

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**“INFLUÊNCIA DO ALONGAMENTO DA CADEIA MUSCULAR RESPIRATÓRIA NA
POSTURA RÃ DO MÉTODO DE REEDUCAÇÃO POSTURAL GLOBAL (RPG)
SOBRE AS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS”**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutora em Fisioterapia.

MARLENE APARECIDA MORENO

Orientadora: Profa. Dra. Ester da Silva

Co-orientadora: Profa. Dra. Aparecida Maria Catai

São Carlos - SP

2007

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

M843ia

Moreno, Marlene Aparecida.

Influência do alongamento da cadeia muscular respiratória na postura rã do método de reeducação postural global (RPG) sobre as respostas cardiorrespiratórias / Marlene Aparecida Moreno. -- São Carlos : UFSCar, 2007. 118 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2007.

1. Fisioterapia. 2. Reeducação postural. 3. Pressões respiratórias máximas. 4. Mobilidade toracoabdominal. 5. Função pulmonar. 6. Variabilidade da frequência cardíaca. I. Título.

CDD: 615.82 (20^a)

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA PARA DEFESA DE TESE DE DOUTORADO DE Marlene Aparecida Moreno, APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS, EM 29 DE JUNHO DE 2007.

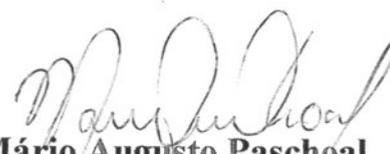
BANCA EXAMINADORA:


Ester da Silva
UFSCar


Mauro Gonçalves
UNESP


Dirceu Costa
UFSCar


Valéria F. C. Neves
UNICEP


Mário Augusto Paschoal
PUC-Campinas

MARLENE APARECIDA MORENO

Estudo I

“Efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação Postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários”

Estudo II

“Alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de reeducação postural global: efeitos na função pulmonar”

Estudo III

“O alongamento da cadeia muscular respiratória proposto pelo método de reeducação postural global influencia nas variáveis ventilatórias e metabólicas e na modulação autonômica da frequência cardíaca?”

ORIENTADORA: Profa. Dra. Ester da Silva

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. Aparecida Maria Catai

Apoio financeiro: CNPq, FAPESP e FAP-UNIMEP

São Carlos - SP

2007

Investigação conduzida no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular de Provas Funcionais da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP.

*O único homem que nunca comete erros é aquele que nunca faz coisa alguma. Não tenha medo de errar, pois você aprenderá a não cometer duas vezes o mesmo erro.
(Roosevelt)*

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Etelvino e Maria, que sempre me apoiaram em todas as etapas de minha vida, não medindo esforços para que eu pudesse realizar meus sonhos. Agradeço pelo amor, pela educação e formação de caráter que me proporcionaram.

Ao meu querido José Renato, pela felicidade de tê-lo ao meu lado. Obrigada pelo amor e companheirismo.

Aos meus queridos irmãos Ari e Roberto, mais que irmãos, meus grandes amigos.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Profa. Dra. Ester da Silva

Mais que orientadora, uma amiga! Pessoa admirável, exemplo de competência e seriedade profissional. Sempre disposta a contribuir para meu crescimento profissional e pessoal. Agradeço pela confiança, amizade e pelos conhecimentos compartilhados.

Profa. Dra. Aparecida Maria Catai

Além de orientadora, também uma amiga! Agradeço pela oportunidade e pelas valiosas sugestões. Sempre disposta a ajudar e a compartilhar seus conhecimentos, servindo como exemplo de ética e profissionalismo.

Muitas vezes nos faltam palavras para descrever o que sentimos, gostaria de dizer muito mais do que disse acima para expressar minha gratidão, não só pelos ensinamentos e oportunidade de poder desenvolver este trabalho, mas também pela convivência e principalmente pela paciência, confiança e incentivo.

Muito obrigada a vocês duas!!!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me dar saúde para cumprir com tranquilidade as etapas de minha vida.

Aos voluntários deste estudo pela compreensão e dedicação com que se propuseram a participar da pesquisa. Sem os quais nada disto seria possível.

Aos colegas do laboratório da UFSCar: Valéria, Daniel Sakabe, Ruth e Robison, pela amizade e disposição em ajudar sempre que necessitei.

Aos colegas do laboratório da UNIMEP: Ana Cristina, Márcio, Karina, Vandeni, Érica, Luisa e Daniel, pela alegre convivência e apoio.

A Profa. Dra. Rosana Macher Teodori, pela imensa colaboração e apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Prof. Bruno Luis Amoroso Borges, pelo apoio e contribuição referente a intervenção fisioterapêutica pelo método de RPG.

Ao Prof. Dr. Marcelo de Castro Cesar pelas sugestões dadas ao trabalho e pela realização das avaliações clínicas dos voluntários.

Aos amigos Michel Reis e Roberta Zuttin, muito mais que colegas de laboratório, foram peças fundamentais para a realização deste trabalho, sempre dispostos a colaborar não medindo esforços para que o resultado fosse o melhor. Muito obrigada!

As amigas Daniela Bertelli e Eli Forti, pelo agradável convívio e pelo incentivo constante.

A Profa. Dra. Maria Silvia Mariani Pires de Campos, Coordenadora do Curso de Fisioterapia da UNIMEP. Pelo incentivo para que eu pudesse concluir mais esta etapa.

Ao Dr. Danilo Mônaco pela amizade e contribuição para a realização deste estudo.

Ao Lucien de Oliveira pela ajuda referente às ferramentas computacionais utilizadas neste estudo, sendo indispensáveis para a realização do mesmo. Obrigada pela atenção e amizade.

Ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Barreto Martins, pela amizade e pela implementação das ferramentas matemáticas utilizadas neste estudo.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar, pela atenção a mim dispensada.

Aos órgãos de fomento, pelo auxílio financeiro.

A todas as pessoas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho.

Muito obrigada a todos!

RESUMO

O alongamento pelo método de reeducação postural global (RPG) tem sido muito utilizado como conduta fisioterapêutica em alterações posturais, porém, sua ação sobre o sistema cardiorrespiratório é pouco documentada. No entanto, as evidências científicas são necessárias para sua validação como alternativa de tratamento. Dentro desse contexto, foram realizados três estudos com o objetivo de verificar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória na postura rã no chão com os braços abertos do método de RPG sobre as respostas cardiorrespiratórias. Foram estudados 20 homens jovens ($22,7 \pm 2,5$ anos), saudáveis, sedentários ($VO_2\text{max}$: $30,2 \pm 4,3$ mL.kg.min⁻¹) e com IMC = $25,3 \pm 1,5$ kg/m², divididos aleatoriamente em dois grupos de dez: grupo controle (G-C) que não participou do alongamento e grupo submetido ao treinamento (G-RPG). A intervenção consistiu em duas sessões semanais de alongamento de 30 min cada, durante oito semanas, totalizando 16 sessões. No primeiro estudo, foram avaliadas as pressões respiratórias máximas e o coeficiente respiratório, por intermédio da monovacuumetria e da cirtometria toracoabdominal, respectivamente. Somente o G-RPG apresentou maiores valores das pressões inspiratórias (P_{Imáx}) e expiratórias (PE_{máx}) máximas e da cirtometria axilar, xifoideana e abdominal após o período de intervenção. Os resultados mostraram que o método teve um efeito benéfico na força muscular respiratória e na mobilidade toracoabdominal, contribuindo para a melhora da mecânica respiratória. No segundo estudo, foi avaliada a função pulmonar por intermédio da espirometria. Foram realizadas as manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). Os resultados mostraram que houve aumento significativo dos valores da CVL, capacidade inspiratória (CI), CVF, volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF₁) e VVM do G-RPG após o período de treinamento, evidenciando que o alongamento proposto foi eficiente para promover aumento dos volumes e capacidades pulmonares. No terceiro estudo, foi avaliado o efeito do alongamento nas variáveis ventilatórias e metabólicas durante o teste de exercício cardiopulmonar e na modulação autonômica da frequência cardíaca (FC) em repouso. As variáveis ventilatórias e metabólicas foram captadas a partir de um sistema metabólico automático, e a FC a partir de um monitor cardíaco de um canal. O teste de exercício foi realizado em cicloergômetro, com incrementos de 20 a 25 W/min até a exaustão física. A intervenção não modificou as variáveis estudadas em nenhum dos grupos. Esses resultados mostram que o exercício de alongamento da cadeia muscular respiratória não promoveu adaptações na FC e em sua variabilidade em repouso e nas variáveis ventilatórias e metabólicas durante o exercício, o que pode ser atribuído ao não envolvimento de grandes grupos musculares no tipo de protocolo utilizado. Finalizando, os resultados obtidos nos três estudos evidenciaram que o alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de RPG mostrou-se eficiente para promover aumento da força muscular respiratória, mobilidade toracoabdominal e função pulmonar, refletindo na melhora da mecânica respiratória, sendo que tal fato pode ser atribuído à especificidade do treinamento. Desse modo, nossos achados reforçam a importância do método de RPG para manutenção da capacidade funcional dos músculos da cadeia respiratória, sugerindo que a postura utilizada pode ser coadjuvante no tratamento das disfunções da mecânica respiratória.

Palavras-chave: reeducação postural global, alongamento muscular, pressões respiratórias máximas, mobilidade toracoabdominal, função pulmonar, variáveis ventilatórias e metabólicas, variabilidade da frequência cardíaca.

ABSTRACT

Stretching by the global postural re-education method (GPR) has been widely used as a physical therapeutic procedure for postural alterations, but its action on the cardio-respiratory system has been little documented. However, scientific evidence is necessary to validate it as an alternative treatment. Within this context, three studies were carried out with the objective of verifying the effect of stretching the respiratory muscle chain in the “open-arm, open hip joint angle” posture by the GPR method on cardio-respiratory responses. Twenty young (22.7 ± 2.5 years old), healthy, sedentary ($VO_2\text{max}$: 30.2 ± 4.3 mL.kg.min⁻¹) men with BMI = 25.3 ± 1.5 kg/m² were studied, divided at random into two groups of ten: the control group (C-G) that did not take part in the stretching and the group submitted to treatment (GPR-G). The intervention consisted of two weekly stretching sessions, each of 30 min, for eight weeks, giving a total of 16 sessions. In the first study, the maximal respiratory pressure and the respiratory coefficient were assessed by way of a manovacuometer and thoracoabdominal cirtometry, respectively. Only the GPR-G presented greater values for inspiratory (IPmax) and expiratory (EPmax) maximal pressures and for axillary, xyphoid and abdominal cirtometry after the intervention period. The results showed that the method caused a beneficial effect on respiratory muscle force and on thoracoabdominal mobility, contributing to an improvement in respiratory mechanics. In the second study, pulmonary function was assessed by spirometry. The manoeuvres of slow vital capacity (SVC), forced vital capacity (FVC) and maximal voluntary ventilation (MVV) were carried out. The results showed there was a significant increase in the values for SVC, inspiratory capacity (IC), FVC, forced expiratory volume in the first second (FEV₁) and MVV for the GPR-G after the training period, providing evidence that the proposed stretching was efficient in promoting an increase in pulmonary capacity and volume. In the third study, the effect of stretching on the autonomic modulation of the heart rate (HR) and on the ventilatory and metabolic variables was assessed at rest and during the cardio-pulmonary exercise test respectively. The ventilatory and metabolic variables were captured using an automatic metabolic system and the HR using a one-channel heart monitor. The exercise test was carried out using a cycle ergometer, with 20 to 25 W/min increments up to physical exhaustion. Intervention did not change the variables studied either at rest or during the cardio-pulmonary exercise test, for either of the groups. These results showed that the respiratory muscle chain stretching exercise did not promote any adaptations with respect to HR neither at rest and the ventilatory and metabolic variables during the exercise, which could be attributed to the non-involvement of the major muscle groups in the type of protocol used. Finally, the results obtained in the three studies gave evidence that stretching the respiratory muscle chain by the GPR method was efficient in promoting an increase in respiratory muscle strength, thoracoabdominal mobility and pulmonary function, reflecting in an increase in respiratory mechanics, this fact being attributable to the specificity of the training. In this way, the findings of the present study, reinforce the importance of the GPR method in the maintenance of the functional capacity of the respiratory chain muscles, suggesting that it could be used as an alternative treatment for dysfunctions of the respiratory mechanics.

Keywords: global postural re-education, muscle stretching, maximum respiratory pressures, thoraco-abdominal mobility, pulmonary function, ventilatory and metabolic variables, heart rate variability.

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	13
2. ESTUDO I	18
2.1. Resumo	19
2.2. Introdução	20
2.3. Materiais e Métodos	21
2.3.1. Medida das pressões respiratórias máximas	22
2.3.2. Cirtometria toracoabdominal	24
2.3.3. Intervenção pelo método de RPG	26
2.3.4. Análise estatística	30
2.4. Resultados	31
2.5. Discussão	33
3. DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO ESTUDO I	38
4. ESTUDO II	40
4.1. Resumo	41
4.2. Introdução	42
4.3. Materiais e Métodos	43
4.3.1. Teste espirométrico	44
4.3.2. Intervenção pelo método de RPG	47
4.3.3. Análise estatística	48
4.4. Resultados	48
4.5. Discussão	50
5. DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO ESTUDO II	54
6. ESTUDO III	56
6.1. Resumo	57
6.2. Introdução	58
6.3. Materiais e Métodos	60
6.3.1. Preparação e controle ambiental da sala de experimentos	61
6.3.2. Procedimento para captação da FC e dos iR-R	62
6.3.3. Teste de exercício físico dinâmico contínuo do tipo rampa	64
6.3.4. Intervenção pelo método de RPG	68
6.4. Metodologia de análise dos dados	69
6.5. Análise estatística	72
6.6. Resultados	72
6.7. Discussão	76

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	83
---	-----------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86
-----------------------------------	-----------

ANEXOS	
ANEXO A – Pareceres dos Comitês de Ética em Pesquisa	94

APÊNDICES	
Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	97
Apêndice B – Versão do Estudo I	100
Apêndice C – Versão em inglês do Estudo II	104

DESDOBRAMENTOS VINCULADOS A TESE DE DOUTORADO	109
Apêndice D – Estudo IV: trabalho vinculado à Tese de Doutorado	110
Apêndice E – Estudo V: trabalho vinculado à Tese de Doutorado	112
Apêndice F – Estudo VI: trabalho vinculado à Tese de Doutorado	114

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

O encurtamento muscular pode ser decorrente do alinhamento postural incorreto e da imobilização do músculo. Outro fator que pode causar encurtamento muscular é o envelhecimento, uma vez que as principais mudanças estão na diminuição das áreas de secção transversa e no volume de tecido contrátil. As mudanças também ocorrem na função das fibras musculares, na unidade motora e na capacidade aeróbia do músculo esquelético, resultando na diminuição da função e da força (WILLIAMS et al., 2002).

Quando o músculo é imobilizado, ocorre uma diminuição nas proteínas e mitocôndrias, resultando em atrofia, fraqueza (HALL, 1996), diminuição do número de sarcômeros e aumento na deposição de tecido conjuntivo (WILLIAMS, 1988). Isso resultará no encurtamento muscular e limitação da mobilidade articular.

Lieber (2002) refere que quando o comprimento da fibra muscular é cronicamente alterado, o número de sarcômeros se ajusta no sentido de compensar essa mudança, refletindo na melhora de sua capacidade funcional.

Estudos em modelos animais onde é possível a análise das fibras musculares, mostram que o alongamento realizado uma vez por semana em músculos encurtados é suficiente para amenizar a atrofia muscular (GOMES et al., 2004). Coutinho et al. (2004), referem ainda que em músculos normais submetidos ao alongamento três vezes por semana ocorre aumento do número de sarcômeros em série e da área de secção transversa das fibras musculares.

Herring et al. (1984) apontam que o comprimento do sarcômero é regulado pelo tempo de tensão ao qual o músculo é submetido: períodos prolongados de alongamento podem levar a um processo adaptativo muscular mais eficaz em comparação a curtos períodos de tempo.

São diversos os métodos e técnicas descritos com o intuito de promover o alongamento muscular, sendo um deles o alongamento estático que utiliza exercícios que podem ser realizados de forma a alongar isoladamente um grupo muscular, ou de maneira global, permitindo o alongamento da musculatura de diversos segmentos simultaneamente (TEODORI et al., 2003; PINFILDI et al., 2004).

A reeducação postural global (RPG) foi criada por Philippe Emmanuel Souchard na década de 70, a partir de observações feitas por Françoise Mézières

sobre cadeias musculares. Souchard o determinou de “Método do Campo Fechado” (CITTONI, 1999; SOUCHARD, 2001). Tratando-se de um método de alongamento muscular ativo e estático.

A idéia das cadeias musculares se baseia no alongamento de músculos encurtados que criam compensações em músculos próximos ou distantes. Portanto, a proposta do alongamento global é, em vez de alongar um músculo isoladamente, alongar vários músculos organizados em cadeias (MARQUES, 2000). Embora a literatura sobre este assunto seja escassa, por se tratar de um alongamento que se estende por tempo prolongado (20 minutos em média), os estudos de Warren et al. (1971 e 1976), afirmam que o tempo necessário para alongar um tecido é inversamente proporcional à força aplicada. Portanto, o alongamento de longa duração requer menos força para produzir um ganho em flexibilidade que só seria possível em alongamentos de menor duração com a aplicação de uma força muito alta, podendo produzir lesões.

Todas as posturas do método de RPG permitem o alongamento da cadeia muscular respiratória, porém, Souchard (1987), refere que as posturas “rã no chão” e “rã no ar” permitem melhor estabilidade dos pontos de inserção do diafragma, sendo ideais para que se trabalhe o alongamento dos músculos diafragma, esternocleidomastóideo, escalenos, intercostais, músculos do dorso, peitoral maior e menor. O ganho da flexibilidade do diafragma é possível pela fixação de suas inserções associada à sua contração excêntrica (SOUCHARD, 1989).

Os músculos respiratórios e a parede torácica são componentes essenciais do sistema respiratório. Os pulmões são incapazes de insuflar por si só. A força para essa insuflação deve ser suprida pelos músculos respiratórios, e o ciclo respiratório exige um sincronismo entre a caixa torácica, os pulmões e a musculatura, atuando de forma harmoniosa e coordenada para tornar possível um fenômeno tão complexo (HILLMAN e FINUCANE, 1987).

Apesar da musculatura respiratória não ser passível de imobilização, sua constante ação de contração favorece uma postura em inspiração (SOUCHARD, 1989), restringindo a mobilidade da caixa torácica. O método em questão apresenta preocupação especial com o alongamento desta musculatura. E apesar da prática clínica demonstrar seus benefícios em relação à correção de alterações posturais, ao

bem estar e alívio de dor referida e a melhora na função respiratória, torna-se necessária à comprovação científica do uso deste método de tratamento sobre as respostas cardiorrespiratórias e metabólicas para utilizá-lo na prescrição de programas de tratamento físico de indivíduos portadores de patologias diversas.

A função respiratória envolve mais que movimentos torácicos e abdominais. Para o fisioterapeuta, esta função deve ser compreendida como um sistema integrado, que reúne ações musculares importantemente afetadas em condições não-fisiológicas.

A manutenção da bomba muscular respiratória é de vital importância para o sistema respiratório assim como a bomba cardíaca é para o sistema circulatório, pois esses músculos são fundamentais na manutenção da mecânica respiratória e em condições fisiopatológicas a força muscular apresenta-se alterada refletindo na diminuição das pressões respiratórias (DERENNE et al., 1978; ROCHESTER & BRAUN, 1985).

Os efeitos do exercício físico sobre o funcionamento do corpo humano tem sido alvo de muitas pesquisas, tendo estes estudos dado enfoque a influência da atividade física aeróbia sobre o sistema cardiorrespiratório (TULPPO et al., 2003; LEICHT et al., 2003).

O exercício de alongamento muscular também é bastante estudado e difundido, pois permite que o músculo recupere seu comprimento, necessário para manter o alinhamento postural correto e a estabilidade articular, garantindo principalmente a integridade e a função muscular, facilitando desta forma a realização das atividades de vida diária (MARQUES et al., 2004; ROSÁRIO et al., 2004; CUNHA et al., 2005).

No entanto, são escassos na literatura trabalhos que avaliem a ação do alongamento no sistema cardiorrespiratório, porém, o método de RPG tem demonstrado influência positiva na mecânica respiratória (TEODORI et al., 2003).

Tratando-se da influência do alongamento sobre as variáveis ventilatórias e metabólicas e sobre a modulação autonômica da frequência cardíaca (FC), os estudos são ainda mais escassos. No trabalho de Mueck-Weymann et al. (2004), os autores observaram uma resposta benéfica sobre a FC e sua variabilidade (VFC) em

atletas após 28 dias de intervenção utilizando alongamento de grandes grupos musculares, porém, o protocolo utilizado difere do proposto em nossa investigação.

Portanto, as questões sobre a influência do alongamento muscular sobre o sistema cardiorrespiratório estão longe de serem esclarecidas. Desta forma, a presente investigação adquire importância no sentido de tentar melhor elucidar a ação deste tipo de alongamento na função cardiorrespiratória.

Para isso, foram realizados três estudos. O primeiro teve como objetivo avaliar o efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação Postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários. No segundo estudo, buscamos verificar se o alongamento poderia influenciar não só na força muscular e mobilidade toracoabdominal, mas também na função pulmonar. No terceiro estudo, propomos verificar se o alongamento poderia influenciar nas variáveis ventilatórias e metabólicas durante o teste de exercício cardiopulmonar, bem como, na modulação autonômica da frequência cardíaca e em sua variabilidade em repouso, uma vez que existe uma estreita relação entre o padrão respiratório e os ciclos cardíacos (YASUMA & HAYANO, 2004).

2. ESTUDO I: “Efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação Postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários”

2.1. RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória, pelo método de reeducação postural global (RPG), sobre força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários. O estudo foi randomizado, realizado com vinte voluntários sedentários, idade $22,7 \pm 2,5$ anos, divididos em dois grupos de dez: grupo controle (G-C) que não participou do alongamento e grupo submetido à intervenção pelo método de RPG (G-RPG). O protocolo foi constituído por um programa de alongamento da cadeia muscular respiratória na postura “rã no chão com os braços abertos” realizado com a regularidade de duas vezes por semana, durante 8 semanas, totalizando 16 sessões. Os dois grupos foram submetidos à avaliação da medida da pressão inspiratória máxima (P_{Imáx}), pressão expiratória máxima (PE_{máx}) e cirtometria toracoabdominal, antes e após o período de intervenção. Os valores das pressões respiratórias máximas e da cirtometria do G-C antes e após o período de intervenção não apresentaram alterações significativas ($p > 0,05$). No G-RPG os valores de todas as variáveis apresentaram diferenças estatisticamente significantes após o protocolo de intervenção ($p < 0,05$). Em conclusão, o protocolo de alongamento da cadeia muscular respiratória proposto pelo método de RPG mostrou ser eficiente para promover aumento das pressões respiratórias máximas e das medidas da cirtometria toracoabdominal, sugerindo que pode ser utilizado como um recurso fisioterapêutico para o desenvolvimento da força muscular respiratória e da mobilidade toracoabdominal.

Palavras-chave: Reeducação postural global; Pressões respiratórias máximas; Força muscular respiratória; Alongamento muscular; Mobilidade toracoabdominal; Cirtometria.

