nos sugere que a utilização das manobras respiratórias passiva, ativa e de Valsalva não interferiram nas respostas autonômicas durante a realização destes exercícios nesta população.

Quando analisamos o comportamento da atividade nervosa parassimpática, observamos que houve um declínio dos valores durante a realização dos exercícios, que de acordo com a literatura, ao início de uma atividade física intensa observa um aumento da atividade simpática e um associado retraimento da atividade nervosa parassimpática. Entretanto, quando comparamos os valores médios de atividade total do sistema nervoso parassimpático não se observa diferença significativa entre a execução das diversas manobras ventilatórias.

Uma das possíveis limitações deste estudo pode estar relacionada à amostra composta de jovens, saudáveis e fisicamente ativos o que segundo Almeida e Araújo (2001), esta população tende a apresentar uma prevalência de rebote vagal após 4 segundos de exercício, o que provavelmente representa uma integridade barorreflexa, ou seja, preservação da atividade autonômica.

Baseados em nossos achados, julgamos necessário novos estudos no sentido de comprovar realmente se existe alteração na atividade nervosa autonômica durante a execução de diferentes exercícios resistidos associados a manobras ventilatórias.

13. CONCLUSÃO

Após a realização do estudo “análise da variabilidade da frequência cardíaca durante a execução de exercícios resistidos em diferentes manobras ventilatórias” podemos inferir algumas conclusões.

- A frequência cardíaca média durante a execução de exercício resistido supino horizontal com a manobra ventilatória de Valsalva apresentou um aumento significativo em relação à manobra ventilatória passiva;
- A frequência cardíaca média durante a execução de exercício resistido supino vertical não apresentou diferença significativa em relação às diversas manobras ventilatórias;
- A frequência cardíaca média durante a execução de exercício resistido de agachamento horizontal não apresentou diferença significativa em relação às diversas manobras ventilatórias;
- A frequência cardíaca média durante a execução de exercício resistido de agachamento vertical não apresentou diferença significativa em relação às diversas manobras ventilatórias;
- A atividade nervosa autonômica simpática durante a execução de exercícios resistidos sob diferentes manobras ventilatórias, analisada através da variabilidade da frequência cardíaca não apresentou variação;
- A atividade nervosa autonômica parassimpática durante a execução de exercícios resistidos sob diferentes manobras ventilatórias, analisada através da variabilidade da frequência cardíaca não apresentou variação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, M.B.; ARAÚJO, C.G.S. Prevalência do rebote vagal após 4 segundos de exercício. **Rev Bras Ciên Mov.**, p. 24-91, 2001.
- ALONSO, D.O. et al. Comportamento da Freqüência Cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo - **Arq Bras Cardiol.**, v.71,n 6, p.787-792, 1998.
- AZEREDO, C.A.C. **Fisioterapia respiratória moderna.** São Paulo: Manole, 2002.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. (ACSM) Progression models in resistance training for healthy adults. **Med Sci Sports Exerc.** n.34, p.364-380, 2002.
- BAECHLE, T. R.; GROVES, B. R. **Treinamento de força: Passos para o sucesso.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2000.
- BARBOSA A.R.; SANTAREM J.M.; JACOB FILHO W. et al. Effects of the resistance training on the sit-and-reach test in elderly women. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v.16, n.1, p.14-18, 2002.
- BARROSO, R.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Adaptações neurais e morfológicas ao treinamento de força com ações excêntricas. **Rev. Bras. Ciên. e Mov** v.13, n.2, p.111-122, 2005.
- BEVEGARD, G.E.P.; SHEPHERD, J.T. Regulation of the circulation during exercise in man. **Physiology Review.** v.47, p.178-208, 1967.
- BITTENCOURT, N. **Musculação: uma abordagem metodológica.** Rio de Janeiro. Sprint, 1984.
- BOMPA, T. O. **Periodização: teoria e metodologia do treinamento.** Traduzido por: Sergio Roberto Ferreira Batista. São Paulo: Phorte Editora, 2002.
- BRAUNWALD, E. et al. **Tratado de Medicina Cardiovascular.** São Paulo: Roca, 1999.
- BRUM, P. C. et al. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Rev. Paul. Educ. Fís.**, São Paulo, v.18, p.21-31, ago. 2004.
- BUCCI, M.; VINAGRE, E.C.; CAMPOS, G.E.R. et al. Efeitos do treinamento concomitante hipertrofia e endurance no músculo esquelético. **Rev. Bras. Ciên. e Mov.** v.13, n.1, p.17-28, 2005.
- CHAGAS, M.H.; BARBOSA, J.R.M.; LIMA, F.V. Comparação do número máximo de repetições realizadas a 40 e 80% de uma repetição máxima em dois diferentes exercícios na musculação entre os gêneros masculino e feminino. **Rev. Bras. Educ. Fís. Esp.**, São Paulo, v.19, n.1, p.5-12, jan./mar. 2005.

