

VITOR OLIVEIRA CARVALHO

A escala de Borg como ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação do esforço em pacientes com insuficiência cardíaca na hidroterapia e no solo: estudo randomizado, cego e controlado

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências

Programa: Cardiologia

Orientador: Dr. Guilherme Veiga Guimarães.

São Paulo
2010

“Fé em Deus, pé na tábuá”

"Para ser grande, sê inteiro: nada
Teu exagera ou excluí.
Sê todo em cada coisa.

Põe quanto és
No mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda
Brilha, porque alta vive"

Ricardo Reis (Fernando Pessoa)

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese de doutorado a toda minha família que sempre me apoiou incondicionalmente e conviveu com toda a saudade inerente à distância que a vida nos impôs.

Dedico, em especial, a minha querida mãe (Maisete Jane Menezes de Oliveira) que sempre acreditou em meus sonhos, caminhou, sofreu e lutou comigo a cada segundo desde o início da minha jornada e nunca me deixou pensar em desistir.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor e amigo Guilherme Veiga Guimarães que me ensinou, pacientemente e exemplarmente, a ser um pesquisador. Obrigado pelos ensinamentos e pela confiança depositada em mim para a realização desta pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Aos pacientes da Unidade Clínica de Insuficiência Cardíaca e Transplante do InCor HCFMUSP que me ensinaram muito além da cardiologia.

À Academia Number One por ceder cordialmente e sem nenhuma contrapartida financeira a piscina para a realização desta pesquisa.

À Pró-Reitoria de Pós-Graduação da USP pela oportunidade que me deu em ir apresentar meus trabalhos em congressos europeus.

Ao meu pai Carlos Alberto Lopes de Carvalho pelas palavras de incentivo e pela constante torcida.

A minha madrinha e avó Maria Menezes de Oliveira pela sua sabedoria de vida e pelo constante carinho e zelo ao longo de toda a minha vida.

Ao meu avô João Eustáquio de Oliveira (In memoriam). Aprendi contigo que a humildade sempre deve acompanhar aqueles que desejam ir mais além.

Ao Prof. Dr. Edimar Alcides Bocchi, diretor da Unidade Clínica de Insuficiência Cardíaca e Transplante do InCor-HCFMUSP, pela sua incontestável liderança e sabedoria.

Ao amigo Germano Emilio Souza Conceição, médico da Unidade Clínica de Insuficiência Cardíaca e Transplante do InCor-HCFMUSP, pela oportunidade que me deu ao me levar para o laboratório.

A todos os funcionários do Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do InCor-HCFMUSP, em especial a secretária Maria de Lourdes Ribeiro e à técnica Maria Cecília Alves Lima, por todo carinho e atenção ofertados a mim e pelo auxílio prestado nesta pesquisa.

Ao primo e amigo Andre Luis Ribeiro Ribeiro pela cumplicidade, por todo o incentivo pessoal e pelo companheirismo nos bons e maus momentos vividos em São Paulo. Jamais esquecerei.

Ao tio Gervásio Menezes de Oliveira por todo apoio dado na minha vida profissional.

À amiga Cristiane Porto pelo seu incentivo e colaboração na redação científica.

A todos que torcem por mim. Muito obrigado! Aqui não é um fim, é apenas um recomeço.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas

Lista de tabelas

Lista de figuras

Resumo

Summary

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| 2. OBJETIVO..... | 10 |
| 3. CASUÍSTICA E MÉTODOS | 12 |
| 3.1. Casuística..... | 13 |
| 3.2. Dinâmica do estudo..... | 16 |
| 3.3. Ergoespirometria | 18 |
| 3.4. Programa de exercícios..... | 20 |
| 3.4.1. Solo (convencionais) | 20 |
| 3.4.2. Hidroterapia (piscina) | 21 |
| 3.5. Análise estatística..... | 24 |
| 4. RESULTADOS | 25 |
| 5. DISCUSSÃO | 36 |
| 6. CONCLUSÕES | 45 |
| 7. ANEXOS | 47 |
| Anexo 1. Percepção subjetiva de esforço de Borg | 48 |
| Anexo 2. Percepção subjetiva de esforço de Borg (modificado) | 49 |
| Anexo 3. Dados de caracterização do grupo piscina..... | 50 |
| Anexo 4. Dados de frequência cardíaca na ergoespirometria do grupo piscina | 51 |
| Anexo 5. Dados de frequência cardíaca durante o exercício no grupo piscina | 52 |
| Anexo 6. Dados de caracterização do grupo solo..... | 53 |
| Anexo 7. Dados de frequência cardíaca na ergoespirometria do grupo solo | 54 |
| Anexo 8. Dados de frequência cardíaca durante o exercício no grupo solo..... | 55 |
| Anexo 9. Artigos publicados pelo autor relacionados ao presente estudo | 56 |
| Anexo 10. Artigo da tese na íntegra publicado no Circulation Journal..... | 74 |
| Anexo 11. Resumos publicados pelo autor relacionados ao presente estudo .. | 80 |
| 8. REFERÊNCIAS..... | 83 |

LISTAS

LISTA DE ABREVIATURAS

-SIC: Síndrome da insuficiência cardíaca.

-VO₂: Consumo de Oxigênio.

-VO₂pico: Consumo de Oxigênio de pico.

-VO₂máx: Consumo máximo de Oxigênio.

-NYHA: New York Heart Association.

-FEVE: Fração de ejeção do ventrículo esquerdo.

-IECA: Inibidores da Enzima Conversora da Angiotensina.

-IMC: Índice de massa corpórea.

-FCR: Frequência cardíaca de repouso.

-FC-LA: Frequência cardíaca no Limiar Anaeróbio.

-FC-PCR: Frequência cardíaca no ponto de compensação respiratório.

-FCM-Predita: Frequência cardíaca máxima predita para a idade.

-%FCP-Predita O percentual da frequência cardíaca de pico determinada pela ergoespirometria em relação à predita para a idade.

- FCME: Frequência cardíaca média durante o exercício.

-%FCE-LA: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca do limiar anaeróbio.

-%FCE-PCR: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação ao ponto de compensação respiratório.

-%FCE-pico: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação ao pico da frequência cardíaca determinada pela ergoespirometria.

-%FCE-Predita: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca predita para a idade.

-VE/VO₂: Relação entre a ventilação e o VO₂.

-Pet O₂: Pressão parcial de oxigênio no final da expiração.

-VE/VCO₂: Relação entre a ventilação e a produção de Oxigênio.

-Pet CO₂: Pressão parcial de gás carbônico ao final da expiração.

-r_i: Coeficiente de Correlação Intra-classe.

LISTA DE TABELAS

-Tabela 1. Caracterização dos pacientes.

-Tabela 2. Variáveis durante a ergoespirometria e sessão de exercício entre os grupos.

LISTA DE FIGURAS

-Figura 1: Fluxograma de pacientes envolvidos no estudo.

-Figura 2: Exercício na piscina, realizado com ajuda do membro superior.

-Figura 3: Freqüência cardíaca média em relação ao limiar anaeróbio e em relação ao ponto de compensação respiratório para os grupos piscina e solo.

-Figura 4: Freqüência cardíaca média relativa para os grupos piscina e solo.

-Figura 5: Variáveis durante a ergoespirometria.

-Figura 6: Variáveis durante a ergoespirometria: Razão de troca respiratória.

-Figura 7: Variáveis durante o exercício guiado pela escala de Borg.

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1: Escala de Borg Original.

Anexo 2: Escala de Borg modificada.

Anexo 3: Dados de caracterização do grupo piscina.

Anexo 4: Dados de frequência cardíaca na ergoespirometria do grupo piscina.

Anexo 5: Dados de frequência cardíaca durante o exercício do grupo piscina.

Anexo 6: Dados de caracterização do grupo solo.

Anexo 7: Dados de frequência cardíaca na ergoespirometria do grupo solo.

Anexo 8: Dados de frequência cardíaca durante o exercício do grupo solo.

Anexo 9: Artigos publicados pelo autor que fazem referência ao presente estudo.

Anexo 10: Artigo da tese na íntegra publicado no Circulation Journal.

RESUMO

Carvalho VO. A escala de Borg como ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação do esforço em pacientes com insuficiência cardíaca na hidroterapia e no solo: estudo randomizado, cego e controlado. [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo;2009. 115p.

INTRODUÇÃO: A escala de Borg é a padronização da percepção subjetiva de esforço mais difundida e seu uso já foi proposto para garantir um esforço submáximo em portadores da síndrome da insuficiência cardíaca (SIC). A hidroterapia é um novo método usado nos programas de reabilitação cardiovascular que parece proporcionar ao paciente um benefício extra em relação ao treinamento físico convencional. **OBJETIVO:** Avaliar o uso da escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” como uma ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação do esforço físico em portadores da SIC no solo e na piscina, por possivelmente levar a frequência cardíaca a uma faixa entre o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório. **MÉTODOS:** Os pacientes realizaram uma ergoespirometria para determinação dos limiares metabólicos. O percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercício em relação à frequência cardíaca referente ao limiar anaeróbio (%FCE-LA), em relação ao ponto de compensação respiratório (%FCE-PCR), em relação à frequência cardíaca de pico medida pela ergoespirometria (%FCE-pico) e em relação à frequência cardíaca máxima predita para a idade (%FCE-Predita) foi realizado. Posteriormente, os pacientes foram randomizados para os grupos piscina ou solo. Um investigador, cego para a frequência cardíaca referente aos limiares metabólicos instruiu os pacientes a caminhar entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo”. A frequência cardíaca média após 30 minutos de exercício foi considerada. **RESULTADOS:** O %FCE-LA (114 ± 11 versus 111 ± 11 , $p=0,352$) e %FCE-Predita (61 ± 8 versus 58 ± 7 , $p=0,306$) não diferiram entre os grupos piscina e solo; mas diferente no %FCE-PCR (95 ± 7 versus 86 ± 7 , $p<0,001$) e no %EHR-Peak (85 ± 8 versus 78 ± 9 , $p=0,007$). O %FCE-LA ($r_i=0,63$, $p=0,018$) mostrou uma concordância entre os grupos, mas o %FCE-PCR ($r_i=0,33$, $p=0,192$), %FCE-pico ($r_i=-0,18$, $p=0,643$) e %FCE-Predita ($r_i=-0,38$, $p=0,755$) não. **CONCLUSÃO:** O exercício físico guiado pela escala de Borg levou a frequência cardíaca média durante o exercício para uma faixa entre o limiar anaeróbio e ponto de compensação respiratório (zona alvo de treinamento físico). O grupo piscina apresentou a frequência cardíaca mais próxima do limiar anaeróbio enquanto o grupo solo apresentou mais próximo do ponto de compensação respiratório, o que parece refletir o efeito hemodinâmico da imersão em água aquecida. Este dado é importante para na auto-adaptação e para a auto-monitorização do treinamento físico sem a realização seriada da ergoespirometria, podendo implicar em um custo financeiro mais baixo de um programa de reabilitação.

Descritores: Insuficiência cardíaca, Frequência cardíaca, Escala de Borg, Exercício.

SUMMARY

Carvalho VO. The Borg scale as a tool for self-monitoring and self-regulation of the exercise effort in patients with heart failure in hydrotherapy and land: a randomized, blinded, controlled trial. [Thesis]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo;2009. 115p.

BACKGROUND: The Borg scale is the standardization of perceived exertion most widespread and has been proposed to ensure a submaximal effort in patients with the syndrome of heart failure (SIC). Hydrotherapy is a new method used in cardiovascular rehabilitation programs that seems to offer the patient an extra benefit compared to conventional exercise training. **AIM:** To evaluate the use of the Borg scale between "relatively easy and slightly tiring" as a tool for self-monitoring and self-adaptation to physical exertion in patients with the SIC on the land and on the hydrotherapy, by possibly lead the heart rate to a range between anaerobic threshold and respiratory compensation. **METHODS:** Patients performed the cardiopulmonary exercise test to determine the metabolic thresholds. The percentage of the mean heart rate during the exercise session in relation to the anaerobic threshold heart rate (%FCE-LA), in relation to the respiratory compensation point (%EHR-PCR), in relation to the peak heart rate by the exercise test (%EHR-Peak) and in relation to the maximum predicted heart rate (%EHR-Predicted) were performed. Then, patients were randomized into land or water groups. One investigator, blinded to metabolic threshold's heart rate, instructed the patients to walk between "relatively easy and slightly tiring". The mean heart rate after the 30 minutes of exercise session was recorded. **RESULTS:** The %EHR-AT (114 ± 11 to 111 ± 11 , $p=0,352$) and %EHR-Predicted (61 ± 8 to 58 ± 7 , $p=0,306$) were not different between land and water groups; but different in the %EHR-PCR (95 ± 7 to 86 ± 7 , $p<0,001$) and in the %EHR-Peak (85 ± 8 to 78 ± 9 , $p=0,007$). The %EHR-AT ($r_i=0,63$, $p=0,018$) showed an agreement between groups, but %EHR-VT ($r_i=0,33$, $p=0,192$), %EHR-Peak ($r_i=-0,18$, $p=0,643$) and %EHR-Predicted ($r_i=-0,38$, $p=0,755$) did not. **CONCLUSION:** The exercise guided by the Borg scale has led to heart rate during exercise to a range between the threshold and respiratory compensation point (the target area of physical training). The hydrotherapy group had the heart rate closer to the anaerobic threshold as the land group that had closer to the respiratory compensation point, which seems to reflect the hemodynamic effect of immersion in hot water. This information is important to self-adapt and self-regulate the exercise training without a serial cardiopulmonary exercise test, what could imply in lowest cost.

Descriptors: Heart failure, Heart rate, Borg scale, Exercise.

1. INTRODUÇÃO

A síndrome da insuficiência cardíaca (SIC) é considerada a via final comum de toda cardiopatia e uma importante causa de morte no mundo.^{1,2,3} Esta síndrome possui uma alarmante taxa de mortalidade de aproximadamente 50% em 5 anos, o que pode superar muitos tipos de câncer.⁴ No Brasil, SIC representa a maior causa de internação hospitalar por doença cardiovascular e, quando analisadas todas as causas de óbito, representa uma taxa de mortalidade de 6,3%.⁵

A SIC é definida como uma disfunção cardíaca que ocasiona inadequado suprimento de sangue para atender as demandas metabólicas do corpo na presença do retorno venoso normal ou fazê-lo na presença de elevadas pressões de enchimento.⁶ Este inadequado suprimento de sangue deflagra um mecanismo compensatório a fim de normalizar o débito cardíaco através de um aumento da atividade simpática, uma importante vasoconstrição periférica e um aumento na volemia associada a uma diminuição da diurese. O racional deste mecanismo adrenérgico é aumentar o inotropismo e o cronotropismo do coração, além de redirecionar o fluxo sangüíneo para os órgãos vitais do corpo como cérebro e coração. Através do aumento da volemia, há também a tentativa de utilizar o mecanismo de Frank-Starling para restaurar o débito cardíaco.

Por estes mecanismos compensatórios, a musculatura esquelética torna-se um alvo de sofrimento pela privação ao fluxo sangüíneo, gerando uma conseqüente perda de massa muscular e uma disfunção endotelial o que contribuem para uma baixa capacidade física.⁷ Assim, a SIC caracteriza-se clinicamente por uma baixa tolerância ao exercício físico,^{8,9} por uma alta morbidade/mortalidade¹⁰ e por uma qualidade de vida deteriorada.¹¹

Fisiopatologicamente caracteriza-se por um comprometimento da função cardíaca, uma persistente atividade neurohormonal¹² e uma disfunção endotelial.¹³

O tratamento para a SIC é, fundamentalmente, medicamentoso. Drogas como os beta-bloqueadores e os Inibidores da Enzima de Conversão da Angiotensina (IECA), dentre outros, já mostraram efeitos positivos na sobrevida de pacientes com a SIC.¹⁴ Além disto, terapias coadjuvantes vêm ganhando notoriedade no meio científico.

Em um passado relativamente recente, recomendava-se repouso no leito e restrição à atividade física. A partir de 1980, este conceito começou a mudar e somente em 1990 foi publicado o primeiro trabalho que usou uma metodologia bem controlada para estudar os efeitos do exercício físico na SIC. Neste trabalho, os autores mostraram que o treinamento físico promoveu uma melhora da capacidade física máxima e submáxima, assim como melhora dos sintomas da SIC de uma forma segura sem a presença de eventos adversos durante o treinamento físico. A partir destes resultados, os autores concluíram que a crença de que o repouso no leito fosse benéfico para poupar o coração dos portadores da SIC não poderia ser mais aceita.¹⁵ Desde este marco histórico, o programa de exercício físico na SIC vem sendo aceito e aperfeiçoado gradualmente.¹⁶ Atualmente, o programa de exercício físico tem sido recomendado formalmente através de importantes diretrizes como um importante e seguro tratamento para pacientes portadores da SIC.^{1,17,18}

Muitos benefícios da atividade física em portadores da SIC têm sido documentados, como: melhora da capacidade física (aumento de 10 a 30% na capacidade física máxima),^{19,20} da qualidade de vida,²¹ da disfunção endotelial,²²

dos níveis séricos de catecolaminas,²³ da morbidade e re-internação.²⁴ Outros benefícios não obtiveram a necessária comprovação, alguns por possíveis motivos metodológicos do estudo, tornando-se limitações da atividade física em portadores da SIC. Os exemplos mais clássicos são: a relação com a diminuição da mortalidade²⁵ e da melhora da função cardíaca no repouso.²⁶ A função cardíaca no repouso inalterada com o treinamento físico e a inexistência de correlação entre fração de ejeção do ventrículo esquerdo com a capacidade física leva a comunidade científica a crer, cada vez mais, de que os principais efeitos do treinamento físico na SIC sejam mais periféricos do que centrais.

Para iniciar um programa de treinamento físico, um teste de esforço faz-se necessário para a identificação de possíveis anormalidades eletrocardiográficas potencialmente perigosas e para estratificação de riscos dos pacientes com a SIC.²⁷ Além disto, é muito útil na prescrição de exercícios por avaliar a dinâmica da frequência cardíaca, identificar a transição metabólica no esforço e quantificar a capacidade física submáxima e máxima dos pacientes com a SIC (mais especificamente pela ergoespirometria).^{28,29,30}

A prescrição de exercício aeróbio é feita através de um percentual da capacidade física máxima, representada pelo consumo máximo de Oxigênio (VO_2 máx). Costuma-se usar a frequência cardíaca relativa a 50 e 80% do VO_2 máx ou 50 a 90% da frequência cardíaca de pico ou de 60% a 80% da frequência cardíaca de reserva ou, mais especificamente, as frequência cardíaca referente aos limiares anaeróbio e ventilatório.²⁷

Apesar de não haver consenso sobre quais métodos e intensidades de exercício físico são os melhores para o tratamento de pacientes com a SIC, os

exercícios submáximos (aqueles realizados entre o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório) parecem proporcionar uma melhor relação segurança/eficiência.³¹ Exercícios físicos de intensidades elevadas, isto é, acima do ponto de compensação respiratório, estão associados a um grande desprazer³² e uma significativa redução na aderência do paciente ao treinamento.³³

A aderência ao programa de exercício físico para portadores da SIC representa um grande problema e um grande desafio para os profissionais que trabalham com a atividade física. Os dados são muito dispersos e variam de acordo com o parâmetro usado para avaliar a aderência, mas cerca de 28 a 37% dos cardiopatas evadem o programa de exercícios físico. Muitos fatores estão relacionados a esta grande evasão, como: situação sociocultural, idade avançada, sexo feminino, baixa capacidade física, depressão, cansaço excessivo durante o exercício, baixa motivação e tempo prolongado do programa de reabilitação.³⁴

O desenvolvimento de estratégias para aumentar a aderência ao programa de atividade física faz-se muito necessário para uma melhora mais expressiva dos pacientes e para uma diminuição de custo financeiro. O desenvolvimento de um método simples de prescrição de exercício que proporcione ao paciente a autonomia e a capacidade de auto-regular seu esforço e auto-adaptar seu treinamento físico para que esteja na zona alvo de treinamento, poderia ser bastante útil no aumento da aderência ao programa de exercício físico, no ganho de capacidade física e na diminuição de custo financeiro. Assim, o paciente poderia contribuir mais independentemente como um gestor do seu próprio treinamento físico e da sua saúde.

Uma ferramenta muito usada para monitorizar e prescrever o treinamento físico é a frequência cardíaca.^{27,28} O uso desta variável cardiovascular apresenta um baixo custo financeiro e uma certa facilidade de utilização e mensuração que pode ser realizada através de um monitor cardíaco ou pela autopalpação da artéria radial ou jugular. O uso da frequência cardíaca proporciona uma relativa autonomia ao paciente, porém a evolução e adaptação do seu treinamento físico e da sua zona alvo de esforço dependem de avaliações ergoespiométricas seriadas. Isto porque a medida que o paciente ganha condicionamento físico, a frequência cardíaca relativa a zona de treino poderá mudar.

Em relação à frequência cardíaca, até um passado recente ainda havia o mito de que a mesma não aumentava durante o esforço (resposta cronotrópica) em portadores da SIC em uso de beta-bloqueadores e que, conseqüentemente, seu uso na prescrição de exercício físico poderia ser inválido. Sabe-se hoje que a resposta cronotrópica ao esforço existe e não depende da situação clínica do paciente em relação à otimização ou não dos beta-bloqueadores.²⁸

A grande vantagem em se usar a frequência cardíaca como uma variável de prescrição e monitorização do exercício físico é a sua relação próxima com o Consumo de Oxigênio (VO_2) em indivíduos saudáveis³⁵ e em portadores da SIC.²⁹ Em indivíduos saudáveis esta relação é ainda mais próxima quando analisamos o percentual da frequência cardíaca de reserva em relação ao percentual do VO_2 de reserva.³⁵ Em portadores da SIC, esta relação mais próxima só parece ser verdadeira naqueles em uso de dose plena de beta bloqueador e com frequência cardíaca de repouso entre 50 e 60 batimentos por minuto.²⁹ Apesar disto, o uso da frequência cardíaca relativa ao limiar anaeróbio e o ponto de compensação

respiratório ainda é o método mais preciso para prescrição de exercício físico aeróbio para portadores da SIC em uso de betabloqueadores.³⁶

Outro método simples, prático e de baixo custo financeiro de monitorizar o treinamento físico na SIC é através da percepção subjetiva do esforço, cuja escala mais difundida é a de Borg. A escala de Borg foi inicialmente formulada na década de 70 pelo fisiologista sueco Gunnar Borg com o propósito de quantificar os sintomas dos pacientes, como a falta de ar e a dor torácica.^{37,38} Existem duas versões da escala de Borg: a original que vai de seis a vinte (anexo 1) e a modificada que vai de zero a dez (anexo 2). Hoje em dia, a escala de Borg tornou-se o instrumento mais usado para a mensuração da auto-percepção da intensidade de esforço pela sua praticidade, baixo custo financeiro e sua relação com importantes variáveis fisiológicas, apesar de algumas contradições.³⁹

Muito das relações encontradas entre variáveis fisiológicas e a percepção subjetiva do esforço estão associadas aos reflexos da transição metabólica no trabalho ventilatório do paciente ao longo de um exercício progressivo. A magnitude da resposta do sistema respiratório parece estar relacionada à dispnéia e à percepção subjetiva do esforço.

Existem basicamente três fases metabólicas no exercício progressivo. A primeira é a fase onde o metabolismo é predominantemente aeróbio; a segunda fase é onde há o metabolismo aeróbio associado ao anaeróbio na sua fase compensada e a terceira é quando o metabolismo está predominantemente anaeróbio. O ponto de transição entre a primeira e a segunda fase é chamado de limiar anaeróbio, enquanto que entre a segunda e a terceira é chamado de ponto de compensação respiratório. Estes pontos de transição metabólica são

acompanhados por um expressivo aumento do trabalho ventilatório (volume corrente e frequência respiratória, ou comumente chamado de ventilação). O aumento da ventilação no primeiro limiar é motivado pelo aumento na produção de gás carbônico, reflexo do tamponamento do ácido pelo bicarbonato e no segundo limiar pela queda do pH sanguíneo, fruto da completa utilização do bicarbonato e conseqüente anaerobiose.⁴⁰

Com base nesta relação entre a transição metabólica e a percepção subjetiva de esforço, o uso da escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” foi proposto para guiar o exercício físico e garantir um esforço submáximo em portadores da SIC.⁹ Apesar da importância da intensidade de esforço na prescrição de exercícios, pouco se sabe sobre a auto-monitorização e auto-regulação da intensidade do esforço mediada pela escala de Borg em pacientes com a SIC, particularmente na hidroterapia que é um método novo e promissor no tratamento da SIC.