2.2. INTRODUÇÃO

A manutenção da bomba muscular respiratória é de vital importância para o sistema respiratório assim como a bomba cardíaca é para o sistema circulatório. Esses músculos são fundamentais na manutenção da mecânica respiratória e em condições fisiopatológicas a força muscular apresenta-se alterada refletindo na diminuição das pressões respiratórias (DERENNE et al. 1978; ROCHESTER & BRAUN, 1985).

Quando um músculo perde sua flexibilidade normal, ocorre alteração na relação comprimento-tensão, incapacitando-o de produzir um pico de tensão adequado, desenvolvendo fraqueza com retração muscular (GOSSMAN et al., 1982). O encurtamento muscular pode ser decorrente de diversos fatores tais como alinhamento postural incorreto, imobilização do músculo, fraqueza muscular ou envelhecimento.

Na literatura há uma carência de informações sobre a ação do alongamento dos músculos respiratórios, provavelmente por se tratar de um grupo muscular de funcionamento complexo que, talvez por isso, não apresente técnicas específicas.

O alongamento muscular é um recurso utilizado tanto em programas de reabilitação como em atividades esportivas, sendo útil na prevenção de lesões e aumento da flexibilidade (KUBO et al., 2001). As fibras musculares são incapazes de alongar-se por si só, sendo necessária uma força externa aplicada ao músculo.

Diversos são os métodos e técnicas descritos com o objetivo de promover o alongamento muscular: ativo, passivo e estático. O alongamento estático é muito utilizado para se obter aumento da flexibilidade e relaxamento e utiliza exercícios que podem ser realizados de forma isolada ou de maneira global, envolvendo diversos segmentos simultaneamente. Durante o alongamento estático, a tensão criada nos grupos musculares é de baixa intensidade, permitindo conforto ao paciente e eficácia ao tratamento (KISNER & COLBY, 2002).

O método de alongamento muscular ativo, descrito originalmente por Souchard em 1987, alonga em conjunto os músculos antigravitários, os rotadores internos e os inspiratórios e foi baseado na compreensão das cadeias musculares posturais sendo denominado de reeducação postural global (RPG). Este método é amplamente difundido e tem sido muito utilizado como conduta fisioterapêutica em alterações

posturais, principalmente nas desordens da coluna vertebral, porém, sua ação sobre o sistema respiratório é pouco documentada.

Apesar da prática clínica demonstrar seus benefícios, a comprovação científica é fundamental para sua validação como alternativa de tratamento, uma vez que são escassas as evidências do seu efeito, principalmente sobre a função respiratória.

Desta forma, considerando a proposta do método de RPG e o reequilíbrio muscular que este pode promover, tivemos por objetivo analisar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários.

2.3. MATERIAIS E MÉTODOS

Respeitando as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde), este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo nº 03/05) e da Universidade Federal de São Carlos (protocolo nº 050/06) – ANEXO A. Os voluntários foram informados e esclarecidos a respeito dos objetivos e da metodologia experimental as quais seriam submetidos, explicitando o caráter não-invasivo dos procedimentos. Só foram estudados voluntários que aceitaram participar do referido estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A).

O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo “GraphPad StatMate, versão 1.01i, 1998”, para o nível de confiança de 95% e *power* de 80%.

Participaram do estudo, vinte voluntários jovens ($22,7 \pm 2,5$ anos) do sexo masculino, sedentários, com capacidade aeróbia “fraca”, segundo a classificação da *American Heart Association* ($VO_2\text{max}$: $30,2 \pm 4,3$ mL.kg.min⁻¹), não tabagistas, de antropometria semelhante (Tabela 1), sem antecedentes de doenças músculo-esqueléticas, cardiovasculares e respiratórias, conforme avaliação clínica prévia e sem alterações nos exames bioquímicos.

Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos de dez (randomização realizada por tabela numérica), sendo um grupo controle (G-C) que não participou do protocolo de alongamento, e o outro submetido à intervenção pelo

método de RPG (G-RPG). Durante o período experimental não houve perda amostral.

Antes e após o período de intervenção, todos os voluntários foram submetidos à avaliação das pressões respiratórias máximas e da mobilidade toracoabdominal. A amostra foi familiarizada com todos os procedimentos antes do início do experimento.

O pesquisador que realizou todas as medidas era cegado, ou seja, não tinha conhecimento se o voluntário era do G-C ou G-RPG, para que não houvesse influência nos resultados.

Todos os experimentos foram realizados no mesmo período do dia (entre as 14:00h e 17:00h), com objetivo de evitar as influências do ciclo circadiano nas variáveis estudadas.

2.3.1. Medida das pressões respiratórias máximas

As equações de predição dos valores normais da $Pl_{máx}$ e $PE_{máx}$ utilizadas em nosso estudo foram as de Neder et al. (1999), sendo que todos os voluntários apresentavam os valores da $Pl_{máx}$ abaixo do predito para a população estudada ($139,4 \pm 3,1$ cmH₂O, com limite inferior de $112,1 \pm 3,1$ cmH₂O). Para a $PE_{máx}$, os valores apresentaram-se dentro dos limites de normalidade ($146,9 \pm 2$ cmH₂O, com limite inferior de $121,3 \pm 2$ cmH₂O).

As pressões respiratórias foram medidas utilizando-se um manovacuômetro (GER-AR, São Paulo, Brasil) – Figura 1A, com intervalo operacional de ± 300 cmH₂O adaptado para pressões inspiratórias e expiratórias máximas. O equipamento foi previamente aferido em coluna de mercúrio.

Uma tubulação de plástico foi conectada ao equipamento e na extremidade distal do tubo foi adaptado um bucal cilíndrico de borracha, com diâmetro interno de 32 mm; anteriormente ao bucal, foi colocado um dispositivo de plástico rígido com um pequeno orifício de 2mm de diâmetro interno e 15 mm de comprimento, com a finalidade de propiciar pequeno vazamento de ar e, segundo Black & Hyatt (1969), prevenir a elevação da pressão da cavidade oral gerada exclusivamente por contração da musculatura facial com fechamento da glote.

Todas as medidas foram coletadas pelo mesmo pesquisador e realizadas sob comando verbal homogêneo, com os voluntários sentados e tendo as narinas ocluídas por uma pinça nasal para evitar o escape de ar. A $P_{lm\acute{a}x}$ foi medida durante esforço iniciado a partir do volume residual - VR, enquanto que a $P_{Em\acute{a}x}$ foi medida a partir da capacidade pulmonar total - CPT (NEDER et al., 1999) – Figura 1B.

Cada voluntário executou cinco esforços de inspiração e expiração máximas, tecnicamente satisfatórios, ou seja, sem vazamento de ar perioral, sustentados por pelo menos 2 segundos e com valores próximos entre si ($\leq 10\%$), sendo considerada para o estudo, a medida de maior valor (BLACK & HYATT, 1969; NEDER et al., 1999; SOUZA, 2002).



A



B

Figura 1: A) Manovacuômetro (GER-AR, São Paulo, Brasil) com intervalo operacional de ± 300 cmH₂O, utilizado para a avaliação; B) Ilustração do teste realizado para a coleta das pressões respiratórias máximas.

2.3.2. Cirtometria toracoabdominal

Para avaliação da mobilidade toracoabdominal foi realizada a medida das circunferências torácicas e abdominal nas fases expiratória e inspiratória máximas, onde a diferença entre as medidas forneceu informações do grau de expansibilidade e de retração dos movimentos (coeficiente respiratório). Essas medidas foram feitas com uma fita métrica escalonada em centímetros (cm) nos níveis axilar, xifoideano e abdominal, com o voluntário em postura ortostática e o tórax desnudo (Figuras 2A e 2B).

Cada medida foi obtida após solicitar ao voluntário que realizasse uma expiração máxima seguida de uma inspiração máxima (MORENO, 2000; PAULIN et al., 2003; SILVA et al., 2006). Para garantir a confiabilidade, as medidas foram realizadas três vezes em cada nível, utilizando-se para o estudo a medida de maior valor.

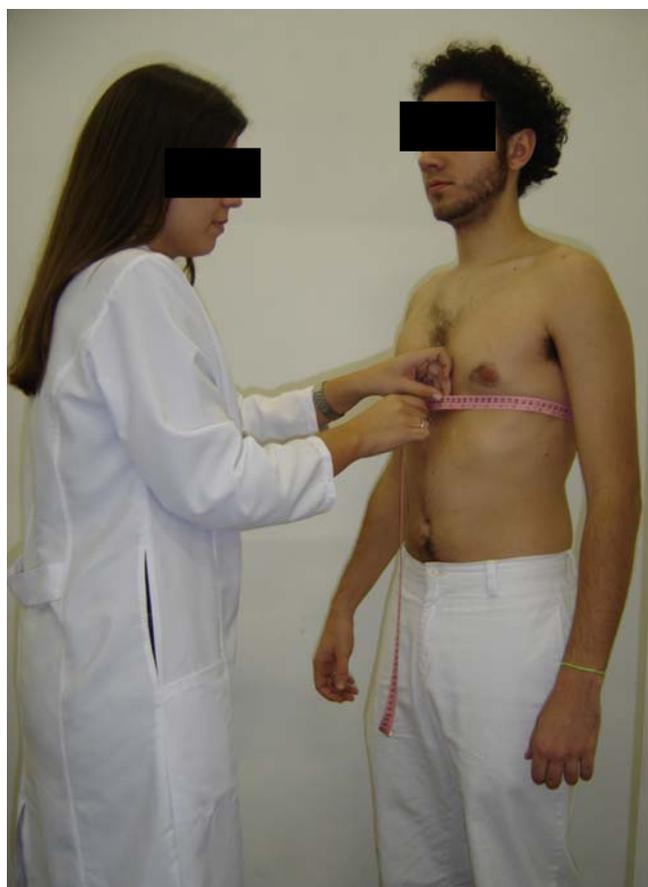
**A****B**

Figura 2: A) Fita métrica escalonada em centímetros; B) Ilustração do teste utilizado para a realização da cirtometria e obtenção do coeficiente respiratório.

2.3.3. Intervenção terapêutica pelo Método RPG, na postura “rã no chão com os braços abertos”

Manobra de relaxamento diafragmático

Previamente à realização da postura “rã no chão com os braços abertos”, os voluntários foram submetidos à manobra para relaxamento diafragmático. Esta consistiu de uma massagem realizada com a ponta dos dedos aplicada desde o ângulo costo-xifoideano até as últimas costelas bilateralmente, utilizando pressões suaves sobre a pele. Esta manobra possibilitou o relaxamento do diafragma, preparando-o para o alongamento (SOUCHARD, 1989). Esta manobra está apresentada na figura 3.



Figura 3: Ilustração da aplicação da manobra de relaxamento diafragmático, que antecede a intervenção fisioterapêutica pelo método de RPG.

Postura “rã no chão com os braços abertos”

Para a postura “rã no chão com os braços abertos”, o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal com os braços a aproximadamente 45 graus de abdução, antebraços em supinação, com as palmas das mãos voltadas para cima; membros inferiores com abdução, flexão de quadril e joelhos fletidos até a completa aposição das plantas dos pés. Foi realizada a *pompagem* dorsal, objetivando o alinhamento das curvaturas dorsal e cervical da coluna vertebral, enquanto a *pompagem* sacral buscou a retificação da coluna lombar. O voluntário foi solicitado a abduzir os quadris a partir da posição inicial, mantendo as plantas dos pés em aposição, alinhadas ao eixo do corpo.

Para a realização da postura, o terapeuta utilizou comandos verbais e contatos manuais, solicitando a manutenção do alinhamento e as correções posturais necessárias, com o objetivo de otimizar o alongamento e impedir compensações. O voluntário foi solicitado a realizar inspirações tranquilas seguidas de expirações prolongadas, com o máximo rebaixamento possível das costelas e protusão do abdome, visando o alongamento da cadeia muscular respiratória, enquanto o terapeuta auxiliava na manutenção do crescimento axial.

Durante a realização da postura, os membros superiores deviam seguir em abdução, com alongamento progressivo dos músculos peitorais, até o limite possível para cada voluntário, evitando compensações. Da mesma forma, os membros inferiores em aposição deviam avançar em sentido caudal, visando principalmente o alongamento do músculo psoas ílaco, mantendo a curvatura lombar em contato com a superfície de apoio. Esta foi mantida por 30 min (Figuras 4, 5 e 6).



Figura 4: Ilustração da intervenção fisioterapêutica pelo método de RPG na postura “rã no chão com os braços abertos” – posição inicial.



Figura 5: Ilustração da intervenção fisioterapêutica pelo método de RPG na postura “rã no chão com os braços abertos” – posição intermediária.

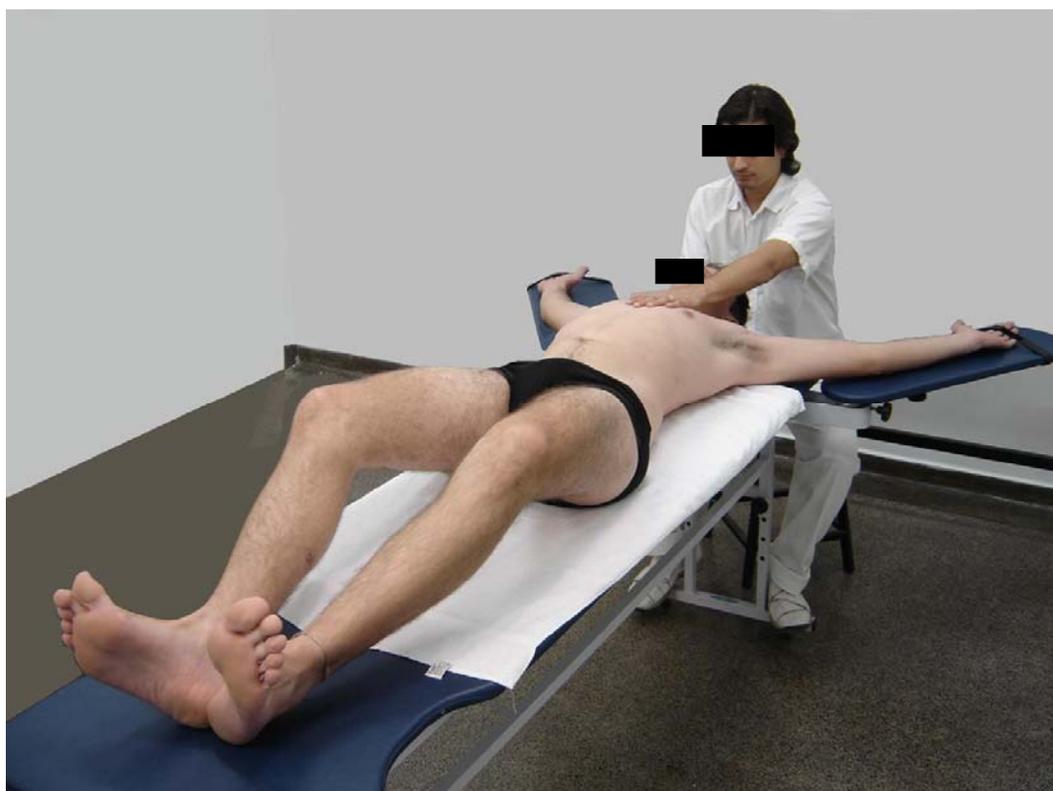


Figura 6: Ilustração da intervenção fisioterapêutica pelo método de RPG na postura “rã no chão com os braços abertos” – posição final.

2.3.4. Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o aplicativo “Statistica for Windows, Release 5.1. Stat. Soft, Inc. 2000-2001”. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para verificar a normalidade na distribuição dos dados, sendo rejeitada a hipótese de normalidade de todas as variáveis. Portanto, para a análise da significância foram utilizados testes não-paramétricos, sendo o teste de Wilcoxon utilizado para amostras pareadas e de Mann-Whitney para amostras não-pareadas. Um valor de p menor que 0,05 foi considerado como estatisticamente significativo.

2.4. RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os valores em média e desvio-padrão referentes à idade e características antropométricas dos voluntários do grupo controle (G-C) e do grupo RPG (G-RPG). Não houve diferença estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis ($p>0,05$).

Tabela 1: Idade e características antropométricas dos grupos estudados.

	G-C (n=10)	G-RPG (n=10)
Idade (anos)	23,4±2,7	22,9±2,0
Massa corporal (kg)	81,1±7,3	80,0±4,3
Estatura (cm)	177,7±6,1	176,4±5,7
IMC (kg/m ²)	25,6±1,2	25,1±1,9

IMC: Índice de Massa Corporal

A tabela 2 apresenta os valores em média e desvio-padrão da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}) e pressão expiratória máxima (PE_{máx}) expressas em centímetros de água (cmH₂O) e percentualmente em relação ao previsto (%) dos voluntários do grupo controle (G-C), n=10 e do grupo RPG (G-RPG), n=10, antes e após o período de intervenção. Verifica-se que os valores absolutos e relativos em relação ao predito da PI_{máx} e PE_{máx} do G-C obtidos antes e após o período de intervenção não apresentaram diferença significativa. No G-RPG constataram-se valores significativamente maiores após o treinamento ($p<0,05$).

Na avaliação inter-grupos verifica-se que os valores foram semelhantes na condição pré-treinamento, enquanto na condição pós-treinamento, observa-se que o G-RPG apresentou valores significativamente maiores após as 16 sessões de intervenção ($p<0,05$).

Tabela 2: Valores absolutos e relativos das pressões respiratórias máximas dos grupos estudados.

	PImáx		PEmáx	
	Antes	Após	Antes	Após
G-C (cmH ₂ O)	104,5±12,12	102,5±11,84	132±11,35	131±11,25
G-RPG (cmH ₂ O)	105,5±11,16	146,5±14,91* [#]	136±17,12	186,5±25,17* [#]
G-C (%)	74,6±8,6	73,2±8,4	90,1±7,7	90,6±6,6
G-RPG (%)	76,3±9,8	105,2±10,7* [#]	92,1±11,6	126,3±10,6* [#]

* G-RPG antes x G-RPG após (p=0,002); [#] G-C após x G-RPG após (p=0,0001)

A tabela 3 apresenta os valores em média e desvio-padrão do coeficiente respiratório obtido pelas medidas da cirtometria axilar, xifoideana e abdominal em centímetros (cm) dos voluntários do grupo controle (G-C), e do grupo RPG (G-RPG), antes e após o período de intervenção, onde se observa que não houve diferença significativa para o G-C e que houve aumento significativo dos valores do G-RPG quando comparadas as condições antes e após a intervenção fisioterapêutica.

Na avaliação inter-grupos verifica-se que os valores foram semelhantes na condição pré-treinamento, enquanto na condição pós-treinamento o G-RPG apresentou valores significativamente maiores.

Tabela 3: Valores do coeficiente respiratório dos grupos estudados.

	G-C (n=10)		G-RPG (n=10)	
	Antes	Após	Antes	Após
AXILAR	6,2±0,2	6,2±0,2	6,1±0,3	7,1±0,2* [#]
XIFOIDEANA	5,1±0,2	5,2±0,2	5,2±0,2	6,9±0,3* [#]
ABDOMINAL	5,6±0,4	5,6±0,4	5,6±0,4	7,1±0,3* [#]

* G-RPG antes x G-RPG após (p=0,002); [#] G-C após x G-RPG após (p=0,0001)

2.5. DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que a intervenção fisioterapêutica pelo método de RPG durante 8 semanas aplicada em voluntários jovens, saudáveis e sedentários foi capaz de aumentar significativamente os valores das pressões respiratórias máximas e da mobilidade toracoabdominal. Até o momento, poucos estudos demonstraram melhora do desempenho da função respiratória em pessoas submetidas a este tipo de alongamento.

Além do método de RPG, outras atividades físicas têm demonstrado preocupação com a função respiratória. Em trabalho realizado por Moreno (2000), o autor observou aumento da força muscular inspiratória e expiratória e da mobilidade torácica de mulheres jovens sedentárias após 4 semanas de treinamento utilizando as técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), corroborando com os resultados obtidos em nosso estudo utilizando o alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de RPG. Na ioga também existe uma preocupação com alongamento e função respiratória, uma vez que o controle da respiração é crucial na sua prática, como demonstrado por Godoy et al. (2006), que observaram modificação da P_{Imáx} após 3 meses de prática regular da atividade.

Geralmente, alterações na mecânica respiratória são decorrentes de encurtamento excessivo da musculatura inspiratória e as principais causas desse encurtamento são: agressões neuropsíquicas (estresse), aumento do volume da massa visceral, postura inadequada, patologias respiratórias, fraqueza muscular e envelhecimento (SOUCHARD, 1987).

Todas as posturas do método de RPG permitem o alongamento da cadeia muscular respiratória, porém, Souchard (1987), refere que as posturas “rã no chão” e “rã no ar” permitem melhor estabilidade dos pontos de inserção do diafragma, sendo ideais para que se trabalhe o alongamento dos músculos diafragma, esternocleidomastóideo, escalenos, intercostais, músculos do dorso, peitoral maior e menor. O ganho da flexibilidade do diafragma é possível pela fixação de suas inserções associada à sua contração excêntrica. Nesse sentido, especial atenção tem sido dada na utilização do método de RPG no alongamento da musculatura respiratória (SOUCHARD, 1989).

Quando o músculo é imobilizado, sua mobilidade é alterada devido às modificações das proteínas contráteis e do metabolismo das mitocôndrias, resultando em diminuição do número de sarcômeros e aumento na deposição de tecido conjuntivo (WILLIAMS & GOLDSPINK, 1978), levando ao encurtamento muscular e limitação da mobilidade articular.

O alongamento de uma fibra muscular promove o aumento do número de sarcômeros em série (SHAH et al., 2001; COUTINHO et al., 2004). Nesse sentido o aumento de força muscular em função do alongamento deve-se possivelmente à melhor interação entre os filamentos de actina e miosina, em virtude do aumento do comprimento funcional do músculo.

Apesar da musculatura respiratória não ser passível de imobilização, sua constante ação de contração favorece uma postura em inspiração (SOUCHARD, 1989), restringindo a mobilidade da caixa torácica.

Lieber (2002) cita que quando o comprimento da fibra muscular é cronicamente alterado, o número de sarcômeros se ajusta no sentido de compensar essa mudança. Entretanto, não se conhece a extensão dessa adaptação, mas considera-se que tais mudanças no comprimento do músculo refletirão em sua capacidade funcional.

Lieber & Bodine-Fowler (1993) relatam que a relação comprimento-tensão mostra que a geração de tensão no músculo esquelético está diretamente relacionada à quantidade de sobreposição entre os filamentos de actina e miosina, ou seja, quanto menor a sobreposição desses filamentos em repouso, maior a capacidade do músculo gerar tensão.

Estudos em modelos animais onde é possível a análise das fibras musculares, mostram que o alongamento realizado uma vez por semana em músculos encurtados é suficiente para amenizar a atrofia muscular (GOMES et al., 2004). Coutinho et al. (2004), referem ainda que em músculos normais submetidos ao alongamento três vezes por semana ocorre aumento do número de sarcômeros em série e da área de secção transversa das fibras musculares.