CLEIBS, N.K.; NATALI, M.R.M., Lesões musculares provocadas por exercícios excêntricos **Rev. Bras. Ciên. e Mov.**, Brasília v. 9 n.4, p.47-53 2001.

COELHO, R. W.; COELHO, Y. B. - Estudo comparativo dos diferentes tipos de respiração na musculação – **Treinamento Desportivo** v. 4, n. 1, p. 08-13, 1999.

CORPO HUMANO. Disponível em
:http://www.corpohumano.hpg.ig.com.br/respiracao/pulmao/caixa_toraxica>
Acesso em 12/08/2006

DARREN, E.R. et al. Health benefits of physical activity: the evidence. **CMAJ**. v.174 n.6, p.801-809 2006.

DAVINI, R. **Estudo da capacidade aeróbia funcional, da capacidade funcional do músculo cardíaco e do controle autônomo da frequência cardíaca de idosos atletas e ativos**.2003. Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física. Campinas, 2003.

DIAS, R. M. R.; CYRINO, E S.; SALVADOR, E P. et al. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Rev Bras Med Esporte** v.11 n.1, jan./fev. 2005.

DOUGLAS, C.R. **Tratado de Fisiologia aplicada à Saúde**. 5 ed. São Paulo: ROBE 2002.

DULCEVITA. Disponível em: <http://www.dulcevida.com.br> Acesso em 12 ago. 2006.

ECKBERG, D.L. Parasympathetic cardiovascular control in human disease: a critical review of methods and results. **Am. J. Physiol.**, v. 239, n.5, p. 581-593, 1980.

FEIGENBAUM, M.; POLLOCK, M. Prescription of resistance training for health and disease. **Med Sci Sports Exerc**, v.31, n. 1, p.38-45, 1999.

FOSS, M.L.; KETEVIAN, S.J. Controle cardiorrespiratório. In: **Fox: bases fisiológicas do exercício e do esporte**. 6 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

FRANCHINI, K.G. Função e disfunção autonômica na doença cardiovascular. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**. v.8, n.2, p.285 – 297, 1998.

FLECK, S. J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2 ed. Porto Alegre: ArtMed, 1999.

FORJAZ, C.L.M. et al. Exercício resistido para o paciente hipertenso: indicação ou contra-indicação. **Rev Bras Hipertens.**, v.10, n.2, p.119-124 abril/junho, 2003.

FRANCHINI, K. G. Função e disfunção autonômica na doença cardiovascular. **Ver Soc Cardiol do Estado de São Paulo**, v. 8, n.2, p. 285-297, 1998.

FREEMAN, R. Assessment of cardiovascular autonomic function. **Clinical Neurophysiology**. v.117, p.716–730, 2006.

GARDNER, E.; GRAY, D.J.; O'RAHILLY, R. **Anatomia: estudo regional do corpo humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986.

GENTIL, P. **Bases científicas do treinamento de hipertrofia**. Rio de Janeiro: Sprint, 2005.

GOLDBERGER, J. J.; CHALLAPALLI, S.; TUNG, R. et al, Relationship of Heart Rate Variability to Parasympathetic Effect. **Circulation**. v.103, p.1977-1983, 2001.

GOTSHALL, R. et al. Noninvasive characterization of the blood pressure response to the double-leg press exercise. **J Exerc Physiol** [periódico on line], v2, p.1-6, 1999; Disponível em URL:<<http://www.asep.org/jeponlinearchives>> Acesso em: 16. maio. 2006.