A hidroterapia, isto é, exercício físico realizados em meio aquático aquecido, já foi considerado um método potencialmente perigoso para portadores da SIC pelo suposto aumento exacerbado do retorno venoso causado pela pressão hidrostática. Contudo, atualmente, sabe-se que a função cardíaca apresenta uma melhora expressiva com a imersão do paciente em água aquecida. Isto acontece pelo aumento no enchimento diastólico e diminuição da frequência cardíaca levando um aumento no volume sistólico e na fração de ejeção do ventrículo esquerdo.⁴¹ Os mecanismos de atenuação da atividade da renina plasmática e do aumento da diurese, possivelmente motivados pela ativação de

baroreceptores renais e aumento do fluxo sanguíneo esplâncnico durante a imersão, já foram descritos.⁴²

Além da preocupação da resposta hemodinâmica à imersão dos portadores de SIC em piscina aquecida, existia também a preocupação com a resposta do sistema respiratório. Contudo, sabe-se que as alterações respiratórias decorrentes à imersão em piscina aquecida são pequenas e semelhantes quando comparados portadores da SIC com indivíduos saudáveis.⁴³

A hidroterapia parece possuir vantagens em relação ao treinamento físico em solo.⁴⁴ Estas vantagens parecem estar relacionadas ao efeito somatório dos consagrados benefícios relacionados ao treinamento físico de atenuação da atividade simpática e da melhora da função vascular, dentre outros, aos benefícios promovidos pelo aquecimento.⁴⁵ Estes dados sugerem que a hidroterapia possa ser um potencial tratamento adicional para portadores da SIC, embora haja muito poucos estudos disponíveis.⁴⁶

Tendo em vista das potenciais vantagens da hidroterapia em relação ao treinamento físico convencional, o uso da escala de Borg como ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação do esforço físico poderia ser útil na reabilitação de portadores da SIC na piscina.

O propósito deste estudo foi avaliar a escala de Borg como ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação do esforço físico na hidroterapia e no solo em pacientes com a SIC.

2. OBJETIVOS

Primário

- Avaliar o uso da escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” como uma ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação do esforço físico em portadores da SIC no solo e na piscina, por possivelmente levar a frequência cardíaca a uma faixa entre o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório.

Secundário

- Avaliar a aplicabilidade da Escala de Borg na hidroterapia em pacientes com a SIC.

- Comparar a resposta da frequência cardíaca em relação ao limiar anaeróbio e ao ponto de compensação respiratório durante o exercício físico guiado pela escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” entre portadores da SIC nos grupos solo e piscina.

3. CASUÍSTICA E MÉTODOS

3.1 – Casuística

Não existe um estudo que tenha avaliado a resposta de frequência cardíaca durante o exercício de caminhada no solo e na piscina para que seus dados pudessem ser usados na realização do cálculo amostral. Sendo assim, a amostra foi calculada com base no estudo de Cider et al⁴¹ que avaliou as alterações hemodinâmicas através da ecocardiografia após a imersão de pacientes com a SIC em piscina aquecida: a frequência cardíaca foi de 78 ± 16 batimentos por minuto no solo e 66 ± 12 batimentos por minuto na piscina. Foi usada a interface *www.openepi.com* para cálculo amostral com um poder de 90% e um intervalo de confiança de 95%. Como resultado, foi obtido uma amostra de sessenta indivíduos (trinta em cada grupo). Com a amostra final deste estudo, obtivemos um poder estatístico do estudo de 80%, o que é bastante aceitável.

Quarenta e dois pacientes com a SIC foram recrutados do ambulatório de insuficiência cardíaca e transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo entre Março de 2007 e junho de 2008. Os critérios de inclusão foram: estabilidade clínica e medicamentosa por, no mínimo, três meses, fração de ejeção do ventrículo esquerdo $\leq 40\%$, classes funcionais I, II e III segundo a *New York Heart Association* (NYHA) e ausência de participações prévias em programas de atividade física. Pacientes com marcapasso, fibrilação atrial, doença de chagas, teste ergoespirométrico submáximo ou limitações funcionais não relacionadas ao sistema cardiovascular, como seqüela de acidente vascular encefálico e doença

pulmonar obstrutiva crônica foram excluídos deste estudo. A caracterização do grupo encontra-se na tabela 1.

Este protocolo foi aprovado pela Comissão Científica do Instituto do Coração e pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa – CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo sob o número 1107/05. Todos os pacientes forneceram o consentimento por escrito antes da participação neste estudo.

Tabela 1. Caracterização dos pacientes.

| | Solo (média±DP) | Piscina (média±DP) | <i>p</i> | 95% IC |
|--|-----------------|--------------------|----------|------------------|
| Etiologia (%) | | | | |
| Isquêmico | 30 | 14 | 0,210 | -0,098 a 0,0435 |
| Não Isquêmico | 70 | 86 | 0,210 | -0,098 a 0,0435 |
| Classe funcional NYHA (%) | | | | |
| I | 36 | 60 | 0,291 | -0,761 a 0,233 |
| II | 36 | 20 | 0,291 | -0,761 a 0,233 |
| III | 28 | 20 | 0,291 | -0,761 a 0,233 |
| Pico de VO ₂ (mLO ₂ .Kg ⁻¹ .min ⁻¹) | 19±4 | 21±5 | 0,309 | -1,432 a 4,416 |
| Sexo (%) | | | | |
| Homens | 81 | 70 | 0,381 | -0,151 a 0,388 |
| Mulheres | 19 | 30 | 0,381 | -0,151 a 0,388 |
| Idade (anos) | 54±7 | 48±8 | 0,018 | -10,67 a -1,08 |
| FEVE (%) | 30±7 | 29±7 | 0,606 | -5,262 a 3,107 |
| IMC (Kg/m ²) | 25±10 | 25±1 | 0,836 | -5,298 a 4,307 |
| Medicações: (%) mg/dia | | | | |
| Diuréticos | | | | |
| <i>Furosemida</i> | 35, 31±10 | 45, 42±7 | 0,026 | 1,607 a 21,884 |
| Hidroclorotiazida | 10, 37±17 | 0 | --- | Poucos casos |
| Inibidores de ECA | | | | |
| Enalapril | 85, 33±9 | 61, 29±12 | 0,302 | -12,406 a 3,974 |
| Captopril | 10, 25±00 | 20, 25±00 | --- | Poucos casos |
| Bloqueadores AT1 (losartan) | 10, 100±0 | 20, 100±0 | --- | Poucos casos |
| Beta-bloqueador (carvedilol) | 100, 54±32 | 100, 60±32 | 0,547 | -26,289 a 14,149 |
| Espironolactona | 45, 25±0 | 50, 25±0 | 0,357 | -0,123 a 0,323 |
| Digoxina | 40, 0,25±0 | 45, 0,25±0 | 0,374 | -19,448 a 9,148 |
| Nitrato | 10, 100±0 | 10, 80±0 | --- | Poucos casos |
| Hidralazina | 0 | 10, 50±0 | --- | Poucos casos |

NYHA= New York Heart Association, VO₂= Consumo de Oxigênio, FEVE= Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (eco), ECA= Enzima Conversora da Angiotensina. IMC= Índice de massa corpórea.

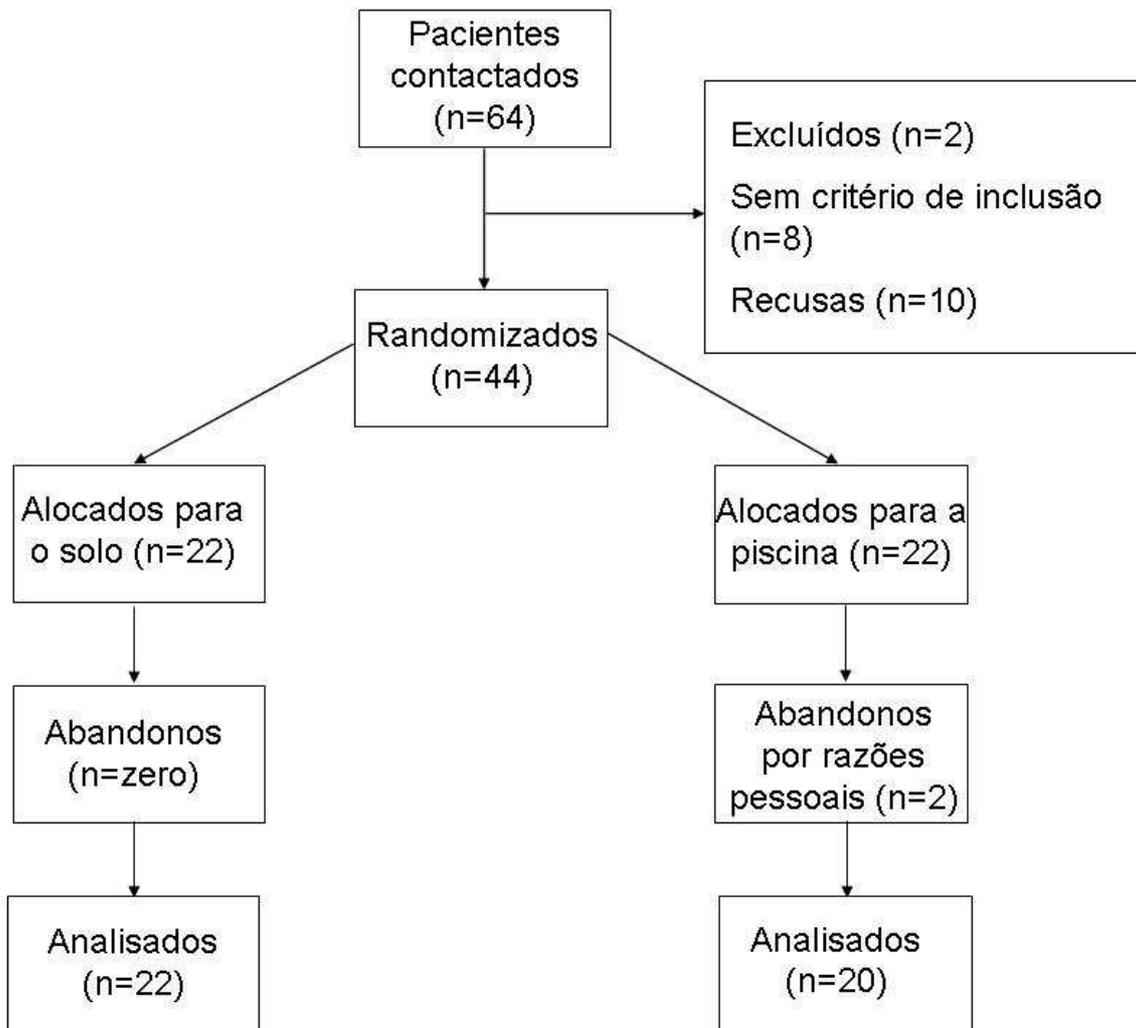
3.2 - Dinâmica do estudo

Este ensaio clínico randomizado foi idealizado para avaliar a Escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” como uma possível ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação da prescrição de exercícios no solo e na piscina por possivelmente levar a frequência cardíaca dos pacientes com a SIC a uma zona entre os limiares anaeróbio e ponto de compensação respiratório. Além disto, o estudo foi idealizado para comparar o comportamento da frequência cardíaca durante o exercício no solo e na água.

Inicialmente, todos os pacientes realizaram uma ergoespirometria em esteira rolante para determinar a dinâmica da frequência cardíaca: repouso, pico, frequência cardíaca relativa ao limiar anaeróbio e ao ponto de compensação respiratório. Após o exame, cada paciente sorteou um papel que o indicava para o exercício no solo ou na piscina. Entre dois e três dias após esta randomização, os pacientes realizaram a sessão de exercício guiada pela escala de Borg. Um investigador cego para as frequências cardíacas referentes ao limiar anaeróbio / ponto de compensação respiratório e cego para todos os outros dados da ergoespirometria, conduziu a sessão de exercício. Este investigador orientou os pacientes a realizar o exercício físico respeitando a percepção subjetiva de esforço entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo”.

A frequência cardíaca foi monitorizada durante os trinta minutos de sessão de exercício. Ao final desta sessão, uma média foi obtida de forma automática pelo monitor de frequência cardíaca. A dinâmica do estudo está representada na

Figura 1.



Fluxograma de pacientes envolvidos no estudo segundo o CONSORT.

3.3 – Ergoespirometria

Os exames de ergoespirometria foram realizados no Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo. Os pacientes foram submetidos ao teste de esforço cardiopulmonar em esteira programável (Marquette series 2000, Marquette Electronics, Milwaukee, WI, EUA), segundo o protocolo de Naughton modificado,⁴⁷ pelo menos duas horas após uma refeição leve. Os pacientes foram orientados a não consumir bebidas ou alimentos que contivessem cafeína ou outras substâncias que pudessem alterar a dinâmica da frequência cardíaca no dia do exame. Os exames foram realizados em ambiente com temperatura controlada (21°C a 23°C) no intervalo entre 10:00 e 15:00 horas do dia. A opção pela esteira rolante em detrimento do cicloergômetro para a realização da ergoespirometria se deu pela especificidade do exercício físico a ser realizado no solo e na piscina (caminhada).

Após dois minutos em repouso, na posição ereta, os pacientes foram encorajados a realizar exercício progressivo até serem limitados por sintomas de dispnéia ou fadiga. O ritmo cardíaco foi monitorizado continuamente através de 12 derivações (Marquette MAX 1, Marquette Electronics, Milwaukee, WI, EUA). A ventilação e as concentrações de oxigênio e de dióxido de carbono foram medidas, respiração a respiração (SensorMedics, modelo Vmax 229, Yorba Linda, CA, EUA). O pico de VO_2 foi considerado como o valor mais alto atingido durante o exercício. A pressão arterial foi monitorizada no repouso e ao final de cada estágio da ergoespirometria pelo método auscultatório.

Considerou-se um teste ergoespirométrico satisfatório quando atingido um quociente respiratório (comumente chamado de razão de troca respiratória) $>1,05$ e sintomas de esforço máximo.⁴⁸

Cálculo da frequência cardíaca:

A frequência cardíaca máxima predita para a idade (FCM-Predita) foi calculada pela equação: $220 - \text{idade}$. O percentual da frequência cardíaca de pico determinada pela ergoespirometria em relação à predita para a idade (%FCP-Predita) foi calculado dividindo-se a frequência cardíaca de pico pela a predita e multiplicado por 100. Para poder comparar a frequência cardíaca média coletada durante os 30 minutos de exercício no solo e na piscina, foi necessário transformar esta frequência cardíaca média em uma variável relativa ao limiar anaeróbio e ao ponto de compensação respiratório. O percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca do limiar anaeróbio (%FCE-LA), determinado pela ergoespirometria, foi calculado por $\%FCE-LA = FC \text{ sessão} / FC \text{ limiar anaeróbio} \times 100$; em relação ao ponto de compensação respiratório (%FCE-PCR) por $\%FCE-PCR = FC \text{ sessão} / FC \text{ ponto de compensação respiratório} \times 100$, em relação ao pico da frequência cardíaca determinada pela ergoespirometria (%FCE-pico) pelo $\%FCE-pico = FC \text{ sessão} / FC \text{ de pico} \times 100$ e em relação à frequência cardíaca predita para a idade (%FCE-Predita) pelo $\%FCE-Predita = FC \text{ sessão} / 220-idade \times 100$.

Limiares metabólicos:

A partir dos dados obtidos no teste ergoespirométrico, o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório foram determinados através da análise dos gases expirados. O limiar anaeróbio foi determinado no momento em que os níveis da relação entre a ventilação e o VO_2 (VE/VO_2) e a pressão parcial de oxigênio no final da expiração ($P_{et} O_2$), alcançaram valores mínimos antes de começarem a subir. O ponto de compensação respiratório foi determinado no momento em que os níveis da relação entre a ventilação e a produção de dióxido de carbono (VE/VCO_2), alcançaram valores mínimos antes de começar a subir e quando a pressão parcial de gás carbônico ao final da expiração ($P_{et} CO_2$) alcançou níveis máximos antes de começar a diminuir.⁴⁹

3.4 - Programa de exercícios

3.4.1. Solo (convencionais)

Os pacientes com a SIC randomizados para este grupo realizaram o protocolo no Laboratório de Atividade Física e Saúde do Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo. Os pacientes foram orientados a não consumir bebidas ou alimentos que contivessem cafeína ou outras substâncias que pudessem alterar a dinâmica da frequência cardíaca no dia da sessão de exercício. Os pacientes realizaram a sessão exercício em uma sala de ginástica com temperatura controlada a $20 \pm 1^\circ$ entre dois a três dias após a randomização. Esta sessão aconteceu no período correspondente à ergoespirometria a fim de evitar possíveis variações circadianas na atividade neurohormonal e possíveis

interferências na frequência cardíaca. Estes pacientes foram instruídos por um investigador cego para as frequências cardíacas referentes ao limiar anaeróbio e ao ponto de compensação respiratório. Orientou-se para que os pacientes exercitassem em uma esteira rolante sem inclinação com uma percepção subjetiva do esforço entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” (o correspondente a numeração entre 11 e 13 da escala de Borg). Os pacientes eram livres para aumentar e diminuir a velocidade da esteira rolante. O incentivo foi padronizado com frases: “se você pode andar mais rápido, aumente a velocidade”, “você está indo bem” e “se está cansativo, diminua a velocidade”.⁹ Nenhuma escala visual foi mostrada aos participantes desta pesquisa. Todos os pacientes foram monitorizados com um monitor cardíaco (Polar, Electro Oy, Kempele, Finland), que mostrou continuamente a frequência cardíaca através dos 30 minutos da sessão de exercício. Uma média da frequência cardíaca era obtida imediatamente no final do protocolo. O investigador cego monitorizou a frequência cardíaca dos pacientes a cada cinco minutos de exercício.

3.4.2. Hidroterapia (Piscina)

Os pacientes com a SIC randomizados para este grupo realizaram o protocolo na piscina da Academia Number One. Os pacientes deste grupo, assim como os pacientes do grupo solo, foram orientados a não consumir bebidas ou alimentos que contivessem cafeína ou outras substâncias que pudessem alterar a frequência cardíaca no dia da sessão de exercício. Os pacientes realizaram a sessão exercício em uma piscina de 12 metros de comprimento com temperatura controlada a $31 \pm 1^\circ$ entre dois a três dias após a randomização. Esta sessão

aconteceu no período correspondente à ergoespirometria a fim de evitar possíveis variações circadianas na atividade neurohormonal e possíveis interferências na frequência cardíaca. Estes pacientes foram instruídos pelo mesmo investigador cego do grupo de exercício no solo. A imersão dos pacientes na piscina foi no nível do processo xifóide.⁵⁰ Orientou-se que os pacientes se exercitassem na piscina percorrendo toda a sua extensão nos dois sentidos guiados pela percepção subjetiva do esforço entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” (o correspondente a numeração entre 11 e 13 da escala de Borg). O investigador, que estava fora da piscina, demonstrou como os pacientes deveriam realizar o exercício, usando as mãos para auxiliar na caminhada (figura 2). Os pacientes eram livres para aumentar e diminuir a velocidade do exercício. O incentivo foi padronizado com as frases: “se você pode andar mais rápido, aumente a velocidade”, “você está indo bem” e “se está cansativo, diminua a velocidade”.⁹ Nenhuma escala visual foi mostrada aos participantes desta pesquisa. Todos os pacientes foram monitorizados com o mesmo tipo de monitor cardíaco do grupo de exercício em solo (Polar, Electro Oy, Kempele, Finland), que mostrou continuamente a frequência cardíaca através dos 30 minutos de sessão de exercício. Uma média da frequência cardíaca era obtida de forma automática pelo monitor de frequência cardíaca imediatamente no final do protocolo. O investigador cego monitorizou a frequência cardíaca dos pacientes a cada cinco minutos de exercício.

Figura 2.



Exercício na piscina, realizado com ajuda do membro superior.

3.5 – Análise estatística.

Os dados são apresentados como média, desvio-padrão e 95% de Intervalo de Confiança. A frequência cardíaca de repouso, de pico, %FCE-LA, %FCE-PCR, %FCE-pico e os dados referentes à caracterização dos pacientes apresentaram distribuição normal. Para comparar estas variáveis entre os grupos solo e piscina, usamos o teste “t” de student na sua versão não-pareada. O Coeficiente de Correlação Intra-classe (r_i) com 95% de Intervalo de Confiança e o índice alfa de Cronbach foram calculado para testar a concordância do %FCE-LA, %FCE-PCR, %FCE-pico entre os grupos solo e piscina. O teste de concordância foi realizado para avaliar se a resposta da frequência cardíaca em relação ao limiar anaeróbio e ao ponto de compensação respiratório entre os grupos foi a mesma entre os dois grupos, uma vez que a imersão em água aquecida sabidamente promove adaptações hemodinâmicas importantes.⁴¹

Os dados foram analisados com o programa *Statistical Package for Social Sciences* for Windows, 11,5 (SPSS Inc, Chicago, IL). A significância estatística foi definida como $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

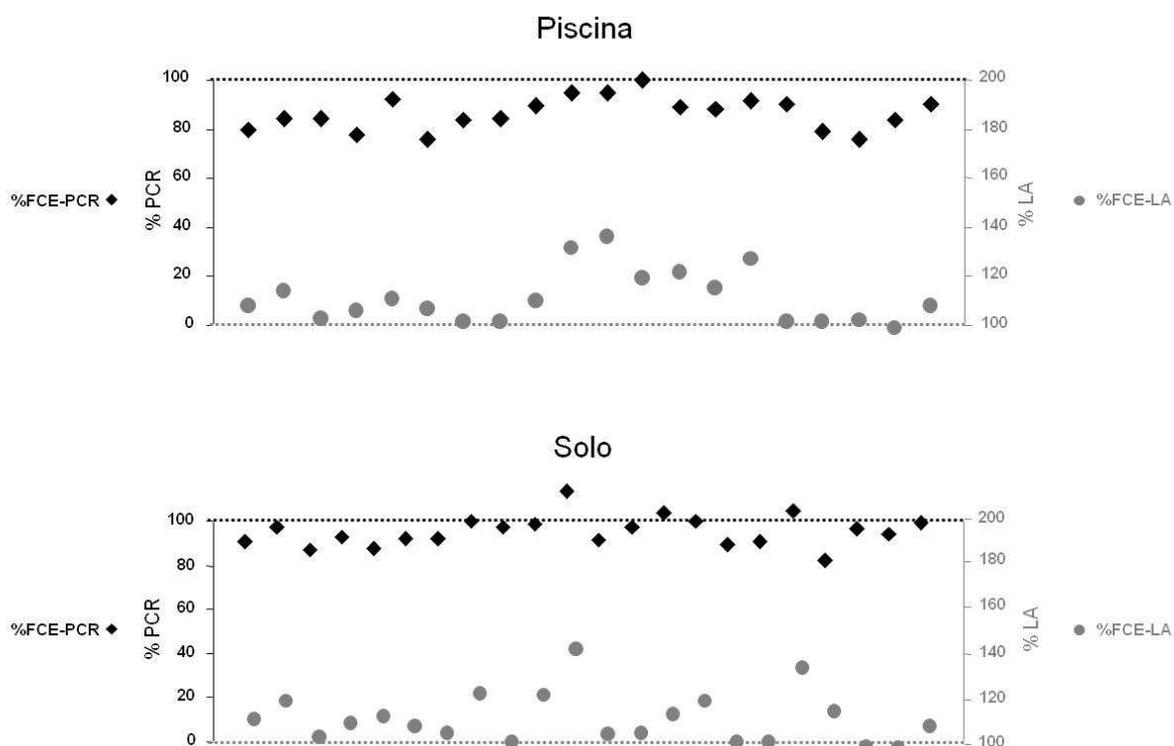
Os pacientes dos grupos solo e piscina apresentaram características bem similares para o sexo, fração de ejeção do ventrículo esquerdo, índice de massa corpórea, etiologia da SIC, classe funcional segundo a NYHA, pico de VO_2 , e medicação usual (tabela 1). Os grupos apresentaram o mesmo comportamento da frequência cardíaca máxima na ergoespirometria em relação ao predito para a idade, o que caracteriza a homogeneidade dos grupos em relação ao beta-bloqueio promovido pelo carvedilol.²⁸

Dos 64 pacientes recrutados, 2 foram excluídos por apresentar gripe com febre no período do teste ergoespirométrico, 8 não atingiram os critérios de inclusão (5 tinham a SIC de origem chagásica e 3 possuíam fibrilação atrial crônica) e 10 recusaram a participar do protocolo (9 alegando não ter interesse em realizar exercícios físicos e 1 pela possibilidade de ser randomizada para o grupo piscina. A paciente alegou não se sentir confortável em ter de usar roupas de banho). Após a randomização (44 pacientes sendo 22 para cada grupo), dois pacientes do grupo piscina abandonaram o protocolo por motivos pessoais (1 por morte de familiar e 1 por motivo de trabalho). O protocolo foi bem tolerado e nenhum evento adverso grave foi relatado pelos pacientes ou observado pelo investigador. Um paciente (número 1 do grupo piscina) queixou-se de falta de adesão dos pés ao chão da piscina durante o exercício e uma paciente (número 15 do grupo piscina) queixou-se de pouca afinidade com o meio aquático e demonstrou receio de entrar na água, mas realizou o protocolo de forma satisfatória quando orientada a caminhar ao lado da barra lateral da piscina. Somente um paciente (número 11 do solo) apresentou a média da frequência

cardíaca durante a sessão muito acima do ponto de compensação respiratório (113,5%) (figura 1, anexo 8).