Herring et al. (1984) apontam que o comprimento do sarcômero é regulado pelo tempo de tensão ao qual o músculo é submetido: períodos prolongados de alongamento podem levar a um processo adaptativo muscular mais eficaz em comparação a curtos períodos de tempo. Nesse aspecto, em nosso estudo, tanto o

tempo de duração do tratamento, quanto o tempo de duração de cada sessão de alongamento podem ter favorecido o aumento do comprimento dos sarcômeros e uma contração mais eficaz, refletida no aumento das pressões respiratórias máximas e mobilidade toracoabdominal.

Considera-se que a postura utilizada neste estudo tenha promovido tal alteração na interação entre os filamentos de actina e miosina e, conseqüentemente, melhorado a capacidade contrátil da cadeia muscular respiratória. Outro aspecto relevante é o possível aumento do número de sarcômeros em série, que pode ter favorecido o aumento da capacidade contrátil desta cadeia.

Derenne et al. (1978) referem que a pressão máxima gerada por um músculo reflete sua força. Assim, neste estudo procurou-se aplicar técnicas de alongamento para melhorar a relação comprimento-tensão das fibras musculares, favorecendo o desempenho da bomba respiratória.

Os resultados das pressões inspiratórias e expiratórias máximas em valores absolutos e relativos do predito e da cirtometria toracoabdominal observados neste estudo mostram que o alongamento da cadeia muscular respiratória, realizado em 16 sessões de 30 minutos cada, contribuiu de forma benéfica para o aumento da força contrátil dos músculos respiratórios e da mobilidade toracoabdominal. Teodori et al. (2003) referem que após uma única sessão de intervenção pelo método de RPG em 20 mulheres jovens saudáveis, a P_{máx} e a cirtometria torácica na região axilar apresentaram aumento estatisticamente significantes que foram atribuídos ao aumento da força muscular respiratória e da mobilidade torácica como efeito do alongamento, que envolveu a cadeia muscular respiratória em postura global.

Como a contração dos músculos expiratórios é bastante exigida durante a realização da postura “rã no chão com os braços abertos”, o aumento da força muscular expiratória observada em nossos resultados corrobora com Jones et al. (1989), que referem que o incremento na performance muscular pode ser justificado pela melhora na habilidade de coordenar a ação desse grupo muscular, caracterizando um aprendizado motor.

Ressalta-se que o método de RPG apresenta vantagens em relação a outros tipos de alongamento por manter a musculatura alongada por tempo prolongado.

Além disso, atua de forma integrada sobre as cadeias, possibilitando adaptações que permitem a melhora da flexibilidade e da força.

São escassos os estudos que comprovam os benefícios do método de RPG, especialmente no que se refere à musculatura respiratória. Entretanto, as publicações existentes são unânimes em apontar sua influência sobre o comprimento muscular, melhora da amplitude de movimento e flexibilidade, repercutindo em melhora da capacidade de contração muscular.

Em estudo realizado por Fernández-de-Las-Peñas et al. (2005), um protocolo de exercícios de alongamento e flexibilidade utilizando o método de RPG, aplicado durante 4 meses em pacientes com espondilite anquilosante, possibilitou aumento da amplitude de movimento e flexibilidade da coluna vertebral, quando comparado à fisioterapia convencional.

Em nosso grupo de pesquisa, o interesse foi direcionado ao estudo da influência desse método sobre a musculatura respiratória e a mobilidade toracoabdominal, para subsidiar futuros estudos envolvendo indivíduos que apresentem disfunções respiratórias.

Segundo Derenne et al. (1978), o aumento do volume pulmonar reflete-se em importante encurtamento da musculatura inspiratória. Esse aumento está presente, principalmente, em patologias respiratórias obstrutivas, tendo como exemplo clássico à doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC).

Nessa patologia, o quadro clínico e as repercussões no estado geral de saúde do paciente sofrem influência de manifestações sistêmicas e necessitam de abordagem de tratamento que contemplem todos os componentes da doença (DOURADO et al., 2006).

Apesar das condições morfo-funcionais do indivíduo portador de DPOC serem diferentes daquelas apresentadas pelos sujeitos investigados neste trabalho, acredita-se que esses pacientes, pela disfunção mecânica característica, poderiam ser beneficiados pelo método proposto no que se refere às alterações dos músculos respiratórios.

O comprimento muscular adequada possibilitaria aos músculos inspiratórios de pneumopatas obstrutivos exercer capacidade contrátil mais eficaz, promovendo melhora da mecânica respiratória, entretanto, faz-se necessária a investigação dessa hipótese.

É importante ressaltar que na DPOC, além do comprometimento da mecânica respiratória, estão presentes outras manifestações sistêmicas que requerem cuidados e tratamento específico com acompanhamento médico, portanto o alongamento muscular seria proposto como parte de um programa de reabilitação pulmonar.

Nesse contexto, concluímos que os resultados deste estudo mostram que a postura “rã no chão com os braços abertos”, do método de RPG foi eficiente para promover aumento das pressões respiratórias máximas e do coeficiente respiratório, sugerindo sua utilização como recurso fisioterapêutico para o desenvolvimento da força muscular respiratória e da mobilidade toracoabdominal.

Apesar deste estudo apresentar dados relacionados a pessoas saudáveis, todos os voluntários apresentavam pressões inspiratórias máximas abaixo do limite inferior para a população estudada, e após a intervenção houve um aumento significativo destes valores. Assim sendo, os resultados obtidos sugerem que o treinamento pode ser de importância terapêutica no tratamento de alterações dos músculos respiratórios.

Desta forma há necessidade de estudos adicionais para avaliar o efeito desse alongamento na musculatura respiratória de portadores de DPOC, os quais apresentam desvantagem mecânica do músculo diafragma em virtude da hiperinsuflação causada pela patologia.

3. DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO ESTUDO I

3. DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO ESTUDO I

Verificamos no estudo I que a intervenção fisioterapêutica pelo método de reeducação postural global (RPG) teve efeito benéfico sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal, caracterizado pelo aumento das pressões respiratórias máximas e do coeficiente respiratório de jovens sedentários saudáveis.

Esse efeito benéfico parece estar relacionado à ação do alongamento da cadeia muscular respiratória na relação comprimento-tensão muscular, pois quando o comprimento da fibra muscular é cronicamente alterado, o número de sarcômeros se ajusta no sentido de compensar essa mudança, refletindo em sua capacidade funcional (LIEBER, 2002).

Após levantamento bibliográfico, não foram encontrados estudos investigando se a terapia com RPG também poderia influenciar nos volumes, capacidades e fluxos pulmonares. Assim, propomos no estudo II avaliar, por intermédio da espirometria, a influência do alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de RPG sobre a função pulmonar, uma vez que West (2004) refere à existência de uma relação direta de aumento de volume quando há alteração na pressão exercida, ou seja, quanto maior a pressão, maior o volume, e Leff & Schumacker (1993), também relatam que a mudança de volume está relacionada com a pressão que o distende.

4. ESTUDO II: “Alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de reeducação postural global: efeitos na função pulmonar”

4.1. RESUMO

A proposta deste estudo foi analisar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória na postura rã no chão com os braços abertos do método de reeducação postural global (RPG), sobre a função pulmonar. Este estudo foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa e participaram dele vinte voluntários jovens ($22,7 \pm 2,5$ anos), do sexo masculino, sedentários, não tabagistas, de antropometria semelhante, sem antecedentes de doenças músculo-esqueléticas, cardiovasculares e respiratórias, conforme avaliação clínica prévia. Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos de dez, sendo um grupo controle (G-C) que não participou do protocolo de alongamento, e o outro submetido à intervenção pelo método de RPG (G-RPG). O alongamento da cadeia muscular respiratória foi realizado duas vezes por semana, durante oito semanas, totalizando 16 sessões de 30 minutos cada. Os dois grupos foram submetidos à prova de função pulmonar, por intermédio de um espirômetro Med-Graphics – Breeze 6.0 antes e após o período de intervenção. Os valores obtidos dos voluntários do G-C na avaliação inicial referentes às variáveis espirométricas (capacidade vital lenta (CVL), capacidade inspiratória (CI), capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e ventilação voluntária máxima (VVM) não apresentaram diferença estatisticamente significativa quando comparados com os obtidos na avaliação final ($p > 0,05$). No G-RPG o valor de todas as variáveis estudadas apresentaram-se maiores após a intervenção ($p < 0,05$). Em conclusão, o protocolo de alongamento da cadeia muscular respiratória proposto pelo método de RPG mostrou ser eficiente para promover aumento das variáveis espirométricas, sugerindo que pode ser utilizado como um recurso fisioterapêutico coadjuvante para o desenvolvimento da função respiratória de sedentários saudáveis.

Palavras-chave: Reeducação postural global, Alongamento muscular, Função pulmonar, Espirometria, Fisioterapia.

4.2. INTRODUÇÃO

A relação entre atividade física e saúde está bem estabelecida. Os exercícios físicos relacionam-se a um estilo de vida saudável e a um aumento da expectativa de vida e, cada vez mais, aumentam os indícios de seus efeitos benéficos à saúde.

Face ao grande incentivo a prática de atividade física nos tempos modernos, gerado pelo conhecimento em torno de seus benefícios à saúde, torna-se importante compreender as relações entre o exercício e a função pulmonar e seus possíveis efeitos em indivíduos saudáveis, uma vez que grande parte da população praticante de atividades físicas são sujeitos clinicamente normais.

A investigação da mecânica respiratória é um tema de grande relevância para a fisioterapia cardiorrespiratória, principalmente porque, se for bem compreendida em sujeitos normais, podemos considerar suas variáveis em sujeitos portadores de patologias, atentando para suas limitações.

Quando os músculos respiratórios perdem sua capacidade de produzir tensão, ocorre comprometimento da pressão pulmonar, havendo prejuízo à mecânica respiratória, uma vez que a pressão produzida está diretamente relacionada à mudança de volume (LEFF & SCHUMACKER, 1993; WEST, 2004).

Na literatura são escassas as informações sobre a influência do alongamento dos músculos respiratórios sobre a mecânica respiratória, possivelmente por se tratar de um grupo muscular de funcionamento complexo que, talvez por isso, não apresenta técnicas específicas.

Diversos são os métodos e técnicas descritos com o objetivo de promover o alongamento muscular: ativo, passivo e estático. O alongamento estático é o mais utilizado para se obter aumento da flexibilidade e relaxamento e utiliza exercícios que podem ser realizados de forma isolada, ou de maneira global envolvendo diversos segmentos simultaneamente (TEODORI et al., 2003). Durante o alongamento estático, a tensão criada nos grupos musculares é de baixa intensidade, permitindo conforto ao paciente e eficácia ao tratamento (KISNER & COLBY, 2002).

O método de alongamento muscular ativo alonga em conjunto os músculos antigravitários, os rotadores internos e os inspiratórios e foi baseado na

compreensão das cadeias musculares posturais sendo denominado de reeducação postural global (RPG). O encurtamento dos músculos da cadeia respiratória leva ao aumento do volume da caixa torácica em repouso, caracterizando um tórax com grande diâmetro, porém recebendo pequeno volume de ar (SOUCHARD, 1989).

O método de RPG apresenta preocupação especial com o alongamento da musculatura respiratória, porém, apesar da prática clínica demonstrar seus benefícios, a comprovação científica é fundamental para sua validação como alternativa de tratamento.

Nos estudos de Kakizaki et al. (1999) e de Cunha et al. (2005), os autores analisaram o efeito do alongamento na musculatura respiratória de pacientes portadores de DPOC e os resultados evidenciaram melhora na mecânica respiratória, porém, os protocolos utilizados diferem do proposto pelo método de RPG.

Não especificamente com alongamento muscular, mas alguns trabalhos tem estudado o comportamento da função pulmonar em sujeitos saudáveis frente à realização de treinamentos diversos (VALLE et al., 1997; VALLE et al., 2002), sendo que alguns estudos demonstram que mesmo saudáveis, os sedentários possuem pior função pulmonar quando comparados com sujeitos ativos (HAGBERG et al., 1988; DIMITRIOU & DOHERTY, 1997).

Desta forma, considerando a proposta do método de RPG, tivemos por objetivo analisar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória sobre a função pulmonar de jovens saudáveis sedentários.

4.3. MATERIAIS E MÉTODOS

Respeitando as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde), este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo nº 03/05) e da Universidade Federal de São Carlos (protocolo nº 050/06) - ANEXO A. Os voluntários foram informados e esclarecidos a respeito dos objetivos e da metodologia experimental as quais seriam submetidos, explicitando o caráter não-invasivo dos procedimentos. Só foram estudados

voluntários que aceitaram participar do referido estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A).

O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo “GraphPad StatMate, versão 1.01i, 1998”, para o nível de confiança de 95% e *power* de 80%.

Participaram do estudo, vinte voluntários jovens ($22,7 \pm 2,5$ anos), do sexo masculino, sedentários, com capacidade aeróbia “fraca”, segundo a classificação da *American Heart Association* ($VO_2\text{max}$: $30,2 \pm 4,3$ mL/kg/min⁻¹), não tabagistas, de antropometria semelhante (Tabela 4), sem antecedentes de doenças músculo-esqueléticas, cardiovasculares e respiratórias, conforme avaliação clínica prévia.

Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos de dez (randomização realizada por tabela numérica), sendo um grupo controle (G-C) que não participou do protocolo de alongamento, e o outro submetido à intervenção pelo método de RPG (G-RPG). Durante o período experimental não houve perda amostral.

Antes e após o período de intervenção, todos os voluntários foram submetidos à avaliação da função pulmonar, por intermédio da espirometria. A amostra foi familiarizada com todos os procedimentos antes do início do experimento.

O pesquisador que realizou todas as medidas era cegado, ou seja, não tinha conhecimento se o voluntário era do G-C ou G-RPG, para que não houvesse influência nos resultados.

Todos os experimentos foram realizados no mesmo período do dia (entre as 14:00h e 17:00h), com objetivo de evitar as influências do ciclo circadiano nas variáveis estudadas.

4.3.1. Teste espirométrico

As provas de função pulmonar foram realizadas de acordo com as orientações da *American Thoracic Society* – ATS (1995) e das Diretrizes para Testes de Função Pulmonar (2002), com o uso de um espirômetro (Med-Graphics – Breeze 6.0, St. Paul, Minnesota, USA) – Figura 7A. Nestas provas foram realizadas as manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM). Cada manobra foi realizada até obterem-se três curvas aceitáveis e

duas reprodutíveis, não excedendo mais que oito tentativas. Os valores de referência utilizados foram os de Pereira et al. (2002), baseados nas Diretrizes para testes de função pulmonar (2002) e os resultados obtidos foram expressos em condições BTPS (*Body temperature and pressure saturated*).

O voluntário repousou por 10 minutos antes do teste e o procedimento foi descrito cuidadosamente, com ênfase em evitar vazamentos em torno da peça bucal e da necessidade de inspiração máxima seguida de expiração sustentada até que o examinador ordenasse a interrupção.

O exame foi realizado com o voluntário sentado, a cabeça mantida em posição neutra e fixa e um clipe nasal foi usado para evitar vazamento de ar pelas narinas (Figura 7B).

A partir das provas espirométricas foram obtidos os valores em porcentagem do previsto para cada grupo, referentes à capacidade vital lenta (CVL), capacidade inspiratória (CI), capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e ventilação voluntária máxima (VVM).

**A****B**

Figura 7: A) Espirômetro (Med-Graphics – Breeze 6.0); B) Ilustração do teste espirométrico utilizado para a realização das manobras de capacidade vital lenta (CVL), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM).

4.3.2. Intervenção terapêutica pelo Método RPG, na postura “rã no chão com os braços abertos”

Manobra de Relaxamento Diafragmático

Previamente à realização da postura “rã no chão com os braços abertos”, os voluntários foram submetidos à manobra para relaxamento diafragmático. Esta consistiu de uma massagem realizada com a ponta dos dedos aplicada desde o ângulo costo-xifoidiano até as últimas costelas bilateralmente, utilizando pressões suaves sobre a pele. Esta manobra possibilitou o relaxamento do diafragma, preparando-o para o alongamento (SOUCHARD, 1989).

Postura “rã no Chão com os braços abertos”

Para a postura “rã no chão com os braços abertos”, o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal com os braços a aproximadamente 45 graus de abdução, antebraços em supinação, com as palmas das mãos voltadas para cima; membros inferiores com abdução, flexão de quadril e joelhos fletidos até a completa aposição das plantas dos pés. Foi realizada a *pompagem* dorsal, objetivando o alinhamento das curvaturas dorsal e cervical da coluna vertebral, enquanto a *pompagem* sacral buscou a retificação da coluna lombar. O voluntário foi solicitado a abduzir os quadris a partir da posição inicial, mantendo as plantas dos pés em aposição, alinhadas ao eixo do corpo.

Para a realização da postura, o terapeuta utilizou comandos verbais e contatos manuais, solicitando a manutenção do alinhamento e as correções posturais necessárias, com o objetivo de otimizar o alongamento e impedir compensações. O voluntário foi solicitado a realizar inspirações tranquilas seguidas de expirações prolongadas, com o máximo rebaixamento possível das costelas e protusão do abdome, visando o alongamento da cadeia muscular respiratória, enquanto o terapeuta auxiliava na manutenção do crescimento axial.

Durante a realização da postura, os membros superiores deviam seguir em abdução, com alongamento progressivo dos músculos peitorais, até o limite possível para cada voluntário, evitando compensações. Da mesma forma, os membros inferiores em aposição deviam avançar em sentido caudal, visando principalmente o

alongamento do músculo psoas ilíaco, mantendo a curvatura lombar em contato com a superfície de apoio. Esta foi mantida por 30 min.

4.3.3. Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o aplicativo “Statistica for Windows, Release 6.1. Stat. Soft, Inc. 1984-2003”. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para verificar a normalidade na distribuição dos dados, sendo rejeitada a hipótese de normalidade de todas as variáveis. Portanto, para a análise da significância foram utilizados testes não-paramétricos, sendo o teste de Wilcoxon utilizado para amostras pareadas e de Mann-Whitney para amostras não-pareadas. Um valor de p menor que 0,05 foi considerado como estatisticamente significativo.

4.4. RESULTADOS

Na tabela 4 estão apresentados os valores em média e desvio-padrão referentes à idade e características antropométricas do grupo controle (G-C) e do grupo RPG (G-RPG). Não houve diferença estatisticamente significativa para nenhuma das variáveis ($p > 0,05$).

Tabela 4: Idade e características antropométricas dos grupos estudados.

	G-C (n=10)	G-RPG (n=10)
Idade (anos)	23,4±2,7	22,9±2,0
Massa corporal (kg)	81,1±7,3	80,0±4,3
Estatura (cm)	177,7±6,1	176,4±5,7
IMC (kg/m ²)	25,6±1,2	25,1±1,9

IMC: Índice de Massa Corporal

Verifica-se na tabela 5 que os dados das variáveis espirométricas expressos em valores absolutos e percentualmente em relação ao previsto, obtidos antes e após o período de intervenção do G-C, não apresentaram diferença estatisticamente

significante ($p>0,05$). Para o G-RPG, observaram-se maiores valores após o treinamento, apresentando diferenças significativas ($p<0,05$). Quando realizada a comparação inter-grupos nas condições pré e pós-treinamento, observou-se que não houve diferença estatisticamente significativa entre G-C e G-RPG ($p>0,05$).

Tabela 5: Valores absolutos e relativos das variáveis espirométricas dos grupos estudados.

	G-C (n=10)		G-RPG (n=10)	
	Antes	Após	Antes	Após
CVL (L)	5,42±0,4	5,25±0,6	4,98±1	5,38±1*
CVL %	97,7±9,3	94,9±16	92,4±16,36	97,3±18,2*
CI (L)	3,64±0,4	3,72±0,3	3,41±0,5	3,76±0,6*
CI %	101,2±12,77	104±9,3	98,1±15,7	109±17,5*
CVF (L/s)	5,6±0,5	5,54±0,3	5,46±0,7	5,60±0,8*
CVF %	100,5±7,7	99,7±7,6	100,8±10,9	104,2±11,7*
VEF₁ (L/s)	4,57±0,3	4,53±0,3	4,49±0,5	4,64±0,3*
VEF₁ %	99,1±7,7	98,6±8,3	99,7±9,7	102,4±8,6*
VVM (L/min)	181,9±21	174,6±15	166,4±22	183,9±26*
VVM %	98,1±14,4	94,4±11,6	92±7,4	99,4±12,1*

* G-RPG antes x G-RPG após ($p<0,05$)

CVL: capacidade vital lenta; CI: capacidade inspiratória; CVF: capacidade vital forçada; VEF₁: volume expiratório forçado no primeiro segundo; VVM: ventilação voluntária máxima.

4.5. DISCUSSÃO

Os voluntários estudados na presente investigação não apresentaram discrepância em relação às características antropométricas e a idade. Essas variáveis foram cuidadosamente observadas para manter a homogeneidade dos grupos, bem como garantir a qualidade da pesquisa, uma vez que as variáveis espirométricas apresentam variações fisiológicas de acordo com o sexo, idade, massa corporal e estatura (COSTA & JAMAMI, 2001).

A interação entre o pulmão e a caixa torácica constitui um determinante importante dos volumes pulmonares, que comportam conseqüências relevantes para a função da troca gasosa do pulmão, sendo os testes de função pulmonar bastante importantes e precisos para verificar a eficácia de técnicas, servindo como método auxiliar na avaliação respiratória (AARON et al., 1999; THIMOTHY et al., 2004; PIERCE, 2005). De maneira geral, os testes de função pulmonar fornecem medidas quantitativas que constituem também indicadores da função neuromuscular sendo, portanto, medidas potencialmente importantes (COSTA et al., 1996).

Em relação aos valores da capacidade vital lenta (CVL), capacidade inspiratória (CI), capacidade vital forçada (CVF), volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1) e da ventilação voluntária máxima (VVM), tais valores encontravam-se dentro da faixa de normalidade documentada na literatura (Pereira et al., 2002) para ambos os grupos. No entanto, todos os sujeitos desta investigação tinham encurtamento da cadeia muscular respiratória e valores de força muscular inspiratória abaixo do limite inferior predito (MORENO et al., 2007), com conseqüente desvantagem mecânica.

A investigação da mecânica respiratória e de suas respostas frente a diferentes estímulos é um tema de grande relevância na área da fisioterapia cardiorrespiratória, principalmente porque, se for bem compreendida em sujeitos normais, podemos considerar suas variáveis em sujeitos portadores de patologias, atentando para suas limitações.

No que se refere ao efeito do alongamento dos músculos respiratórios nas variáveis pulmonares, Kakizaki et al. (1999), investigaram portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) e verificaram que após 4 semanas de intervenção, os pacientes apresentaram aumento da mobilidade torácica e do volume

corrente e diminuição da dispnéia. Apesar das características dos voluntários e o protocolo utilizado serem diferentes dos da presente investigação, os resultados são concordantes quanto aos efeitos benéficos proporcionados pelo alongamento muscular.

São poucos na literatura os estudos sobre função pulmonar em sujeitos saudáveis (VALLE et al., 1997; VALLE et al., 2002), e alguns autores demonstram que mesmo saudáveis, os sedentários possuem pior função pulmonar quando comparados com sujeitos ativos (HAGBERG et al., 1988; DOHERTY & DIMITRIOU, 1997).

O aumento de força muscular respiratória (estudo I) e dos valores das variáveis espirométricas em função do alongamento, observado em nossos resultados deve-se possivelmente à melhor interação entre os filamentos de actina e miosina, em virtude do aumento do comprimento funcional do músculo.