GUO, X.H.; YI, G.; BATCHVAROV, V., et al.,. Effect of moderate physical exercise on noninvasive cardiac autonomic tests in healthy volunteers. **International Journal of Cardiology**. v 69, p.155– 168, 1999.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de fisiologia médica**. 10 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

GUZZETTI, S.; LA ROVERE, M. T.; PINNA, G. D.; MAESTRI, R.; BORRONI, E.; PORTA, A.; MORTARA, A.; MALLIANI, A. Different spectral components of 24h heart rate variability are related to different modes of death in chronic heart failure. **European Heart Journal**, v. 26, p. 357-362, 2005.

HAMAR, D. **International Federation of Sports Medicine (IFSM)**. Position Statement. Resistance exercise for health, January 2006. Disponível em URL <<http://www.fims.org>>. Acesso em 16 maio 2006.

HASLAM, D.R.S.; MCCARTNEY, N.; MCKELVIE, R.S. et al. Direct measurements of arterial blood pressure during formal weightlifting in cardiac patients. **J Cardiopulmonary Rehabil**. v.8, p.213-225, 1988.

HOUTVEEN, J.H.; GROOT, P.F.C.; DE GEUS, E.J.C. Effects of variation in posture and respiration on RSA and pre-ejection period. **Psychophysiology**. v.42, p.713–719. 2005

JANCÍK, J.; SIEGELOVÁ, J.; DOBŠÁK, P. et al., Heart rate variability in patients with heart failure: Effect of exercise training. **Scripta Medica (BRNO)**. v.77, n.5–6, p.283–290, 2004.

JOHNSON, L.R. et al. **Fundamentos da fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

JUNQUEIRA Jr, L.F. **Doenças do coração – tratamento e reabilitação**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.

KAREMAKER, J. M.; LIE, K. I. Heart rate variability: a telltale of health or disease. **European Heart Journal**, v. 21, p. 435-437, 2000.

KANDEL, R.E. et al. **Fundamentos da neurociência e do comportamento**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2000.

KELLEY, G.A.; KELLEY, K.S.; TRAN, Z.V.; Exercise and lumbar spine bone mineral density in postmenopausal women: a meta-analysis of individual patient data. **J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.** v.57, n.9, p.599-604, 2002.

KEVIN, R.V.; RANDY, W.B.; ROSS, A.F., et al. Resistance Exercise and Physical Performance in Adults Aged 60 to 83 . **J Am Geriatr Soc** v. 50, p.1100 – 1107,2002

KRAEMER, W.J.; RATAMES, N. A. Fundamental of resistance training: Progression and exercise prescription. **Med Sci Sports Exerc.** v.36, p.674-688, 2004.

LONGO, A.; FERREIRA, D.; CORREIA, M.J. Variabilidade da frequência cardíaca. **Rev. Port. Cardiol.** v. 14, n.3, p. 241-262, 1995.

MACKENZIE, D.K.; GANDEVIA, S.C. Strength and endurance of inspiratory expiratory and limb muscles in asthma. **American Review of Respiratory Disease.** v.134, p.999-1004, 1986.

MCARDLE, W.D.; KATCH, F.I.; KATCH, V.L. **Fisiologia do Exercício** : Energia, Nutrição e Desempenho Humano. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.

MCCARTNEY, N. The safety of resistance training: hemodynamic factors and cardiovascular incidents. In Graves JE, Franklin BA. Resistance training for health and rehabilitation. **Human Kinetics**, p.83-94, 2001.

MCDOUGALL, J.D.; MCKELVIE, R.S.; MOROZ, D.E. et al. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. **J Appl Physiol.**, v.3,n.1, p.590-597, 1992.

MENEZES JR, A.S.; MOREIRA, H.G.; MURILO, T.D. Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Pacientes Hipertensos, Antes e Depois do Tratamento com Inibidores da Enzima Conversora da Angiotensina II. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia.** v. 83, n.2, p.165-168 ,2004.

MIRANDA, H.; SIMÃO, R.; LEMOS, A. et al. Análise da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em diferentes posições corporais nos exercícios resistidos. **Rev Bras Med Esporte.** v.11, n.5, Set/Out, 2005.

MORTARA, A.; TAVAZZI, L. Prognostic implications of autonomic nervous system analysis in chronic heart failure: role of heart rate variability and baroreflex sensitivity. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 23, p. 265-275, 1996.