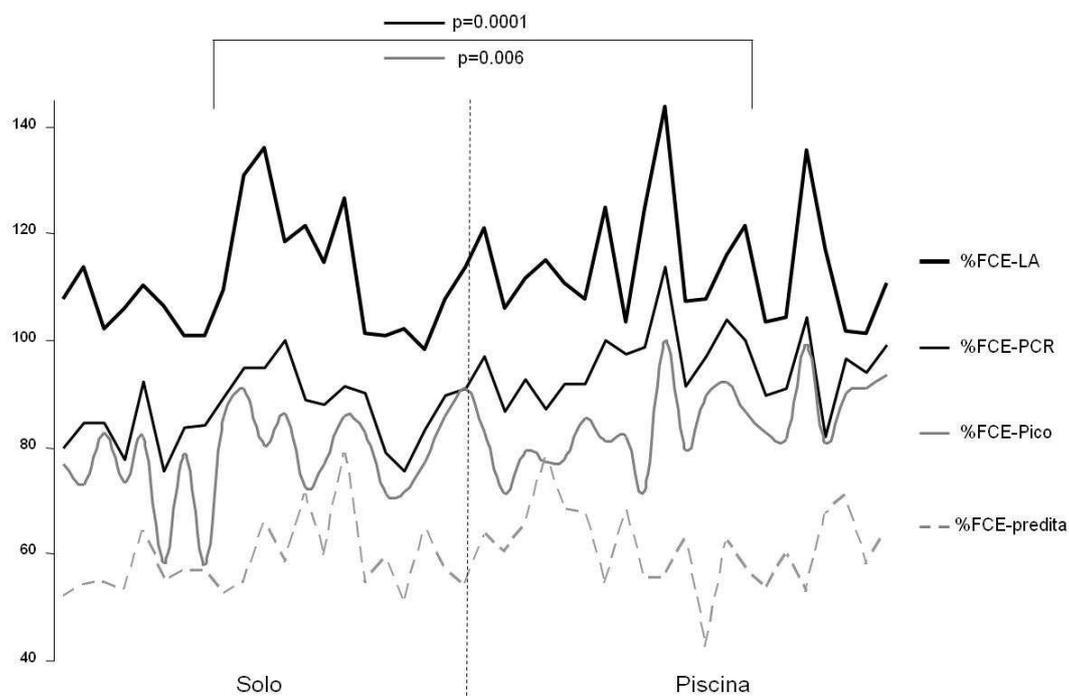
O %FCE-PCR (95 ± 7 versus 86 ± 7 , $p < 0,0001$) e o %FCE-pico (85 ± 8 versus 78 ± 9 , $p = 0,007$) apresentaram diferença entre os grupos de exercício no solo e na piscina, respectivamente. As variáveis relacionadas ao exercício estão representadas nas figures 5, 6 e 7.

Figura 3. Frequência cardíaca média em relação ao limiar anaeróbico e em relação ao ponto de compensação respiratório para os grupos piscina e solo.



Frequência cardíaca média em relação ao limiar anaeróbico e em relação ao ponto de compensação respiratório para os grupos piscina e solo. A linha superior é referente ao ponto de compensação respiratório e a linha inferior é o limiar anaeróbico. A média da frequência cardíaca de cada paciente está apresentada em percentual. %FCE-LA, percentual da média da frequência cardíaca durante a sessão de exercício em relação ao limiar anaeróbico; %FCE-PCR, em relação ao ponto de compensação respiratório.

Figura 4. Frequência cardíaca média relativa para os grupos piscina e solo.

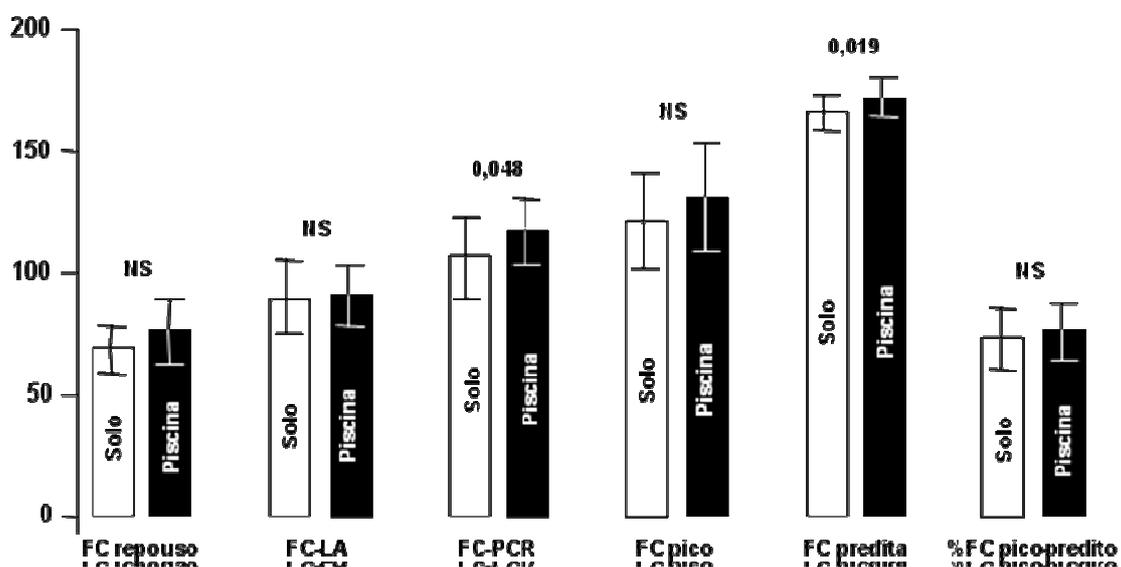


Frequência cardíaca média relativa para os grupos piscina e solo: %FCE-LA, percentual da média da frequência cardíaca durante a sessão de exercício em relação ao limiar anaeróbio; %FCE-PCR, em relação ao ponto de compensação respiratório; %FCE-Pico, em relação ao pico da frequência cardíaca obtido na ergoespirometria; %FCE-Predita, em relação a fórmula $220 - \text{idade}$.

O %FCE-LA ($r_i=0,63$, $p=0,018$ com 95% de Intervalo de Confiança entre 0,066 e 0,854 e o coeficiente alfa de Cronbach de 0,63) mostrou concordância entre os grupos solo e piscina, mas o %FCE-PCR ($r_i=0,33$, $p=0,192$ com 95% de Intervalo de Confiança entre -0,683 e 0,736 e o coeficiente alfa de Cronbach de 0,33), %FCE-pico ($r_i= -0,18$, $p=0,643$ com 95% de Intervalo de Confiança entre -0,500 e 0,361 e o coeficiente alfa de Cronbach de -0,18) e o %FCE-Predita ($r_i= -0,38$, $p=0,755$ com 95% de Intervalo de Confiança entre -2,486 e 0,454 e o coeficiente alfa de Cronbach de -0,38) não mostraram.

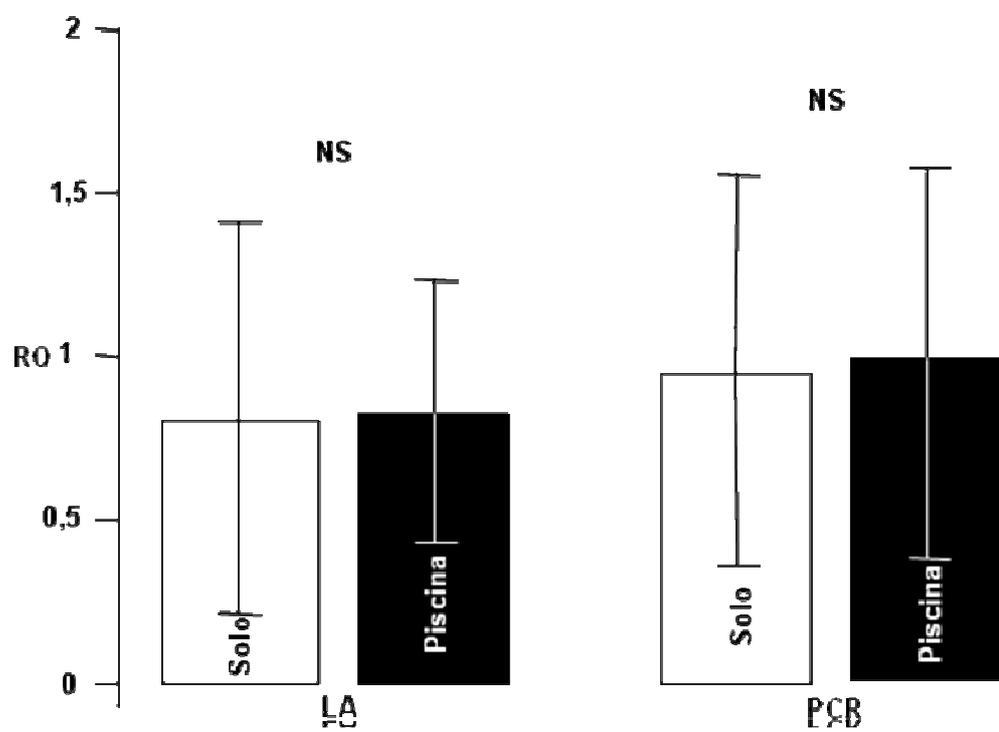
O investigador checou a frequência cardíaca dos pacientes a cada cinco minutos de exercício físico, mas nenhuma alteração significativa foi observada. A resposta da frequência cardíaca foi, praticamente, constante durante a sessão de exercício em ambos os grupos.

Figura 5. Variáveis durante a ergoespirometria.



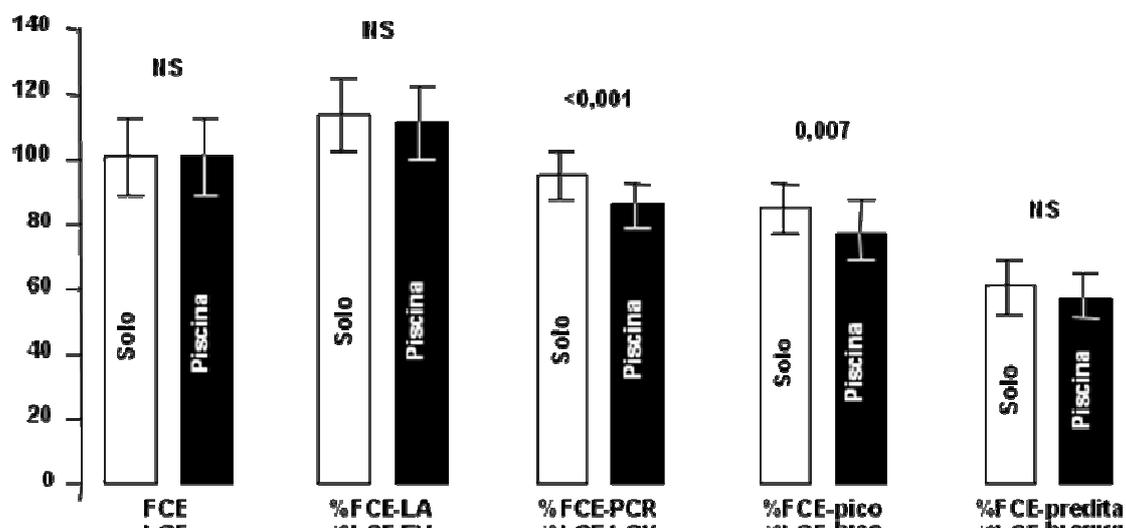
FC= frequência cardíaca, FC-LA= frequência cardíaca no limiar anaeróbio, FC-PCR= Frequência cardíaca no ponto de compensação respiratório, FC pico= frequência cardíaca de pico atingida na ergoespirometria, FC predita= frequência cardíaca máxima predita para idade e %FC pico-predito= percentual da frequência cardíaca de pico atingida na ergoespirometria em relação à predita para a idade.

Figura 6. Variáveis durante a ergoespirometria: Razão de troca respiratória.



LA= limiar anaeróbio, PCB= ponto de compensação respiratório.

Figura 7. Variáveis durante o exercício guiado pela escala de Borg.



FCE= frequência cardíaca média durante o exercício; %FCE-LA= percentual da frequência cardíaca média durante o exercício em relação ao limiar anaeróbio; %FCE-PCR= percentual da frequência cardíaca média durante o exercício em relação ao ponto de compensação respiratório; %FCE-pico= percentual da frequência cardíaca média durante o exercício em relação à frequência cardíaca de pico atingida na ergoespirometria; %FCE-predita= percentual da frequência cardíaca média durante o exercício em relação a frequência cardíaca máxima predita para a idade.

Figura 8. Gráfico de Bland-Altman para percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca do limiar anaeróbio (%FCE-LA) dos grupos solo e piscina.

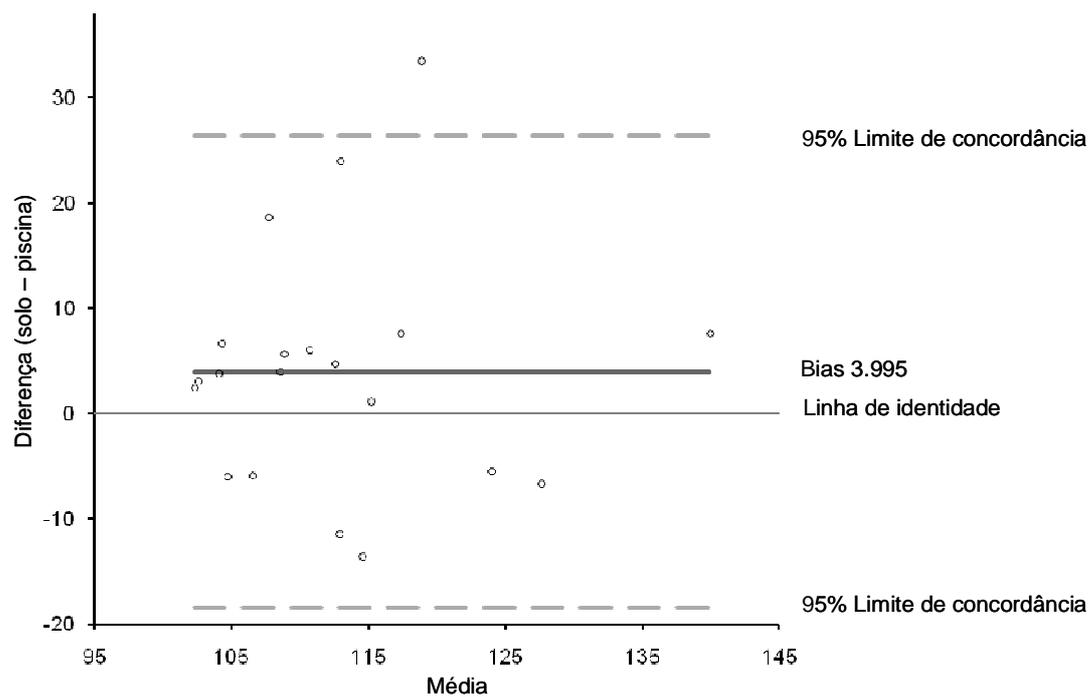
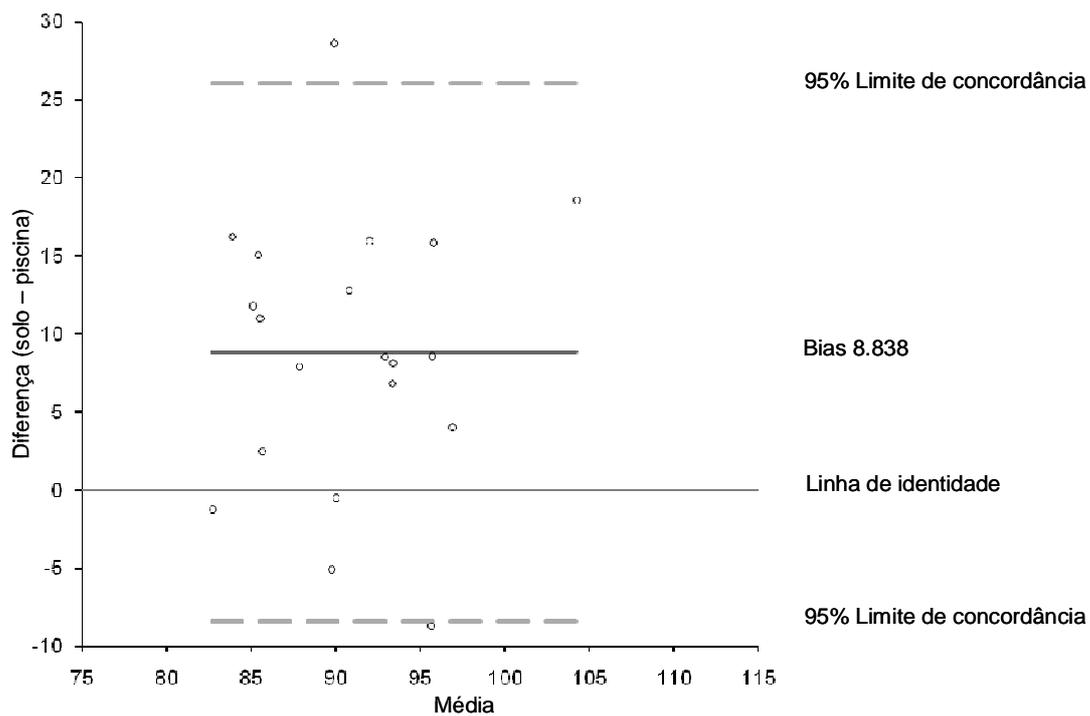


Figura 9. Gráfico de Bland-Altman para percentual da freqüência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação ao ponto de compensação respiratório (%FCE-PCR) dos grupos solo e piscina.



5. DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi que os exercícios aeróbios guiados pela escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” levaram a frequência cardíaca dos portadores da SIC a uma zona entre o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório (zona alvo de treinamento físico). O grupo de pacientes que realizou o exercício físico na piscina apresentou uma média de frequência cardíaca, em relação ao ponto de compensação respiratório e a frequência cardíaca de pico do teste cardiopulmonar, mais baixa do que o grupo que realizou exercício físico no solo.

O treinamento físico aeróbio para portadores da SIC é um tratamento não-farmacológico bem estabelecido no meio científico, porém novas tendências têm ganhado destaque nestes últimos anos. A hidroterapia é um método novo e aparentemente seguro para portadores da SIC inseridos em um programa de reabilitação cardiovascular.^{44,46} Esta nova modalidade foi primeiramente proposta para atender às necessidades de uma subpopulação de pacientes com a SIC: os pacientes idosos e os que apresentam alguma limitação de mobilidade, como distúrbios ortopédicos.⁴⁵ Em favor disto, a hidroterapia apresentou benefícios importantes para esta população no ganho de força muscular, capacidade física e qualidade de vida.⁴⁵ Apesar destes benefícios, muitas questões acerca da prescrição e monitorização do esforço físico em portadores da SIC durante um programa de treinamento físico na piscina ainda necessitam de um maior esclarecimento científico.

Independentemente do método de reabilitação, a prescrição e a monitorização adequada dos exercícios aeróbios é de fundamental importância para se obter um estímulo físico ideal (sobrecarga) e um bom controle dos riscos

cardiovasculares relacionados ao exercício.¹ Apesar de não haver consenso sobre qual intensidade de exercício é a melhor para o tratamento de pacientes com a SIC, os exercícios submáximos, isto é, entre o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório, parecem ter a melhor relação segurança/eficiência.³¹ Em nosso estudo, os exercícios realizados no solo e na piscina foram muito bem tolerados pelos pacientes, sem o registro de nenhuma complicação ou sintomas adversos como tontura, falta de ar, dor ou fadiga muscular. Por isto, nossos dados falam a favor da relação entre o exercício físico submáximo e a segurança de um programa de reabilitação cardiovascular no solo e na piscina.

Para garantir um exercício físico submáximo, na intenção de se obter a melhor relação segurança/eficiência, métodos de monitorização do esforço físico para portadores da SIC se fazem necessários. Uma implicação prática da necessidade de métodos que possam proporcionar uma auto-monitorização do exercício de maneira simples, é o fato da maioria dos cardiopatas não fazerem parte de um programa formal de reabilitação cardiovascular e a maioria dos pacientes recebe apenas uma breve recomendação para a realização de exercícios em domicílio.⁵¹ Além disto, os programas de reabilitação cardiovascular apresentam um alto índice de evasão, o que é motivado, em parte, pela baixa habilidade da maioria dos pacientes em auto-monitorizar e auto-regular a intensidade do seu treino físico.⁵²

Uma ferramenta muito eficiente para prescrever e monitorizar o treinamento físico é a frequência cardíaca devido a sua relação próxima com o VO_2 , especialmente quando consideramos a relação destas variáveis no formato do percentual da frequência cardíaca de reserva em relação ao percentual do VO_2 de

reserva em portadores da SIC com a terapêutica do carvedilol otimizada.^{28,29} Apesar da facilidade de monitorização da frequência cardíaca através de um monitor cardíaco ou através da autopalpação, este método apresenta algumas limitações: a perda da sua referência em casos de arritmia, a grande variação que a frequência cardíaca pode apresentar para um mesmo indivíduo (ambiente, estado emocional e medicação, por exemplo) e o fato de muitos pacientes não realizarem um teste de esforço antes de entrar em um programa de reabilitação.⁵³ Além disto, a principal destas limitações é a necessidade de realização de testes cardiopulmonares seriados para regular a prescrição e monitorização do exercício físico ao longo dos meses, proporcionando assim um custo mais elevado ao programa de reabilitação e uma baixa autonomia por parte do paciente em conduzir seu treinamento físico.⁵⁴

Outro método de auto-monitorização do esforço físico, de simples aplicação prática e de baixo custo financeiro e boa reprodutibilidade é a escala de Borg.⁵⁵ Este método tem sido usado para um auto-ajuste individual do esforço físico a fim de atingir um desejado nível de esforço, o que inclui a atividade submáxima.⁵⁶ A explicação para o uso deste método é que a transição do metabolismo aeróbio para o anaeróbio está associado a mudanças exponenciais na auto-percepção de funções fisiológicas, como ventilação e conseqüentemente na percepção subjetiva do esforço.⁵⁷

Em portadores da SIC, a escala de Borg já se mostrou um método bem tolerado e já foi proposto para garantir um esforço submáximo, desde que guiado entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo”.⁹ Este método parece ser bem

útil na avaliação, prescrição e monitorização da intensidade do esforço em um programa de reabilitação cardiovascular.⁵⁸

Em nosso estudo, nenhum paciente relatou dificuldade no entendimento e na execução dos exercícios guiados pela escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo”, o que demonstra sua fácil aplicabilidade prática.

Alguns estudos avaliaram a percepção subjetiva de esforço e a sua relação com a transição do metabolismo aeróbio para o anaeróbio durante o teste de esforço.^{59,60} Ekkekakis et al. estudaram 30 jovens voluntários sadios em uma esteira rolante e concluiu que a intensidade de esforço acima do ponto de transição do metabolismo predominantemente aeróbio para o predominantemente anaeróbio (ponto de compensação respiratório) foi acompanhado por uma percepção subjetiva do esforço de desprazer em relação à realização do exercício.³² Hetzler et al. estudaram 29 indivíduos saudáveis em uma esteira rolante e em um cicloergômetro e concluiu que a modalidade do exercício não afetou a percepção subjetiva do esforço para uma mesma situação metabólica (exercício realizado no ponto de compensação respiratório).⁵⁹ Hill et al. determinaram o efeito do treinamento físico na percepção subjetiva do esforço no ponto de compensação respiratório de indivíduos antes e após um programa de treinamento físico. Estes pesquisadores concluíram que a classificação do esforço percebido no ponto de compensação respiratório não foi afetado pelo treinamento físico, apesar deste limiar ter ocorrido em a uma maior carga de trabalho.⁶⁰ Estes estudos nos levam a crer que, em pessoas saudáveis, a percepção subjetiva do esforço está relacionada ao tipo de fase metabólica em que o exercício está sendo realizado, mas esta relação é pouco conhecida em portadores da SIC.

Em nosso estudo, quase a totalidade dos portadores da SIC, em ambos os grupos, apresentaram a frequência cardíaca média durante a sessão de exercício entre o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório, quando guiados pela escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo”. Nossos dados estão em parcial concordância com a comissão de exercício, reabilitação e prevenção da “American Heart Association”. Este documento reconhece que o limiar anaeróbio e o ponto de compensação respiratório devem ocorrer a um nível de esforço percebido entre 13 e 15 da escala de Borg.⁵⁸

Um estudo prévio avaliou os ganhos funcionais de um programa de reabilitação cardiovascular domiciliar guiado pela escala de Borg (“relativamente fácil”), guiado pela frequência cardíaca (Karvonen com 60 a 80% do esforço máximo) e guiado por ambos. De forma interessante, os autores concluíram que os ganhos foram os mesmos nos 3 grupos, o que sugere que a monitorização do paciente pela frequência cardíaca possa ser desnecessário.⁵¹

No presente estudo, o grupo que realizou exercício no solo teve a frequência cardíaca média de treino mais próxima do ponto de compensação respiratório (95%) do que o grupo que realizou os exercícios na piscina (86%), para a mesma percepção de esforço (entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” da escala de Borg). Estes resultados seguem a mesma tendência quando avaliada em relação à frequência cardíaca de pico pelo teste ergoespirométrico (85% *versus* 78%, respectivamente). Esta frequência cardíaca mais baixa no grupo que realizou exercícios na água pode ser explicada pela melhora da função cardíaca, atenuação do sistema neurohormonal e pela vasodilatação promovida pelo aquecimento da água.⁴¹

A frequência cardíaca de pico em um teste de esforço caracteriza um esforço máximo ou muito próximo do máximo em pessoas sem distúrbios cardiovasculares e pode ser acessada indiretamente através da fórmula da frequência cardíaca máxima predita para a idade: $220 - \text{idade}$. Este método tem sido questionado por alguns autores⁶¹ mas, ainda é o mais comumente usado na atualidade.