Herring et al. (1984) apontam que o comprimento do sarcômero é regulado pelo tempo de tensão ao qual o músculo é submetido: períodos prolongados de alongamento podem levar a um processo adaptativo muscular mais eficaz em comparação a curtos períodos de tempo. Nesse aspecto, tanto o tempo de duração do tratamento, quanto o tempo de duração de cada sessão de alongamento aplicado neste estudo podem ter favorecido o aumento do comprimento dos sarcômeros e uma contração mais eficaz, refletida no aumento das variáveis respiratórias.

Derenne et al. (1978) referem que a pressão máxima gerada por um músculo reflete sua força. Assim, neste estudo procurou-se aplicar técnicas de alongamento para melhorar a relação comprimento-tensão das fibras musculares, favorecendo o desempenho da bomba respiratória, considerando que quanto mais alongado estiver um músculo dentro do limite de sua capacidade contrátil, maior será sua capacidade de gerar tensão.

Além do método de RPG, em outras atividades físicas como, por exemplo, a ioga também existe uma preocupação com o alongamento e com a função respiratória, uma vez que o controle da respiração é crucial na sua prática. Em trabalho realizado por Mandanmohan et al. (2003), os autores observaram aumento da força muscular inspiratória e expiratória e de índices espirométricos após seis meses de prática regular da atividade, semelhante aos resultados obtidos em nosso

estudo utilizando o alongamento da cadeia respiratória, mostrando que o controle da respiração e o alongamento tem efeito benéfico na função respiratória.

Ressalta-se que o método de RPG (alongamento global) apresenta vantagens em relação a outros tipos de alongamento por manter a musculatura alongada por tempo prolongado (mais de 20 minutos) e alongar os músculos em cadeias, impedindo compensações em músculos próximos ou distantes, possibilitando a melhora da flexibilidade e da força.

São escassos os estudos que comprovam os benefícios do método de RPG, especialmente no que se refere à musculatura respiratória. Entretanto, as publicações existentes são unânimes em apontar sua influência sobre o comprimento muscular, melhora da amplitude de movimento e flexibilidade, repercutindo em melhora da capacidade de contração muscular.

O aumento significativo nos valores das variáveis espirométricas e das pressões respiratórias máximas (estudo I) após a intervenção demonstra que o método de RPG foi eficaz para a melhora da função respiratória, o que é concordante com West (2004), que refere a existência de uma relação direta de aumento de volume quando há alteração na pressão exercida, ou seja quanto maior a pressão, maior o volume, e com Leff & Schumacker (1993), que relatam que a mudança de volume está relacionada com a pressão que o distende.

Segundo Iturri (2000), hoje se aceita que existe uma remodelação dos músculos respiratórios diante de situações de sobrecarga, como nas doenças obstrutivas, que consiste tanto em adaptações estruturais (adaptação dos sarcômeros), como metabólicas (capacidade oxidativa).

Para Derenne et al. (1978) e Iturri (2000), o aumento do volume pulmonar pela hiperinsuflação, reflete-se em atrofia e importante encurtamento da musculatura inspiratória. Esse aumento está presente, principalmente, em patologias respiratórias obstrutivas, tendo como exemplo clássico a DPOC, caracterizada por elevado volume residual e elevada capacidade residual funcional.

Apesar das condições morfo-funcionais dos indivíduos portadores de DPOC serem diferentes daquelas apresentadas pelos sujeitos investigados neste estudo, no que se refere a particularidades como idade e função pulmonar, acredita-se que esses pacientes, pela disfunção mecânica característica, poderiam ser beneficiados pelo método proposto.

Nos achados do estudo realizado por Cunha et al. (2005), que utilizaram um protocolo de exercícios de alongamento dos músculos respiratórios aplicado três vezes por semana, num total de 16 sessões, os autores observaram melhora na mecânica respiratória de pacientes portadores de DPOC. Esses resultados corroboram com os nossos, no entanto, o tipo de alongamento, o protocolo utilizado e a população estudada diferem da nossa investigação.

O comprimento muscular adequado possibilitaria aos músculos inspiratórios de pneumopatas obstrutivos exercer capacidade contrátil mais eficaz, promovendo melhora da mecânica respiratória e conseqüente aumento do volume corrente, entretanto, faz-se necessária a investigação dessa hipótese.

Em conclusão, os resultados deste estudo demonstraram que a postura “rã no chão com os braços abertos”, do método de RPG foi eficiente para promover aumento significativo das variáveis espirométricas dos voluntários estudados, sugerindo sua utilização como recurso fisioterapêutico para a melhora da função respiratória em sedentários.

5. DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO ESTUDO II

5. DESENVOLVIMENTO A PARTIR DO ESTUDO II

Verificamos no estudo II que além do efeito benéfico que o alongamento promoveu na força muscular respiratória, os voluntários também apresentaram melhora significativa na função pulmonar, mostrando que o alongamento teve um efeito positivo na mecânica respiratória.

Apesar do exercício de alongamento muscular ser bastante utilizado e difundido, a maioria dos estudos dá ênfase à qualidade de vida, ganho de flexibilidade e alívio de dor (MARQUES et al., 2004; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PENAS et al., 2005). Porém, com relação ao efeito do alongamento pelo método de RPG sobre as adaptações do sistema nervoso autônomo na modulação da frequência cardíaca (FC) assim como, das variáveis ventilatórias e metabólicas nenhum estudo foi encontrado na literatura.

Assim, baseando-se no fato que existe uma estreita relação entre o padrão respiratório e os ciclos cardíacos (YASUMA & HAYANO, 2004), propomos no estudo III avaliar a influência do alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de RPG sobre a modulação autonômica da FC em repouso, bem como, nas variáveis ventilatórias e metabólicas durante o teste de exercício cardiopulmonar.

6. ESTUDO III: “O alongamento da cadeia muscular respiratória proposto pelo método de reeducação postural global influencia nas variáveis ventilatórias e metabólicas e na modulação autonômica da frequência cardíaca?”

6.1. RESUMO

A proposta deste estudo foi analisar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória na postura rã no chão com os braços abertos do método de reeducação postural global (RPG) sobre a frequência cardíaca (FC) e sua variabilidade (VFC) em repouso, bem como, sobre as variáveis ventilatórias e metabólicas durante o exercício. O estudo foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa, realizado com vinte homens sedentários, idade $22,7 \pm 2,5$ anos, divididos em grupo controle (G-C) que não participou da intervenção e grupo RPG (G-RPG) que recebeu o alongamento duas vezes por semana, durante oito semanas, totalizando 16 sessões. Os dois grupos foram submetidos à captação da FC em repouso e das variáveis ventilatórias e metabólicas durante o teste de exercício cardiopulmonar antes e após o período de intervenção. Os dados da FC e dos intervalos R-R (iR-R) foram obtidos batimento a batimento em repouso na posição sentada e o das variáveis ventilatórias e metabólicas respiração a respiração durante o teste de exercício cardiopulmonar em cicloergômetro. A VFC foi analisada no domínio do tempo (índices RMSSD e pNN50) e no domínio da frequência (baixa frequência (BF), alta frequência (AF) e razão BF/AF). No tratamento estatístico foram utilizados testes não-paramétricos com nível de significância $\alpha = 5\%$. Na análise de todas as variáveis estudadas, tanto para o G-C como G-RPG, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as condições pré e pós intervenção ($p > 0,05$). Em conclusão, o alongamento não influenciou nas respostas da FC e de sua variabilidade em repouso, bem como, das variáveis ventilatórias e metabólicas durante o exercício, sugerindo que as adaptações do sistema cardiorrespiratório parecem não estar relacionadas ao tipo de protocolo de exercício físico utilizado.

Palavras-chave: Reeducação postural global, Alongamento muscular, Frequência cardíaca, Variabilidade da frequência cardíaca, Variáveis ventilatórias e metabólicas, Ergoespirometria.

6.2. INTRODUÇÃO

A atividade física faz parte do cotidiano do ser humano e, durante sua execução, desencadeia importantes ajustes neurais, hormonais, cardiovasculares e respiratórios, com o objetivo de garantir a homeostase do organismo diante da necessidade energética da musculatura esquelética em atividade (RONDON et al., 2005).

Os ajustes rápidos do sistema cardiovascular são modulados principalmente pelo sistema nervoso autônomo (SNA) por meio da estimulação ou inibição das fibras nervosas simpática e parassimpática e pelas substâncias químicas que circulam no sangue (MITCHELL, 1990). A complexa interação entre estas duas eferências resulta em oscilações da frequência cardíaca (FC) instantânea e dos intervalos R-R (iR-R), as quais denominamos de variabilidade da FC (VFC) (LONGO et al., 1995; TASK FORCE, 1996).

A magnitude dessas respostas ao exercício está na dependência de um grande número de fatores, tais como: idade, sexo, características antropométricas (peso e altura), fatores genéticos e psicológicos, doenças (tipo e gravidade), hábitos alimentares, condições ambientais (temperatura, umidade e pressão barométrica), nível de condicionamento físico e condições relacionadas ao próprio exercício (tipo de exercício – dinâmico e/ou estático; intensidade, forma e duração; quantidade de massa muscular envolvida e posição corporal) (GALLO-Jr et al., 1995).

Os efeitos do exercício físico sobre o funcionamento do corpo humano tem sido alvo de pesquisas, tendo como enfoque a influência da atividade física aeróbia sobre o sistema cardiorrespiratório (TULPPO et al., 2003; LEICHT et al., 2003).

Os exercícios aeróbios realizados de forma crônica são responsáveis por modificações no sistema cardiovascular (NEGRÃO et al. 1992), principalmente no que se refere à FC de repouso (KATONA et al., 1982), sendo essas modificações denominadas de adaptações.

Evidências mostram que indivíduos bem condicionados fisicamente possuem FC de repouso menor, sugerindo maior atividade parassimpática que pode ser atribuída como consequência de adaptações intrínsecas do próprio nodo sinusal ou ainda decorrentes de outras modificações fisiológicas, como o aumento do retorno venoso e do volume sistólico e melhora da contratilidade miocárdica, ou periférica,

como melhora da utilização de oxigênio para gerar mais trabalho, resultando em diminuição da FC (ALMEIDA & ARAÚJO, 2003).

Embora pareçam existir poucas dúvidas quanto à melhora na qualidade de vida e, sobretudo, na condição de saúde alcançada por intermédio de programas de exercícios físicos, a literatura é unânime quanto aos efeitos benéficos do exercício dinâmico sobre o sistema cardiorrespiratório (TULPPO et al., 2003; LEICHT et al., 2003; BRUM et al., 2004).

O exercício de alongamento muscular tem sido muito utilizado e difundido, no que se refere ao ganho de flexibilidade e alívio de dor (MARQUES et al., 2004; FERNÁNDEZ-DE-LAS-PENAS et al., 2005).

São diversos os métodos e técnicas descritos com o intuito de promover o alongamento muscular, sendo o alongamento estático um dos mais utilizados para se obter aumento da flexibilidade e relaxamento muscular. Este tipo de alongamento utiliza exercícios que podem ser realizados de forma a alongar isoladamente um grupo muscular, ou de maneira global, permitindo o alongamento da musculatura de diversos segmentos simultaneamente (TEODORI et al., 2003; PINFILDI et al., 2004).

Dentre os métodos de alongamento muscular estático, está a reeducação postural global (RPG), que foi descrito originalmente por Souchart em 1987, baseado na compreensão das cadeias musculares posturais.

Em relação ao comportamento da mecânica respiratória merecem menção os estudos realizados por Teodori et al. (2003) e por Moreno et al., (2007), que mostraram melhora significativa na força muscular respiratória e mobilidade toracoabdominal após intervenção pelo método de RPG. No entanto, nenhum estudo sobre as adaptações do sistema nervoso autônomo na modulação da FC assim como, das variáveis ventilatórias e metabólicas foi encontrado na literatura.

No que se refere ao treinamento com alongamento de grandes grupos musculares de forma isolada, Mueck-Weymann et al. (2004) verificaram redução da FC em repouso e aumento dos índices da variabilidade da FC de atletas de fisiculturismo após programa de 28 dias. Entretanto, neste estudo o protocolo de alongamento utilizado difere do preconizado pelo método de RPG.

Em outro estudo, avaliando as respostas da FC e do consumo de oxigênio (VO_2), nas condições de repouso, durante atividade física sem envolver alongamento muscular e durante a realização de alongamento estático passivo, Nelson et al.

(2005) observaram maiores valores dessas variáveis durante a realização do alongamento quando comparado as outras duas condições, referindo um aumento da taxa metabólica durante o tempo que o estiramento estava acontecendo.

Tendo por base o referencial teórico explanado, a partir das considerações descritas até o momento, a presente investigação teve como objetivo avaliar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória pelo método de RPG na FC em repouso e em sua variabilidade, bem como, sobre as variáveis ventilatórias e metabólicas durante o exercício, uma vez que as evidências científicas são necessárias para sua validação como alternativa de tratamento.

Para tanto, foram utilizados testes funcionais não invasivos, na tentativa de elucidar o comportamento dessas variáveis mediante intervenção pelo método de RPG.

6.3. MATERIAIS E MÉTODOS

Respeitando as normas de conduta em pesquisa experimental com seres humanos (Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde), este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (protocolo nº 03/05) e da Universidade Federal de São Carlos (protocolo nº 050/06) – ANEXO A. Os voluntários foram informados e esclarecidos a respeito dos objetivos e da metodologia experimental as quais seriam submetidos, explicitando o caráter não-invasivo dos procedimentos. Só foram estudados voluntários que aceitaram participar do referido estudo e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A).

O cálculo amostral foi realizado utilizando-se o aplicativo “GraphPad StatMate, versão 1.01i, 1998”, para o nível de confiança de 95% e *power* de 80%, sobre a variável VO_2 .

Participaram do estudo, vinte voluntários jovens ($22,7 \pm 2,5$ anos), do sexo masculino, sedentários, com capacidade aeróbia “fraca”, segundo a classificação da *American Heart Association* (VO_{2max} : $30,2 \pm 4,3$ mL/kg/min⁻¹), não tabagistas, de antropometria semelhante (Tabela 6), sem antecedentes de doenças músculo-

esqueléticas, cardiovasculares e respiratórias, conforme avaliação clínica prévia e sem alterações nos exames bioquímicos de sangue e urina (Tabela 7).

Os voluntários foram divididos aleatoriamente em dois grupos de dez (randomização realizada por tabela numérica), sendo um grupo controle (G-C) que não participou do protocolo de alongamento, e o outro submetido à intervenção pelo método de RPG (G-RPG). Durante o período experimental não houve perda amostral.

Antes e após o período de intervenção, todos os voluntários foram submetidos ao registro da FC e dos iR-R em repouso na posição sentada por 15 min, bem como, à captação das variáveis ventilatórias e metabólicas a partir de um teste de exercício cardiopulmonar em cicloergômetro, com incrementos de potência de 20 a 25 W/min até a exaustão física. A amostra foi familiarizada com todos os procedimentos antes do início do experimento.

O pesquisador que realizou todas as medidas era cegado, ou seja, não tinha conhecimento se o voluntário era do G-C ou G-RPG, para que não houvesse influência nos resultados.

Todos os experimentos foram realizados no mesmo período do dia (entre as 14:00h e 17:00h), com objetivo de evitar as influências do ciclo circadiano nas variáveis estudadas.

6.3.1. Preparação e controle ambiental da sala de experimentos

Na sala onde foram realizados os experimentos as condições ambientais foram controladas artificialmente, de forma que a temperatura e umidade relativa do ar variassem de 22 a 24°C e de 40 a 60%, respectivamente. As medidas de umidade relativa do ar e temperatura foram aferidas por meio de um termo-higrômetro de leitura direta (*INCOTERM*[®], Porto Alegre, RS, Brasil). O controle da umidade relativa do ar foi realizado por um umidificador e purificador de ambiente WATERCLEAR plus (Soniclear, São Paulo, SP, Brasil) e a temperatura por um aparelho de ar condicionado modelo *YORK*[®]. Para verificação da pressão barométrica foi utilizado um barômetro de Torricelli (*INCOTERM*[®], Porto Alegre, RS, Brasil).

Com o objetivo de preparar a sala de experimento e garantir que as condições ambientais pré-teste fossem ideais, os pesquisadores chegavam cerca de 1 hora e meia antecipadamente ao laboratório. Neste tempo eram realizados os procedimentos de calibração de todos os equipamentos utilizados nos testes, bem como a organização de todo o material que seria usado no experimento.

Na preparação do voluntário para realização dos testes, foram realizadas a limpeza e abrasão da pele com álcool e algodão e, quando necessária, a tricotomia, para a adequada colocação dos eletrodos de registro do eletrocardiograma (ECG), de modo a garantir a menor impedância possível da pele aos eletrodos.

Após estes procedimentos os voluntários permaneciam por 15 min em repouso na posição supina para avaliar se as condições basais da pressão arterial e FC estavam dentro da faixa de normalidade e adequadas para o início do experimento.

6.3.2. Procedimento para registro da frequência cardíaca e dos intervalos R-R

Este procedimento teve como objetivo avaliar a variabilidade da frequência cardíaca para verificar a modulação do controle autonômico sobre a mesma na condição de repouso na posição sentada e durante o teste de exercício cardiopulmonar.

Os voluntários foram orientados a permanecerem em repouso por um período de 10 min, evitando conversar com os experimentadores, verificando-se novamente a pressão arterial e a FC. Em seguida dava-se início a coleta da frequência cardíaca, durante 15 min na posição sentada com apoio das costas e joelhos flexionados em 90° e os pés apoiados no chão (Figura 8).

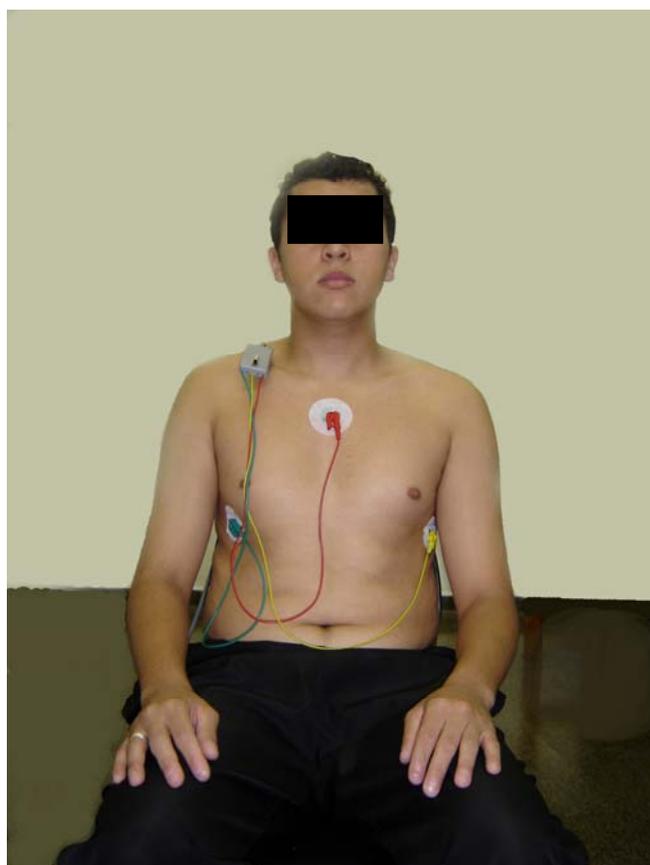


Figura 8: Ilustração da captação frequência cardíaca em repouso na posição sentada.

Para a coleta dos dados, os voluntários foram monitorizados na derivação MC5. Os sinais do ECG foram captados a partir do monitor cardíaco de 1 canal (MINISCOPE II – Instramed – Porto Alegre, RS, Brasil) e processados usando um conversor analógico/digital de 8 canais (Lab-PC+/ National Instruments Co, Austin, TX, USA) que constitui uma interface entre o monitor cardíaco e o microcomputador Pentium III. Os sinais foram registrados em tempo real, após a conversão analógico/digital em uma frequência de amostragem de 500Hz e os intervalos R-R (ms) foram calculados batimento a batimento utilizando um software específico (SILVA et al., 1994), ilustrado na Figura 9.



Figura 9: Ilustração da aquisição do sinal do ECG e da frequência cardíaca (bpm) obtidos pelo cálculo dos iR-R (ms), batimento a batimento em tempo real, na condição de repouso.

6.3.3. Teste de exercício físico dinâmico contínuo do tipo rampa

Este protocolo foi utilizado com o objetivo de determinar a capacidade aeróbia dos voluntários estudados, por meio da determinação de parâmetros cardiorrespiratórios no limiar de anaerobiose (LA) e no pico do exercício.

O protocolo consistiu de 1 min de repouso pré-teste sentado no cicloergômetro de frenagem eletromagnética (QUINTON - CORIVAL 400, Groningen, Holanda), início do exercício físico com carga de aquecimento de 4 Watts (W) durante 4 min (carga livre), seguidos de incrementos de potência de 20 a 25 W/min até a exaustão física, ou seja, quando o voluntário não conseguisse mais manter a velocidade de pedalada em 60 rpm. O incremento de potência foi calculado para cada voluntário de acordo com a fórmula descrita por Wasserman et al. (1999). A velocidade de pedalada foi mantida em 60 rpm e foi monitorada durante todo o teste (Figura 10).

O incremento de carga foi controlado pelo sistema de medidas de variáveis ventilatórias e metabólicas (CPX-D, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA). Para evitar uma síncope após atingir o pico do esforço, os voluntários foram orientados a continuar o exercício, porém, com redução progressiva tanto da potência como da velocidade, por aproximadamente 3 minutos. A montagem do protocolo experimental do teste de exercício cardiopulmonar está representada na Figura 11.

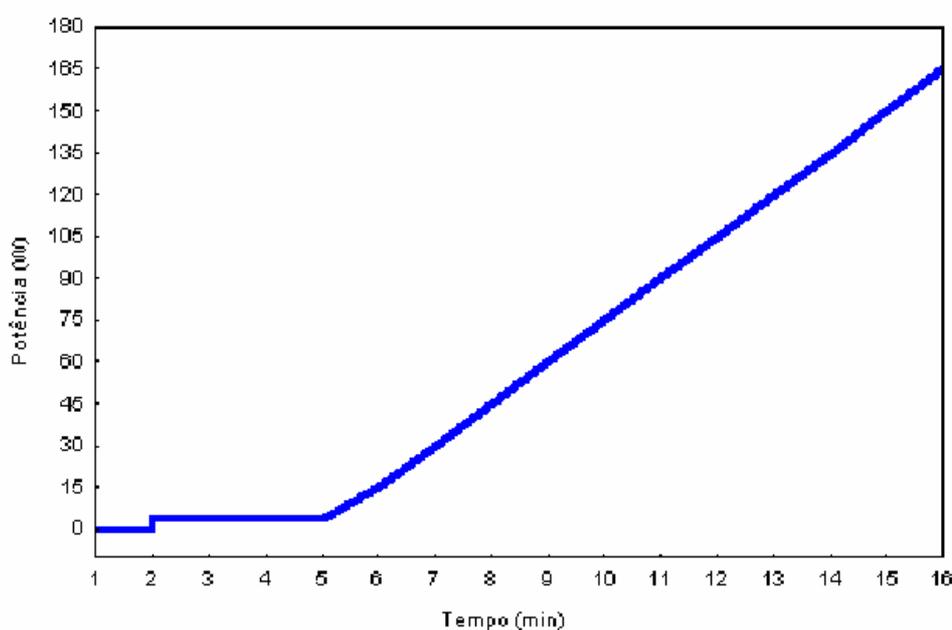


Figura 10: Representação esquemática do teste de exercício físico dinâmico contínuo do tipo rampa, com 1 minuto de repouso pré-teste, carga de aquecimento de 4 Watts (W) durante 4 minutos, seguido de incrementos de 20 a 25 W/min, até a exaustão física do voluntário.