- NADINE, S. **Heart rate variability in relation to the menstrual cycle in trained and untrained women**. Dissertação (mestrado em Ciências do Esporte). Philosophical Faculty – IV Institute of Sports Science of the Humbolt University of Berlin. Agosto, 2004. Disponível em <http://edoc.hu-erlin.de/dissertationen/spielmann-nadine-2004-12-16/HTML/N10E11.html>. Acesso em: 16. maio. 2006.
- NARLOCH, J.A.; BRANDSTATER, M.E. Influence of breathing technique on arterial blood pressure during heavy weight lifting. **Arch Phys Med Rehabil**. v.76, p.457-462, 1995.
- NEGRÃO, C.E.; KRIEGER, E.M.; SILVA, G.J.J. Effects of exercise training on baroreflex control of the cardiovascular system. **Ann. N. Y. Academy Scien**. v. 940, p. 338 – 347, 2001.
- NOTARIUS, C. F.; FLORAS, J. S. Limitations of the use of spectral analysis of heart rate variability for the estimation of cardiac sympathetic activity in heart failure. **Europace**, v. 3, p. 29-38, 2001.
- NOVAES, J.S.; VIANNA, J.M. **Personal Training e Condicionamento Físico em Academia**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Shape, 2003.
- NOZDRACHEV, A. D.; SHCHERBATYKH, Y. V. Modern methods of functional studies of the autonomic nervous system. **Human Physiology**, v. 27, n. 6, p. 732-737, 2001.
- OPIE, L.H. The Heart. **Physiology, from Cell to Circulation**. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998.
- POLITO, M. D.; FARINATTI, P.T. V. Considerações sobre a medida da pressão arterial em exercícios contra-resistência. **Rev Bras Med Esporte** v.9, n.1, p.25-33, 2003.
- POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. **Fisiologia do Exercício – Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho** -3 ed. São Paulo: Manole, 2000. 527p.
- RACZAK, G.; PINNA, G.D.; ROVERE, M.T. Cardiovascular Response to Acute Mild Exercise in Young Healthy Subjects. **Circ. J.**, v.69, p.976 –980, 2005.
- RIFTINE, A. **Theoretical Review of the Nerve-Express System with sample cases**, 2002. Disponível em: <<http://www.nerveexpress.com>> Acesso em: 12. ago. 2006
- ROBINSON, B.F.; EPSTEIN, S.E.; BEISER, G.D. et al. Control of heart rate by autonomic nervous system; studies in man on the interrelation between baroreceptor mechanisms and exercise. **Circulation Research**, v.19, p. 400-411, 1996.
- SALE, D.G.; MOROZ, D.E.; MCKELVIE, R.S. et al. Comparison of blood pressure response to isokinetic and weight-lifting exercise. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol.**, v.67, n.2, p. 115-120, 1993.

SALVADOR, E.P.; CYRINO, E.S.; GURJÃO, A.L.D. et al. Comparação entre o desempenho motor de homens e mulheres em séries múltiplas de exercícios com pesos - **Rev Bras Med Esporte**. v.11, n.5, p.257-261 Set/Out, 2005.

SHAFFER, T.H.; WOLFSON, M.R.; BHUTANI, V.K. Respiratory muscle function assessment and training. **Physical Therapy**. v.61, n.1, p.711-23, 1981.

SHEPHARD, R.J. PAR-Q: Canadian home fitness test and exercise screening alternatives. **Sports Méd.**, v.5, p.185-195, 1992.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CARDIOLOGIA. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia para o Diagnóstico e Tratamento da Insuficiência Cardíaca. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 72, p. I, 1999.

STEWART, J.M.; MEDOW, M., A.; BASSETT, B. et al. Effects of thoracic blood volume on Valsalva maneuver. **Am J Physiol Heart Circ Physiol** v.287, p.798-804, 2004.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY. Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use. **Circulation**, v.93, p.1043-1065, 1996.

TERECHTCHENKO, L. et al. Autonomic tone in patients with supraventricular arrhythmia associated with mitral valve prolapse in young men. **Pace**, v.26, n.2, p. 444-446, 2003.

THOMPSON, P.D.; CROUSE, S.F.; GOODPASTER, B. et al.. The acute versus chronic response to exercise. **Med Sci Sports Exerc.**, v.33, n.6, p.438-435, 2001.

WILMORE, J.H.; COSTILL, L.D. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 1 ed. São Paulo: Manole, 2001.