Em portadores da SIC, é sabido que o uso de beta-bloqueadores pode interferir na frequência cardíaca de pico, o que torna inválida a estimativa da frequência cardíaca máxima predita para a idade ($220 - \text{idade}$). A dinâmica da frequência cardíaca durante o teste ergoespirométrico em portadores da SIC com a terapia betabloqueadora otimizada (frequência cardíaca de repouso entre 50 e 60 batimentos por minuto e uma dose diária de carvedilol $\geq 50\text{mg/dia}$) foi estudada em três etapas.

Na primeira etapa, os portadores da SIC com a terapia betabloqueadora otimizada tiveram a dinâmica da frequência cardíaca durante o teste ergoespirométrico comparada à dinâmica da frequência cardíaca de pessoas saudáveis. Os indivíduos saudáveis atingiram a frequência cardíaca máxima predita pra idade ($220 - \text{idade}$), como esperado, enquanto que os portadores da SIC não. Os portadores da SIC atingiram somente 65% da frequência cardíaca predita para a idade.³⁰

Na segunda etapa, foi estudada a dinâmica da frequência cardíaca em portadores da SIC com diferentes sensibilidades à terapia betabloqueadora: grupo não-otimizado (frequência cardíaca > 60 batimentos por minuto e Carvedilol $<$ que 50 mg/dia); grupo não-otimizado com baixa sensibilidade (frequência cardíaca $>$

60 batimentos por minuto e Carvedilol ≥ 50 mg/dia); grupo otimizado (frequência cardíaca entre 50 e 60 batimentos por minuto e Carvedilol ≥ 50 mg/dia) e grupo otimizado com alta sensibilidade (frequência cardíaca entre 50 e 60 batimentos por minuto e Carvedilol < 50 mg/dia). Os autores concluíram que o grupo não-otimizado atingiu $74\pm 7\%$ da frequência cardíaca predita para a idade, o grupo não-otimizado com baixa sensibilidade atingiu $78\pm 8\%$; o grupo otimizado atingiu $60\pm 13\%$ da frequência cardíaca predita para a idade, enquanto que o grupo otimizado de alta sensibilidade atingiu $62\pm 8\%$. A dinâmica da frequência cardíaca foi praticamente a mesma entre os grupos com frequência cardíaca de repouso > 60 e entre os grupos com frequência cardíaca < 60 batimentos por minuto, independentemente da dose diária de Carvedilol. Além disto, nenhuma diferença na frequência cardíaca de reserva foi encontrada entre os grupos.²⁸

Na terceira etapa, os autores concluíram que a caracterização do esforço muito próximo do máximo em portadores da SIC com frequência cardíaca de repouso < 60 batimentos por minuto (independentemente da dose diária de beta-bloqueador) ocorreu em uma frequência cardíaca de pico de 61% do predito para a idade. Para os pacientes com a frequência cardíaca de repouso > 60 batimentos por minuto, ocorreu a 76% da frequência cardíaca máxima predita para a idade.⁶²

Estes dados mostram-se concordantes com os de Mezzani et al. que observaram a frequência cardíaca de pico em torno de 76% da máxima predita para a idade em portadores da SIC com a dose terapêutica betabloqueadora não otimizada.⁶³

Em nosso estudo, o %FCE-Predita foi 61% e %FCE-pico 85% para o grupo que realizou exercícios no solo e 58% e 78%, respectivamente, para os que

realizaram na piscina. Estes dados atestaram, mais uma vez, que o treinamento físico guiado pela escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” foi um bom método para garantir um esforço submáximo em portadores da SIC cuja dose diária de carvedilol foi de 54 ± 32 mg/dia e frequência cardíaca de repouso 69 ± 10 batimentos por minuto (pacientes não otimizados) para o grupo solo e 60 ± 32 mg/dia com frequência cardíaca de repouso de 76 ± 13 batimentos por minuto (pacientes não otimizados) para o grupo piscina ($p=0,547$).

Limitação do estudo

Este estudo foi limitado pelo uso de somente um tipo de betabloqueador (carvedilol) pela população estudada. Esta limitação ocorreu pelo fato do carvedilol ser de uso padrão para tratamento da SIC na instituição onde foi realizado o estudo. Os pacientes foram avaliados por somente um método de teste ergoespirométrico (esteira). Motivado pela especificidade do treinamento físico, não seria seguro extrapolar estes dados para o cicloergômetro ou outro meio de exercício físico sem uma devida experimentação. Nenhum perfil neurohormonal, como dosagem de catecolaminas, foi realizado por dificuldades de coleta do sangue do paciente durante o exercício físico dentro da piscina.

6. CONCLUSÕES

1- O uso da escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo” mostrou-se uma importante ferramenta de auto-monitorização e auto-adaptação do esforço físico em portadores da SIC no solo e na piscina. O exercício físico guiado por esta ferramenta levou a frequência cardíaca média durante o exercício para uma faixa entre o limiar anaeróbio e ponto de compensação respiratório (zona de treinamento físico).

2- O grupo piscina apresentou uma resposta da frequência cardíaca mais próxima do limiar anaeróbio enquanto o grupo solo apresentou mais próximo do ponto de compensação respiratório, o que parece refletir o efeito hemodinâmico da imersão em água aquecida.

3- Os portadores da SIC dos grupos solo e piscina não mostraram dificuldades no entendimento e no uso da escala de Borg entre “relativamente fácil e ligeiramente cansativo”.

4- Dentro de um programa de reabilitação, estes dados são potencialmente importantes na condução e adaptação da prescrição de um treinamento físico sem a utilização seriada do teste ergoespirométrico, o que poderia implicar em diminuição de custo financeiro e favorecer centros que não possuem este caro recurso de avaliação física.

7. ANEXOS

Anexo 1. Percepção subjetiva de esforço de Borg.

| | |
|----|------------------------|
| 06 | Nenhum |
| 07 | Muito fácil |
| 08 | |
| 09 | Fácil |
| 10 | |
| 11 | Relativamente fácil |
| 12 | |
| 13 | Ligeiramente cansativo |
| 14 | |
| 15 | Cansativo |
| 16 | |
| 17 | Muito cansativo |
| 18 | |
| 19 | Extremamente cansativo |
| 20 | Máximo |

Escala de Borg original

Anexo 2. Percepção subjetiva de esforço de Borg
(modificado).

| | |
|-----|---------------------|
| 0 | Nenhum |
| 0,5 | Extremamente leve |
| 1 | Muito leve |
| 2 | Leve |
| 3 | Moderado |
| 4 | Pouco intenso |
| 5 | Intenso |
| 6 | |
| 7 | Muito intenso |
| 8 | |
| 9 | Muito muito intenso |
| 10 | Máximo |

Escala de Borg modificada

Anexo 3. Dados de caracterização do grupo piscina.

| <i>Paciente</i> | <i>Idade</i> | <i>IMC</i> | <i>Etiologia</i> | <i>Sexo</i> | <i>FEVE</i> | <i>NYHA</i> | <i>VO₂pico</i> |
|-----------------|--------------|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|
| 01 | 58 | 23 | Não isquêmico | masculino | 26 | 1 | 25,7 |
| 02 | 50 | 25 | Não isquêmico | masculino | 30 | 1 | 21,7 |
| 03 | 51 | 27 | Isquêmico | masculino | 40 | 2 | 16,5 |
| 04 | 55 | 25 | Isquêmico | masculino | 35 | 1 | 23,9 |
| 05 | 52 | 24 | Não isquêmico | feminino | 31 | 3 | 15,6 |
| 06 | 44 | 26 | Não isquêmico | masculino | 24 | 1 | 26,9 |
| 07 | 45 | 26 | Não isquêmico | masculino | 27 | 2 | 17,6 |
| 08 | 44 | 25 | Não isquêmico | masculino | 40 | 1 | 21,2 |
| 09 | 44 | 24 | Não isquêmico | masculino | 40 | 2 | 16,3 |
| 10 | 49 | 28 | Não isquêmico | masculino | 23 | 1 | 25,9 |
| 11 | 48 | 26 | Não isquêmico | masculino | 40 | 2 | 19,3 |
| 12 | 45 | 25 | Não isquêmico | feminino | 30 | 1 | 27,0 |
| 13 | 45 | 25 | Não isquêmico | masculino | 32 | 1 | 26,0 |
| 14 | 62 | 24 | Não isquêmico | masculino | 20 | 1 | 26,5 |
| 15 | 58 | 25 | Não isquêmico | feminino | 29 | 3 | 12,0 |
| 16 | 50 | 23 | Isquêmico | masculino | 24 | 3 | 10,5 |
| 17 | 53 | 25 | Não isquêmico | masculino | 25 | 1 | 25,7 |
| 18 | 30 | 24 | Não isquêmico | feminino | 25 | 1 | 20,0 |
| 19 | 27 | 26 | Não isquêmico | feminino | 20 | 1 | 20,5 |
| 20 | 47 | 25 | Não isquêmico | feminino | 22 | 3 | 15,4 |

IMC: Índice de massa corpórea. FEVE: Fração de ejeção do ventrículo esquerdo. NYHA: New York Heart Association. VO₂pico: Consumo de Oxigênio de pico.

Anexo 4. Dados de frequência cardíaca na ergoespirometria do grupo piscina.

| <i>Paciente</i> | <i>FCR</i> | <i>FC-LA</i> | <i>FC-PCR</i> | <i>FCPico</i> | <i>FCM-Predita</i> | <i>%FCP-Predita</i> |
|-----------------|------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|---------------------|
| 01 | 64 | 78 | 105 | 109 | 162 | 67,28 |
| 02 | 60 | 81 | 109 | 126 | 170 | 74,12 |
| 03 | 69 | 90 | 109 | 111 | 169 | 65,68 |
| 04 | 72 | 83 | 113 | 120 | 165 | 72,73 |
| 05 | 82 | 98 | 117 | 132 | 168 | 78,57 |
| 06 | 82 | 91 | 128 | 166 | 176 | 94,32 |
| 07 | 86 | 98 | 118 | 125 | 175 | 71,43 |
| 08 | 84 | 99 | 119 | 172 | 176 | 97,73 |
| 09 | 71 | 84 | 103 | 107 | 176 | 60,80 |
| 10 | 66 | 71 | 98 | 102 | 171 | 59,65 |
| 11 | 63 | 83 | 119 | 141 | 172 | 81,98 |
| 12 | 81 | 86 | 102 | 118 | 175 | 67,43 |
| 13 | 71 | 103 | 141 | 172 | 175 | 98,29 |
| 14 | 70 | 82 | 107 | 122 | 158 | 77,22 |
| 15 | 60 | 101 | 140 | 149 | 162 | 91,98 |
| 16 | 90 | 92 | 103 | 112 | 170 | 65,88 |
| 17 | 75 | 98 | 125 | 139 | 167 | 83,23 |
| 18 | 87 | 94 | 127 | 134 | 190 | 70,53 |
| 19 | 119 | 127 | 150 | 162 | 193 | 83,94 |
| 20 | 81 | 91 | 109 | 114 | 173 | 65,90 |

FCR: Frequência cardíaca de repouso. FC-LA: Frequência cardíaca no Limiar Anaeróbio. FC-PCR: Frequência cardíaca no Ponto de compensação Respiratório. FCM-Predita: Frequência cardíaca máxima predita para a idade. %FCP-Predita: O percentual da frequência cardíaca de pico determinada pela ergoespirometria em relação à predita para a idade.

Anexo 5. Dados de frequência cardíaca durante o exercício do grupo piscina.

| <i>Paciente</i> | <i>FCME</i> | <i>%FCE-LA</i> | <i>%FCE-PCR</i> | <i>%FCE-Pico</i> | <i>%FCE-Predita</i> |
|-----------------|-------------|----------------|-----------------|------------------|---------------------|
| 01 | 84 | 107,69 | 80,00 | 77,06 | 51,85 |
| 02 | 92 | 113,58 | 84,40 | 73,02 | 54,12 |
| 03 | 92 | 102,22 | 84,40 | 82,88 | 54,44 |
| 04 | 88 | 106,02 | 77,88 | 73,33 | 53,33 |
| 05 | 108 | 110,20 | 92,31 | 81,82 | 64,29 |
| 06 | 97 | 106,59 | 75,78 | 58,43 | 55,11 |
| 07 | 99 | 101,02 | 83,90 | 79,20 | 56,57 |
| 08 | 100 | 101,01 | 84,03 | 58,14 | 56,82 |
| 09 | 92 | 109,52 | 89,32 | 85,98 | 52,27 |
| 10 | 93 | 130,99 | 94,90 | 91,18 | 54,39 |
| 11 | 113 | 136,14 | 94,96 | 80,14 | 65,70 |
| 12 | 102 | 118,60 | 100,0 | 86,44 | 58,29 |
| 13 | 125 | 121,36 | 88,65 | 72,67 | 71,43 |
| 14 | 94 | 114,63 | 87,85 | 77,05 | 59,49 |
| 15 | 128 | 126,73 | 91,43 | 85,91 | 79,01 |
| 16 | 93 | 101,09 | 90,29 | 83,04 | 54,71 |
| 17 | 99 | 101,02 | 79,20 | 71,22 | 59,28 |
| 18 | 96 | 102,13 | 75,59 | 71,64 | 50,53 |
| 19 | 125 | 98,43 | 83,33 | 77,16 | 64,77 |
| 20 | 98 | 107,69 | 89,91 | 85,96 | 56,65 |

FCME: Frequência cardíaca média durante o exercício. %FCE-LA: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca do limiar anaeróbio. %FCE-PCR: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação ao ponto de compensação respiratório. %FCE-pico: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação ao pico da frequência cardíaca determinada pela ergoespirometria. %FCE-Predita: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca predita para a idade.

Anexo 6. Dados de caracterização do grupo solo.

| <i>Paciente</i> | <i>Idade</i> | <i>IMC</i> | <i>Etiologia</i> | <i>Sexo</i> | <i>FEVE</i> | <i>NYHA</i> | <i>VO₂pico</i> |
|-----------------|--------------|------------|------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|
| 01 | 52 | 25 | Isquêmico | Masculino | 31 | 2 | 15,4 |
| 02 | 58 | 24 | Não isquêmico | Masculino | 26 | 1 | 23,9 |
| 03 | 44 | 28 | Não isquêmico | Masculino | 24 | 1 | 24,0 |
| 04 | 60 | 26 | Isquêmico | Masculino | 28 | 2 | 18,9 |
| 05 | 63 | 25 | Não isquêmico | Feminino | 29 | 2 | 19,2 |
| 06 | 52 | 24 | Não isquêmico | Feminino | 31 | 1 | 20,4 |
| 07 | 55 | 27 | Isquêmico | Masculino | 35 | 2 | 17,9 |
| 08 | 63 | 23 | Não isquêmico | Masculino | 40 | 1 | 25,5 |
| 09 | 53 | 22 | Não isquêmico | Masculino | 27 | 3 | 15,9 |
| 10 | 54 | 25 | Não isquêmico | Masculino | 40 | 1 | 26,6 |
| 11 | 54 | 24 | Não isquêmico | Masculino | 14 | 2 | 17,0 |
| 12 | 53 | 25 | Não isquêmico | Masculino | 32 | 1 | 26,2 |
| 13 | 58 | 20 | Não isquêmico | Feminino | 30 | 3 | 14,2 |
| 14 | 44 | 52 | Não isquêmico | Masculino | 32 | 2 | 19,3 |
| 15 | 50 | 52 | Isquêmico | Masculino | 26 | 2 | 18,4 |
| 16 | 55 | 27 | Isquêmico | Masculino | 25 | 2 | 16,4 |
| 17 | 51 | 26 | Isquêmico | Masculino | 40 | 1 | 21,5 |
| 18 | 33 | 25 | Não isquêmico | Masculino | 30 | 3 | 13,3 |
| 19 | 57 | 26 | Não isquêmico | Masculino | 37 | 2 | 17,5 |
| 20 | 52 | 24 | Isquêmico | Masculino | 25 | 1 | 23,0 |
| 21 | 63 | 25 | Não isquêmico | Masculino | 40 | 3 | 15,2 |
| 22 | 58 | 25 | Não isquêmico | Feminino | 23 | 3 | 13,1 |

IMC: Índice de massa corpórea. FEVE: Fração de ejeção do ventrículo esquerdo. NYHA: New York Heart Association. VO₂pico: Consumo de Oxigênio de pico.

Anexo 7. Dados de frequência cardíaca na ergoespirometria do grupo solo.

| <i>Paciente</i> | <i>FCR</i> | <i>FC-LA</i> | <i>FC-PCR</i> | <i>FCPico</i> | <i>FCM-Predita</i> | <i>%FCM-Predita</i> |
|-----------------|------------|--------------|---------------|---------------|--------------------|---------------------|
| 01 | 76 | 80 | 100 | 100 | 168 | 59,52 |
| 02 | 76 | 85 | 106 | 124 | 162 | 76,54 |
| 03 | 77 | 100 | 122 | 149 | 176 | 84,66 |
| 04 | 75 | 94 | 113 | 132 | 160 | 82,50 |
| 05 | 86 | 107 | 141 | 159 | 157 | 101,27 |
| 06 | 73 | 104 | 125 | 148 | 168 | 88,10 |
| 07 | 85 | 104 | 122 | 131 | 165 | 79,39 |
| 08 | 57 | 68 | 85 | 105 | 157 | 66,88 |
| 09 | 79 | 110 | 117 | 139 | 167 | 83,23 |
| 10 | 62 | 74 | 93 | 128 | 166 | 77,11 |
| 11 | 51 | 64 | 81 | 92 | 166 | 55,42 |
| 12 | 72 | 98 | 115 | 132 | 167 | 79,04 |
| 13 | 52 | 64 | 71 | 77 | 162 | 47,53 |
| 14 | 68 | 95 | 106 | 119 | 176 | 67,61 |
| 15 | 73 | 80 | 97 | 112 | 170 | 65,88 |
| 16 | 62 | 85 | 98 | 106 | 165 | 64,24 |
| 17 | 61 | 97 | 111 | 124 | 169 | 73,37 |
| 18 | 50 | 73 | 95 | 100 | 187 | 53,48 |
| 19 | 62 | 94 | 134 | 136 | 163 | 83,44 |
| 20 | 79 | 117 | 123 | 132 | 168 | 78,57 |
| 21 | 69 | 90 | 97 | 100 | 157 | 63,69 |
| 22 | 77 | 94 | 105 | 111 | 162 | 68,52 |

FCR: Frequência cardíaca de repouso. FC-LA: Frequência cardíaca no Limiar Anaeróbio. FC-PCR: Frequência cardíaca no Ponto de compensação Respiratório. FCM-Predita: Frequência cardíaca máxima predita para a idade. %FCP-Predita: O percentual da frequência cardíaca de pico determinada pela ergoespirometria em relação à predita para a idade.

Anexo 8. Dados de frequência cardíaca durante o exercício do grupo solo.

| <i>Paciente</i> | <i>FCME</i> | <i>%FCE-LA</i> | <i>%FCE-PCR</i> | <i>%FCE-Pico</i> | <i>%FCE-Predita</i> |
|-----------------|-------------|----------------|-----------------|------------------|---------------------|
| 01 | 91 | 113,75 | 91,00 | 91,00 | 54,17 |
| 02 | 103 | 121,18 | 97,17 | 83,06 | 63,58 |
| 03 | 106 | 106,00 | 86,89 | 71,14 | 60,23 |
| 04 | 105 | 111,70 | 92,92 | 79,55 | 65,63 |
| 05 | 123 | 114,95 | 87,23 | 77,36 | 78,34 |
| 06 | 115 | 110,58 | 92,00 | 77,70 | 68,45 |
| 07 | 112 | 107,69 | 91,80 | 85,50 | 67,88 |
| 08 | 85 | 125,00 | 100,0 | 80,95 | 54,14 |
| 09 | 114 | 103,64 | 97,44 | 82,01 | 68,26 |
| 10 | 92 | 124,32 | 98,92 | 71,88 | 55,42 |
| 11 | 92 | 143,75 | 113,5 | 100,0 | 55,42 |
| 12 | 105 | 107,14 | 91,30 | 79,55 | 62,87 |
| 13 | 69 | 107,81 | 97,18 | 89,61 | 42,59 |
| 14 | 110 | 115,79 | 103,7 | 92,44 | 62,50 |
| 15 | 97 | 121,25 | 100,0 | 86,61 | 57,06 |
| 16 | 88 | 103,53 | 89,80 | 83,02 | 53,33 |
| 17 | 101 | 104,12 | 90,99 | 81,45 | 59,76 |
| 18 | 99 | 135,62 | 104,2 | 99,00 | 52,94 |
| 19 | 110 | 117,02 | 82,09 | 80,88 | 67,48 |
| 20 | 119 | 101,71 | 96,75 | 90,15 | 70,83 |
| 21 | 91 | 101,11 | 93,81 | 91,00 | 57,96 |
| 22 | 104 | 110,64 | 99,05 | 93,69 | 64,20 |

FCME: Frequência cardíaca média durante o exercício. %FCE-LA: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca do limiar anaeróbio. %FCE-PCR: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação ao ponto de compensação respiratório. %FCE-pico: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação ao pico da frequência cardíaca determinada pela ergoespirometria. %FCE-Predita: Percentual da frequência cardíaca média durante a sessão de exercícios em relação à frequência cardíaca predita para a idade.

Anexo 9. Artigos publicados pelo autor relacionados ao presente estudo.

Clinical Urology

International Braz J Urol

Vol. 34 (3): 302-312, May - June, 2008

Inverse Correlation between Testosterone and Ventricle Ejection Fraction, Hemodynamics and Exercise Capacity in Heart Failure Patients with Erectile Dysfunction

Edimar A. Bocchi, Vitor O. Carvalho, Guilherme V. Guimaraes

Laboratory of Heart Failure and Transplantation, Heart Institute, Incor, University of Sao Paulo, SP, Brazil

ABSTRACT

Background: Neurohormonal activation and abnormalities in growth hormone and testosterone concentrations have been reported in heart failure (HF). Erectile dysfunction (ED) is common in these patients and contributes to a low quality of life. No data are known regarding the correlation between testosterone and hemodynamics, exercise capacity and cardiac function in HF patients with ED, a marker of endothelial dysfunction. The aim of this study was to correlate testosterone levels with cardiac function, hemodynamic and exercise capacity in HF patients with ED.

Materials and Methods: Fifteen HF patients underwent a six-minute treadmill cardiopulmonary walking test (6'CWT) and, ten minutes later, a maximum cardiopulmonary exercise test. Also, testosterone and other hormones were determined at rest.

Results: Among hemodynamic variables only diastolic blood pressure on 6'CWT was correlated with testosterone levels ($r = -0.66$, $p = 0.007$). The variables on exercise tests, VE/VCO_2 slope and oxygen consumption did not show any correlation, except the distance at 6'CWT ($r = 0.50$, $p = 0.047$). Right and left ventricle ejection fraction showed inverse correlation with testosterone ($r = -0.55$, $p = 0.03$ and $r = -0.69$, $p = 0.004$ respectively).

Conclusion: Testosterone levels correlated directly with distance at six-minute cardiopulmonary walk test and inversely with diastolic blood pressure, right and left ventricle ejection fraction in heart failure patients with erectile dysfunction. Further elucidation of mechanisms as regards testosterone action in these patients is warranted.

Key words: heart failure; hemodynamics; physical activity; testosterone; erectile dysfunction
Int Braz J Urol. 2008; 34: 302-12

INTRODUCTION

Heart failure (HF) can be considered as the last stage of heart disease and a significant cause of mortality and morbidity worldwide (1). The left ventricular systolic dysfunction and limited exercise capacity manifested by breathlessness and fatigue are determinants of mortality and clinical events in the follow-up of HF patients. (2,3). Multiple mechanisms

have been reported to be related to exercise capacity including diastolic and systolic cardiac function, reflex, metabolic, vascular and muscular response (3). Sexual satisfaction is an important component that influences quality of life in HF patients. Erectile dysfunction (ED) affects 60 to 70% of HF clinic outpatients (4). Symptoms, hormonal abnormalities, hemodynamic status, medication side effects and psychological factors are the major contributors to this sexual disorder.

CLINICS 2008;63(2):201-6

CLINICAL SCIENCE

REPRODUCIBILITY OF THE SELF-CONTROLLED SIX-MINUTE WALKING TEST IN HEART FAILURE PATIENTS

Guilherme Veiga Guimarães, Vitor Oliveira Carvalho, Edimar Alcides Bocchi

Guimarães GV, Carvalho VO, Bocchi EA. Reproducibility of the self-controlled six-minute walking test in heart failure patients. Clinics. 2008;63:201-6.

INTRODUCTION: The six-minute walk test (6WT) has been proposed to be a submaximal test, but could actually demand a high level of exercise intensity from the patient, expressed by a respiratory quotient >1.0 , following the guideline recommendations. Standardizing the 6WT using the Borg scale was proposed to make sure that all patients undergo a submaximal walking test.

PURPOSE: To test the reproducibility of the six-minute treadmill cardiopulmonary walk test (6CWT) using the Borg scale and to make sure that all patients undergo a submaximal test.

METHODS: Twenty-three male heart failure patients (50 ± 9 years) were included; these patients had both ischemic (5) and non-ischemic (18) heart failure with a left ventricle ejection fraction of $23 \pm 7\%$, were diagnosed as functional class NYHA II-III and were undergoing optimized drug therapy. Patients were guided to walk at a pace between "relatively easy and slightly tiring" (11 and 13 on Borg scale). The 6CWT using the Borg scale was performed two times on a treadmill with zero inclination and patient control of speed with an interval of 24 hours. During the sixth minute, we analyzed ventilation (VE, L/min), respiratory quotient, Oxygen consumption (VO_2 , ml/kg/min), VE/ VCO_2 slope, heart rate (HR, bpm), systolic blood pressure (SBP, mmHg), diastolic (DBP, mmHg) blood pressure and distance.