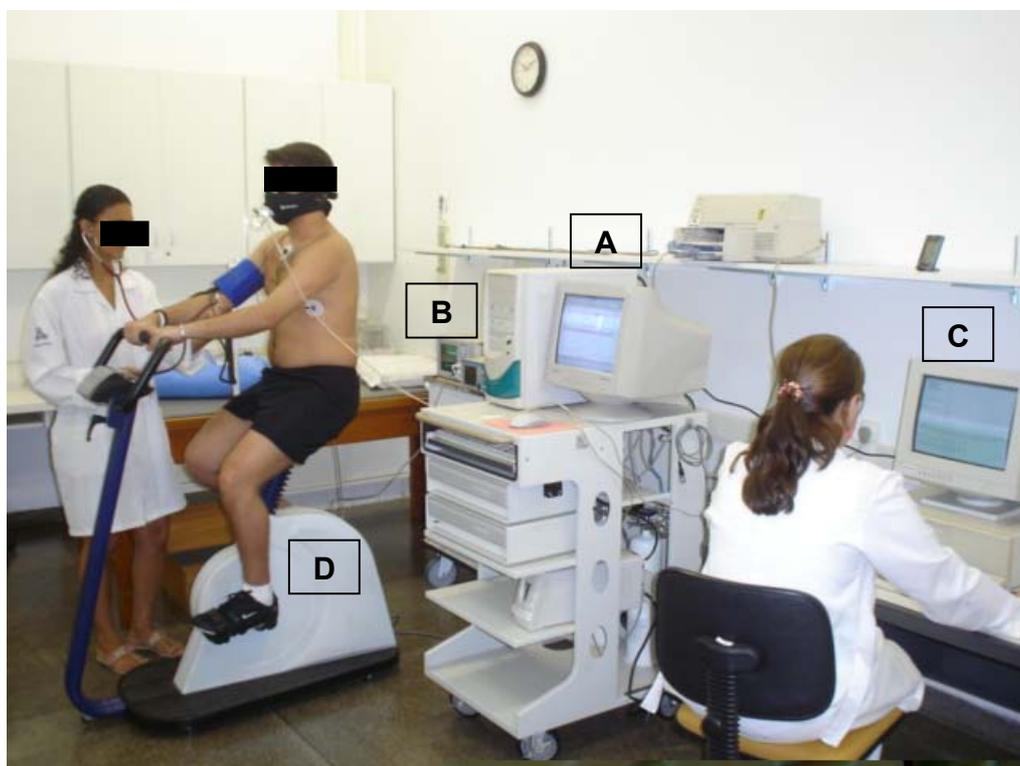


Figura 11: Ilustração da montagem experimental do teste de exercício cardiopulmonar integrado. A) Sistema ergoespirométrico (CPX-D, Medical Graphics); B) Monitor cardíaco; C) Computador com software de aquisição dos dados de frequência cardíaca; D) Cicloergômetro de frenagem eletromagnética.

Neste protocolo, os voluntários foram monitorizados na derivação MC5 e a FC e os iR-R do ECG foram registrados e armazenados durante todo o teste (Figura 12). Para a captação das variáveis ventilatórias e metabólicas, foi utilizado o sistema ergoespirométrico (CPX-D, Medical Graphics, St. Paul, MN, USA), que dispõe de um microcomputador (*Pentium III* 1100 MHz) com uma placa analógico/digital configurada para permitir uma amostragem de 250 valores por segundo, por canal (*Service Manual MedGraphics*). O software utilizado para a captação das variáveis ventilatórias e metabólicas foi o Breeze Suíte 6.0, que possibilita a emissão gráfica das variáveis em vários formatos.

O volume corrente foi obtido com a utilização de um pneumotacógrafo de Pilot conectado ao sistema CPX-D e acoplado a uma máscara facial

A análise do O_2 pelo sistema CPX-D era realizada por meio de um eletrodo de zircônio e de CO_2 por um sensor infravermelho. O sistema CPX-D fornecia, em tempo real, os valores do incremento de potência aplicado em rampa (W), da velocidade de pedalada (rpm), além dos valores, de respiração à respiração, do VO_2 , da produção de CO_2 (VCO_2), da ventilação pulmonar (VE) e da frequência cardíaca (Figura 13). Também eram calculados e armazenados, para emissão de tabelas e gráficos, os equivalentes ventilatórios do O_2 (VE/VO_2) e do CO_2 (VE/VCO_2), a razão de trocas respiratórias (RER), as pressões parciais ao final da expiração de O_2 (PET O_2) e do CO_2 (PET CO_2), o volume corrente (VT) e a frequência respiratória (RR).

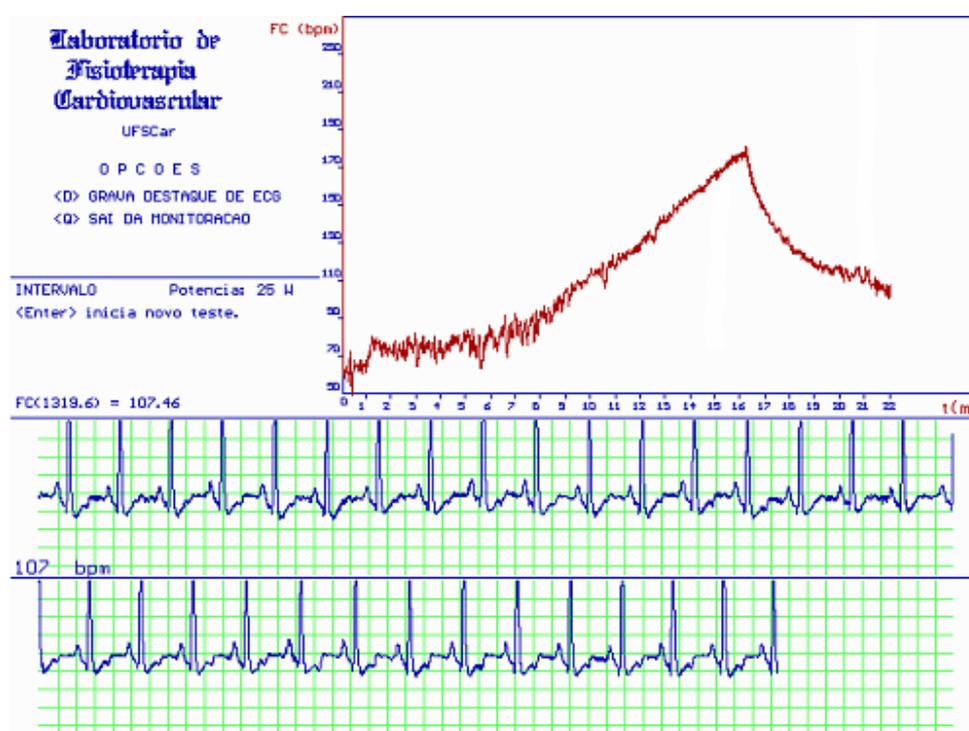


Figura 12: Ilustração da tela de aquisição do ECG e cálculo da FC e iR-R, durante a realização do teste de exercício físico dinâmico contínuo do tipo rampa, de um dos voluntários estudados.

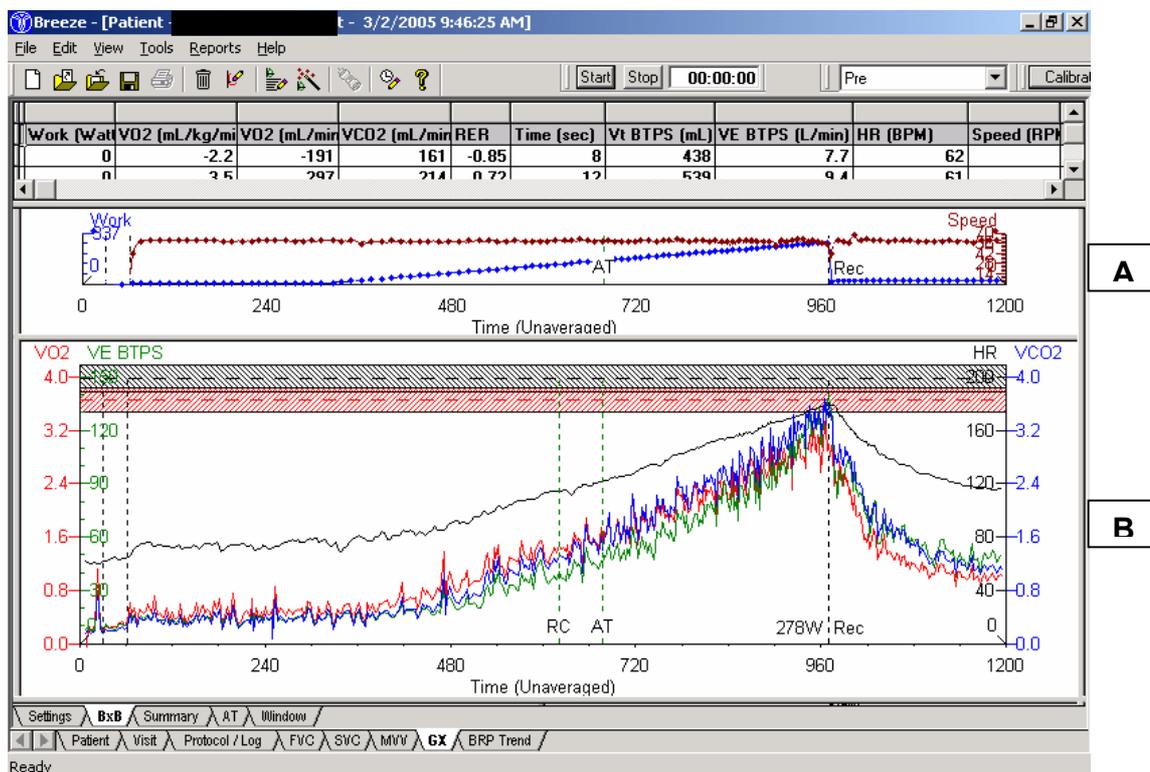


Figura 13: Ilustração da tela de aquisição do sistema ergoespirométrico durante o teste de exercício cardiopulmonar integrado, mostrando em A, velocidade de rotação (rpm) em vermelho e incremento de potência (Watts) em azul, e em B, frequência cardíaca (HR) em preto, consumo de oxigênio (VO₂) em vermelho, produção de dióxido de carbono (VCO₂) em azul e ventilação minuto (VE) em verde, obtidos respiração a respiração.

6.3.4. Intervenção terapêutica pelo método RPG, na postura “rã no chão com os braços abertos”

Manobra de relaxamento diafragmático

Previamente à realização da postura “rã no chão com os braços abertos”, os voluntários foram submetidos à manobra para relaxamento diafragmático. Esta consistiu de uma massagem realizada com a ponta dos dedos aplicada desde o ângulo costo-xifoidiano até as últimas costelas bilateralmente, utilizando pressões suaves sobre a pele. Esta manobra possibilitou o relaxamento do diafragma, preparando-o para o alongamento (SOUCHARD, 1989).

Postura “rã no chão com os braços abertos”

Para a postura “rã no chão com os braços abertos”, o voluntário foi posicionado em decúbito dorsal com os braços a aproximadamente 45 graus de abdução, antebraços em supinação, com as palmas das mãos voltadas para cima; membros inferiores com abdução, flexão de quadril e joelhos fletidos até a completa aposição das plantas dos pés. Foi realizada a *pompagem* dorsal, objetivando o alinhamento das curvaturas dorsal e cervical da coluna vertebral, enquanto a *pompagem* sacral buscou a retificação da coluna lombar. O voluntário foi solicitado a abduzir os quadris a partir da posição inicial, mantendo as plantas dos pés em aposição, alinhadas ao eixo do corpo.

Para a realização da postura, o terapeuta utilizou comandos verbais e contatos manuais, solicitando a manutenção do alinhamento e as correções posturais necessárias, com o objetivo de otimizar o alongamento e impedir compensações. O voluntário foi solicitado a realizar inspirações tranquilas seguidas de expirações prolongadas, com o máximo rebaixamento possível das costelas e protusão do abdome, visando o alongamento da cadeia muscular respiratória, enquanto o terapeuta auxiliava na manutenção do crescimento axial.

Durante a realização da postura, os membros superiores deviam seguir em abdução, com alongamento progressivo dos músculos peitorais, até o limite possível para cada voluntário, evitando compensações. Da mesma forma, os membros inferiores em aposição deviam avançar em sentido caudal, visando principalmente o alongamento do músculo psoas ílaco, mantendo a curvatura lombar em contato com a superfície de apoio. Esta postura foi mantida por 30 min.

6.4. Metodologia de análise dos dados

6.4.1. Condição de repouso

6.4.1.1 Freqüência cardíaca (FC) e intervalos R-R (iR-R)

Para análise do conjunto de dados de FC e dos iR-R na condição de repouso na posição sentada dos voluntários estudados, inicialmente foi realizada uma inspeção visual da distribuição dos iR-R (ms) obtidos no tempo de coleta na condição

de repouso para seleção dos trechos com maior estabilidade no traçado dos iR-R do ECG. Em seguida os mesmos foram analisados desde que compreendessem, no mínimo, 5 min de registro ou 256 pontos (TASK FORCE, 1996).

6.4.1.2. Análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC)

Domínio do Tempo

No período selecionado foram calculados a FC e os índices dos iR-R (ms) no domínio do tempo (RMSSD - raiz quadrada da somatória do quadrado da diferença entre os iR-R no registro, dividido pelo nº de iR-R da série de dados selecionados menos um, e pNN50 - porcentagem dos iR-R adjacentes com diferença maior que 50 ms).

Domínio da Frequência

A análise no domínio da frequência foi realizada nos dados coletados nas mesmas condições e trechos selecionados para análise no domínio do tempo. Para análise no domínio da frequência, utilizou-se o procedimento de retirada de tendência linear, e a transformada rápida de Fourier foi aplicada em janela única, na seqüência dos valores dos intervalos R-R, previamente selecionados. Os componentes espectrais de potência foram computados nas bandas de baixa (BF: 0,04-0,15 Hz) e alta frequência (AF: 0,15-0,4 Hz), em unidades normalizadas (un), as quais correspondem ao percentual do espectro total de potência subtraído do componente de muito baixa frequência (MBF: 0,003-0,04 Hz). Desde que a banda de BF é modulada por ambas divisões do sistema nervoso autônomo, simpático e parassimpático, e a banda de AF é correlacionada ao controle vagal, a razão BF/AF foi calculada para avaliar o balanço simpato-vagal (TASK FORCE, 1996).

6.4.2. Condição de exercício

6.4.2.1. Determinação do limiar de anaerobiose e do pico do exercício

Para determinação do LA foi utilizado como critério o momento em que se observasse um aumento não-linear da curva de produção de dióxido de carbono (VCO_2) em relação à curva de VO_2 . Isso foi determinado pela análise visual das

respostas do VO_2 e da VCO_2 (Figura 14), por três pesquisadores independentes, devidamente treinados. Essa análise visual foi baseada no método do *V-Slope* (BEAVER et al., 1986). O valor do LA foi considerado como a média dos três valores apontados para cada um dos voluntários estudados.

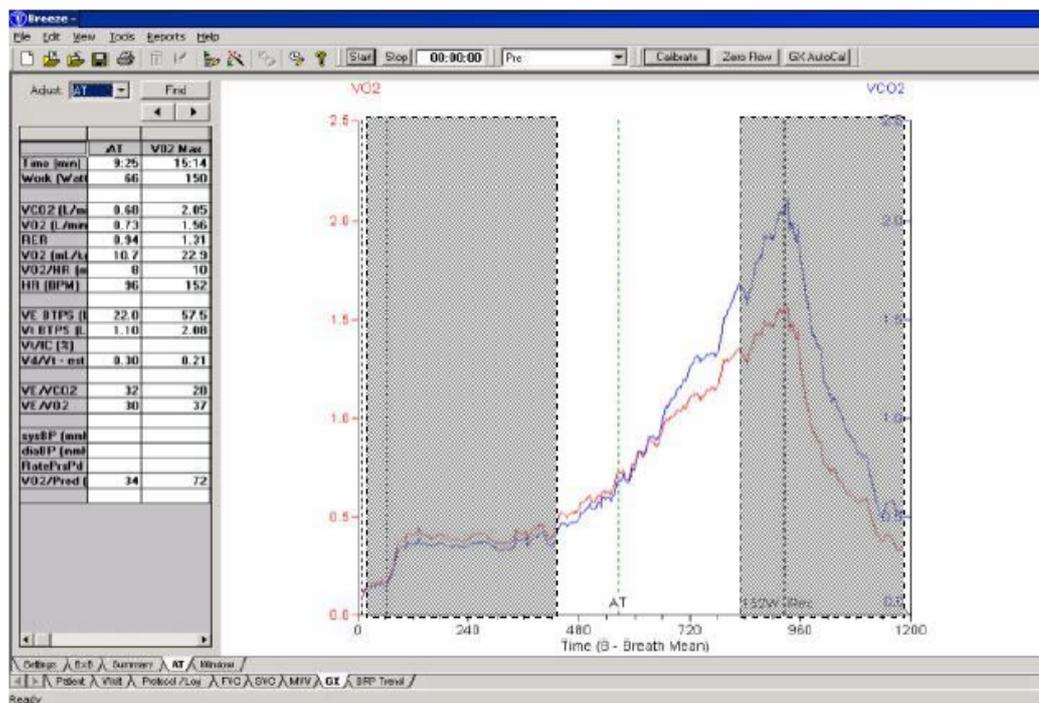


Figura 14: Ilustração do gráfico utilizado na determinação do limiar de anaerobiose ventilatória, contendo valores do consumo de oxigênio (curva vermelha) e da produção de gás carbônico (curva azul), de um dos voluntários estudados. A linha tracejada verde indica o ponto de determinação do limiar de anaerobiose ventilatória. No quadro à esquerda estão plotados os valores das variáveis ventilatórias e metabólicas no limiar de anaerobiose ventilatória e no momento do consumo máximo de oxigênio. As áreas sombreadas foram excluídas da análise.

Para essa análise, foi selecionado o intervalo da rampa no qual se observou o início da resposta das variáveis ventilatórias e metabólicas ao incremento de potência até o ponto de compensação respiratória (segundo LA) ou até o final do exercício, caso não fosse identificado esse ponto.

A partir disso, eram verificados os valores de potência, FC, consumo de oxigênio (VO_2), produção de dióxido de carbono (VCO_2), razão de troca respiratória

(R), Ventilação (VE), frequência respiratória (FR) e volume corrente (VC) correspondentes ao LA e ao pico do exercício.

6.5. Análise estatística

Para a análise estatística foi utilizado o aplicativo “Statistica for Windows, Release 6.1. Stat. Soft, Inc. 1984-2003”. O teste de Kolmogorov-Smirnov foi usado para verificar a normalidade na distribuição dos dados, sendo rejeitada a hipótese de normalidade de todas as variáveis. Portanto, para a análise da significância foram utilizados testes não-paramétricos, sendo o teste de Wilcoxon utilizado para amostras pareadas e de Mann-Whitney para amostras não-pareadas. Nível de significância $\alpha = 5\%$.

6.6. RESULTADOS

Na tabela 6 estão apresentados os valores em média e desvio-padrão referentes à idade, características antropométricas, frequência cardíaca (FC) e pressão arterial (PA) em repouso do grupo controle (G-C) e do grupo RPG (G-RPG). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos estudados para nenhuma das variáveis ($p > 0,05$).

Tabela 6: Idade, características antropométricas, FC e PA dos grupos estudados.

	G-C (n=10)	G-RPG (n=10)
Idade (anos)	23,4±2,7	22,9±2,0
Massa corporal (kg)	81,1±7,3	80,0±4,3
Estatura (cm)	177,7±6,1	176,4±5,7
IMC (kg/m ²)	25,6±1,2	25,1±1,9
FC (bpm)	72±7,6	73±5,3
PA (mmHg)	120±3,1/80±4,2	120±3,2/80±4,4

IMC: Índice de Massa Corporal

Na tabela 7 estão expressos os valores dos resultados dos exames bioquímicos de sangue e urina, onde verifica-se que não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos, e ainda, que todos os valores estão dentro do limite de normalidade para a faixa etária estudada.

Tabela 7: Resultados dos exames bioquímicos de sangue e urina dos grupos estudados.

	G-C (n=10)	G-RPG (n=10)	Valores de referência
Glicemia (mg/dL)	88,1±4,2	86±5	70 a 100
Triglicérides (mg/dL)	87,7±12	81,8±18	< 150
Colesterol total (mg/100 mL)	182,4±31	174±34	< 200
Uréia (mg/dL)	31,7±2,9	31,9±3,8	10 a 45
Creatinina (mg/dL)	0,91±0,09	0,91±0,1	0,6 a 1,4
Hemograma	normal	normal	normal
Urina I	normal	normal	normal

Os resultados da análise da FC e de sua variabilidade (VFC) no domínio do tempo e no domínio da frequência dos intervalos R-R (ms) estão expressos em média e desvio-padrão na Tabela 8.

Na comparação dos resultados obtidos do G-C antes e após a intervenção, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes ($p>0,05$), sendo o mesmo resultado observado quando comparados os valores obtidos no G-RPG. Observa-se ainda que não houve diferença estatisticamente significativa na comparação dos valores obtidos nas condições pré e pós-intervenção na análise inter-grupos ($p>0,05$).

Tabela 8: Valores da frequência cardíaca (FC) e dos índices da VFC no domínio do tempo e no domínio da frequência em repouso na posição sentada.

FC e ÍNDICES	G-C ANTES	G-C DEPOIS	G-RPG ANTES	G-RPG DEPOIS
FC (bpm)	71,9±7,3	73,6±8,1	74,5±9,1	75,2±8
rMSSD (ms)	39,2±9,5	37,2±8,9	37,1±18	35,5±10
pNN50 (%)	13,3±5,6	12,1±8,9	15,7±12	14,7±9,7
BF (un)	0,63±0,1	0,62±0,1	0,69±0,09	0,70±0,1
AF (un)	0,36±0,1	0,32±0,1	0,30±0,09	0,29±0,1
BF/AF	2,9±1,9	2,8±1,9	2,9±2	3±1,8

FC: frequência cardíaca; rMSSD: raiz quadrada da somatória do quadrado das diferenças entre os iR-R no registro, divididos pelo n° de iR-R da série de dados selecionados menos um; pNN50: porcentagem dos iR-R adjacentes com diferença maior que 50 ms; BF: baixa frequência; AF: alta frequência; un: unidades normalizadas.

No que se refere à potência, frequência cardíaca e as variáveis ventilatórias e metabólicas no nível do LA e no pico do exercício quando comparadas às condições antes e após a intervenção fisioterapêutica não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) tanto intra-grupo, quanto inter-grupos (Tabela 9).

Tabela 9: Valores de potência, frequência cardíaca e variáveis ventilatórias e metabólicas no limiar de anaerbiose e no pico do exercício.