Anexo A

Parecer Comitê de Ética da Universidade do Vale do Paraíba – UNIVAP



UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UNIVAP

CERTIFICADO

Certificamos que o Protocolo n.º H152/CEP/2006, sobre “*Estudo comparativo da variabilidade da frequência cardíaca em pacientes de musculação submetidos a diferentes manobras respiratórias durante exercícios resistidos*”, sob a responsabilidade do Prof. Eden Carlos de Jesus, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos, conforme Resolução n.º 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovada por esta Comissão de Ética em Pesquisa.

Informamos que o pesquisador responsável por este Protocolo de Pesquisa deverá apresentar a este Comitê de Ética um relatório das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação.

São José dos Campos, 07 de novembro de 2006

PROF. DR. LANDULFO SILVEIRA JUNIOR
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa da Univap

Anexo B: Carta de apresentação da pesquisa

Prezado Senhor,

Vimos por meio desta, relatar a realização de um estudo sobre a Variabilidade da Frequência Cardíaca durante diferentes manobras respiratórias em exercícios de musculação. O objetivo é através da aplicação de três diferentes manobras respiratórias analisar a respiração mais adequada para ser utilizada durante a execução de exercícios resistidos.

Diante disso, pedimos sua contribuição em participar do estudo, assinando o Termo de Consentimento, para a realização do estudo. Salientamos ainda, que o método de avaliação é totalmente não invasivo, não gerando qualquer risco ao indivíduo avaliado.

Eden Carlos de Jesus
Pesquisador Responsável

Anexo C:

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

CONSENTIMENTO FORMAL DE PARTICIPAÇÃO NO ESTUDO INTITULADO: **“Estudo comparativo da variabilidade da frequência cardíaca em indivíduos praticantes de musculação submetidos a diferentes manobras respiratórias durante exercícios resistidos”**.

Eu, _____, portador do R.G. nº _____, voluntariamente concordo em participar de um estudo científico nos termos do projeto proposto pelo Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento – IP&D, da Universidade do Vale do Paraíba – UniVap.

A pesquisa tem por finalidade realizar uma avaliação clínica, estudando o comportamento do sistema nervoso autônomo através da análise da variabilidade da frequência cardíaca em praticantes de musculação do curso de Educação Física da Universidade do Vale do Paraíba.

A avaliação clínica será realizada junto à Universidade do Vale do Paraíba - UniVap, na cidade de São José dos Campos - SP. Os exames não serão invasivos. Estou ciente de que os riscos desta pesquisa são mínimos e que serei acompanhado por todo o tempo pelo pesquisador responsável.

As informações obtidas serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas sem minha expressa autorização por escrito. As informações, assim obtidas, poderão ser usadas para fins estatísticos ou científicos, sempre resguardando minha privacidade.

Acredito ter sido suficientemente esclarecido a respeito das informações que li ou foram lidas para mim. Discuti com os pesquisadores sobre a minha decisão de participar nesse estudo, e ficaram claros quais os propósitos do mesmo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidade ou prejuízo.

Declaro que obtive as informações de forma apropriada e, assino livre e voluntariamente o presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para a participação do estudo.

São José dos Campos, ____ de _____ de 2006.

Participante: _____

Orientador:

Pesquisador:

Anexo D:

FICHA DE ANAMNESE

Todos os dados desta ficha são confidenciais

Nome: _____ Idade: _____

1. É praticante de musculação ? () SIM () NÃO

- Quanto tempo ? () 1 mês () 3 meses () 6 meses () acima de 12 meses

- Qual frequência semanal ? () 3 vezes () 4 vezes () acima de 5 vezes

2. É fumante ? () SIM () NÃO

3. Ingere Bebidas alcoólicas ? () SIM () NÃO

- Qual frequência semanal ? () diariamente () finais de semana

4. Já fez ou faz uso de esteróides anabolizantes nos últimos 12 meses ?

() SIM () NÃO

5. Faz uso de algum tipo de droga ilícita ?

() SIM () NÃO

6. Atualmente faz uso de algum tipo de Medicação ? () SIM () NÃO

- Qual ? _____

7. Já sofreu algum tipo de lesão? () SIM () NÃO

- Especifique: _____

8. Apresentou alguma doença ? () SIM () NÃO

- Especifique: _____

9. Já foi submetido a alguma cirurgia ou internação ? () SIM () NÃO

- Especifique: _____

10. Alguém da sua família é portador ou já faleceu por algum tipo de doença ?

() SIM () NÃO Quem? _____

Especifique a doença: _____