RESULTS: The intraclass correlation coefficients at the sixth minute were: HR ($r_i=0.96$, $p<0.0001$), VE ($r_i=0.84$, $p<0.0001$), SBP ($r_i=0.72$, $p=0.001$), distance ($r_i=0.88$, $p<0.0001$), VO_2 ($r_i=0.92$, $p<0.0001$), SlopeVE/ VCO_2 ($r_i=0.86$, $p<0.0001$) and $RQ<1$ ($r_i=0.6$, $p=0.004$).

CONCLUSION: Using the 6CWT with the Borg scale was reproducible, and it seems to be an appropriate method to evaluate the functional capacity of heart failure patients while making sure that they undergo a submaximal walking test.

KEYWORDS: Walking test. Heart failure. Reproducibility. Borg scale. Exercise.

BACKGROUND

Heart failure can be considered as the last stage of heart diseases and as a significant cause of mortality and morbidity throughout the world.¹ A limited effort tolerance is frequently both the first and most important clinical characteristic of heart failure, reflecting the reduction in cardiac function and the alteration in reflex, metabolic, vascular and muscular function.^{1,2}

The maximal exercise cardiopulmonary test is performed to evaluate the functional capacity, therapeutic response and prognosis in heart failure patients.^{3,4} The six-minute walk test is proposed to be a submaximal exam that could reproduce a patient's daily physical activities and evaluate the prognosis of heart failure patients.⁵ However, if the original version is followed, the six-minute walk test could demand a higher exercise intensity than that demanded during the patient's daily activities,⁶⁻⁸ as expressed by a respiratory quotient (RQ) >1.0 .⁶ The Centers for Disease Control and Prevention recognize submaximal activities as 3 to 6 METs, which corresponds to a moderate intensity for most young to middle-aged adults.⁶ To make sure that all patients undergo a submaximal test, a careful standardization was proposed using the Borg scale

Heart Institute (InCor), Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - São Paulo/SP, Brazil.
vitor.carvalho@usp.br
Received for publication on 19/10/07
Accepted for publication on 17/12/07

CLINICAL SCIENCE

HEART RATE DYNAMICS DURING A TREADMILL
CARDIOPULMONARY EXERCISE TEST IN OPTIMIZED
BETA-BLOCKED HEART FAILURE PATIENTS

Vitor Oliveira Carvalho, Guilherme Veiga Guimarães, Emmanuel Gomes
Ciolac, Edimar Alcides Bocchi

doi: 10.1590/S1807-59322008000400011

Carvalho VO, Guimarães GV, Ciolac EG, Bocchi EA. Heart rate dynamics during a treadmill cardiopulmonary exercise test in optimized beta-blocked heart failure patients. *Clinics*. 2008;63:479-82.

BACKGROUND: Calculating the maximum heart rate for age is one method to characterize the maximum effort of an individual. Although this method is commonly used, little is known about heart rate dynamics in optimized beta-blocked heart failure patients.

AIM: The aim of this study was to evaluate heart rate dynamics (basal, peak and % heart rate increase) in optimized beta-blocked heart failure patients compared to sedentary, normal individuals (controls) during a treadmill cardiopulmonary exercise test.

METHODS: Twenty-five heart failure patients (49±11 years, 76% male), with an average LVEF of 30±7%, and fourteen controls were included in the study. Patients with atrial fibrillation, a pacemaker or noncardiovascular functional limitations or whose drug therapy was not optimized were excluded. Optimization was considered to be 50 mg/day or more of carvedilol, with a basal heart rate between 50 to 60 bpm that was maintained for 3 months.

RESULTS: Basal heart rate was lower in heart failure patients (57±3 bpm) compared to controls (89±14 bpm; $p<0.0001$). Similarly, the peak heart rate (% maximum predicted for age) was lower in HF patients (65.4±11.1%) compared to controls (98.6±2.2; $p<0.0001$). Maximum respiratory exchange ratio did not differ between the groups (1.2±0.5 for controls and 1.15±1 for heart failure patients; $p=0.42$). All controls reached the maximum heart rate for their age, while no patients in the heart failure group reached the maximum. Moreover, the % increase of heart rate from rest to peak exercise between heart failure (48±9%) and control (53±8%) was not different ($p=0.157$).

CONCLUSION: No patient in the heart failure group reached the maximum heart rate for their age during a treadmill cardiopulmonary exercise test, despite the fact that the percentage increase of heart rate was similar to sedentary normal subjects. A heart rate increase in optimized beta-blocked heart failure patients during cardiopulmonary exercise test over 65% of the maximum age-adjusted value should be considered an effort near the maximum. This information may be useful in rehabilitation programs and ischemic tests, although further studies are required.

KEYWORDS: Heart failure. Heart rate. Carvedilol. Exercise. Optimization.

BACKGROUND

Heart failure (HF) is considered the last stage of heart disease and a significant cause of worldwide mortality and morbidity.¹ In recent years, beta-blocking therapy has become a primary pharmacologic intervention in patients

with HF. The prescription of beta-blockers arises from an abundance of evidence demonstrating that beta-blocking therapy improves survival and reduces hospitalization², although improvement in aerobic capacity has not been proved.³

Cardiopulmonary exercise testing is a well-established technique to evaluate peak oxygen consumption (pVO_2) in HF patients. This variable is the best prognostic factor in HF patients, even in the beta-blocking era.⁴ Aerobic exercise training is also a well-established nonpharmacological method to increase pVO_2 in HF patients. In the HF population, prescription of adequate aerobic effort relative

Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração,
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (INCOR – HCFMUSP)
– São Paulo/SP, Brazil.

Email: vitor.carvalho@usp.br

Received for publication on May 02, 2008

Accepted for publication on May 07, 2008

CLINICAL SCIENCE

THE RELATIONSHIP BETWEEN HEART RATE RESERVE AND OXYGEN UPTAKE RESERVE IN HEART FAILURE PATIENTS ON OPTIMIZED AND NON-OPTIMIZED BETA-BLOCKER THERAPY

Vitor Oliveira Carvalho, Guilherme Veiga Guimarães, Edimar Alcides Bocchi

doi: 10.1590/S1807-59322008000600003

Carvalho VO, Guimarães GV, Bocchi EA. The relationship between heart rate reserve and oxygen uptake reserve in heart failure patients on optimized and non-optimized beta-blocker therapy. *Clinics*. 2008;63:725-30.

BACKGROUND: The relationship between the percentage of oxygen consumption reserve and percentage of heart rate reserve in heart failure patients either on non-optimized or off beta-blocker therapy is known to be unreliable. The aim of this study was to evaluate the relationship between the percentage of oxygen consumption reserve and percentage of heart rate reserve in heart failure patients receiving optimized and non-optimized beta-blocker treatment during a treadmill cardiopulmonary exercise test.

METHODS: A total of 27 sedentary heart failure patients (86% male, 50±12 years) on optimized beta-blocker therapy with a left ventricle ejection fraction of 33±8% and 35 sedentary non-optimized heart failure patients (75% male, 47±10 years) with a left ventricle ejection fraction of 30±10% underwent the treadmill cardiopulmonary exercise test (Naughton protocol). Resting and peak effort values of both the percentage of oxygen consumption reserve and percentage of heart rate reserve were, by definition, 0 and 100, respectively.

RESULTS: The heart rate slope for the non-optimized group was derived from the points 0.949±0.088 (0 intercept) and 1.055±0.128 (1 intercept), $p<0.0001$. The heart rate slope for the optimized group was derived from the points 1.026±0.108 (0 intercept) and 1.012±0.108 (1 intercept), $p=0.47$. Regression linear plots for the heart rate slope for each patient in the non-optimized and optimized groups revealed a slope of 0.986 (almost perfect) for the optimized group, but the regression analysis for the non-optimized group was 0.030 (far from perfect, which occurs at 1).

CONCLUSION: The relationship between the percentage of oxygen consumption reserve and percentage of heart rate reserve in patients on optimized beta-blocker therapy was reliable, but this relationship was unreliable in non-optimized heart failure patients.

KEYWORDS: Heart rate; Beta-blockers; Oxygen consumption; Heart failure; Exercise.

INTRODUCTION

Heart failure is considered to be the last stage of heart disease, and it is a significant cause of mortality and morbidity in the world.¹ In recent years, beta-blocker therapy has become a primary pharmacologic intervention in patients with heart failure. Although improvement in aerobic capacity has not been proven,² the use of this therapy arises from an

abundance of evidence demonstrating that beta-blockers improve survival and reduce hospitalization.³

The cardiopulmonary exercise test is a well-established technique used in heart failure patients to evaluate peak oxygen consumption (pVO_2). Oxygen consumption (VO_2) is the best prognostic variable in heart failure patients, and it remains so even in the beta-blocker era.⁴ Aerobic exercise training is also a well-established non-pharmacological method used to increase pVO_2 in heart failure patients. In this population, prescription of adequate aerobic exercise intensity based on heart rate is crucial to permit both an increase in exercise capacity and reasonable control of exercise-related risk.^{1,5,6}

Heart rate and VO_2 are strongly related from rest to the peak of the treadmill cardiopulmonary exercise test in normal

Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante - Instituto do Coração, Hospital das Clínicas, Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo (InCor HC-FMUSP) - São Paulo/SP, Brazil.
Email: vitor.carvalho@usp.br
Tel.: 55 11 3069.5419

Received for publication on July 2, 2008
Accepted for publication on July 30, 2008

ARTICLE IN PRESS

IJCA-11427; No of Pages 5



ELSEVIER

International Journal of Cardiology xx (2009) xxx–xxx

International Journal of
Cardiology

www.elsevier.com/locate/ijcard

Letter to the Editor

Heart rate dynamic during an exercise test in heart failure patients with different sensibilities of the carvedilol therapy[☆]

Heart rate dynamic during exercise test

Vitor Oliveira Carvalho^{*}, Rodrigo Xavier Rodrigues Alves,
Edimar Alcides Bocchi, Guilherme Veiga Guimarães

*Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP
(InCor HC-FMUSP), Brazil*

Received 10 November 2008; received in revised form 15 November 2008; accepted 22 November 2008

Abstract

Background: Some trials suggest that the titration of Carvedilol is based on rest heart rate from 50 to 60 bpm and a target daily dose of 50 mg/day.

Aim: To evaluate the heart rate dynamic in heart failure patients with different sensibilities of the Carvedilol therapy during an exercise test.

Methods: Patients were divided into four groups and submitted a treadmill cardiopulmonary exercise test: heart rate >60 bpm and Carvedilol < than 50 mg/day (30 patients) (non-optimized group); heart rate >60 bpm and Carvedilol ≥ 50 mg/day (19 patients) (non-optimized low-sensibility); heart rate between 50 and 60 bpm and Carvedilol ≥ 50 mg/day (16 patients) (optimized); heart rate between 50 and 60 bpm and Carvedilol < 50 mg/day (10 patients) (optimized high-sensible group).

Results: The heart rate peak and the percentage of the peak heart rate in relation with the maximum heart rate predicted for age during the cardiopulmonary exercise test were the same between the non-optimized (128 ± 13, bpm; 74 ± 7%) and non-optimized low-sensibility (136 ± 20, bpm; 78 ± 8%) groups, and between the optimized (105 ± 25, bpm; 60 ± 13%) and optimized high-sensible (108 ± 16, bpm; 62 ± 8%) groups. The heart rate reserve was the same.

Conclusion: The heart rate dynamic was almost the same between groups with rest heart rate >60 bpm and between groups <60 bpm, independently of the Carvedilol dose. Based on these findings, we propose a new method to titrate carvedilol therapy by the cardiopulmonary exercise test.

© 2008 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

Keywords: Heart failure; Heart rate; Carvedilol; Exercise

1. Background

In recent years, beta-blocker therapy has become a primary pharmacologic intervention in patients with heart failure. The

prescription of beta-blockers arises from an abundance of evidence demonstrating that it improves survival and reduces hospitalization [1]. Some trials suggest that the titration of Carvedilol is based on rest heart rate from 50 to 60 bpm and a target daily dose of 50 mg/day [2–4]. These recommendations delimit to the patients different sensibilities of the Carvedilol therapy.

The aim of this study was to evaluate the heart rate dynamic in heart failure patients with different sensibilities of the Carvedilol therapy during a treadmill cardiopulmonary exercise test.

[☆] This study was supported by “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior”.

^{*} Corresponding author. Teodoro Sampaio, 363 apto 304, CEP: 05405-000. Tel.: +55 11 3069 5419.

E-mail address: vitor.carvalho@usp.br (V.O. Carvalho).



Heart rate dynamics in heart transplantation patients during a treadmill cardiopulmonary exercise test: A pilot study

Vitor Oliveira Carvalho, Lucas Nóbilo Pascoalino, Edimar Alcides Bocchi,
Sílvia Ayub Ferreira, Guilherme Veiga Guimarães

Láboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto
do Coração (InCor HC-FMUSP), Brazil

Abstract

Background: *One way of defining an individual's heart effort is to calculate the maximum heart rate to be expected given their age, but the reinnervation seen in patients who have received heart transplants makes for different calculations from patients who have suffered heart failure. The purpose of this study is to evaluate heart rate dynamics (rest, peak and percentage of predicted heart rate for age) in heart transplant patients compared to optimized beta-blocked heart failure patients during a treadmill cardiopulmonary exercise test.*

Methods: *Twenty two (81% male, 46 ± 12 years) sedentary heart failure patients and 15 (47% male, 44 ± 13 years) sedentary heart transplant patients performed a treadmill cardiopulmonary exercise test between 10 am and 3 pm. Heart failure optimization was considered 50 mg/day or more of carvedilol, with a resting heart rate of between 50 and 60 bpm.*

Results: *Basal heart rate was lower in heart failure patients (58 ± 5 bpm) compared to heart transplant patients (93 ± 11 bpm; $p < 0.0001$). Similarly, the peak heart rate (percentage of the maximum predicted for age) was lower in heart failure patients ($60 \pm 13\%$) compared to heart transplant patients (80 ± 12 ; $p < 0.0001$). Maximum respiratory exchange ratio did not differ between the groups (1.05 ± 0.06 in heart failure patients and 1.11 ± 0.1 in heart transplant patients; $p = 0.08$). Moreover, the heart rate reserve between heart failure (49 ± 22) and heart transplantation ($46 \pm 16\%$) was not different ($p = 0.644$).*

Conclusions: *No patient reached the maximum heart rate predicted for their age during a treadmill cardiopulmonary exercise test. The heart rate reserve was similar between groups. A heart rate increase in heart transplant patients during cardiopulmonary exercise test of more than 80% of the maximum age-adjusted value should be considered an effort near the maximum. (Cardiol J 2009; 16, 3: 254–258)*

Key words: heart failure, heart rate, heart transplantation, exercise

Address for correspondence: Dr. Vitor Oliveira Carvalho, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aquiar, 44. Laboratório de Insuficiência Cardíaca. Bloco 1, 1º Andar InCor HCFMUSP. CEP: 05403-900, Brazil, e-mail: vitor.carvalho@usp.br

Received: 13.11.2008

Accepted: 12.01.2009

ARTICLE IN PRESS

IJCA-12039; No of Pages 3

International Journal of Cardiology xxx (2009) xxx–xxx



Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Cardiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijcard

Letter to the Editor

A cutoff point for peak oxygen consumption in the prognosis of heart failure patients with beta-blocker therapy

Guilherme V. Guimaraes*, Veridiana M. d'Avila, Mario S. Silva, Silvia A. Ferreira, Emmanuel G. Ciolac, Vitor O. Carvalho, Edimar A. Bocchi

Laboratory of Physical Activity and Health, Heart Institute, University of São Paulo Medical School, São Paulo, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 29 April 2009

Accepted 1 May 2009

Available online xxxx

Keywords:

Beta-blockers

Heart failure

Cardiopulmonary exercise test

Peak oxygen consumption

ABSTRACT

Purpose: Beta-blockers (BB) have shown to improve outcomes among heart failure patients (HF). Adequate risk stratification is still a major concern for HF. The prognostic indexes have been detected, but only few parameters maintain consistently high power in predicting progression of disease and mortality. Peak oxygen consumption (VO_2 peak, $\text{ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$) is traditionally used for risk stratification in HF, however, there is limited evidence regarding predictive value of VO_2 peak in patients taking BB.

Methods: Two hundred twenty nine patients, aged 49 ± 13 years with diagnosed HF for more than 6 months due to ischemic ($n=73$), idiopathic dilated ($n=149$) and Chagas disease ($n=7$) underwent a cardiopulmonary exercise test (CPX). The ejection fraction was $38 \pm 10\%$; clinical stability was defined as no change in the NYHA class or absence of hospitalization for heart failure and stable medical treatment during 3 months prior to CPX. Subjects were tracked for cardiac-related mortality after CPX.

Results: The mean follow-up period was 2.5 ± 1.1 years and means value for VO_2 peak was 16.3 ± 4 . Current BB therapy included carvedilol (83.4%), metoprolol (7.8%), bisoprolol (3.9%) and others (4.8%). The area under the ROC curve for VO_2 peak was 0.80 (95% CI: 0.69–0.90, optimal threshold: 12.5 and 82% sensitivity/26% specificity, $p < 0.001$). Kaplan–Meier analysis that revealed event-free survival for subjects in $<$ and $>$ 12.5 was 28% and 2.8%, respectively (long-rank 34.8; $p < 0.001$).

Conclusions: VO_2 peak seems to maintain prognostic value in HF patients BB therapy. The present study also provides new evidence that optimal threshold value for VO_2 peak in the BB era is $12.5 \text{ ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$.

© 2009 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The use of beta-blockers (BB) in the treatment of patients with heart failure (HF) started a new era in the management of this cardiomyopathy. These drugs increase survival and reduce hospitalization in this group of patients [1], although they do not improve tolerance to exercise [2].

The cardiopulmonary exercise test (CPX) is a well-established technique to evaluate exercise tolerance in HF patients. The peak oxygen consumption (VO_2 peak) is a predictor of mortality and an important criterion in the selection of heart transplant candidates [3]. However, based on the controversial idea that BB could decrease the chronotropic response during exercise, with little or no effect on the VO_2 peak in HF [4–7], some studies compared VO_2 peak above versus below $14 \text{ ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ [8], and above and below $10 \text{ ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ [9]. Other study suggested that patients with HF who were taking BB would have a better survival rate even if their VO_2 peak level was $> 12 \text{ ml kg}^{-1} \text{min}^{-1}$ compared with patients who underwent heart transplantation [10]. Nevertheless, investigations on the effects of BB on the VO_2 peak cutoff value in the prognostic in HF patients are limited [11].

* Corresponding author. Rua Doutor Baeta Neves, 98, CEP 05444-050, São Paulo, SP, Brazil.

E-mail address: gvguima@usp.br (G.V. Guimaraes).

2. Methods

2.1. Sample

Patients with HF lasting at least 6 months were consecutively recruited from a tertiary hospital (Table 1). All patients received a stable dose of BB for more than 3 months prior to the CPX. Patients with non-optimized drug therapy, interrupted test due to hemodynamic or electrocardiographic complications, respiratory exchange ratio (RER) < 1.0 , neuromuscular or respiratory limitations were excluded.

2.2. Cardiopulmonary exercise test

Patients performed the CPX in treadmill according to the modified Naughton protocol [12]. Gas exchange data were obtained at each respiratory cycle, using a computerized system Vmax 229. Peak VO_2 was considered as the highest VO_2 attained during the exercise [13].

2.3. Study design

Patients with HF who underwent the CPX between January 05, 1999 and the last one on May 12, 2003 were included in this study. The analysis was planned to start at 2 years follow-up from the last patient inclusion. All patients gave their informed consent prior to the scientific publication.

2.4. Follow-up and analysis of survival

Follow-up ended on May 15, 2005. Patients were followed-up by phone interviews with the patient and/or family members for at least 2 years. The study cutoff was death

ORIGINAL PAPER

Effect of Exercise Training on 24-Hour Ambulatory Blood Pressure Monitoring in Heart Failure Patients

Heat failure (HF) can be considered the last stage of heart disease and a significant cause of mortality and morbidity in the world.¹ It is associated with a persistent activation of a circadian neurohormonal system and endothelial dysfunction.² This low endothelial function, as exercise capacity, is associated with an increase in mortality.^{3,4} Aerobic exercise training (ET) is a well-established nonpharmacological method to increase exercise capacity and to improve endothelial function (vasodilation) in HF patients.⁵

Patients can experience fatigue and dizziness that may relate to periods of hypotension exacerbated by vasodilator drug therapy. The 24-hour ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) in HF may help to evaluate time-dependent pharmacodynamic drug effects and titrate angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitors and other drugs to optimization.⁶

Auscultation of the Korotkoff sounds is fraught with potential sources of error.⁷ Arterial blood pressure (BP) has a daily variation characterized by reductions during sleep, a rapid rise on awakening, and increased variability during the awake period.⁸ The timing and amplitude of the rhythm of BP is influenced by intrinsic and extrinsic factors, such as neurohormonal regulation, ET, and dietary sodium.⁸ The 24-hour ABPM is reproducible and allows registration of the BP in persons engaged in usual activities, avoiding the white-coat effect.⁷ We hypothesized that ET could decrease 24-hour BP in HF patients and in healthy persons by the attenuation of the sympathetic system. The aim of this study was to evaluate the effect of ET on 24-hour BP in sedentary HF patients.

The aim of this study was to evaluate the 24-hour ambulatory blood pressure monitoring (ABPM) response to exercise training (ET) in heart failure (HF) patients. Twelve HF patients and 15 sedentary healthy controls underwent ET for 2 months (3 times per week from 80%–90% of the ventilatory threshold). ABPM was performed before and 2 days after the last exercise session. Despite the fact that ET in HF patients was associated with significant improvements in peak oxygen consumption (pV_{O_2}), there were no significant changes in systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), and heart rate (HR). On the other hand, controls decreased 24-hour mean SBP (117 ± 8 – 115 ± 9 mm Hg, $P=.019$) and 24-hour mean DBP (73 ± 6 – 71 ± 5 mm Hg, $P=.016$), mainly at nighttime SBP (107 ± 8 – 103 ± 9 , $P=.0004$) and DBP (63 ± 5 – 59 ± 5 mm Hg, $P<.0001$). No changes in HR were found in controls. Values of 24-hour blood pressure did not change with ET in HF patients. Congest Heart Fail. 2009;15:1–5. ©2009 Wiley Periodicals, Inc.

Vitor O. Carvalho, PT; Emmanuel G. Ciolac, MSc; Guilherme V. Guimarães, PhD; Edimar A. Bocchi, MD, PhD

From the Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante, Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (InCor HCFMUSP), São Paulo, Brazil

Address for correspondence:

Vitor Oliveira Carvalho, PT, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44. Laboratório de Insuficiência Cardíaca. Bloco 1, 1^o Andar INCOR. São Paulo, SP. Brazil
CEP: 05403-900

E-mail: vitor.carvalho@usp.br

Manuscript received April 12, 2008; revised June 4, 2008; accepted July 1, 2008

Methods

Population. Nineteen sedentary HF patients were recruited from an HF ambulatory unit from March 2006 to March 2007. Twelve HF patients (10 male and 2 female), aged 52 ± 9 years, with left ventricle ejection fraction $32\pm 5\%$ (echocardiography), New York Heart Association (NYHA) functional class 1.7 ± 0.7 , peak oxygen consumption (pV_{O_2}) 20 ± 3 mL/kg/min, and body mass index (BMI) 22 ± 3 kg/m² (Table I) completed the protocol.

All patients were in stable clinical condition without changes on medication and free from any kind of ET for

3 months. Patients with atrial fibrillation, a pacemaker, noncardiovascular functional limitations such as osteoarthritis, and chronic obstructive pulmonary disease (proven by baseline pulmonary function test) were excluded from the study.

Fifteen sedentary healthy patients without cardiovascular risk factors (13 male and 2 female), aged 25 ± 8 years, with BMI 20 ± 5 kg/m², and pV_{O_2} 33 ± 5 mL/kg/min completed the exercise training protocol as controls. An ethical committee approved this protocol and all patients provided informed consent before participation.

LETTER

Cardiovascular
Therapeutics**About “Resting Heart Rate Does Not Reflect the Degree of Beta-Blockade in Subjects with Heart Failure on Chronic Beta-Blocker Therapy”**

Vitor Oliveira Carvalho

Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP), São Paulo, Brazil

This study is very interesting and adds important information to the discussion about rest heart rate versus beta-blocker daily dose as endpoints to heart failure treatment.

Mignatti et al. [1] concluded that the rest heart rate is not associated with norepinephrine plasma level and suggest that the rest heart rate should not be used to tailor the beta-blocker therapy. They support the uptitration of beta-blockers based on daily doses rather than physiological endpoints.

Carvalho et al. [2] studied the heart rate dynamic during the cardiopulmonary exercise test in heart failure patients with different sensibilities of carvedilol. They found that the group of patients who had the rest heart rate less than 60 beats per minute had the same heart rate dynamic during the exercise, independent of the carvedilol daily dose. This also happened with the group of patients who had a rest heart rate more than 60 beats per minute. This study, unlike the Mignatti's, suggests that the optimization of the beta-blocker therapy should be characterized by the rest heart rate instead of the daily dose.