	G-C (n=10)		G-RPG (n=10)	
	Antes	Após	Antes	Após
Limiar de anaerbiose (LA)				
Potência (W)	112,3±35	110,9±24	108,2±29,1	108,7±21,1
FC (bpm)	116,5±11,5	117,2±10,8	123,2±14,8	120,6±11,7
VO ₂ (L/min)	1,24±0,3	1,25±0,07	1,16±0,2	1,16±0,19
VO ₂ (mL.kg.min ⁻¹)	15,5±4,5	15,3±3,1	16,0±4,2	15,5±2,6
VCO ₂ (L/min)	1,17±0,3	1,07±0,2	1,11±0,2	1,08±0,3
R	0,86±0,06	0,88±0,05	0,94±0,1	0,91±0,09
VE (L/min)	33,1±7	33,2±5,7	32,6±7,9	33,1±6,5
FR (rpm)	23,9±3,1	24,3±1,8	23,5±2,3	24,1±1,5
VC (L)	1,38±0,5	1,36±0,4	1,38±0,5	1,37±0,4
Pico do exercício				
Potência (W)	227,1±32	217,6±34	222,7±30	220,3±33
FC (bpm)	175,5±11,3	178±5,7	179,2±10,6	179,2±12,1
VO ₂ (L/min)	2,26±0,2	2,28±0,3	2,24±0,3	2,26±0,3
VO ₂ (mL.kg.min ⁻¹)	30,3±4,6	30,1±2,9	30,2±4,1	30,3±5,1
VCO ₂ (L/min)	2,86±0,4	2,75±0,4	2,75±0,3	2,82±0,4
R	1,16±0,07	1,18±0,06	1,18±0,06	1,19±0,05
VE (L/min)	96,5±23	90,2±14	94,6±14	98,1±16
FR (rpm)	39,7±7,1	37,7±5,5	38±5,2	39,1±6
VC (L)	2,4±0,1	2,39±0,1	2,45±0,8	2,5±0,1

FC: Frequência cardíaca; VO₂: consumo de oxigênio; VCO₂: produção de dióxido de carbono; R: razão de troca respiratória; VE: ventilação minuto; FR: frequência respiratória; VC: volume corrente.

6.7. DISCUSSÃO

Os voluntários estudados na presente investigação não apresentaram discrepâncias em relação à idade e características antropométricas, bem como, obtiveram exames bioquímicos dentro da faixa de normalidade e avaliação clínica sem indícios de doenças músculo-esqueléticas, cardiovasculares ou respiratórias. Essas considerações foram cuidadosamente observadas com o objetivo de manter a homogeneidade dos grupos e impedir que a influência desses fatores pudesse interferir nos resultados da pesquisa, bem como, garantir a qualidade da mesma.

Em relação aos valores dos parâmetros cardiovasculares obtidos em repouso, a FC foi de $72 \pm 7,6$ e $73 \pm 5,3$ bpm nos grupos G-C e G-RPG respectivamente, sendo estes valores concordantes com Wilmore e Costill (2002) que referem que o valor deve variar entre 60 e 80 bpm. Em relação à pressão arterial, os valores observados foram de $120 \pm 3,1$ / $80 \pm 4,2$ mmHg para o G-C e $120 \pm 3,2$ / $80 \pm 4,4$ mmHg para o G-RPG, estando na faixa de normalidade referida pelas V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial (2006).

Quanto ao nível de condicionamento físico, os voluntários dos dois grupos foram classificados como “fracos” (VO_2 de $30,3 \pm 4,6$ mL.kg.min⁻¹ para o G-C e $30,2 \pm 4,1$ mL.kg.min⁻¹ para o G-RPG), de acordo com a estratificação proposta pela *American Heart Association*, baseando-se nos valores de consumo de oxigênio atingido no pico do exercício do teste cardiopulmonar. A classificação obtida na condição pré-treinamento reflete o padrão de vida sedentário dos voluntários, assim como o baixo nível de condicionamento físico.

Pela facilidade de mensuração, o comportamento da FC tem sido bastante estudado em diferentes condições associadas ao exercício (GREGOIRE, et al., 1996; CATAI et al., 2002; LEICHT et al., 2003). A FC de repouso tem sido considerada como um eficiente marcador do efeito do treinamento físico, pois está entre os principais parâmetros cardiovasculares que sofrem adaptações, sendo o principal efeito a bradicardia (KATONA, 1982). Essa adaptação é benéfica e tem grande relevância na clínica, diminuindo riscos para as doenças cardiovasculares. Apesar disso, considerando o treinamento com alongamento muscular, ainda se conhece muito pouco sobre essas modificações.

A diminuição dos valores basais da FC é observada mais pronunciadamente em estudos envolvendo programas de treinamento físico aeróbio.

Tulppo et al. (2003) e Leicht et al. (2003) encontraram redução significativa da FC em repouso, de homens sedentários saudáveis submetidos a programas de treinamento físico aeróbio de 8 semanas. Assim como, Stratton et al. (1994) aplicando programa de treinamento envolvendo caminhadas, corridas e ciclismo por 6 meses, também observaram redução da FC em repouso após o período de treinamento.

No que se refere ao comportamento da FC associado ao treinamento físico com alongamento muscular, na revisão da literatura encontramos apenas o trabalho de Mueck-Weymann et al. (2004) que estudaram atletas de fisiculturismo e observaram nos resultados a presença de bradicardia após o treinamento. Neste estudo foram acrescentados ao treinamento já praticado pelos atletas, 15 minutos diários de alongamento de grandes grupos musculares por 28 dias. Os autores atribuíram os resultados ao fato de o fisiculturismo ser uma modalidade esportiva que promove tensão em seus praticantes, e acreditam que o alongamento possa ter promovido um relaxamento físico e mental, sugerindo que as modificações na FC podem ter sido por: liberação de agentes vasodilatadores devido ao alongamento do endotélio dos vasos; interferência neuromuscular reduzindo o tônus muscular e relaxamento psico-físico geral e sistêmico.

Contrariamente aos resultados de Mueck-Weymann et al. (2004), na presente investigação, não foram encontradas reduções significativas da FC para os dois grupos estudados após o programa de exercício de alongamento pelo método de RPG. A discordância talvez seja pelo tipo de protocolo e de sujeitos estudados. Nosso estudo envolveu somente as cadeias musculares relacionadas à postura “rã no chão com os braços abertos”, ou seja, cadeias: respiratória, ântero-interna do ombro, anterior do braço e ântero-interna do quadril. Além disso, teve uma regularidade de sessões menor por semana e tempo de intervenção maior, e ainda, o perfil dos voluntários estudados também era diferente, uma vez que os autores estudaram atletas de fisiculturismo com alto nível de tensão, tanto física como mental e nosso estudo foi relacionado com indivíduos sedentários, com baixo nível de estresse.

A literatura refere que a bradicardia de repouso desenvolvida após o treinamento físico tem como principal fator responsável à redução da FC intrínseca (KATONA et al., 1982). Outros autores atribuem as adaptações autonômicas sobre o controle cronotrópico, tais como aumento da atividade vagal sobre o nodo sinusal (SMITH et al., 1989; GOLDSMITH et al., 1992), redução da descarga simpática (WILLIAMS et al., 1981) e uma associação de ambos (EKBLÖM et al., 1973; KENNEY, 1985). Essas alterações autonômicas sobre o controle da FC seriam representadas por um aumento na VFC, e essa adaptação seria a responsável pela bradicardia de repouso.

De maneira geral, a alta VFC é um sinal de boa adaptabilidade do sistema cardiovascular, sendo essa, em indivíduos saudáveis, considerada indicativo de bom funcionamento dos mecanismos de controle autonômico. Contrariamente, a baixa variabilidade pode indicar anormalidade ou deficiência no mecanismo adaptativo do sistema nervoso autônomo, sugerindo a presença de alterações no funcionamento fisiológico do mesmo (PUMPRLA et al., 2002). Sendo que a VFC pode ser analisada tanto no domínio do tempo (DT), como no domínio da frequência (DF).

Pelo exposto, considera-se que a análise da VFC no DT é uma medida útil na avaliação da atividade autonômica cardíaca. Entretanto, esse tipo de análise não possui a capacidade de quantificar modificações específicas no balanço simpato-vagal (PUMPRLA et al., 2002). Portanto, a utilização da análise no DF fornece maiores informações sobre a influência de cada componente do SNA sobre a VFC.

No que se refere à avaliação da VFC, analisada no DT, alguns estudos mostram maiores valores de seus índices para indivíduos ativos em comparação a sedentários (GREGOIRE et al., 1996; LEVY et al., 1998; ANTELMÍ et al., 2004; MELO et al., 2005). Ao avaliar os efeitos do exercício físico aeróbio sobre a VFC de jovens, Melanson & Freedson (2001) e Pichot et al. (2002) observaram incremento nos valores de RMSSD e de pNN50.

Dentre trabalhos envolvendo a análise no DF, alguns observaram alterações nos índices da VFC em relação aos efeitos da atividade física, representadas principalmente por incrementos na banda de AF, que é um indicador da atuação do nervo vago sobre o nodo sinusal (MELANSON & FREEDSON, 2001; CARTER et al., 2003), no entanto, esses estudos são relacionados com treinamento aeróbio e não com alongamento muscular.

Como já citado anteriormente, no estudo de Mueck-Weymann et al. (2004), utilizando alongamento muscular, os autores observaram mudança significativa nos índices da VFC, tanto no DT como no DF, o que é discordante dos resultados da presente investigação, uma vez que nenhuma adaptação foi observada após 16 sessões de alongamento.

Tem sido demonstrado que o alongamento muscular pode influenciar na estrutura do músculo promovendo aumento do número de sarcômeros em série (SHAH et al., 2001; COUTINHO et al., 2004).

Herring et al. (1984) apontam que o comprimento do sarcômero é regulado pelo tempo de tensão ao qual o músculo é submetido: períodos prolongados de alongamento podem levar a um processo adaptativo muscular mais eficaz em comparação a curtos períodos de tempo. Nesse aspecto, em nosso estudo, tanto o tempo de duração do tratamento, quanto o tempo de duração de cada sessão de alongamento podem ter favorecido o aumento do comprimento dos sarcômeros e uma contração mais eficaz.

Nossa hipótese foi que a ação do alongamento pelo método de RPG poderia aumentar a capacidade oxidativa dos músculos e conseqüentemente melhorar a tolerância ao exercício e a capacidade aeróbia no pico do exercício dos jovens sedentários. Mas, nossos resultados, por sua vez, não suportaram essa hipótese.

A hipótese foi levantada, porque o alongamento pelo método de RPG exige uma interação entre sistema respiratório, cardiovascular e muscular, uma vez que o tempo de contração excêntrica é prolongado (de 20 a 30 minutos). As adaptações, no entanto, não aconteceram na presente investigação, uma vez que nenhuma mudança foi observada após o treinamento, ou seja, os resultados reportaram nenhuma melhora na tolerância ao exercício.

Os mecanismos responsáveis por esses resultados não são conhecidos, mas podem estar relacionados com a especificidade do protocolo proposto, o qual refere-se a uma atividade que envolveu somente o alongamento da cadeia muscular respiratória e não o de grandes grupos musculares, principalmente os dos membros inferiores, envolvidos no teste de exercício em cicloergômetro.

Verificamos que todos os voluntários estudados apresentavam os valores das variáveis ventilatórias e metabólicas dentro do limite de normalidade referido pela literatura para indivíduos saudáveis e não condicionados (GHORAYEB & BARROS,

1999; YAZBEK-JR et al., 2001; WASSERMAN et al., 1999). Em todos os voluntários avaliados, não ocorreu aumento do consumo de oxigênio (VO_2) e da potência atingidos no limiar de anaerobiose (LA) e no pico do exercício, mostrando que não houve ganho tanto na capacidade aeróbia, como na resistência máxima de realização de exercício físico.

Outro indicativo de que não houve adaptação positiva da capacidade aeróbia foi a manutenção dos valores da FC no LA e no pico do exercício, observada após o treinamento. Esses resultados mostram que o trabalho cardíaco mensurado inicialmente manteve-se no mesmo nível após 16 sessões de alongamento pelo método de RPG.

Assim, pudemos verificar que o alongamento dos músculos da cadeia respiratória pelo método de RPG não promoveu adaptações centrais como redução da FC, assim como, periférica, como melhora na capacidade de utilização de oxigênio pelos músculos em atividade e/ou melhora de performance muscular, uma vez que os valores de VO_2 e de potência no LA e no pico do exercício obtidos após o treinamento foram semelhantes aos iniciais.

No entanto, em estudo prévio de nosso grupo de pesquisa (MORENO et al., 2006; MORENO et al., 2007), verificamos que esse tipo de alongamento promoveu melhora significativa da força muscular respiratória, da mobilidade toracoabdominal e das variáveis espirométricas. Apesar da melhora observada na mecânica respiratória, esta não teve influência nas variáveis ventilatórias obtidas durante o teste de exercício cardiopulmonar. Observamos que a ventilação (VE), o volume corrente (VC) e a frequência respiratória (FR) nos dois grupos estudados, tiveram o mesmo padrão de resposta, ou seja, à medida que maiores valores de potência foram aplicados, a elevação das variáveis foi diretamente proporcional ao aumento do VO_2 e da produção de dióxido de carbono (VCO_2) pelos músculos em atividade contrátil. No entanto, após o período de treinamento o comportamento foi semelhante.

Ao analisar as respostas da VCO_2 e da razão das trocas respiratórias (R) notou-se que as mesmas aumentaram durante o exercício até o nível do LA, obedecendo a um padrão de resposta linear em relação à elevação da potência desenvolvida, porém, ao se analisar o comportamento dessas variáveis após 8

semanas de treinamento físico com alongamento, verificou-se que não houve nenhuma mudança significativa para ambos os grupos.

A literatura refere muito pouco sobre o efeito do alongamento na capacidade aeróbia. Um estudo comparando o efeito do treinamento dinâmico e do alongamento muscular por dois meses em pacientes com lombalgia crônica, foi realizado por Karan et al. em 1999, e os autores observaram que houve um aumento da flexibilidade e do VO_2 no grupo que treinou em cicloergômetro. Já no grupo que participou do programa de exercícios de alongamento, também foi observado um aumento da flexibilidade, no entanto, neste grupo não foi avaliada a resposta do VO_2 após a realização do protocolo, o que impossibilitou aos autores verificarem se o alongamento teve influência na capacidade aeróbia desses pacientes.

Em trabalho conduzido por Nelson et al. (2005), os autores avaliaram e compararam o comportamento da FC e do VO_2 em três condições: repouso na posição sentada, durante movimentos que não promovessem alongamento muscular e durante a realização de alongamento passivo estático de músculos dos membros inferiores. Os resultados encontrados mostraram que houve um aumento significativo nos valores de FC e de VO_2 durante a realização do alongamento quando comparado com as outras duas condições. Os autores concluíram que o alongamento estático passivo aumentou a taxa metabólica durante o tempo em que o estiramento estava acontecendo. Merece menção o fato dos autores terem estudado somente os ajustes das variáveis FC e VO_2 , uma vez que nenhum treinamento foi proposto para a avaliação das respostas adaptativas.

Assim, os resultados obtidos, nas condições experimentais utilizadas, levam a concluir que o alongamento pelo método de RPG não influenciou nas respostas da FC e de sua variabilidade, bem como, das variáveis ventilatórias e metabólicas. Desta forma, as adaptações do sistema cardiorrespiratório parecem não estar relacionadas ao tipo de protocolo de exercício físico utilizado.

Os mecanismos responsáveis por esses resultados podem estar relacionados com a especificidade do protocolo proposto, o qual utilizou a postura “rã no chão com os braços abertos”, que envolve o alongamento dos músculos das cadeias: respiratória, ântero-interna do ombro, anterior do braço e ântero-interna do quadril e não o de grandes grupos musculares, principalmente o que se refere aos membros

inferiores, os quais tem participação efetiva no teste de exercício em cicloergômetro, utilizado para a avaliação da capacidade aeróbia dos voluntários.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Com base nos resultados obtidos nos três estudos, pode-se chegar as seguintes conclusões:

- O método de reeducação postural global (RPG) teve influência positiva na força muscular respiratória, mobilidade toracoabdominal e função pulmonar após 8 semanas de intervenção fisioterapêutica.
- Apesar da melhora na mecânica respiratória, o alongamento não influenciou nas respostas da FC e de sua variabilidade, bem como, das variáveis ventilatórias e metabólicas. Desta forma, as adaptações do sistema cardiorrespiratório parecem não estar relacionadas ao tipo de protocolo de exercício físico utilizado.
- Nesse contexto, os resultados destes estudos mostraram que o alongamento da cadeia muscular respiratória na postura “rã no chão com os braços abertos” do método de RPG foi eficiente para promover melhora significativa na mecânica respiratória, sugerindo sua utilização como recurso fisioterapêutico para o desenvolvimento da função respiratória em jovens sedentários.

Nesta pesquisa, o interesse foi direcionado a avaliação da influência do método de RPG sobre a função cardiorrespiratória para subsidiar futuros estudos envolvendo pacientes.

De acordo com os resultados encontrados, como perspectivas futuras, pretendemos desenvolver estudos envolvendo portadores doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) com intuito de avaliar o efeito do alongamento pelo método de RPG no sistema cardiorrespiratório desta população, os quais apresentam desvantagem mecânica do músculo diafragma em virtude da hiperinsuflação causada pela patologia.

Apesar das condições morfo-funcionais dos indivíduos portadores de DPOC serem diferentes daquelas apresentadas pelos sujeitos investigados neste trabalho, acredita-se que esses pacientes, pela disfunção mecânica característica, poderiam ser beneficiados pelo método proposto no que se refere às alterações na mecânica respiratória.

Além do direcionamento para o estudo das respostas cardiorrespiratórias em indivíduos portadores de patologias, pretendemos nesta nova investigação escolher uma postura do método de RPG que utilize também cadeias que envolvam os músculos dos membros inferiores, em virtude de sua importante participação no teste de exercício cardiopulmonar. Assim poderemos verificar se este tipo de alongamento pode trazer benefícios para a função respiratória e capacidade aeróbia dos pacientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AARON, S.; DALES, R.E. Cardinal P. How accurate is spirometry at predicting restrictive pulmonary impairment? **Chest**, v. 115, n. 3, p. 869-73, 1999.

ALMEIDA, M.B.; ARAÚJO, C.G.S. Effects of aerobic training on heart rate. **Rev Bras Med Esporte**, v. 9, n. 2, p. 113-120, 2003.

AMERICAN HEART ASSOCIATION. Exercise testing and training of apparently health individuals: A handbook for physicians. p. 5, 1972.

AMERICAN THORACIC SOCIETY. STANDARDIZATION OF SPIROMETRY 1994 UPDATE. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 152, p. 1107-1136, 1995.

ANTELMÍ, I.; De PAULA, R.S.; SHINZATO, A.R.; PERES, C.P.; MANSUR, A.J.; GRUPI, C.J. Influence of age, gender, body mass index, and function capacity on heart rate variability in a cohort of subjects without heart disease. **Am J Cardiol**, v. 93, p. 381-5, 2004.

BEAVER, W.L.; WASSERMAN, K.; WHIPP, B.J. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. **J Appl Physiol**, v. 60, p. 2020-2027, 1986.

BLACK, F.L.; HYATT, E.R. Maximal respiratory pressures: normal values and relationship to age and sex. **Am Rev Respir Dis**, v. 99, n. 5, p. 696-702, 1969.

BRUM, P.C.; FORJAZ, C.L.M.; TINUCCI, T.; NEGRÃO, C.E. Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. **Rev Paul Educ Fís**, v. 18, p. 21-31, 2004.

CARTER, J.B.; BANISTER, E.W.; BLABER, A.P. The effect of age and gender on heart rate variability after endurance training. **Med Sci Sports Exerc**, v. 35, n. 8, p. 1333-40, 2003.

CATAI, A.M.; CHACON-MIKAHIL, M.P.T.; MATINELLI, F.S.; FORTI, V.A.M.; SILVA, E.; GOLFETTI, R. et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory response of young and middle-aged healthy men. **Braz J Med Biol Res**, v. 35, n.6, p. 741-752, 2002.

CITTONI, J.M. **Méthode Mézières**. Encyclopedia médica chirurgica, kinésithérapie-medicine physique-réadaptation, 26-085-A-10, 1999, 8p.

COSTA, D.; JAMAMI, M. Bases fundamentais da espirometria. **Rev Bras Fisioter**, v. 5, n. 2, p. 95-102, 2001.

COSTA, D.; JAMAMI, M.; SOARES, L.B.T.; PINTO, J.M.; OISHI, J. Função pulmonar em miopatias hereditárias. **Rev Bras Fisiot**, v. 1, n. 2, p. 73-77, 1996.

COUTINHO, E.L.; GOMES, A.R.S.; FRANÇA, C.N.; SALVINI, T.F. The effect of passive stretching on the immobilized soleus muscle fiber morphology. **Braz J Med Biol Res**, v. 37, n. 12, p. 1853-61, 2004.

CUNHA, A.P.N.; MARINHO, P.E.M.; SILVA, T.N.S.; FRANÇA, E.E.T.; AMORIM, C.; GALINDO-FILHO, V.C. et al. Efeito do alongamento sobre a atividade dos músculos inspiratórios na DPOC. **Saúde em Revista**, v. 7, n. 17, p. 13-19, 2005.

DERENNE, J.P.H.; MACKLEM, P.T.; ROUSSOS, C.H. The respiratory muscles: mechanics, control and patho-physiology. **Am Rev Respir Dis**, v. 118, p. 119-31, 1978.

DOHERTY, M.; DIMITROU, L. Comparison of lung volume in Greek swimmers, land based athletes, and sedentary controls using allometric scaling. **Br J Sports Med**, v. 31, n. 4, p. 337-41, 1997.

DOURADO, V.Z.; TANNI, S.E.; VALE, S.A.; FAGANELLO, M.M.; SANCHEZ, F.F.; GODOY, I. Manifestações sistêmicas na doença pulmonar obstrutiva crônica. **J Bras Pneumol**, v. 32, n. 2, p. 161-71, 2006.

EKBLÖM, B.; KILBOM, A.; SOLTYSIAK, J. Physical training, bradycardia and autonomic nervous system. **Scand J Clin Lab Invest**, v. 32, n. 3, p. 251-56, 1973.

FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, C.; ALONSO-BLANCO, C.; MORALES-CABEZAS, M.; MIANGOLARRA-PAGE, J.C. Two exercise interventions for the management of patients with ankylosing spondylitis: a randomized controlled trial. **Am J Phys Med Rehab**, v. 84, n. 6, p. 407-19, 2005.

GALLO-JR, L.; MACIEL, B.C.; MARIN-NETO, J.A.; MARTINS, L.E.; LIMA-FILHO, E.C.; GOLFETTI, R.; CHACON, M.P.; FORTI, V.A. Control of heart rate during exercise in health and disease. **Braz J Med Biol Res**, v. 28, n. 11-12, p. 1179-84, 1995.

GODOY, D.V.; BRINGHENTI, R.L.; SEVERA, A.; GASPERI, R.; POLI, L.V. Ioga versus atividade aeróbia: efeitos sobre provas espirométricas e pressão inspiratória máxima. **J Bras Pneumol**, v. 32, n. 2, p. 130-35, 2006.