These conflicting data show that the discussion about beta-blockers target dose and rest heart rate is not over and the scientific community has a lot of things to learn.

Conflict of Interest

The author does not have conflicts of interest to disclose.

References

1. Mignatti A, Sims DB, Colombo PC, Garcia LI, Bijou R, Deng MC, Jorde UP. Resting heart rate does not reflect the degree of beta-blockade in subjects with heart failure on chronic beta-blocker therapy. *Cardiovasc Ther* 2009;27: 42–48.
2. Carvalho VO, Alves RXR, Bochi EA, Guimarães GV. Heart rate dynamic during an exercise test in heart failure patients with different sensibilities of the carvedilol therapy. *Int J Cardiol* 2009 [doi:10.1016/j.ijcard.2008.11.140].

Correspondence

Vitor Oliveira Carvalho, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, Laboratório de Insuficiência Cardíaca, Bloco 1, 1º Andar InCor HCFMUSP, CEP: 05403-900, São Paulo, Brazil.
Tel.: + 55 11 30695419;
Fax: + 55 11 30693522;
E-mail: vitor.carvalho@usp.br

doi: 10.1111/j.1755-5922.2009.00091.x

LETTER TO THE EDITOR

HYDROTHERAPY IN HEART FAILURE: A CASE REPORT

doi: 10.1590/S1807-59322009000800020

Vitor Oliveira Carvalho,^{I,II} Edimar Alcides Bocchi,^{III} Guilherme Veiga Guimarães^{III}

BACKGROUND

Heart failure is considered to be the last stage of heart disease and a significant cause of morbidity and mortality worldwide.^{1,2,3} It is characterized by the persistent activation of the neurohormonal system,⁴ endothelial dysfunction,⁵ exercise intolerance,^{6,7,8,9} high mortality¹⁰ and a poor quality of life.¹¹

Exercise training has been strongly recommended as a safe and important tool for the non-pharmacological treatment of heart failure. Exercise training improves exercise capacity,^{12,13} quality of life,¹⁴ endothelial dysfunction,¹⁵ skeletal muscle oxidative capacity,¹⁶ the catecholamine plasma level¹⁷ and the autonomic and ventilatory responses.¹⁸ In heart failure patients, designing an appropriate aerobic exercise routine is crucial for obtaining both an increase in exercise capacity and the reasonable control of exercise-related risks.^{1,6}

Hydrotherapy (i.e., exercise in warm water) had been considered potentially dangerous in heart failure patients due to the increased venous return caused by the hydrostatic pressure. However, it is now known that cardiac function actually improves during water immersion due to the increase in early diastolic filling and decrease in heart rate, resulting in improvements in stroke volume and ejection fraction.¹⁹ Studies with sauna therapy (i.e., warming) have demonstrated important improvements in neurohormonal attenuation and exercise status in heart failure patients. These data suggest that hydrotherapy is a good potential treatment for heart failure patients. However, few studies are available,

and none have compared conventional rehabilitation to hydrotherapy.²⁰

This study was partially supported by “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior”.

CASE REPORT

A 51-year-old male heart failure patient (ischemic etiology with 40% left ventricular ejection fraction) was recruited from a cardiology hospital to this rehabilitation program (Table 1). This patient underwent 24 exercise sessions in a 22–24°C temperature-controlled gym (conventional exercises) between May and July 2007. After the exercise training program, this patient was invited to continue in our rehabilitation program but opted out. After 6 months, the patient returned to our program to continue the exercise program, and we assigned him to hydrotherapy. Between January and March 2008, he had 24 more exercise sessions in a 30–31°C temperature-controlled swimming pool (hydrotherapy). The exercise training protocol was almost the same for both methods: 5 minutes of warm up exercises (stretching), 30 minutes of aerobic exercise training (90% of ventilatory threshold), 25 minutes of strength exercises (lower and upper limbs) and 5 minutes of cool down exercises (stretching). A treadmill (Max 1; Marquette Electronics; Milwaukee, WI, USA) cardiopulmonary exercise test (Vmax 229 model, SensorMedics, Yorba Linda, CA, USA), 24-hour ambulatory blood pressure measurement (Space Labs Redmond, Wash, USA), New York Heart Association functional classification and a Minnesota Living With Heart Failure Questionnaire were performed before and after the exercise training protocols (the cardiopulmonary exercise test was performed 2 days prior to the other evaluations). The medications were not changed during the protocols (150 mg/day Carvedilol, 100 mg/day Losartan, 40 mg/day Furosemide, 25 mg/day

^IUnidade Clínica de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP) - São Paulo/SP, Brazil.

^{II}Laboratório de Atividade Física e Saúde do Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo (LATIS-CEPEUSP) - São Paulo/SP, Brazil. Email: vitor.carvalho@usp.br

ARTICLE IN PRESS

IJCA-12197; No of Pages 3

International Journal of Cardiology xxx (2009) xxx–xxx



Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Cardiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijcard

Letter to the Editor

The relationship between heart rate and oxygen consumption in heart transplant recipients during a cardiopulmonary exercise test[☆]

Heart rate dynamic during exercise test

Vitor Oliveira Carvalho^{*}, Edimar Alcides Bocchi, Lucas Nóbilo Pascoalino, Guilherme Veiga Guimarães

Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP), Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 July 2009

Accepted 25 July 2009

Available online xxxx

Keywords:

Heart failure

Heart rate

Oxygen consumption

Carvedilol

Exercise prescription

Cardiac rehabilitation

ABSTRACT

Background: In healthy subjects, the percentage of heart rate reserve (%HRR) versus the percentage of oxygen consumption reserve (%VO₂R) is the closest relationship between heart rate and VO₂ and it seems also to be true to heart failure patients only if they are under optimized beta-blocker therapy.

Aim: To evaluate the closest relationship between heart rate and VO₂ (%peak heart rate versus %peak VO₂; %HRR versus %VO₂R or absolute heart rate versus absolute VO₂) in heart transplant recipients during a treadmill cardiopulmonary exercise test.

Methods: A total of 19 sedentary heart transplant recipients (5.4 ± 3.3 years after transplant) in a stable condition (for, at least, 3 months), were recruited to perform a cardiopulmonary exercise test. The relationship between %HRR–%VO₂R, %peak heart rate versus %peak VO₂ and absolute heart rate versus absolute VO₂ were tested.

Results: The strongest relationship was found between %HRR–%VO₂R ($r = 0.95, p < 0.0001$), followed by %peak heart rate versus %peak VO₂ ($r = 0.91, p < 0.0001$) and absolute heart rate versus absolute VO₂ ($r = 0.67, p < 0.0001$). The mean regression line did not coincide with the line of identity in any group ($p < 0.0001$ for all groups).

Conclusion: The %HRR versus %VO₂R showed the closest relationship followed by %peak heart rate versus %peak VO₂ and absolute heart rate versus absolute VO₂. Despite this, the perfect reliability of the heart rate versus VO₂ was not found.

© 2009 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

1. Background

Heart failure is considered to be the final stage of heart disease and a significant cause of worldwide mortality and morbidity [1–4]. End-stage of heart failure, which is marked by a lack of response to medical treatment, disabling symptoms and repeated hospital stays, is associated with high morbidity and mortality [5]. Heart transplantation is an acceptable gold standard treatment for selected patients in the terminal stages [6].

The cardiopulmonary exercise test is a well-established technique to evaluate peak oxygen consumption (VO₂) and heart rate dynamic in heart transplant recipients [7]. Aerobic exercise training is also a well-established non-pharmacological way of increasing VO₂ in heart transplant recipients. The prescription of an adequate aerobic effort is crucial to obtain both an increase in exercise capacity and a reasonable control of exercise-related risks [8].

Heart rate is a cardiovascular variable easily and cheaply measured by a simple heart rate monitor [9]. The advantage of using the heart rate as a variable to monitor and prescribe the exercise training is the close relation with VO₂ in both healthy people and in heart failure patients [10]. This relationship is especially closer when considering % heart rate reserve (%HRR) and %VO₂ reserve (%VO₂R). In heart failure patients, this %HRR–%VO₂R relationship seems to be true only to optimized beta-blocker heart failure patients [10]. However, no data is available in heart transplant patients.

The aim of this study was to evaluate the closest relationship between heart rate and VO₂ (%peak heart rate versus %peak VO₂; %HRR versus %VO₂R or absolute heart rate versus absolute VO₂) in heart transplant recipients during a treadmill cardiopulmonary exercise test.

2. Materials and methods

2.1. Study population

A total of 19 sedentary heart transplant recipients in a stable condition (for, at least, 3 months), were recruited from a tertiary cardiology hospital from May 2007 to April 2009 to perform a cardiopulmonary exercise test. All sedentary heart transplant recipients were in a clinically stable condition, 5.4 ± 3.3 years having elapsed following transplantation. Endomyocardial biopsy did not show any evidence of tissue rejection during the entire study. Subjects' characteristics are listed in Table 1.

[☆] This study was partially supported by "Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior".

^{*} Corresponding author. Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, Laboratório de Insuficiência Cardíaca, Bloco 1, 1^o Andar InCor. CEP: 05403 900, São Paulo, Brazil. Tel.: +55 11 30695419.

E-mail address: vitor.carvalho@usp.br (V.O. Carvalho).

Is the 6-min walking test a sub-maximal exercise test in heart failure patients?

Vitor Oliveira Carvalho · Guilherme Veiga Guimarães

Accepted: 11 August 2009
© Springer-Verlag 2009

The study by Jehn et al. (2009) is interesting and adds important information to the discussion about the 6-min walking test as a sub-maximal exercise test in heart failure patients. The current study compared the cardiorespiratory responses during a 6-min walking test performed in a corridor with those during a maximal cycle ergometer exercise test in patients with three different stages of heart failure based on the peak oxygen uptake (VO_{2peak}): group 1: >25.2 ml/kg per minute; group 2: between 17.5 and 25.2 ml/kg per minute and group 3: <17.5 ml/kg per minute. The authors concluded that heart failure patients with a $VO_{2peak} <17.5$ ml/kg per minute reached higher levels of respiratory response during the 6-min walking test compared with patients with a $VO_{2peak} >25.2$ ml/kg per minute. These data would benefit from being expressed relative to the responses to incremental exercise on the treadmill, rather than the cycle ergometer; i.e., treadmill walking being more closely related to walking test performance. In addition, the authors could have used the prognostic cutoff point for VO_{2peak} in heart failure patients to divide the groups: 14 ml/kg per minute (Mehra et al.

2006), or more recently 12.5 ml/kg per minute (Guimaraes et al. 2009) instead of the 17.5 ml/kg per minute criterion.

The discussion on the nature of the sub-maximal 6-min walking test is not new. Guimarães et al. 2002 evaluated the cardiorespiratory response of 12 male heart failure patients (New York Heart Association functional class III and 15.4 ml/kg per minute) in a treadmill cardiopulmonary exercise test and in a 6-min walking test. The tests showed that the respiratory exchange ratio at end exercise was of the order of 1.0 (mean of 1.06). The respiratory exchange ratio during the 6-min walking test represented 94% of the peak respiratory exchange ratio reached in the cardiopulmonary exercise test. It is known that peak respiratory exchange ratio above 1.05 represents an effort near to the maximum in heart failure patients (Carvalho et al. 2009a, b).

The study by Guimarães contests, for the first time, the sub-maximal status of the classical 6-min walking test and proposes a new method to perform this test using the Borg Scale between “relatively easy” and “slightly tiring”. This new method assures the 6-min walking test as sub-maximal. The Borg Scale is recognised as an important tool of self-monitoring and self-regulation of the exercise (Carvalho et al. 2009a, b). A second study (Guimarães et al. 2008) showed that the 6-min walking test using the Borg Scale in heart failure patients is reproducible and once more that this methodology assures the 6-min walking test as sub-maximal.

Thus, the study by Jehn et al. provided new perspectives for the evaluation of the 6-min walking test by taking into account the different cardiorespiratory responses on the different functional status of the heart failure patients.

Conflict of interest statement The authors have no conflicts to disclose.

V. O. Carvalho (✉) · G. V. Guimarães
Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP), Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, Bloco I, 10 Andar, InCor., São Paulo, Brazil
e-mail: vitor.carvalho@usp.br

V. O. Carvalho · G. V. Guimarães
Laboratório de Atividade Física e Saúde do Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo (LAtIS, CEPEUSP), São Paulo, Brazil

Published online: 27 August 2009

 Springer

The Borg Scale as an Important Tool of Self-Monitoring and Self-Regulation of Exercise Prescription in Heart Failure Patients During Hydrotherapy

— A Randomized Blinded Controlled Trial —

Vitor Oliveira Carvalho, PT^{*,**}, Edimar Alcides Bocchi, MD, PhD^{*,**},
Guilherme Veiga Guimarães, PhD^{*,**}

Background: The Borg Scale may be a useful tool for heart failure patients to self-monitor and self-regulate exercise on land or in water (hydrotherapy) by maintaining the heart rate (HR) between the anaerobic threshold and respiratory compensation point.

Methods and Results: Patients performed a cardiopulmonary exercise test to determine their anaerobic threshold/respiratory compensation points. The percentage of the mean HR during the exercise session in relation to the anaerobic threshold HR (%EHR-AT), in relation to the respiratory compensation point (%EHR-RCP), in relation to the peak HR by the exercise test (%EHR-Peak) and in relation to the maximum predicted HR (%EHR-Predicted) was calculated. Next, patients were randomized into the land or water exercise group. One blinded investigator instructed the patients in each group to exercise at a level between “relatively easy and slightly tiring”. The mean HR throughout the 30-min exercise session was recorded. The %EHR-AT and %EHR-Predicted did not differ between the land and water exercise groups, but they differed in the %EHR-RCP (95 ± 7 to 86 ± 7 , $P<0.001$) and in the %EHR-Peak (85 ± 8 to 78 ± 9 , $P=0.007$).

Conclusions: Exercise guided by the Borg scale maintains the patient’s HR between the anaerobic threshold and respiratory compensation point (ie, in the exercise training zone). (Circ J 2009; 73: 1871–1876)

Key Words: Borg scale; Exercise prescription; Heart rate; Hydrotherapy; Rehabilitation

Heart failure is considered to be the last stage of heart disease and a cause of worldwide mortality and morbidity.^{1–4} It is characterized by persistent activation of the neurohormonal system,⁵ endothelial dysfunction,^{6–8} exercise intolerance,^{9,10} high mortality¹¹ and poor quality of life.^{12,13}

Exercise training is an important component of heart failure treatment. It improves exercise capacity,¹⁴ quality of life,¹⁵ endothelial dysfunction,¹⁶ catecholamine levels,¹⁷ and morbidity.¹⁸ In this population of patients, the prescription of adequate aerobic exercise intensity based on heart rate (HR) is crucial to ensure both an increase in exercise capacity and reasonable control of exercise-related risk.^{1,7} Despite the lack of consensus about which exercise method and intensity are the best to improve heart failure patients, a submaximal level (ie, between the anaerobic threshold and respiratory compensation point) seems to have the best security/efficacy relationship.¹⁹ Higher exercise intensities are associated with displeasure²⁰ and reduced adherence.²¹

Hydrotherapy (ie, exercise in warm water) has been considered potentially dangerous for heart failure patients because of the increased venous return caused by the hydro-

static pressure.²² However, nowadays, it is known that cardiac function improves with water immersion, which increases early diastolic filling and decreases HR, leading to improvements in stroke volume and left ventricular ejection fraction (LVEF).¹⁸ Hydrotherapy has advantages compared with conventional land training because of the combination of exercise and warming.²³ Studies using saunas (ie, warming) have shown important improvements in neurohormonal attenuation and exercise status in heart failure patients.²⁴ These findings suggest that hydrotherapy is a potential treatment for heart failure patients, despite only the few studies available. Exercise guided by the Borg Scale of between “relatively easy and slightly tiring” has been proposed to guarantee submaximal effort during exercise.⁷ Despite the importance of exercise intensity, little is known about the self-monitoring and self-regulating of exercise intensity by heart failure patients, particularly during hydrotherapy.

The aim of this study was to evaluate if the Borg Scale could be used to self-monitor and self-regulate exercise on land or in water by maintaining the heart failure patient’s HR between the anaerobic threshold and respiratory com-

(Received May 18, 2009; revised manuscript received June 15, 2009; accepted June 18, 2009; released online August 28, 2009)

*Unidade Clínica de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP), **Laboratório de Atividade Física e Saúde do Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo (CEPEUSP), SP, Brazil

This study was partially supported by “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior”.

Mailing address: Vitor Oliveira Carvalho, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, Laboratório de Insuficiência Cardíaca, Bloco 1, 1º Andar

InCor, São Paulo 05403-900, SP, Brazil. E-mail: vitor.carvalho@usp.br

All rights are reserved to the Japanese Circulation Society. For permissions, please e-mail: cj@j-circ.or.jp



Correlation between CD34⁺ and exercise capacity, functional class, quality of life and norepinephrine in heart failure patients

Vitor Oliveira Carvalho¹, Milton Artur Ruiz², Edimar Alcides Bocchi¹,
Vagner Oliveira Carvalho¹, Guilherme Veiga Guimarães¹

¹Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, Brazil

²Laboratório de Criopreservação da Medula Óssea do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, Brazil

Abstract

Background: A previous study associated CD34⁺ levels with NYHA functional class in heart failure patients. The aim of this study was to correlate CD34⁺ levels to exercise capacity, functional class, quality of life and norepinephrine in heart failure patients.

Methods: Twenty three sedentary patients (52 ± 7 years, 78% male) answered the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire and rested for 20 minutes before an investigator collect a blood sample. After this, patients performed a cardiopulmonary exercise test to determine the heart rate at anaerobic and ventilatory threshold and oxygen consumption at peak effort, at anaerobic and ventilatory threshold. One other blood sample was collected during the peak effort to investigate the norepinephrine and CD34⁺ levels.

Results: Rest percentage of CD34⁺ did not show correlation with: left ventricle ejection fraction ($r = 0.03$, $p = 0.888$), peakVO₂ ($r = 0.32$, $p = 0.13$), VO₂ at anaerobic threshold (VO₂AT) ($r = 0.03$, $p = 0.86$), VO₂ at ventilatory threshold (VO₂VT) ($r = 0.36$, $p = 0.08$), NYHA functional class ($r = -0.2$, $p = 0.35$), quality of life (Minnesota) ($r = -0.17$, $p = 0.42$). CD34⁺ did not show correlation, either, with: peakVO₂ ($r = 0.38$, $p = 0.06$), VO₂AT ($r = 0.09$, $p = 0.65$), VO₂VT ($r = 0.43$, $p = 0.4$), NYHA functional class ($r = -0.13$, $p = 0.54$), quality of life ($r = 0.00$, $p = 0.99$).

Conclusions: CD34⁺ levels did not correlate with exercise capacity, functional class, quality of life and norepinephrine. Percentage of CD34⁺ levels did not increase during the cardiopulmonary exercise test in heart failure patients. (Cardiol J 2009; 16, 5: 426–431)

Key words: exercise capacity, CD34⁺, quality of life, functional class, norepinephrine, stem cell

Address for correspondence: Dr. Vitor Oliveira Carvalho, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44. Laboratório de Insuficiência Cardíaca, Bloco 1, 1º Andar CEP: 05403-900, Brazil, tel: 55 11 30695419, e-mail: vitor.carvalho@usp.br

Received: 13.01.2009

Accepted: 3.05.2009

Artigo Original



Validação da Versão em Português do *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*

Validation of the Portuguese Version of the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire

Vitor Oliveira Carvalho, Guilherme Veiga Guimarães, Dirceu Carrara, Fernando Bacal, Edimar Alcides Bocchi

Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo (InCor HCFMUSP), São Paulo, SP – Brasil

Resumo

Fundamento: O *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire* (MLHFQ) é uma importante ferramenta de avaliação da qualidade de vida em pacientes com insuficiência cardíaca. Apesar de amplamente usado em nosso meio, não contávamos com a sua tradução e validação em língua portuguesa.

Objetivo: Este estudo pretendeu traduzir e validar a versão em português do MLHFQ em pacientes com insuficiência cardíaca.

Métodos: Quarenta pacientes com insuficiência cardíaca (30 homens, FEVE $30 \pm 6\%$, 55% de etiologia isquêmica, NYHA I a III) com estabilidade clínica e terapia medicamentosa otimizada realizaram teste cardiopulmonar máximo para avaliação da capacidade física. Logo após, o MLHFQ, devidamente traduzido, foi aplicado por um mesmo pesquisador. A classe funcional NYHA foi encaminhada pela equipe médica.

Resultados: A versão em português do MLHFQ apresentou-se com a mesma estrutura e métrica da versão original. Não houve dificuldade na aplicação e compreensão do questionário por parte dos pacientes. A versão em português do MLHFQ mostrou-se concordante com o pico de VO_2 , o tempo de exercício do teste cardiopulmonar e com a classificação funcional da NYHA. Não houve diferença da média do escore do questionário entre os grupos de etiologia isquêmica e não-isquêmica.

Conclusão: A versão em língua portuguesa da MLHFQ, proposta no presente estudo, demonstrou ser válida em pacientes com insuficiência cardíaca, constituindo uma nova e importante ferramenta para avaliar a qualidade de vida. (Arq Bras Cardiol 2009;93(1):39-44)

Palavras-chave: Insuficiência cardíaca, validação, questionários, qualidade de vida.

Summary

Background: The *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire* (MLHFQ) is an important measurement instrument for assessing the quality of life of heart failure patients. Despite being largely used within our context, the questionnaire had not yet been translated and validated into the Portuguese language.

Objective: Of this study was to translate and validate the Portuguese version of the MLHFQ for use in heart failure patients.

Methods: Forty patients with heart failure (30 men, LVEF $30 \pm 6\%$, 55% ischemic etiology, classified as NYHA I to III), clinically stable and on optimized drug therapy underwent maximal cardiopulmonary stress testing to assess their physical capacity. Right after the test, the MLHFQ duly translated into Portuguese was administered by the same investigator. The NYHA functional classification was provided by the medical team.

Results: The Portuguese version of the MLHFQ had the same structure and metrics of the original version. There was no difficulty in the administration of the questionnaire or in the patient's understanding of the questions. The Portuguese version of the MLHFQ was consistent with peak VO_2 , duration of the cardiopulmonary test, and NYHA functional classification. There was no difference in the score mean for the questionnaire between the group of patients with ischemic etiology and the group with non-ischemic etiology.

Conclusion: The Portuguese version of the MLHFQ proposed in this study proved to be valid for heart failure patients, and constitutes a new and important instrument for assessing quality of life. (Arq Bras Cardiol 2009;93(1):36-41)

Key words: Heart failure; validation; questionnaires; quality of life.

Full texts in English - <http://www.arquivosonline.com.br>

Correspondência: Vitor Oliveira Carvalho *

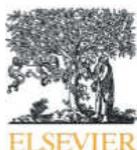
Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44 - Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante - Bloco 1, 10 Andar - 05403-900 - São Paulo, SP - Brasil
E-mail: vitor.carvalho@usp.br

Artigo recebido em 04/06/2008; revisado recebido em 08/07/2008; aceito em 09/07/2008.

ARTICLE IN PRESS

IJCA-12532; No of Pages 1

International Journal of Cardiology xxx (2010) xxx



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Cardiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijcard

Letter to the Editor

Hydrotherapy to heart failure patients

Vitor Oliveira Carvalho*, Guilherme Veiga Guimarães

Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante – Instituto do Coração Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP), São Paulo, Brazil

ARTICLE INFO

Article history:

Received 27 January 2010

Accepted 14 February 2010

Available online xxxxx

Exercise training is a well-established nonpharmacological method to increase exercise capacity, an important prognostic variable [1], and to restore quality of life in heart failure patients [2]. Despite this, new methods (like hydrotherapy and interval exercise training) have been proposed with the aim of potentiate the well known benefits of the conventional rehabilitation.

Hydrotherapy (i.e., exercise in warm water) had been considered potentially dangerous in heart failure patients due to the increased venous return caused by the hydrostatic pressure. However, it is now known that cardiac function actually improves during water immersion due to the increase in early diastolic filling and decrease in heart rate, resulting in improvements in stroke volume and ejection fraction [3]. Despite of this, the literature lacks on studies comparing hydrotherapy and conventional exercise training in heart failure patients.

The study by Caminiti et al. [4] is very interesting and adds important information to what we know about hydrotherapy in heart failure patients. This randomized study investigated the gains of adding hydrotherapy into a conventional exercise training program. The authors compared the endurance group (only land exercises) to a combined group (hydrotherapy plus land exercises, performed in different days) in a 3 session/week for 24 weeks exercise training program. The main original finding of the study was that the patients who performed the combined training walked a greater distance at the six-minute walking test than those who performed the endurance training alone. This means that the combined group improved more the exercise capacity, an important prognostic variable [1].

The study by Caminiti et al. did not show great details about adherence and exercise prescription, especially in the hydrotherapy protocol. As the authors reported, the study has some limitations and they could have influenced the result. We must be careful when interpreting this data.

* Corresponding author. Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, Laboratório de Insuficiência Cardíaca, Bloco 1, 1 Andar InCor HCFMUSP, CEP: 05403-900, São Paulo, Brazil. Tel.: +55 11 30695419; fax: +55 11 30693522.

E-mail address: vitor.carvalho@usp.br (V.O. Carvalho).

0167-5273/\$ – see front matter © 2010 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.
doi:10.1016/j.ijcard.2010.02.050

Please cite this article as: Carvalho VO, Guimarães GV, Hydrotherapy to heart failure patients, Int J Cardiol (2010), doi:10.1016/j.ijcard.2010.02.050

The authors explained the greater improvement in the exercise tolerance in the combined group by combination of a higher prescribed in-water exercise intensity with endurance training (vs endurance training alone). Despite of this, an extra speculation could be made. The randomized study by Carvalho et al. investigated the heart rate response when the land exercise training or hydrotherapy were guided by a given rating of perceived exertion between “relatively easy and slightly tiring” in heart failure patients. The authors found that the mean exercise heart rate was in the exercise training zone of prescription for both groups (between the heart rate concerning to the first and the second ventilatory thresholds). The patients in the hydrotherapy group had the mean heart rate lower than the land group, what could reflect the effect of water immersion and the hemodynamic improvement not only in the rest, but also during the exercise [3,5]. Interestingly, the hydrotherapy group seemed to exercise at a lower heart rate for the same given perceived level of exertion when compared to the land group. Maybe the hydrotherapy has a protective effect on the heart [6] and it could also have contributed to the greater gain in exercise capacity in the study by Caminiti et al.

These data suggest that hydrotherapy could be a very interesting method of rehabilitation for heart failure patients and may add extra gains to the conventional exercise program.

Acknowledgement

The author of this manuscript has certified that they comply with the Principles of Ethical Publishing in the International Journal of Cardiology [7].

References

- [1] Guimaraes GV, D'Avila MV, Silva MS, Ciolac EG, Carvalho VO, Bocchi EA. A cutoff point for peak oxygen consumption in the prognosis of heart failure patients with beta-blocker therapy. *Int J Cardiol* 2009, doi:10.1016/j.ijcard.2009.05.001.
- [2] Carvalho VO, Ciolac EG, Guimarães GV, Bocchi EA. Effect of exercise training on 24-hour ambulatory blood pressure monitoring in heart failure patients. *Congest Heart Fail* 2009;15:176–80.
- [3] Cider A, Sveälv BG, Täng MS, Schaufelberger M, Andersson B. Immersion in warm water induces improvement in cardiac function in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2006;8:308–13.
- [4] Caminiti G, et al. Hydrotherapy added to endurance training versus endurance training alone in elderly patients with chronic heart failure: a randomized pilot study. *Int J Cardiol* 2009, doi:10.1016/j.ijcard.2009.09.565.
- [5] Carvalho VO, Bocchi EA, Guimarães GV. The Borg scale as an important tool of self-monitoring and self-regulation of exercise prescription in heart failure patients during hydrotherapy. A randomized blinded controlled trial. *Circ J* 2009;73:1871–6.
- [6] Carvalho VO, Bocchi EA, Guimaraes GV. Hydrotherapy in heart failure: a case report. *Clinics* 2009;64:824–7.
- [7] Coats J. Ethical authorship and publishing. *Int J Cardiol* 2009;131:149–50.



Physical activity profile in heart failure patients from a Brazilian tertiary cardiology hospital

Guilherme Veiga Guimarães, Vitor Oliveira Carvalho,
Vanessa Torlai, Edimar Alcides Bocchi

Unidade Clínica de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração
do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP), Brazil
Laboratório de Atividade Física e Saúde do Centro de Práticas Esportivas
da Universidade de São Paulo (CEPEUSP), Brazil

Abstract

Background: *Physical activity (PA) has proven benefits in the primary prevention of heart diseases such as heart failure (HF). Although it is well known, HF PA habits and physicians' advice have been poorly described. The aim of this study was to investigate if physicians were advising HF patients to exercise and to quantify patients' exercise profiles in a complex cardiology hospital.*

Methods: *All 131 HF patients (80 male, average age 53 ± 10 years, NYHA class I–V, left ventricular ejection fraction $35 \pm 11\%$, 35 ischemic, 35 idiopathic, 32 hypertensive and 29 with Chagas disease) went to the hospital for a HF routine check-up. On this occasion, after seeing the physician, we asked the patients if the physician had advised them about PA. Then, we asked them to fill in the international physical activity questionnaire (IPQA) Short Form to classify their PA level.*

Results: *Our data showed a significant difference between patients who had received any kind of PA advice from physicians (36%) and those who had not (64%, $p < 0.0001$). Using the IPAQ criteria, of the 36% of patients who had received advice, 12.4% were classified as low and 23.6% as moderate. Of the 64% of patients who did not receive advice, 26.8% were classified as low and 37.2% as moderate. Etiology (except Chagas), functional class, ejection fraction, sex and age did not influence the PA profile.*

Conclusions: *Physicians at a tertiary cardiology hospital were not giving patients satisfactory advice as to PA. Our data supports the need to strengthen exercise encouragement by physicians and for complementary studies on this area. (Cardiol J 2010; 17, X: xx–xx)*

Key words: heart failure, exercise, adherence, rehabilitation

Address for correspondence: Dr. Vitor Oliveira Carvalho, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, Laboratório de Insuficiência Cardíaca, Bloco 1, 1º Andar, CEP: 05403-900 São Paulo, Brazil, tel: +55 11 30695419, e-mail: vitor.carvalho@usp.br

Received: 8.09.2009

Accepted: 12.10.2009

SHORT COMMUNICATION

Cardiovascular
Therapeutics

The Carvedilol's Beta-Blockade in Heart Failure and Exercise Training's Sympathetic Blockade in Healthy Athletes during the Rest and Peak Effort

Vitor Oliveira Carvalho,^{1,2} Edimar Alcides Bocchi^{1,2} & Guilherme Veiga Guimarães^{1,2}

¹ Laboratório de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP).

² Laboratório de Atividade Física e Saúde do Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo (LAtis—CEPEUSP).

Keywords

Cardiac rehabilitation; Carvedilol; Exercise; Heart failure; Heart rate.

Correspondence

Dr. Vitor Oliveira Carvalho, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44, Laboratório de Insuficiência Cardíaca, Bloco 1, 1º Andar InCor. São Paulo. Brazil, CEP: 05403-900. Tel: (55) 11 3069-5419 E-mail: vitor.carvalho@usp.br

doi: 10.1111/j.1755-5922.2009.00113.x

This study was partially supported by "Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior."

In recent years, beta-blocker therapy has become a primary pharmacologic intervention in patients with heart failure by blocking the sympathetic activity. To compare the exercise training's sympathetic blockade in healthy subjects (athletes) and the carvedilol's sympathetic blockade in sedentary heart failure patients by the evaluation of the heart rate dynamic during an exercise test. A total of 26 optimized and 49 nonoptimized heart failure patients in a stable condition (for, at least, 3 months), 15 healthy athletes and 17 sedentary healthy subjects were recruited to perform a cardiopulmonary exercise test. The heart rate dynamic (rest, reserve, peak and the peak heart rate in relation to the maximum predicted for age) was analyzed and compared between the four groups. The heart rate reserve was the same between optimized (48 ± 15) and nonoptimized (49 ± 18) heart failure patients ($P < 0.0001$). The athletes (188 ± 9) showed a larger heart rate reserve compared to sedentary healthy subjects (92 ± 10 , $P < 0.0001$). Athletes and healthy sedentary reached the maximum age-predicted heart rate for their age, but none of the heart failure patients did. The carvedilol's sympathetic blockade occurred during the rest and during the peak effort in the same proportion, but the exercise training's sympathetic blockade in healthy subjects occurred mainly in the rest.

Background

Heart failure is considered the last stage of heart diseases and a significant cause of worldwide mortality and morbidity [1,2]. It is characterized by a persistent activation of the neurohormonal system [3,4]. In recent years, beta-blocker therapy has become a primary pharmacologic intervention in patients with heart failure by blocking the sympathetic activity [5]. Since this beta-blocker era, too many speculations about the heart rate dynamic have been made, specially the decreased heart rate response during exercise. The inability to achieve 85% maximal age-predicted heart rate has been arbitrarily set as a chronotropic incompetence [6]. Despite of this, a previous report has shown that the maximal age-predicted heart rate achieved during an exercise test depends on

the patients' beta-blockade status (if they are optimized or not). This previous study also showed that the heart rate reserve remains constant in heart failure patients independently of the carvedilol's daily dose [7], but the comparison between optimized and nonoptimized heart failure patients based on resting heart rate (<60 or >60 beats per min) independently of the patient's sensibility to the carvedilol was not performed. It seems that the carvedilol's sympathetic blockade decrease the resting heart rate proportionally to the peak to maintain a constant heart rate reserve.

In healthy subjects, exercise training induces a sympathetic blockade (vagotonia) expressed by a low resting heart rate. It is well known that the lower resting heart rate could predict the exercise capacity status [8]. Despite this, healthy subjects reach the maximum age-predicted

Anexo 10. Artigo da tese na íntegra publicado no Circulation Journal.

ORIGINAL ARTICLE Cardiac Rehabilitation

Circ J 2009; 73: 1871–1876

The Borg Scale as an Important Tool of Self-Monitoring and Self-Regulation of Exercise Prescription in Heart Failure Patients During Hydrotherapy

— A Randomized Blinded Controlled Trial —

Vitor Oliveira Carvalho, PT*^{*,**}; Edimar Alcides Bocchi, MD, PhD*^{*,**};
Guilherme Veiga Guimarães, PhD*^{*,**}

Background: The Borg Scale may be a useful tool for heart failure patients to self-monitor and self-regulate exercise on land or in water (hydrotherapy) by maintaining the heart rate (HR) between the anaerobic threshold and respiratory compensation point.

Methods and Results: Patients performed a cardiopulmonary exercise test to determine their anaerobic threshold/respiratory compensation points. The percentage of the mean HR during the exercise session in relation to the anaerobic threshold HR (%EHR-AT), in relation to the respiratory compensation point (%EHR-RCP), in relation to the peak HR by the exercise test (%EHR-Peak) and in relation to the maximum predicted HR (%EHR-Predicted) was calculated. Next, patients were randomized into the land or water exercise group. One blinded investigator instructed the patients in each group to exercise at a level between “relatively easy and slightly tiring”. The mean HR throughout the 30-min exercise session was recorded. The %EHR-AT and %EHR-Predicted did not differ between the land and water exercise groups, but they differed in the %EHR-RCP (95 ± 7 to 86 ± 7 , $P<0.001$) and in the %EHR-Peak (85 ± 8 to 78 ± 9 , $P=0.007$).

Conclusions: Exercise guided by the Borg scale maintains the patient’s HR between the anaerobic threshold and respiratory compensation point (ie, in the exercise training zone). (Circ J 2009; 73: 1871–1876)

Key Words: Borg scale; Exercise prescription; Heart rate; Hydrotherapy; Rehabilitation

Heart failure is considered to be the last stage of heart disease and a cause of worldwide mortality and morbidity.^{1–4} It is characterized by persistent activation of the neurohormonal system,⁵ endothelial dysfunction,^{6–8} exercise intolerance,^{9,10} high mortality¹¹ and poor quality of life.^{12,13}

Exercise training is an important component of heart failure treatment. It improves exercise capacity,¹⁴ quality of life,¹⁵ endothelial dysfunction,¹⁶ catecholamine levels,¹⁷ and morbidity.¹⁸ In this population of patients, the prescription of adequate aerobic exercise intensity based on heart rate (HR) is crucial to ensure both an increase in exercise capacity and reasonable control of exercise-related risk.¹⁷ Despite the lack of consensus about which exercise method and intensity are the best to improve heart failure patients, a submaximal level (ie, between the anaerobic threshold and respiratory compensation point) seems to have the best security/efficacy relationship.¹⁹ Higher exercise intensities are associated with displeasure²⁰ and reduced adherence.²¹

Hydrotherapy (ie, exercise in warm water) has been considered potentially dangerous for heart failure patients because of the increased venous return caused by the hydro-

static pressure.²² However, nowadays, it is known that cardiac function improves with water immersion, which increases early diastolic filling and decreases HR, leading to improvements in stroke volume and left ventricular ejection fraction (LVEF).¹⁸ Hydrotherapy has advantages compared with conventional land training because of the combination of exercise and warming.²³ Studies using saunas (ie, warming) have shown important improvements in neurohormonal attenuation and exercise status in heart failure patients.²⁴ These findings suggest that hydrotherapy is a potential treatment for heart failure patients, despite only the few studies available. Exercise guided by the Borg Scale of between “relatively easy and slightly tiring” has been proposed to guarantee submaximal effort during exercise.⁷ Despite the importance of exercise intensity, little is known about the self-monitoring and self-regulating of exercise intensity by heart failure patients, particularly during hydrotherapy.

The aim of this study was to evaluate if the Borg Scale could be used to self-monitor and self-regulate exercise on land or in water by maintaining the heart failure patient’s HR between the anaerobic threshold and respiratory com-

(Received May 18, 2009; revised manuscript received June 15, 2009; accepted June 18, 2009; released online August 28, 2009)

*Unidade Clínica de Insuficiência Cardíaca e Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP (InCor HC-FMUSP), **Laboratório de Atividade Física e Saúde do Centro de Práticas Esportivas da Universidade de São Paulo (CEPEUSP), SP, Brazil

This study was partially supported by “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior”.

Mailing address: Vitor Oliveira Carvalho, Av. Dr. Enéas de Carvalho Aguiar, 44. Laboratório de Insuficiência Cardíaca. Bloco 1, 1º Andar InCor. São Paulo 05403-900, SP, Brazil. E-mail: vitor.carvalho@usp.br

All rights are reserved to the Japanese Circulation Society. For permissions, please e-mail: cj@j-circ.or.jp

1872

CARVALHO VO et al.

pensation point (ie, in the exercise training zone).

Methods

Study Population

A total of 64 outpatients with heart failure were recruited from a tertiary cardiology hospital from March 2007 to June 2008. Inclusion criteria were: clinical and treatment stability (for at least 3 months), LVEF $\leq 40\%$, New York Heart Association functional class I–III and no previous participation in an exercise training program. Patients were either unaccustomed to or had no previous experience with water or swimming. Patients with a pacemaker, atrial fibrillation, Chagas' disease, a submaximal cardiopulmonary exercise test (CPET) or noncardiovascular functional limitations, such as stroke or chronic obstructive pulmonary disease, were excluded. Patient characteristics are shown in Table 1.

The study protocol was approved by the ethics committee of the study institution. All patients provided informed consent prior to participation.

Study Design

This clinical trial was designed to evaluate if the Borg Scale used between "relatively easy and slightly tiring" could be an important tool for self-monitoring and self-regulating exercise prescription on land or in water by maintaining the heart failure patient's HR between the anaerobic threshold and respiratory compensation point (ie, in the exercise training zone). Firstly, all patients performed a CPET to determine the HR dynamics: resting HR, peak HR, anaerobic threshold and respiratory compensation point. When the CPET was completed, patients were randomized one by one to the land or water exercise group. Between 2–3 days after the randomization, patients performed the exercise session. One blinded investigator who did not see the patient's CPET or the HR corresponding to the anaerobic threshold/respiratory compensation point, conducted the exercise session. The investigator advised the patients to exercise at a pace between "relatively easy and slightly tiring" (between 11 and 13 on the Borg Scale). HR was collected throughout the 30-min session and the mean was calculated.

CPET

All patients were asked to refrain from both strenuous physical activity and the consumption of any stimulants (eg, coffee, tobacco, alcohol) that could influence HR for 24 h prior to the CPET. The patients' last meal was ingested at least 2 h before the start of the test. All subjects underwent the test on a programmable treadmill (Series 2000, Marquette Electronics, Milwaukee, WI, USA) in a temperature-controlled room (21–23°C) between 10.00 h and 15.00 h with a standard 12-lead continuous ECG monitor (Max 1, Marquette Electronics). Blood pressure monitoring was performed by the auscultation method. Minute ventilation, oxygen uptake, carbon dioxide output and other cardiopulmonary variables were acquired breath-by-breath by a computerized system (Vmax 229 model, SensorMedics, Yorba Linda, CA, USA). Resting oxygen consumption and HR were computed as the mean of the final 30 s of the resting period, whereas peak effort (peak of oxygen consumption) and peak HR were the mean values of the final 30 s of effort before exhaustion. The respiratory exchange ratios were recorded as the averaged samples obtained during each stage of a modified Naughton protocol. A satis-

factory CPET was characterized by a peak of respiratory exchange ratio >1.05 and symptoms of maximum effort. Maximum HR predicted for age was calculated as: $220 - \text{age}$. To compare the mean HR of the land and water groups collected throughout the 30 min of exercise training, we transformed the mean HR in a relative variable to the anaerobic threshold and respiratory compensation point. The percentage of the peak HR in relation to the maximal HR predicted for the age (%PHR-Predicted) was calculated by $\%PHR\text{-Predicted} = (\text{peak HR}/\text{Predicted HR}) \times 100$. The percentage of the mean HR during the exercise session in relation to the anaerobic threshold HR (%EHR-AT), determined by the CPET, was calculated as $\%EHR\text{-AT} = \text{HR session}/\text{HR anaerobic threshold} \times 100$, in relation to the respiratory compensation point (%EHR-RCP) as $\%EHR\text{-VT} = \text{HR session}/\text{HR respiratory compensation point} \times 100$, in relation to the peak HR determined by the CPET (%EHR-Peak) as $\%EHR\text{-Peak} = \text{HR session}/\text{Peak HR} \times 100$ and in relation to the predicted HR (%EHR-Predicted) as $\%EHR\text{-Predicted} = \text{HR session}/(220 - \text{age}) \times 100$.

The anaerobic threshold was determined when the levels of the ratio between $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ and the oxygen partial end-tidal pressure reached minimum values before rising. The respiratory compensation point was determined when $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ reached their minimum values before rising and the carbon dioxide partial end-tidal pressure reached its maximum level before starting to decrease.²⁵

Exercise Training Protocol

The heart failure patients in the land exercise group ($20 \pm 1^\circ\text{C}$ controlled temperature room) were instructed by the blinded investigator to exercise on a treadmill with zero inclination at a level between "relatively easy and slightly tiring" (between 11 and 13 on the Borg scale). Between 2–3 days after the randomization, patients performed the exercise session at the same time as they had performed the CPET to avoid neurohormonal circadian variation. Encouragement was standardized with phrases such as "If you can walk faster, increase the speed", "You are doing very well", and "If it is tiring, you can reduce the speed".⁷ All patients used a HR monitor (Polar, Electro Oy, Kempele, Finland) that continuously showed the HR throughout the 30-min exercise session and the mean HR immediately after the study exercise protocol. The investigator checked each patient's HR every 5 min during the exercise training.

The patients in the water exercise group ($31 \pm 1^\circ\text{C}$ controlled temperature swimming pool) were instructed by the investigator to walk in 2 directions for 12 m at a pace that was between "relatively easy and slightly tiring" (between 11 and 13 on the Borg Scale). The water exercise was performed at the same time as the CPET had been conducted to avoid neurohormonal circadian variations. Patients were not immersed up to the xiphoid.²⁶ Encouragement was standardized with phrases such as "If you can walk faster, increase the speed", "You are doing very well", and "If it is tiring, you can reduce the speed". All patients in the water group used the same brand of HR monitor as the land group had used. HR was continuously monitored throughout the 30-min exercise session and the mean HR was recorded immediately after the water exercise protocol by the same device used for the land group. The investigator checked each patient's HR every 5 min during the exercise training.

Current Medication Intake

All patients were instructed to take their usual heart failure

Table 1. Characteristics of the HF Patients

| | Land exercise (mean±SD) | Water exercise (mean±SD) | P value | 95%CI |
|--|----------------------------|-----------------------------|---------|----------------|
| Etiology of HF (%) | | | | |
| Ischemic | 30 | 14 | 0.210 | -0.098-0.0435 |
| Non-ischemic | 70 | 86 | 0.210 | -0.098-0.0435 |
| NYHA functional class (%) | | | | |
| I | 36 | 60 | 0.291 | -0.761-0.233 |
| II | 36 | 20 | 0.291 | -0.761-0.233 |
| III | 28 | 20 | 0.291 | -0.761-0.233 |
| Peak $\dot{V}O_2$ (mlO ₂ ·kg ⁻¹ ·min ⁻¹) | 19±4 | 21±5 | 0.309 | -1.432-4.416 |
| Sex (%) | | | | |
| Male | 81 | 70 | 0.381 | -0.151-0.388 |
| Female | 19 | 30 | 0.381 | -0.151-0.388 |
| Age (years) | 54±7 | 48±8 | 0.018 | -10.67-1.08 |
| LVEF (%) | 30±7 | 29±7 | 0.606 | -5.262-3.107 |
| Body mass index (kg/m ²) | 25±10 | 25±1 | 0.836 | -5.298-4.307 |
| Current medications: (%) mg/day | | | | |
| Diuretics | 45 | 45 | | |
| Furosemide | 35; 31±10 | 45; 42±7 | 0.026 | 1.607-21.884 |
| Hydrochlorothiazide | 10; 37±17 | 0 | - | Few cases |
| ACEI | 90 | 87 | | |
| Enalapril | 85; 33±9 | 61; 29±12 | 0.302 | -12.406-3.974 |
| Captopril | 10; 25±00 | 20; 25±00 | - | Few cases |
| Losartan | 10; 100±0 | 20; 100±0 | - | Few cases |
| Carvedilol | 100; 54±32 | 100; 60±32 | 0.547 | -26.289-14.149 |
| Spironolactone | 45; 25±0 | 50; 25±0 | 0.357 | -0.123-0.323 |
| Digoxin | 40; 0.25±0 | 45; 0.25±0 | 0.374 | -19.448-9.148 |
| Isosorbide 5-mononitrate | 10; 100±0 | 10; 80±0 | - | Few cases |
| Hydralazine | 0 | 10; 50±0 | - | Few cases |

HF, heart failure; CI, confidence interval; NYHA, New York Heart Association; $\dot{V}O_2$, oxygen consumption; LVEF, left ventricular ejection fraction (echo); ACEI, angiotensin-converting enzyme inhibitor.

medication. All were using carvedilol in association with an angiotensin-converting enzyme inhibitor (enalapril/captopril) or losartan and isosorbide 5-mononitrate. The medications of the groups are shown in Table 1. Patients took their medications twice daily: half of the daily dose was taken in the morning (09.00h) and the other half was taken at night (21.00h). Diuretics, digoxin and spironolactone were taken in the morning (09.00h).

Statistical Analysis

Data are presented as mean, standard deviation and 95% confidence interval (CI). The resting HR, peak, %EHR-AT, %EHR-RCP, %EHR-Peak and patient's characteristics were normally distributed. To compare these variables between groups, we used the unpaired Student's t-test. Intraclass correlation coefficients (r_i) with 95%CI and Cronbach's α were calculated to test the agreement of the %EHR-AT, %EHR-RCP, %EHR-Peak between the land and water exercise groups. This agreement test was performed to evaluate if the HR response relative to the anaerobic threshold and respiratory compensation point between the water and land exercise groups was the same, because immersion in warm water provides hemodynamic adaptations.

Data were analyzed using the Statistical Package for Social Sciences for Windows, 11.5 (SPSS Inc, Chicago, IL, USA). Statistical significance was defined as $P < 0.05$.

Results

Both groups were well matched for sex, LVEF, body mass index, heart failure etiology, New York Heart Association functional class, peak oxygen consumption and current medications (Table 1). Of the 64 recruited patients, 2 were

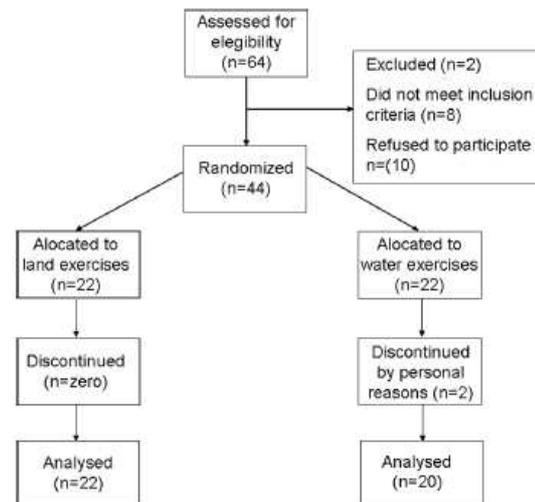


Figure 1. Flow of participants through the trial.

excluded because of influenza, 8 did not meet the inclusion criteria and 10 refused to participate. After randomization (44 patients), 2 patients from the water exercise group dropped out of the study for personal reasons (Figure 1). The protocol was well tolerated by all patients and no adverse events occurred.

The %EHR-RCP (95 ± 7 vs $86 \pm 7\%$, $P \leq 0.0001$) and %EHR-Peak (85 ± 8 vs 78 ± 9 , $P = 0.007$) differed between the land and water exercise groups, respectively. Exercise

Table 2. Variables of the 2 Exercise Groups

| | Land exercise (mean±SD) | Water exercise (mean±SD) | P value | 95%CI |
|--------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------|----------------|
| CPET | | | | |
| Resting HR (beats/min) | 69±10 | 76±13 | 0.057 | -0.231~15.167 |
| HR at AT (beats/min) | 90±15 | 91±12 | 0.697 | -6.788~10.061 |
| RER at AT | 0.81±0.6 | 0.83±0.4 | 0.203 | -0.012~0.058 |
| HR at RCP (beats/min) | 107±17 | 117±14 | 0.048* | 0.087~19.839 |
| RER at RCP | 0.95±0.6 | 0.98±0.6 | 0.115 | -0.008~0.073 |
| Peak HR (beats/min) | 121±20 | 131±22 | 0.107 | -2.472~24.318 |
| HR predicted (beats/min) | 166±7 | 172±8 | 0.019* | 1.023~10.730 |
| %PHR-Predicted | 73±13 | 76±12 | 0.338 | -4.023~11.433 |
| Exercise session | | | | |
| HR (beats/min) | 101±12 | 101±12 | 0.897 | -8.386~7.368 |
| %EHR-AT | 114±11 | 111±11 | 0.352 | -10.010~3.650 |
| %EHR-RCP | 95±7 | 86±7 | <0.0001* | -13.198~-4.707 |
| %EHR-Peak | 85±8 | 78±9 | 0.007* | -12.453~-2.094 |
| %EHR-Predicted | 61±8 | 58±7 | 0.306 | -7.070~2.277 |

*Significant values.