GOLDSMITH, R.L.; BIGGER-JR, J.T.; STEINMAN, R.C.; FLEISS, J.L. Comparison of 24-hour parasympathetic activity in endurance-trained and untrained young men. **J Am Coll Cardiol**, v. 20, n. 3, p. 552-58, 1992.

GOMES, A.R.S.; COUTINHO, E.L.; FRANÇA, C.N.; POLONIO, J.; SALVINI, T.F. Effect of one stretch a week applied to the immobilized soleus muscle on rat muscle fiber morphology. **Braz J Med Biol Res**, v. 37, n. 10, p. 1473-80, 2004.

GHORAYEB, N., BARROS-NETO, T.L. **O exercício: preparação fisiológica, avaliação médica, aspectos especiais e preventivos**. São Paulo: Atheneu, 1999.

GOSSMAN, M.; SAHRMANN, S.; ROSE, S. Review of length-associated changes in muscle. **Phys Ther**, v. 62, n. 12, p. 1799-808, 1982.

GREGOIRE J.; TUCK, S.; YAMAMOTO, Y.; HUGHSON, R.L. Heart rate variability at rest and exercise: influence of age, gender, and physical training. **Can J Appl Physiol**, v. 21, n. 6, p. 455-470, 1996.

HAGBERG, J.M.; YERG, J.E.; SEALS, D.R. Pulmonary function in young and older athletes and untrained men. **J Appl Physiol**, v. 65, n. 1, p. 101-5, 1988.

HALL, C.M.; BRODY, T.B. **Exercícios terapêuticos: na busca da função**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1996.

HERRING, S.W.; GRIMM, A.F.; GRIMM, B.R. Regulation of sarcomere number in skeletal muscle: a comparison of hypotheses. **Muscle Nerve**, v. 7, p. 161-73, 1984.

HILLMAN, D.R.; FINUCANE, K.E. A model of the respiratory pump. **J appl physiol**, v. 63, n. 3, p. 951-61, 1987.

ITURRI, J.B.G. Función de los músculos respiratorios en la EPOC. **Arch Bronconeumol**, v. 36, p. 275-85, 2000.

KAKIZAKI, F.; SHIBUYA, M.; YAMAZAKI, Y.; YAMADA, M.; SUZUKI, H.; HOMMA, I. Preliminary report on the effects of respiratory muscle stretch gymnastics on chest wall mobility in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Respiratory Care**, v. 44, n. 4, p. 409-14, 1999.

KARAN, A.; MUSLUMANOGLU, L.; AKI, S.; FILIZ, M.; ILDIS, E.O.; BERKER, E. The comparison of the efficacy aerobic exercise versus strengthening, stretching and mobilization exercise in subacute and chronic low back pain. **Tr J Medical Sciences**, v. 29, p. 475-79, 1999.

KATONA, P.G.; McLEAN, M.; DIGHTON, D.H.; GUZ, A. Sympathetic and parasympathetic cardiac control in athletes and nonathletes at rest. **J Appl Physiol: Respirat Environ Exercise Physiol**, v. 52, n. 6, p. 1652-57, 1982.

KENNEY, W.L. Parasympathetic control of resting heart rate: relationship to aerobic power. **Med Sci Sports Exerc**, v. 17, n. 4, p. 451-55, 1985.

KISNER, C.; COLBY, L.A. **Therapeutic exercise: foundations and techniques**. Philadelphia: F.A. Davis Company, 2002.

KUBO, K.; KANEHISA, H.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structure in vivo. **J Appl Physiol**, v. 90, p. 520-27, 2001.

LEICHT, A.S.; ALLEN, G.D.; HOEY, A.J. Influence of intensive cycling training on heart rate variability during rest and exercise. **Can J Appl Physiol**, v. 28, n. 6, p. 898-909, 2003.

LEFF, A.R.; SCHUMACKER, P.T. **Respiratory physiology: basics and applications**. Philadelphia, Pennsylvania, USA: W B Saunders Co, 1993.

LEVY, W.C.; CERQUEIRA, M.D.; HARP, G.D.; JOHANNESSEN, K.A.; ABRASS, I.B.; SCHWARTZ, R.S. et al. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. **Am J Cardiol**, v. 82, n. 10, p. 1236-1241, 1998.

LIEBER, R.L.; BODINE-FOWLER, S.C. Skeletal muscle mechanics: implications for rehabilitation. **Phys Ther**, v. 73, n. 12, p. 844-56, 1993.

LIEBER, RL. **Skeletal muscle structure, function and plasticity: the physiological basis of rehabilitation**. Baltimore – USA: Lippincott Williams e Wilkins, 2002.

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

MANDANMOHAN, U.K.; JATIYA, L.; BHAVANANI, A.B. Effect of yoga training on handgrip, respiratory pressures and pulmonary function. **Indian J Physiol Pharmacol**, v. 47, n. 4, p. 387-392, 2003.

MARQUES, A. P. **Cadeias musculares: um programa para ensinar avaliação fisioterapêutica global**. São Paulo: Manole, 2000.

MARQUES, A.P.; FERREIRA, E.A.G.; MATSUTANI, L.A.; ASSUMPÇÃO, A.; CAPELA, C.E.; PEREIRA, C.A.B. Efeito dos exercícios de alongamento na melhora da dor, flexibilidade e qualidade de vida em pacientes com fibromialgia. **Fisioterapia em Movimento**, v. 17, n. 4, p. 35-41, 2004.

MELANSON E.L.; FREEDSON, P.S. The effect of endurance training on resting heart rate variability in sedentary adult males. **Eur J Appl Physiol**, v. 85, n. 5, p. 442-449, 2001.

MELO, R.C.; SANTOS, M.D.B.; SILVA, E.; QUITÉRIO, R.J.; MORENO, M.A.; REIS, M.S. et al. Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men. **Braz J Med Biol Res**, v. 38, n. 9, p. 1331-38, 2005.

MITCHELL, J.H. Neural control of the circulation during exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 22, n. 2, p. 141-54, 1990.

MORENO, M.A. **Padrões de facilitação neuromuscular proprioceptiva e seu efeito na capacidade respiratória** [Dissertação]. Campinas-SP: Universidade Estadual de Campinas; 2000.

MORENO, M.A.; SILVA, E. Avaliação da influência do método de reeducação postural global (RPG) sobre as respostas cardiorrespiratórias. 4º Congresso de Pesquisa no contexto da 4ª Mostra Acadêmica da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP). **Anais do 4º Congresso de Pesquisa no contexto da 4ª Mostra Acadêmica da UNIMEP**. Piracicaba/SP: UNIMEP, 2006 (Resumo).

MORENO, M.A.; CATAI, A.M.; TEODORI, R.M.; BORGES, B.L.A.; CESAR, M.C.; SILVA, E. Efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação Postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, 2007 (*in press*).

MUECK-WEYMANN, M.; JANSHOFF, G.; MUECK, H. Stretching increases heart rate variability in healthy athletes complaining about limited muscular flexibility. **Clin Auton Res**, v. 14, n. 1, p. 15-18, 2004.

NEDER, J.A.; ANDREONI, S.; LERARIO, M.C.; NERY, L.E. Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. **Braz J Med and Biol Res**, v. 32, n. 6, p. 719-27, 1999.

NEGRÃO, C.E.; MOREIRA, E.D.; SANTOS, M.C.; FARAH, V.M.; KRIEGER, E.M. Vagal function impairment after exercise training. **J Appl Physiol**, v. 72, n. 5, p. 1749-53, 1992.

NELSON, A.G.; KOKKONEN, J.; DE LEON, M.; KOERBER, G.; NISHIME, M.; SMITH, J. Passive static stretching elevates metabolic rate. **Medicine & Science in Sports & exercise**, v. 37, n. 5, p. S103-S104, 2005.

PAULIN, E.; BRUNETTO, F.; CARVALHO, C.R.F. Efeitos de programa de exercícios físicos direcionado ao aumento da mobilidade torácica em pacientes portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica. **J Pneumol**, v. 29, n. 5, p. 287-94, 2003.

PEREIRA, C.A.C. et al. Diretrizes para testes de função pulmonar. **J Pneumol**, v. 28, supl. 3, 2002.

PICHOT, V.; BUSSO, T.; ROCHE, F.; GARET, M.; COSTES, F.; DUVERNEY, D. et al. Autonomic adaptations to intensive and overload training periods: a laboratory study. **Med Sci Sports Exer**, v. 34, n. 10, p. 1660-66, 2002.

PIERCE, R. Spirometry: an essential clinical measurement. **Australian Family Physician**, v. 34, n. 7, p. 535-39, 2005.

PINFILDI, C.E.; PRADO, R.P.; LIEBANO, R.E. Efeito do alongamento estático após diatermia de ondas curtas versus alongamento estático nos músculos isquiotibiais em mulheres sedentárias. **Revista Fisioterapia Brasil**, v. 5, n. 2, p. 119-24, 2004.

PUMPRLA, J.; HOWORKA, K.; GROVES, D.; CHESTER, M.; NOLAN, J. Functional assessment of heart rate variability: physiological basis and practical applications. **Inter J Cardiol**, v. 84, n. 1, p. 1-14, 2002.

ROCHESTER, D.F.; BRAUN, N.M. Determinants of maximal inspiratory pressure in chronic obstructive pulmonary disease. **Am Rev Respir Dis**, v.132, n.1, p. 42-7, 1985.

RONDON, M.U.P.B.; ALONSO, D.O.; SANTOS, A.C.; RONDON, E. Noções sobre fisiologia integrativa no exercício. In: NEGRÃO, C.E; BARRETTO, A.C.P. **Cardiologia do exercício**. São Paulo: Manole, 2005.

ROSÁRIO, J.L.R.; MARQUES, A.P.; MALUF, A.S. Aspectos clínicos do alongamento: uma revisão de literatura. **Rev Bras Fisioter**, v. 8, n. 1, p. 83-88, 2004.

SHAH, S.B.; PETERS, D.; JORDAN, K.A.; MILNER, D.J.; FRIDÉN, J.; CAPETANAKI, Y. et al. Sarcomere number regulation maintained after immobilization in desmin-null mouse skeletal muscle. **J Exp Biol**, v. 204, p. 1703-10, 2001.

SILVA, E.; CATAI, A.M.; TREVELIN, L.C.; GUIMARÃES, J.O.; SILVA-JR, L.P.; SILVA, L.M. et al. Desing of a computerized system to evaluate the cardiac function during dynamic exercise. **Phys Med Biol**, v. 39, p. 409, 1994 (Abstract).

SILVA, F.B.; SAMPAIO, L.M.M.; CARRASCOSA, A.C. Avaliação fisioterapêutica dos sistemas mastigatórios e respiratório de um portador de síndrome otodental: um estudo de caso. **Rev Bras Fisioter**, v.10, n. 1, p.133-36, 2006.

SMITH, M.L.; HUDSON, D.L.; GRAITZER, H.M.; RAVEN, P.B. Exercise training bradycardia: the role of autonomic balance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 21, n. 1, p. 40-44, 1989.

Sociedade Brasileira de Cardiologia, Sociedade Brasileira de Hipertensão, Sociedade Brasileira de Nefrologia. **V Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial**, 2006.

SOUCHARD, P.E. **Reeducação postural global: método do campo fechado**. São Paulo: Ícone, 1987.

SOUCHARD, P.E. **Respiração**. São Paulo: Summus, 1989.

SOUCHARD, P.E. **O diafragma**. São Paulo, Brasil: Summus, 1989.

SOUCHARD, P.E.; OLLIER, M. **As escolioses: seu tratamento fisioterapêutico e ortopédico**. São Paulo: É Realizações Ltda, 2001.

SOUZA, R.B. Pressões respiratórias estáticas máximas. **J Pneumol**, v. 28, Supl 3, p. S155-65, 2002.

STRATTON, J.R.; LEVY, W.C.; CERQUEIRA, M.D.; SCHWARTZ, R.S.; ABRASS, I.B. Cardiovascular responses to exercise. Effects of aging exercise training in healthy men. **Circulation**, v. 89, p. 1648-55, 1994.

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.

TEODORI, R.M.; MORENO, M.A.; FIORI-JUNIOR, J.F.; OLIVEIRA, A.C.S. Alongamento da musculatura inspiratória por intermédio da reeducação postural global (RPG). **Rev Bras Fisioter**, v. 7, n. 1, p. 25-30, 2003.

TIMOTHY, J.; BARREIRO, D.O.; PERILLO, I. Na approach to interpreting spirometry. **American Family Phisician**, v. 69, n. 5, p. 1107-14, 2004.

TULPPO, M.P.; HAUTALA, A.J.; MAKIKALLIO, T.H.; LAUKKANEN, R.T.; NISSILA, S.; HUGHSON, R.L. et al., Effects of aerobic training on Herat rate dynamics in sedentary subjects. **J Appl Physiol**, v. 95, p. 364-372, 2003.

VALLE, P.H.C; COSTA, D.; JAMAMI, M.; OISHI, J.; BALDISSERA, V. Avaliação do treinamento muscular respiratório e do treinamento físico em indivíduos sedentários e atletas. **Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde**, v. 2, n. 4, p. 27-40, 1997.

VALLE, P.H.C.; WINKELMANN, E.R.; KERN, E.; SILVA, A.M.V.; MARCHI, P.B.; COSTA, D. Efeitos do treinamento e destreinamento da força muscular respiratória em soldados. **Atividade Física e Saúde**, v. 7, n. 1, p. 46-54, 2002.

WARREN, C.G.; LEHMANN, J.F.; KOBLANSKI, J.N. Elongation of rat tail tendon: effect of load and temperature. **Arch phys med rehabil**, v. 52, n.10, p. 465-474, 1971.

WARREN, C.G.; LEHMANN, J.F.; KOBLANSKI, J.N. Heat and stretch procedures: an evaluation sing rat tail tendon. **Arch phys med rehabil**, v. 57, n.3, p. 122-26, 1976.

WASSERMAN, K.; HANSEN, J.E.; SUE, D.; WHIPP, B.J.; CASABURI, R. **Principles of exercise testing and interpretation**. 3^a ed., Philadelphia: Williams & Wilkins, 1999.

WEST, J.B. **Respiratory physiology: the essentials**: Philadelphia, Pennsylvania, USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2004.

WILLIAMS, G.N.; HIGGINS, M.J.; LEWEK, M.D. Aging skeletal muscle: physiologic changes and the effects of training. **Phys Ther**, v. 82, n. 1, p. 62-68, 2002.

WILLIAMS, P. Effect of intermittent stretch on immobilized muscle. **Annals of the Reumatic diseases**, v. 47, p. 1014-16, 1988.

WILLIAMS, R.S.; EDEN, R.S.; MOLL, M.E.; LESTER, R.M. WALLACE, A.G. Autonomic mechanisms of training bradycardia: beta-adrenergic receptors in humans. **J Appl Physiol**, v. 51, n. 5, p. 1232-37, 1981.

WILLIAMS, P.E.; GOLDSPINK, G. Changes in sarcomere and physiological properties in immobilized muscle. **J Anat**, v.127, n. 3, p. 459-68, 1978.

WILMORE, J.C.; COSTILL, D.L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 2ª edição, São Paulo: Manole, 2002.

YASUMA, F.; HAYANO, J. Respiratory sinus arrhythmia. Why does the heartbeat synchronize with respiratory rhythm? **Chest**, v. 125, n. 2, p. 683-90, 2004.

YAZBEK-JR, P.; TUDA, C.R.; SABBAG, L.M.S.; ZARZANA, A.L.; BATTISTELLA, L.R. Ergoespirometria: tipos de equipamentos, aspectos metodológicos e variáveis úteis. **Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo**, v. 11, n. 3, p. 682-694, 2001.

ANEXO A
PARECERES DOS COMITÊS DE ÉTICA EM PESQUISA



CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "**Avaliação da influência do Método de Reeducação Postural Global (RPG) sobre as Respostas Cardiorespiratórias**", sob o protocolo nº 03/05, do(a) Pesquisador(a) **Profa. Dra. Ester da Silva**, está de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.

We certify that the research project with title "**Evaluation of the influence of global postural reeducation method on the cardiorespiratory responses**", protocol nº 03/05, by Researcher **Ester da Silva**, is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.


Prof. Dr. Gabriele Cornelli
Secretário
CEP - UNIMEP

Piracicaba, SP, Brazil, June, 14, 2005.


Prof.ª Dra.ª Telma R. P. Souza
Coordenadora
CEP - UNIMEP



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
 PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
 Via Washington Luís, km. 235 - Caixa Postal 676
 Fones: (016) 3351.8109 / 3351.8110
 Fax: (016) 3361.3176
 CEP 13560-970 - São Carlos - SP - Brasil
 propg@power.ufscar.br - www.propg.ufscar.br

CAAE 0006.0.135.135-06

Título do Projeto: Avaliação da Influência do Método de Reeducação Postural Global (RPG) sobre as respostas

Classificação: Grupo III

Pesquisadores (as): Marlene Aparecida Moreno, Prof^a. Dra. Aparecida Maria Catal (Orientadora)
 Prof^a Dra. Ester da Silva (co-orientadora)

Parecer Nº 050/2006

1. Normas a serem seguidas

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e).
- Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, inicialmente em ___/___/___ e ao término do estudo.

2. Avaliação do projeto

O Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (CEP/UFSCar) analisou o projeto de pesquisa acima identificado e considerando os pareceres do relator e do revisor DELIBEROU: O projeto tem por objetivo "investigar a influência que o método RPG exerce sobre as respostas cardiorespiratórias".

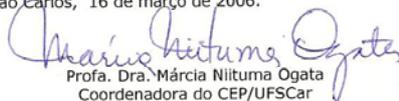
A metodologia está bem definida.

Concluímos que a proposta de estudo apresentada atende às exigências éticas e científicas fundamentais previstas na Resolução 196/96, do Conselho Nacional de Saúde.

3. Conclusão:

Projeto aprovado

São Carlos, 16 de março de 2006.


 Profa. Dra. Márcia Nittuma Ogata
 Coordenadora do CEP/UFSCar

APÊNCIDE A
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DOS VOLUNTÁRIOS QUE PARTICIPARÃO DO PROJETO DE PESQUISA: “AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE REEDUCAÇÃO POSTURAL GLOBAL (RPG) SOBRE AS RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS”.

DOUTORANDA: Marlene Aparecida Moreno

ORIENTADORA: Profa. Dra. Ester da Silva

CO-ORIENTADORA: Profa. Dra. Aparecida Maria Catai

Eu, _____, nascido em ____/____/____, portador do RG nº _____, residente à _____ nº _____, bairro _____, CEP _____, Cidade _____, fone () _____, voluntariamente concordo em participar do projeto de pesquisa acima mencionado.

É de meu conhecimento que este projeto será desenvolvido em caráter de pesquisa científica e objetiva verificar a influência do método de reeducação postural global (RPG) sobre as respostas cardiorrespiratórias.

Estou ciente, de que, antes da minha participação nas avaliações específicas, serei submetido a uma avaliação clínica e diagnóstica, que constará de uma anamnese, exames físicos e laboratoriais, eletrocardiograma em repouso e teste ergométrico. Estes testes objetivam a identificação ou não de qualquer manifestação clínica ou eventual patologia que contra-indique a minha participação nas avaliações subseqüentes.

Estou ciente que durante a realização do teste de esforço físico máximo (Teste Ergométrico), estarei sujeito aos riscos ligados a execução deste, como cansaço, falta de ar, dor no peito, sendo mínima as chances de ocorrerem complicações de difícil controle clínico, segundo o Consenso Nacional de Ergometria (Arq Bras Cardiol, 1995). Porém, esses riscos serão minimizados, a medida que este teste será realizado na presença de um médico e de uma equipe com experiência em intercorrências clínicas cardiovasculares durante atividades de esforço.

Após a avaliação clínica realizada no Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular da UFSCar, serei submetido a uma série de testes funcionais não invasivos (sem a utilização de drogas medicamentosas ou de procedimentos invasivos) no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e de Provas Funcionais da UNIMEP, que constam das seguintes etapas: 1ª Etapa - Condição de repouso, nas posições supina, sentada e em manobra para acentuar a arritmia sinusal respiratória (M-ASR), com registro da frequência cardíaca batimento a batimento, em tempo real, visando a avaliação autônômica; 2ª Etapa - Medida das pressões respiratórias máximas (P_{lmáx} e P_{Emáx}), tendo como objetivo avaliar a força muscular respiratória; 3ª Etapa - Prova de função pulmonar por intermédio da espirometria, visando a captação de volumes, capacidades e fluxos a partir da medida da capacidade vital (CV), capacidade vital forçada (CVF) e ventilação voluntária máxima (VVM); 4ª Etapa - Teste ergoespirométrico de exercício físico dinâmico contínuo (tipo rampa), para avaliar a capacidade funcional máxima aeróbia e o limiar de anaerobiose a partir de medidas ventilatórias, metabólicas e pela resposta da frequência cardíaca; 5ª Etapa – Aplicação do tratamento fisioterapêutico pelo Método RPG por 8 semanas. 6ª Etapa – Reavaliação ao final da 5ª etapa (que envolverá a aplicação dos protocolos da 1ª à 4ª etapa).

Estou ciente ainda, de que, as informações obtidas durante as avaliações serão mantidas em sigilo e não poderão ser consultadas por pessoas leigas, sem a minha devida

autorização. As informações assim obtidas, no entanto, poderão ser usadas para fins de pesquisa científica, desde que a minha privacidade seja sempre resguardada. Estes exames não oferecem riscos ou complicações para a saúde, sendo os riscos nestes casos menores que o mínimo especificado na Resolução 196/96 do CNS e os desconfortos que poderão ocorrer com os testes de esforço no cicloergômetro (bicicleta ergométrica) são cansaço muscular, falta de ar à medida que aumenta a intensidade de esforço como acontece quando se faz exercícios mais intensos como corrida, jogar futebol, ciclismo, etc.

Uma vez que este estudo é composto de dois grupos experimentais (grupo controle, que não receberá a aplicação do método RPG, e grupo tratado), estou ciente que se minha participação for no grupo controle, terei direito ao oferecimento do tratamento em caso de comprovação de benefícios quando concluído o projeto.

Li e entendi as informações precedentes, bem como, eu e os responsáveis pelo projeto já discutimos todos os riscos e benefícios decorrentes deste, sendo que as dúvidas futuras que possam surgir, poderão ser prontamente esclarecidas, bem como o acompanhamento dos resultados obtidos durante a coleta de dados.

Na medida das minhas possibilidades pretendo prosseguir com as avaliações até a sua finalização, visando além dos benefícios trazidos com estes, colaborar para um bom desempenho do trabalho científico dos responsáveis por este projeto. Tenho, no entanto, a liberdade de retirar meu consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo sem penalização ou prejuízo algum.

Piracicaba, de de 200 .

VOLUNTÁRIO

CPF: _____
RG: _____
Fone: () _____

PESQUISADOR RESPONSÁVEL

CPF: _____
RG: _____
Fone: () _____

APÊNCIE B
VERSÃO DO ESTUDO I

Código: 2976 - Data da Inserção: 14/3/2007 18:13:19

Tipo: **Secretaria (Secretary) - Autor (Author)**

- Destino: **Marlene Aparecida Moreno**

Comentário:

Cara Autora:

Ficamos felizes em dizer-lhe que seu artigo intitulado "Efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação Postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários" foi avaliado e aceito para publicação, pelos revisores do Jornal Brasileiro de Pneumologia. A partir de agora para eventuais dúvidas ou questões pendentes, deverão ser encaminhadas para Priscilla neste e-mail: jpneumo@terra.com.br, pois é ela quem cuida da parte de publicação. O código de referência deste artigo é 745/281106/AO. Desde já agradecemos pela sua colaboração com o nosso jornal.

Respeitosamente,

Prof. Dr. José Antônio Baddini Martinez
Editor Chefe - Jornal Brasileiro de Pneumologia

Efeito de um programa de alongamento muscular pelo método de Reeducação Postural Global sobre a força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários

Effect of a muscle stretching program by Global Postural Reeducation method on respiratory muscular strength and thoracoabdominal mobility of sedentary young men

Marlene Aparecida Moreno¹, Aparecida Maria Catai², Rosana Macher Teodori³, Bruno Luis Amoroso Borges⁴, Marcelo de Castro Cesar⁵, Ester da Silva⁶

1.Fisioterapeuta. Doutoranda em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar. Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil.

2.Fisioterapeuta. Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, SP, Brasil.

3.Fisioterapeuta. Doutora em Biologia e Patologia pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil.

4.Fisioterapeuta. Mestre em Fisioterapia pela Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP. Docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil.

5.Médico. Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil.

6.Fisioterapeuta. Doutora em Ciências pela Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP. Docente do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Piracicaba, SP, Brasil.

Trabalho realizado no Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e de Provas Funcionais da Faculdade de Ciências da Saúde – FACIS, da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP

Endereço para correspondência: Marlene Aparecida Moreno, Rua Santa Cruz, 990, Bairro Alto, CEP: 13.419-030, Piracicaba, SP, Brasil. Tel.: 55-19-34330743. E-mail: ma.moreno@terra.com.br

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito do alongamento da cadeia muscular respiratória, pelo método de reeducação postural global (RPG), sobre força muscular respiratória e a mobilidade toracoabdominal de homens jovens sedentários. **Métodos:** Estudo randomizado, realizado com vinte voluntários sedentários, idade $22,65 \pm 2,5$ anos, divididos em dois grupos de dez: grupo controle (G-C) que não participou do alongamento e grupo submetido à intervenção pelo método de RPG (G-RPG). O protocolo foi constituído por um programa de alongamento da cadeia muscular respiratória na postura “rã no chão com os braços abertos” realizado com a regularidade de duas vezes por semana, durante 8 semanas, totalizando 16 sessões. Os dois grupos foram submetidos à avaliação da medida da pressão inspiratória máxima (PI_{máx}), pressão expiratória máxima (PE_{máx}) e cirtometria toracoabdominal, antes e após o período de intervenção. **Resultados:** Os valores das pressões respiratórias máximas e da cirtometria do G-C antes e após o período de intervenção não apresentaram alterações significativas ($p > 0,05$). No G-RPG os valores de todas as variáveis apresentaram diferenças estatisticamente significantes após o protocolo de intervenção ($p < 0,05$). **Conclusão:** O protocolo de alongamento da cadeia muscular respiratória proposto pelo método de RPG mostrou ser eficiente para promover aumento das pressões respiratórias máximas e das medidas da cirtometria toracoabdominal, sugerindo que pode ser utilizado como um recurso fisioterapêutico para o desenvolvimento da força muscular respiratória e da mobilidade toracoabdominal.

Descritores: Reeducação postural global; Pressões respiratórias máximas; Força muscular respiratória; Alongamento muscular; Mobilidade toracoabdominal; Cirtometria

APÊNDICE C
VERSÃO EM INGLÊS DO ESTUDO II

Piracicaba, 9th December 2006

To The American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation

Dear Sirs,

We are hereby submitting our paper titled "STRETCHING OF RESPIRATORY MUSCLE CHAIN BY THE GLOBAL POSTURAL REEDUCATION METHOD: EFFECTS ON RESPIRATORY FUNCTION" for publication in the area of Cardio-respiratory Physical therapy, the authors being: Marlene Aparecida Moreno, Aparecida Maria Catai, Rosana Macher Teodori, Bruno Luis Amoroso Borges, Marcelo de Castro Cesar, Roberta Silva Zuttin and Ester da Silva.

We are only submitting this paper to the American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation and we are aware of and agree to exclusivity for publication in this journal, if accepted for publication by the Editors.

We would be pleased to clarify any doubts.

Yours sincerely


Marlene Aparecida Moreno

AR

PREENCHER COM LETRA DE FORMA

DESTINATÁRIO DO OBJETO / DESTINATAIRE

NOME OU RAZÃO SOCIAL DO DESTINATÁRIO DO OBJETO / NOM OU RAISON SOCIALE DU DESTINATAIRE
BLADLEY R. JOHNS MANAGING EDITOR

ENDEREÇO / ADRESSE
7240 FISHBACK HILL LANE

CEP / CODE POSTAL: **46278** CIDADE / LOCALITÉ: **INDIANAPOLIS** UF: **USA**

DECLARAÇÃO DE CONTEÚDO (SUJEITO À VERIFICAÇÃO) / DISCRIMINATION
 PRIORITÁRIA / PRIORITAIRE
 EMS
 SEGURADO / VALEUR DÉCLARÉ

SIGNATURA DO RECEBEDOR / SIGNATURE DU RÉCEPTEUR: **B/Bo** DATA DE RECEBIMENTO / DATE DE LIVRAISON: **1/3/07** CARRILHO DE ENTREGA / UNIDADE DE DESTINO / BUREAU DE DESTINATION: **NEW AUGUSTA IN 15205**

NOME LEGÍVEL DO RECEBEDOR / NOM LISIBLE DU RÉCEPTEUR

Nº DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DO RECEBEDOR / ORGÃO EXPEDIDOR RUBRICA E MAT. DO EMPREGADO / SIGNATURE DE L'EMPLOI

ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO NO VERSO / ADRESSE DE RETOUR DANS LE VERSO

78940203-0 PD462 / 18 114 x 168 mm

AVISO DE RECEBIMENTO **AR** RA 0 2 8 2 0 9 8 4 5 BR

AVIS CN07

DATA DE POSTAGEM / DATE DE DÉPART: **13/12/06**

UNIDADE DE POSTAGEM / BUREAU DE DÉPÔT: **Piracicaba SP**

TENTATIVAS DE ENTREGA / TENTATIVES DE LIVRAISON

PREENCHER COM LETRA DE FORMA

NOME OU RAZÃO SOCIAL DO REMITENTE / NOM OU RAISON SOCIALE DE L'EXPÉDITEUR
MARLENE APARECIDA MORENO

ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO / ADRESSE
RUA GUERINO LUBIANI 464
CASA 27
PIRACICABA UF: **SP** BRASIL

1 3 4 2 0 - 8 2 3

**STRETCHING OF RESPIRATORY MUSCLE CHAIN BY THE GLOBAL POSTURAL
REEDUCATION METHOD: EFFECTS ON RESPIRATORY FUNCTION**

Marlene Aparecida Moreno, M.Sc.

Dr. Aparecida Maria Catai

Dr. Rosana Macher Teodori

Bruno Luis Amoroso Borges, M.Sc.

Dr. Marcelo de Castro Cesar

Roberta Silva Zuttin, physical therapist

Dr. Ester da Silva

Corresponding author:

Marlene Aparecida Moreno

Laboratório de Pesquisa em Fisioterapia Cardiovascular e de Provas Funcionais

Faculdade de Ciências da Saúde – FACIS

Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP

Rodovia do Açúcar, Km 156

13.400-911, Piracicaba – SP, Brazil

Phone/Fax: +55-19-31241503

e-mail: ma.moreno@terra.com.br

Running title: stretching and respiratory function

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to analyse the effect of stretching the respiratory muscle chain using the global postural reeducation (GPR) method on respiratory function of sedentary young men.

Design: This was a randomised study conducted with twenty volunteers, aged 22.7 ± 2.5 , divided into two groups of ten: control group (C-G) with no stretching, and the group submitted to GPR (G-GPR). The GPR protocol consisted of a program to stretch the respiratory muscular chain in the “open-arm, open hip joint angle” posture, performed regularly twice a week for 8 weeks, totalling 16 sessions. The two groups were submitted to measurement of the maximal respiratory pressure and pulmonary function tests, before and after the intervention period.

Results: The initial values for respiratory muscle strength and the spirometric variables for the C-G showed no statistically significant differences when compared with the data obtained for the final evaluation ($p > 0.05$). However, for the G-RPG, all the values increased after intervention ($p < 0.05$).

Conclusions: The respiratory muscle chain stretching protocol using the GPR method was an efficient method to promote an increase in respiratory muscle strength and in the spirometric variables, suggesting that it could be used as a physical therapeutic resource to develop respiratory function.

Key Words: Global Postural Reeducation, Maximal Respiratory Pressures, Pulmonary Function, Spirometry, Muscle Stretching, Physical therapy

TRABALHOS VINCULADOS À TESE DE DOUTORADO (DESDOBRAMENTOS)

A partir de dados coletados na presente investigação, três estudos foram realizados como desdobramentos da mesma:

ESTUDO IV: Análise da modulação autonômica da frequência cardíaca em homens sedentários jovens e de meia-idade.

Autores: Michel Silva Reis, Marlene Aparecida Moreno, Daniel Iwai Sakabe, Aparecida Maria Catai, Ester da Silva.

Revista: Fisioterapia em Movimento, v. 18, n. 2, p. 11-18, 2005.

ESTUDO V: Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men.

Autores: Ruth C. Melo, Michelle D. B. Santos, Ester da Silva, Robison J. Quitério, Marlene A. Moreno, Michel S. Reis, I. A. Verzola, Lucien de Oliveira, Luis E. B. Martins, Lourenço Gallo-Jr, Aparecida Maria Catai.

Revista: Brazilian Journal of Medical and Biological Research, v. 38, n. 9, p. 1331-1338, 2005.

ESTUDO VI: Avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca nas posturas supina e sentada de homens jovens saudáveis.

Autores: Roberta Silva Zuttin, Marlene Aparecida Moreno, Marcelo de Castro Cesar, Luis Eduardo B. Martins, Aparecida Maria Catai, Ester da Silva.

Revista: Revista Brasileira de Fisioterapia (submetido).

APÊNDICE D

ESTUDO IV: TRABALHO VINCULADO À TESE DE DOUTORADO

ANÁLISE DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM HOMENS SEDENTÁRIOS JOVENS E DE MEIA-IDADE

Analysis of Autonomic Modulation on Heart Rate in Young and Middle-aged Sedentary Men

Michel Silva Reis¹
Marlene Aparecida Moreno²
Daniel Iwai Sakabe³
Aparecida Maria Catai⁴
Ester da Silva⁵

Resumo

O objetivo foi avaliar e comparar a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de homens jovens e de meia-idade. Foram estudados 13 jovens (GJ) com 22±2 anos e 13 homens de meia-idade (GMI) com 54±3,25 anos, saudáveis e sedentários. Em repouso, nas posições supina e sentada, foi realizada, em tempo real, a captação da frequência cardíaca e dos intervalos R-R (ms) do eletrocardiograma, durante 15 min. Os dados foram analisados nos domínios do tempo (DT), pelos índices RMSSD (ms) e pNN50 (%); e da frequência (DF), pelas bandas de baixa (BF) e alta frequências (AF), em unidades normalizadas (un), e a razão BF/AF. O teste *t-Student* foi aplicado com $p < 0,05$. Os resultados em mediana na posição supina e sentada dos GJ e GMI foram: RMSSD (ms) 36.84, 29.27 e 21.74, 19.04; pNN50 16.45, 8.67, e 13.0, 1.62; BFun 28, 45.49 e 45.47, 53.23; AFun 71.99, 54.50 e 54.53, 46.77; BF/AF 0.38, 0.83 e 0.83, 1.14, respectivamente. Os dados no DT e DF, na comparação intragrupo, apresentaram diferenças significantes apenas no GJ. Já intergrupos, o GJ apresentou maiores valores do RMSSD, pNN50 e da AFun, enquanto a BFun e BF/AF mostraram-se diminuídas, na postura supina ($p < 0,05$). Na posição sentada, foi observada diferença significativa apenas do RMSSD. Isto sugere que menor VFC observada no GMI pode ser atribuída à atenuação da atividade vagal no nodo sinusal, com o envelhecimento. Já no GJ, maior VFC na posição supina pode estar relacionada ao predomínio parassimpático e aos desvios hidrostáticos do sangue com a mudança postural.

Palavras-chaves: variabilidade da frequência cardíaca, repouso, homens jovens, homens de meia-idade.

¹ Fisioterapeuta, bolsista de apoio técnico a pesquisa científica – CNPq. Faculdade de Ciências da Saúde – Curso de Fisioterapia – Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Piracicaba, SP.

² Fisioterapeuta, doutoranda em Fisioterapia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), docente do Curso de Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Piracicaba, SP.

³ Fisioterapeuta, doutorando em Ciências Médicas (Obstetrícia e Ginecologia) pela Universidade de São Paulo (USP) – Ribeirão Preto, SP.

⁴ Fisioterapeuta, doutora em Ciências Biológicas (Fisiologia) pela Universidade de Campinas (UNICAMP), docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) – São Carlos, SP.

⁵ Fisioterapeuta, doutora em Ciências Biológicas (Fisiologia) pela Universidade de Campinas (UNICAMP), docente dos cursos de graduação e pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Piracicaba, SP.

Correspondência para: Michel Silva Reis, Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP) – Mestrado em Fisioterapia, Rodovia do Açúcar, km 156, Bloco 7, sala 54. CEP: 13.400-911. Piracicaba – SP. Telefone: (16) 9112-9126.
Email: michelsilre@hotmail.com

APÊNDICE E

ESTUDO V: TRABALHO VINCULADO À TESE DE DOUTORADO

Effects of age and physical activity on the autonomic control of heart rate in healthy men

R.C. Melo¹, M.D.B. Santos¹,
 E. Silva^{1,2}, R.J. Quitério¹,
 M.A. Moreno², M.S. Reis²,
 I.A. Verzola¹, L. Oliveira¹,
 L.E.B. Martins³,
 L. Gallo-Junior⁴
 and A.M. Catai¹

¹Núcleo de Pesquisa em Exercício Físico, Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular, Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP, Brasil

²Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, SP, Brasil

³Laboratório de Fisiologia do Exercício, Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil

⁴Divisão de Cardiologia, Departamento de Clínica Médica, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, SP, Brasil

Abstract

Correspondence

A.M. Catai
 Núcleo de Pesquisa em
 Exercício Físico
 Laboratório de Fisioterapia
 Cardiovascular
 Departamento de Fisioterapia, UFSCar
 13565-905 São Carlos, SP
 Brasil
 Fax: +55-16-3351-2081
 E-mail: mcatai@power.ufscar.br

Research supported by CAPES,
 FAPESP, and CNPq
 (No. 478799/2003-9).

Received May 10, 2004
 Accepted April 14, 2005

The effects of the aging process and an active life-style on the autonomic control of heart rate (HR) were investigated in nine young sedentary (YS, 23 ± 2.4 years), 16 young active (YA, 22 ± 2.1 years), 8 older sedentary (OS, 63 ± 2.4 years) and 8 older active (OA, 61 ± 1.1 years) healthy men. Electrocardiogram was continuously recorded for 15 min at rest and for 4 min in the deep breathing test, with a breath rate of 5 to 6 cycles/min in the supine position. Resting HR and RR intervals were analyzed by time (RMSSD index) and frequency domain methods. The power spectral components are reported in normalized units (nu) at low (LF) and high (HF) frequency, and as the LF/HF ratio. The deep breathing test was analyzed by the respiratory sinus arrhythmia indices: expiration/inspiration ratio (E/I) and inspiration-expiration difference (Δ IE). The active groups had lower HR and higher RMSSD index than the sedentary groups (life-style condition: sedentary vs active, $P < 0.05$). The older groups showed lower HFnu, higher LFnu and higher LF/HF ratio than the young groups (aging effect: young vs older, $P < 0.05$). The OS group had a lower E/I ratio (1.16) and Δ IE (9.7 bpm) than the other groups studied (YS: 1.38, 22.4 bpm; YA: 1.40, 21.3 bpm; OA: 1.38, 18.5 bpm). The interaction between aging and life-style effects had a $P < 0.05$. These results suggest that aging reduces HR variability. However, regular physical activity positively affects vagal activity on the heart and consequently attenuates the effects of aging in the autonomic control of HR.

Key words

- Heart rate variability
- Respiratory sinus arrhythmia
- Autonomic nervous system
- Aging process
- Aerobic exercise

APÊNDICE F

ESTUDO VI: TRABALHO VINCULADO À TESE DE DOUTORADO

Piracicaba, 23 de outubro de 2006.

À Revista Brasileira de Fisioterapia

Vimos por intermédio desta, encaminhar o trabalho “AVALIAÇÃO DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NAS POSTURAS SUPINA E SENTADA DE HOMENS JOVENS SAUDÁVEIS”, na área de Fisioterapia Cardiovascular, sendo os autores: Roberta Silva Zuttin, Marlene Aparecida Moreno, Marcelo de Castro Cesar, Luiz Eduardo Barreto Martins, Aparecida Maria Catai e Ester da Silva.

Aproveitamos a oportunidade para informar que este trabalho está sendo submetido somente a esta revista e que estamos cientes e concordamos com a exclusividade na publicação, caso o artigo venha a ser aceito pelos Editores.

Estando a disposição para maiores esclarecimentos, atentamente.


Profa. Dra. Ester da Silva

 AVISO DE RECEBIMENTO AVIS CN07	AR	SR 72971660-4 BR		
		DATA DE POSTAGEM / DATE DE DÉPÔT 28 / 10 / 06	TENTATIVAS DE ENTREGA / TENTATIVES DE LIVRAISON / / : h / / : h / / : h	
UNIDADE DE POSTAGEM / BUREAU DE DÉPÔT AC Limeira				
ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO / RETOUR	PREENCHER COM LETRA DE FORMA			
	NOME OU RAZÃO SOCIAL DO REMETENTE / NOM OU RAISON SOCIALE DE L'EXPÉDITEUR E.S.F.E.R. D.A. SILVA			
	ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO / ADRESSE R. V.A. FERNANDO FERREIRIANO D.A.			
	CIDADE / LOCALITÉ COSTA 1419 A.P. 71			
	PIRACICABA			UF SP
13416-253				

		AR	
PREENCHER COM LETRA DE FORMA			
DESTINATÁRIO DO OBJETO / DESTINATAIRE			
NOME OU RAZÃO SOCIAL DO DESTINATÁRIO DO OBJETO / NOM OU RAISON SOCIALE DU DESTINATAIRE REVISTA BRAS. FISIOTERAPIA			
ENDEREÇO / ADRESSE RODON. WASHINGTON LUIS, KM 23,5, GP 676			
CEP / CODE POSTAL 13565-905	CIDADE / LOCALITÉ SÃO CARLOS	UF SP	PAÍS / PAYS BRASIL
DECLARAÇÃO DE CONTEÚDO (SUJEITO À VERIFICAÇÃO) / DISCRIMINATION		NATUREZA DO ENVIO / NATURE DE L'ENVOI <input type="checkbox"/> PRIORITÁRIA / PRIORITAIRE <input type="checkbox"/> EMS <input type="checkbox"/> SEGURADO / VALEUR DÉCLARÉ	
ASSINATURA DO RECEBEDOR / SIGNATURE DU RÉCEPTEUR 		DATA DE RECEBIMENTO / DATE DE LIVRATION 30 / 10 / 06	CARIMBO DE ENTREGA / UNIDADE DE DESTINO / BUREAU DE DESTINATION 
NOME LEGÍVEL DO RECEBEDOR / NOM LISIBLE DU RÉCEPTEUR Adriano Henrique Crnkowise			
Nº DOCUMENTO DE IDENTIFICAÇÃO DO RECEBEDOR / ÓRGÃO EXPEDIDOR		RUBRICA E MAT. DO EMPREGADO / SIGNATURE DE L'AGENT 	
ENDEREÇO PARA DEVOLUÇÃO NO VERSO / ADRESSE DE RETOUR DANS LE VERSO			
75240203-0		FC0463 / 16	
		114 x 186 mm	

AVALIAÇÃO DA MODULAÇÃO AUTONÔMICA DA FREQUÊNCIA CARDÍACA NAS POSTURAS SUPINA E SENTADA DE HOMENS JOVENS SEDENTÁRIOS

Zuttin, R.S.¹, Moreno, M.A.², César, M.C.³, Martins, L.E.B.⁴, Catai, A.M.⁵, Silva, E.⁶.

¹Bolsista de apoio técnico a Pesquisa CNPq, ²Docente do Curso de Graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba, ³Docente do Curso de Graduação e da Pós Graduação em Educação Física, da Universidade Metodista de Piracicaba, ⁴Docente da Faculdade de Educação Física da Universidade Estadual de Campinas, ⁵Docente do Curso de Graduação e da Pós Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, ⁶Docente do Curso de Graduação e da Pós Graduação em Fisioterapia da Universidade Metodista de Piracicaba.

Correspondência para: Ester da Silva. Rodovia do Açúcar, Km 156- Campus Taquaral. CEP: 13400- 911, Piracicaba -SP. e-mail: esilvas@unimep.br.

Projeto desenvolvido com apoio financeiro: CNPq e FAP/UNIMEP.

Título para as páginas do artigo: variabilidade da frequência cardíaca e homens jovens.

Palavras chave: variabilidade da frequência cardíaca, repouso, homens jovens, postura corporal, sistema nervoso autônomo.

Resumo

Objetivo: avaliar e comparar a modulação autonômica da frequência cardíaca (FC) em repouso em relação à postura corporal em jovens sedentários. **Método:** foram estudados 20 homens jovens ($22,6 \pm 2,5$ anos), saudáveis e sedentários. A FC e os intervalos das ondas R (iR-R em ms) do eletrocardiograma (ECG) foram captados em tempo real na derivação DII modificada, com os voluntários em repouso nas posturas supina e sentada, durante 15 minutos. Os dados dos iR-R foram analisados, no domínio do tempo (DT), pelos índices RMSSD, RMSM e pNN50 (%); e no domínio da frequência (DF) pela análise espectral, transformada rápida de Fourier, pelas bandas de baixa frequência (BF) e alta frequência (AF), expressas em unidades normalizadas (un) e a razão BF/AF. Para análise estatística foi utilizado o teste de Wilcoxon para amostras pareadas com significância de $\alpha=5\%$. Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa n° 03/05. **Resultados:** No DT, os índices RMSSD e pNN50 apresentaram diferenças estatisticamente significantes na comparação entre as posturas supina e sentada ($p<0,05$) e o RMSM não apresentou diferença estatisticamente significativa, na comparação entre as posturas ($p>0,05$). No DF, as bandas de BF, AF e a razão BF/AF apresentaram diferenças estatisticamente significantes na comparação entre as posturas supina e sentada ($p<0,05$). **Conclusões:** os resultados mostraram que, com a mudança postural ocorreram ajustes autonômicos do sistema nervoso parassimpático e simpático sobre o controle da FC, o que pode ser atribuído a integridade do sistema neurocárdico, apesar do nível de aptidão física dos voluntários. **Palavras-chaves:** variabilidade da frequência cardíaca, repouso, homens jovens, postura corporal, sistema nervoso autônomo.