CPET, cardiopulmonary exercise test; HR, heart rate; AT, anaerobic threshold; RER, respiratory exchange ratio; RCP, respiratory compensation point; %PHR-Predicted, percentage of the peak HR in relation to the maximal HR predicted for age (220-age); %EHR-AT, percentage of the mean HR during the exercise session in relation to the anaerobic threshold heart rate; %EHR-RCP, in relation to the respiratory compensation point; %EHR-Peak, in relation to the peak of heart rate in the exercise test; %EHR-Predicted, in relation to 220-age.

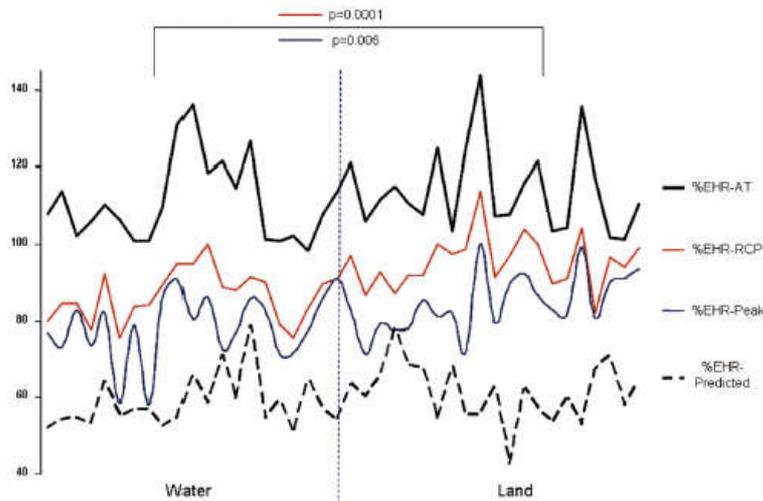


Figure 2. Heart rate response to water and land exercise. %EHR-AT, percentage of the mean heart rate during the exercise session in relation to the anaerobic threshold heart rate; %EHR-RCP, in relation to the respiratory compensation point; %EHR-Peak, in relation to the peak of heart rate in the exercise test; %EHR-Predicted, in relation to 220-age.

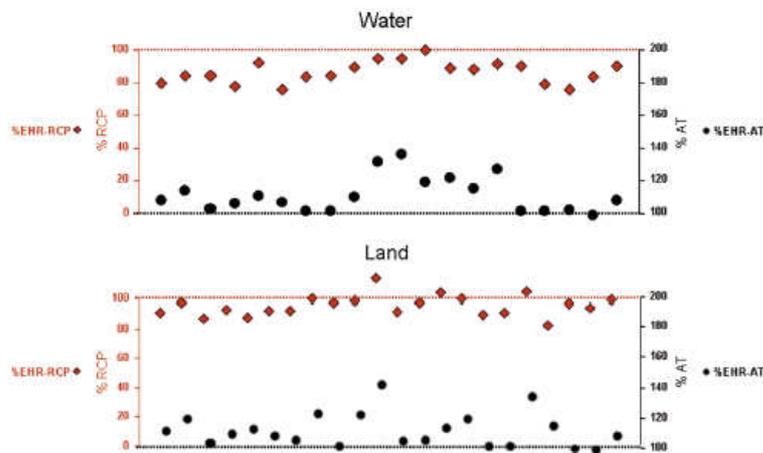


Figure 3. Heart rate response to water and land exercise. The upper line is the respiratory compensation point and the lower line is the anaerobic threshold. Data are presented as percentage. %EHR-AT, percentage of the mean heart rate during the exercise session in relation to the anaerobic threshold heart rate; %EHR-RCP, in relation to the respiratory compensation point.

variables are listed in **Table 2** and shown in **Figures 2, 3**.

The %EHR-AT ($r=0.63$, $P=0.018$ with 95%CI 0.066–0.854 and Cronbach's α 0.63) showed an agreement between the land and water exercise groups, but %EHR-RCP ($r=0.33$, $P=0.192$ with 95%CI –0.683–0.736 and Cronbach's α 0.33), %EHR-Peak ($r=-0.18$, $P=0.643$ with 95%CI –0.500–0.361 and Cronbach's α –0.18) and %EHR-Predicted ($r=-0.38$, $P=0.755$ with 95%CI –2.486–0.454 and Cronbach's α –0.38) did not.

The blinded investigator checked each patient's HR every 5 min during the exercise session, but no significant differences were observed. The HR response was almost constant during the exercise session in both groups.

Discussion

The main finding of this study is that exercise training guided by the Borg scale of between "relatively easy and slightly tiring" took the patient's HR into the zone between the anaerobic threshold and respiratory compensation point (ie, the exercise training zone) during land or water exercises. The exercise performed on land took the HR nearer to the respiratory compensation point when compared with the water group.

Aerobic exercise training is a well-established non-pharmacological treatment for patients with heart failure. Hydrotherapy is a new and well-tolerated method of exercise rehabilitation that was first proposed as an alternative for elderly and impaired patients with heart failure, but which showed important improvements in neurohormonal attenuation because of the hydrostatic pressure and warming.¹⁹ Independent of the method of exercise rehabilitation, the prescription of adequate aerobic effort is crucial to obtain both an acceptable training stimulus and a reasonable control of the exercise-related risk.¹ Despite there being no consensus about which exercise intensity is the best for heart failure patients, a submaximal level (between the anaerobic threshold and respiratory compensation point) seems to have the best security–efficacy relationship.¹⁵ The HR is a good tool to use as a guide for exercise training because of the close relation with oxygen consumption,²⁷ especially when considering the percentage of HR reserve in heart failure patients on optimized carvedilol therapy.²⁸ In our study, the land and water exercises were well tolerated without any complications such as dizziness, breathlessness or muscular pain.

The high rate of dropout from exercise programs may be attributed, in part, to the poor ability of most individuals to accurately self-monitor and self-regulate their exercise intensity.²⁹ The Borg scale is a simple and cheap method of self-monitoring that correlates with submaximal effort in healthy subjects.³⁰ The transition from aerobic to anaerobic metabolism is associated with exponential changes in several perceptible peripheral physiological functions, such as ventilation.³¹ Heart failure patients can manage to use the Borg scale well and its use guarantees a submaximal effort in the 6-min walking test.⁷ The Borg scale also can be quite useful in prescribing exercise training intensity.³² In the present study, the patients did not have any difficulties understanding the exercise training as guided by the Borg scale.

Some studies have evaluated perceived exertion and the transition to anaerobic metabolism during exercise testing.^{25,33,34} Ekkekakis et al studied 30 young and healthy volunteers (on a treadmill) and concluded that exercise

intensity above the point of transition from aerobic to anaerobic metabolism is accompanied by significant displeasure about the exercise.²⁵ Hetzler et al studied 29 untrained male subjects (using a cycle ergometer and treadmill) and concluded that the exercise modality does not affect the perception of exertion at the anaerobic threshold.²⁹ Hill et al determined the effect of exercise training on perceived exertion at the respiratory compensation point and concluded that the rating of perceived exertion is not affected by training, despite the fact that after exercise training the respiratory compensation point occurs at a higher work rate.³⁰ It seems that, in healthy subjects, self-perceived exertion is related to the metabolic profile, but this relationship is unknown in heart failure patients.

In our study, almost all the heart failure patients, in both groups, had an exercise training HR between the anaerobic threshold and respiratory compensation point when guided by the Borg scale of between "relatively easy and slightly tiring". Our data are partially in agreement with the Statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention, which recognizes that the ventilatory or anaerobic threshold generally occurs at a rate of perceived exertion between 13 and 15 on the Borg scale.²⁸

The land group had an exercise training HR nearer the respiratory compensation point (95%) than did the water group (86%), for the same perceived exertion (between "relatively easy and slightly tiring" on the Borg scale). This finding was also true in relation to the peak HR by the CPET (85–78%, respectively). The respiratory compensation point typically occurs at 90% of the peak HR.³⁵ The lower HR in the water exercise group could be explained by the improvement in cardiac function, attenuation of the neurohormonal system and vasodilatation promoted by the warm water.²²

Achievement of age-predicted values for maximal HR during exercise is often used as a reflection of maximal or near maximal effort ($220-\text{age}$). This method has been questioned by some authors,³⁶ but it is currently the most commonly used method worldwide. Carvalho et al found a peak HR of 65% of the maximum age-predicted HR in an optimized heart failure group (HR between 50 and 60 beats/min and carvedilol dose ≥ 50 mg/day).^{23,37} Mezzani et al observed a peak HR of 76% of the maximum age-predicted in heart failure patients with non-optimized β -blocker (carvedilol) dose.³⁸ These data are in agreement with ours. In our study, the %EHR-Predicted was 61% for the land and 58% for the water exercise groups, which indicates that the Borg scale was useful for ensuring submaximal exercise training in the present heart failure patients.

In our study, the difference in the %EHR-Peak and %EHR-RCP found between groups was expected, because decreased HR during water immersion has been shown previously.²² Interestingly, the water group in the present study seemed to exercise at a lower HR, despite a similar perceived level of exertion in both groups. Maybe the hydrotherapy has a protective effect on the heart that is more pronounced than with land exercise. This aspect should be followed in further studies, especially looking at the training effect of a longer training period.

Study Limitations

This study was limited by the patient's use of 1 type of β -blocker drug (carvedilol). Patients were evaluated by 1 method of CPET (treadmill). Neurohormone profiles were

1876

CARVALHO VO et al.

not investigated because of the difficulties of collecting blood samples during exercise in water.

Conclusion

The Borg Scale of between "relatively easy and slightly tiring" was an important tool for self-monitoring and self-regulating exercise prescription in land and water exercises by maintaining the heart failure patients' HRs between the anaerobic threshold and respiratory compensation point (ie, in the exercise training zone).

Land exercises took the HR closer to the respiratory compensation point when compared with hydrotherapy. In rehabilitation programs, these data are potentially important for conducting and adapting exercise training prescription without a CPET, which implies lower costs.

Disclosures

The authors have no conflicts to disclose.

References

- Working Group on Cardiac Rehabilitation & Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J* 2001; **22**: 37–45.
- Bocchi EA, Carvalho VO, Guimaraes GV. Inverse correlation between testosterone and ventricle ejection fraction, hemodynamics and exercise capacity in heart failure patients with erectile dysfunction. *Int Braz J Urol* 2008; **34**: 302–310.
- Guimaraes GV, D'Avila VM, Silva MS, Ferreira SA, Ciolac EG, Carvalho VO, et al. A cutoff point for peak oxygen consumption in the prognosis of heart failure patients with beta-blocker therapy. *Int J Cardiol* 2009; doi:10.1016/j.ijcard.2009.05.001 (in press).
- Kubozono T, Itoh H, Oikawa K, Tajima A, Maeda T, Aizawa T, et al. Peak VO₂ is more potent than B-type natriuretic peptide as a prognostic parameter in cardiac patients. *Circ J* 2008; **72**: 575–581.
- Chizzola PR, Gonçalves de Freitas HF, Marinho NV, Mansur JA, Meneghetti JC, Bocchi EA. The effect of beta-adrenergic receptor antagonism in cardiac sympathetic neuronal remodeling in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2006; **106**: 29–34.
- Maruo T, Nakatani S, Kanzaki H, Kakuchi H, Yamagishi M, Kitakaze M, et al. Circadian variation of endothelial function in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol* 2006; **97**: 699–702.
- Miyazaki A, Adachi H, Oshima S, Taniguchi K, Hasegawa A, Kurabayashi M. Blood flow redistribution during exercise contributes to exercise tolerance in patients with chronic heart failure. *Circ J* 2007; **71**: 465–470.
- Chiba Y, Maehara K, Yaoita H, Yoshihisa A, Izumida J, Maruyama Y. Vasoconstrictive response in the vascular beds of the non-exercising forearm during leg exercise in patients with mild chronic heart failure. *Circ J* 2007; **71**: 922–928.
- Ades PA, Savage PD, Brawner CA, Lyon CE, Ehrman JK, Bunn JY, et al. Aerobic capacity in patients entering cardiac rehabilitation. *Circulation* 2006; **113**: 2706–2712.
- Guimaraes GV, Carvalho VO, Bocchi EA. Reproducibility of the self-controlled six-minute walking test in heart failure patients. *Clinics* 2008; **63**: 201–206.
- Bocchi EA, Cruz F, Guimaraes G, Moreira LFP, Issa VS, Ferreira SMA, et al. Long-term prospective, randomized, controlled study using repetitive education at six-month intervals and monitoring for adherence in heart failure outpatients: The REMADHE study. *Circ Heart Fail* 2008; **1**: 115–124.
- Carvalho VO, Guimaraes GV, Carrara D, Bacal F, Bocchi EA. Validation of the portuguese version of the minnesota living with heart failure questionnaire. *Arq Bras Cardiol* 2009; **93**: 39–44.
- Ohno Y, Okura Y, Ramadan MM, Taneda K, Suzuki K, Tomita M, et al. Health-related quality of life of outpatients with systolic and isolated diastolic dysfunction: Sado Heart Failure Study. *Circ J* 2008; **72**: 1436–1442.
- Carvalho VO, Ciolac EG, Guimaraes GV, Bocchi EA. Effect of exercise training on 24-hour ambulatory blood pressure monitoring in heart failure patients. *Congest Heart Fail* 2009; **15**: 1–5.
- Belardinelli R, Giorgianni D, Cianci G, Purcaro A. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: Effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation* 1999; **99**: 1173–1182.
- Hornig B, Maier V, Drexler H. Physical training improves endothelial function in patients with chronic heart failure. *Circulation* 1996; **93**: 210–214.
- Hambrecht R, Gielen S, Linke A, Fiehn E, Yu J, Walther C, et al. Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: A randomized trial. *JAMA* 2000; **283**: 3095–3101.
- Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ, ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ* 2004; **328**: 189.
- Meyer T, Gorge G, Schwaab B, Hildebrandt K, Walldorf J, Schäfer C, et al. An alternative approach for exercise prescription and efficacy testing in patients with chronic heart failure: A randomized controlled training study. *Am Heart J* 2005; **149**: 1–7.
- Ekkekakis P, Petruzzello SJ. Acute aerobic exercise and affect: Current status, problems, and prospects regarding dose-response. *Sports Med* 1999; **28**: 337–374.
- Lee JY, Jensen BE, Oberman A, Fletcher GF, Fletcher BJ, Raczynski JM. Adherence in the training levels comparison trial. *Med Sci Sports Exerc* 1996; **28**: 47–52.
- Cider A, Sveälv BG, Täng MS, Schaufelberger M, Andersson B. Immersion in warm water induces improvement in cardiac function in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2006; **8**: 308–313.
- Cider A, Schaufelberger M, Sunnerhagen KS, Andersson B. Hydrotherapy: A new approach to improve function in the older patient with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail* 2003; **5**: 527–535.
- Miyamoto H, Kai H, Nakaura H, Osada K, Mizuta Y, Matsumoto A, et al. Safety and efficacy of repeated sauna bathing in patients with chronic systolic heart failure: A preliminary report. *J Card Fail* 2005; **11**: 432–436.
- Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986; **60**: 2020–2027.
- Meyer K, Bücking J. Exercise in heart failure: Should aqua therapy and swimming be allowed? *Med Sci Sports Exerc* 2004; **36**: 2017–2023.
- Carvalho VO, Guimaraes GV, Ciolac EG, Bocchi EA. Heart rate dynamics during a treadmill cardiopulmonary exercise test in optimized beta-blocked heart failure patients. *Clinics* 2008; **63**: 479–482.
- Carvalho VO, Guimaraes GV, Bocchi EA. The relationship between heart rate reserve and oxygen uptake reserve in heart failure patients on optimized and non-optimized beta-blocker therapy. *Clinics* 2008; **63**: 725–730.
- Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: Rationale and a case for affect-based exercise prescription. *Prev Med* 2004; **38**: 149–159.
- American College of Sports Medicine. ACSM'S guidelines for exercise testing and prescription. Philadelphia: Williams & Wilkins; 1995.
- James NW, Adams GM, Wilson AF. Determination of anaerobic threshold by ventilatory frequency. *Int J Sports Med* 1989; **10**: 192–196.
- Pina IL, Apstein CS, Balady GJ, Belardinelli R, Chaitman BR, Duscha BD, et al. Exercise and heart failure: A statement from the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention. *Circulation* 2003; **107**: 1210–1225.
- Hetzler RK, Seip RL, Boutcher SH, Pierce E, Snead D, Weltman A. Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. *Med Sci Sports Exerc* 1991; **23**: 88–92.
- Hill DW, Cureton KJ, Grisham SC, Collins MA. Effect of training on the rating of perceived exertion at the ventilatory threshold. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1987; **56**: 206–211.
- Myers J. Principles of exercise prescription for patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev* 2008; **13**: 61–68.
- Karavirta L, Tulppo MP, Nyman K, Laaksonen DE, Pullinen T, Laukkanen RT, et al. Estimation of maximal heart rate using the relationship between heart rate variability and exercise intensity in 40–67 years old men. *Eur J Appl Physiol* 2008; **103**: 25–32.
- Carvalho VO, Rodrigues Alves RX, Bocchi EA, Guimaraes GV. Heart rate dynamic during an exercise test in heart failure patients with different sensibilities of the carvedilol therapy: Heart rate dynamic during exercise test. *Int J Cardiol* 2009; doi:10.1016/j.ijcard.2008.11.140 (in press).
- Mezzani A, Corra U, Giordano A, Cafagna M, Adriano EP, Giannuzzi P. Unreliability of the %VO₂ reserve vs %heart rate reserve relationship for aerobic effort relative intensity assessment in chronic heart failure patients on or off beta-blocking therapy. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2007; **14**: 92–98.

Anexo 11. Resumos publicados pelo autor relacionados ao presente estudo.

1- **Carvalho VO**, Bocchi EA, Guimarães GV. Correlation between CD34+ and exercise capacity, functional class, quality of life and noradrenaline in heart failure patients. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2009;16:116.

2- Guimarães GV, **Carvalho VO**, Ciolac EG, Ayub-Ferreira S, Pascoalino LN, Bocchi EA, Neder JA. Effect of warm water exercise training in cardiorespiratory capacity and peripheral and central chemoreceptor sensitivity in heart transplantation candidates: a pilot study. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* [Abstract] 2009;16:77.

3- **Carvalho VO**, Bocchi EA, Guimarães GV. Heart rate dynamic during an exercise test in heart failure patients with different sensibilities of the carvedilol therapy. *J Sports Sci Med.* [Abstract] 2009;8:63.

4- **Carvalho VO**, Pascoalino LN, Bocchi EA, Guimarães GV. Heart rate dynamics in heart transplantation patients during a treadmill cardiopulmonary exercise test: A pilot study. *J Sports Sci Med.* [Abstract] 2009. v. 8. p. 63-63.

5- **Carvalho VO**, Garrod R, Bocchi EA, Pitta F, Guimarães GV. Validation of the London Chest Activity of Daily Living scale (LCADL) in heart failure patients. *J Sports Sci Med.* [Abstract] 2009;8:64.

6- **Carvalho VO**, Guimarães GV, Bocchi EA. The heart failure's Carvedilol beta-blockade and exercise training's sympathetic blockade in healthy athletes: who blocks what in a heart rate dynamic analysis during an exercise test? *J Sports Sci Med.* [Abstract] 2009;8:259.

7- **Carvalho VO**, Guimarães GV, Bocchi EA. Reproducibility of the self-controlled six-minute walking test in heart failure patients. *J Rehabil Med.* [Abstract] 2008;47:59.

8- **Carvalho VO**, Guimarães GV, Torlai V, Ayub-ferreira S, Bocchi EA. Physical activity profile in heart failure patients: why are the guidelines not followed in Brazil? *J Rehabil Med.* [Abstract] 2008;47:145.

9- **Carvalho VO**, Guimarães GV, Ciolac EG, Bocchi EA. Effect of exercise training on 24-hour ambulatory blood pressure monitoring in heart failure patients. *J Rehabil Med.* [Abstract] 2008;47:145.

10- **Carvalho VO**, Guimarães GV, Ciolac EG, Bocchi EA. Heart rate dynamics during treadmill cardiopulmonary exercise test in optimized beta-blocked heart failure patients. *J Rehabil Med.* [Abstract] 2008;47:145.

11- Guimarães GV, Davila V, Moura L, **Carvalho VO**, Bacal F, Bocchi EA. Neurohumoral activity remains increased during 6-minute walking test after heart transplantation. *J Rehabil Med.* [Abstract] 2008;47:146.

12- Bocchi EA, Ayub-Ferreira S, **Carvalho VO**, Guimarães GV. Inverse Correlation Between Testosterone and Cardiac Function in Heart Failure Patients With Erectile Dysfunction. Is There a Resistance to Testosterone? *Eur J Heart Fail.* [Abstract] 2006;109.

8. REFERÊNCIAS*

* De acordo com:

Adaptado de International Committee of medical Journals Editors (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias da FMUSP. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia A.L. Freddi, Maria F. Crestana, Mainalva de S. Aragão, Suely C. Cardoso, Valéria Vilhena. 2ª Ed. São Paulo: Serviço de Biblioteca e Documentação; 2005.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

-
1. Working Group on Cardiac Rehabilitation & Exercise Physiology and Working Group on Heart Failure of the European Society of Cardiology. Recommendations for exercise testing in chronic heart failure patients. *Eur Heart J.* 2001;22:37-45.
 2. Bocchi EA, Carvalho VO, Guimaraes GV. Inverse correlation between testosterone and ventricle ejection fraction, hemodynamics and exercise capacity in heart failure patients with erectile dysfunction. *Int Braz J Urol.* 2008;34:302-310
 3. Kannel WB. Incidence and epidemiology of heart failure. *Heart Fail Rev.* 2000;5:167-173.
 4. Stewart S, MacIntyre K, Hole DJ, Capewell S, McMurray JJ. More 'malignant' than cancer? Five-year survival following a first admission for heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2001;3:315-322.
 5. Bocchi EA, Guimarães G, Tarasoutshi F, Spina G, Mangini S, Bacal F. Cardiomyopathy, adult valve disease and heart failure in South America. *Heart.* 2009;95:181-189.
 6. Bocchi EA, Braga FGM, Ayub-Ferreira SM, Rohde LEP, Oliveira WA, Almeida DR, Moreira MCV, Bestetti RB, Bordignon S, Azevedo C, Tinoco EM, Rocha RM, Issa VS, Ferraz A, Cruz FD, Guimarães GV, Montera VSP, Albuquerque DC, Bacal

F, Souza GEC, Rossi-Neto JM, Clausell NO, Martins SM, Siciliano A, Souza-Neto JD, Moreira LF, Teixeira RA, Moura LZ, Beck-da-Silva L, Rassi S, Azeka E, Horowitz E, Ramires F, Simões MV, Pereira de Castro RB, Salemi VMC, Villacorta Junior H, Vila JH, Simões R, Albanesi F, Montera MW. III Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica. *Arq Bras Cardiol* 2009; 93: 1-71.

7. Witte KK, Clark AL. Why does chronic heart failure cause breathless and fatigue? *Prog Cardiovasc Dis.* 2007;49:366-384.

8. Ades PA, Savage PD, Brawner CA, Lyon CE, Ehrman JK, Bunn JY, Keteyian SJ. Aerobic capacity in patients entering cardiac rehabilitation. *Circulation.* 2006;133:2706-2712.

9. Guimarães GV, Carvalho VO, Bocchi EA. Reproducibility of the self-controlled six-minute walking test in heart failure patients. *Clinics.* 2008;63:201-206.

10. Bocchi EA, Cruz F, Guimarães G, Moreira LFP, Issa VS, Ferreira SMA, Chizzola PR, Souza GEC, Brandão S, Bacal F. Long-term prospective, randomized, controlled study using repetitive education at six-month intervals and monitoring for adherence in heart failure outpatients. The REMADHE study. *Circ Heart Fail.* 2008; 1: 115-124.

-
11. Carvalho VO, Guimarães GV, Carrara D, Bacal F, Bocchi EA. Validation of the Portuguese Version of the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93:39-44.
12. Carvalho VO, Ruiz MA, Bocchi EA, Carvalho VO, Guimarães GV. Correlation between CD34+ and exercise capacity, functional class, quality of life and norepinephrine in heart failure patients. *Cardiol J.* 2009;16:426-31.
13. Maruo T, Nakatani S, Kanzaki H, Kakuchi H, Yamagishi M, Kitakaze M, Ohe T, Miyatake K. Circadian variation of endothelial function in idiopathic dilated cardiomyopathy. *Am J Cardiol.* 2006; 97:699-702.
14. Packer M, Coats AJ, Fowler MB, Katus HA, Krum H, Mohacsi P, Rouleau JL, Tendera M, Castaigne A, Roecker EB, Schultz MK, DeMets DL; Carvedilol Prospective Randomized Cumulative Survival Study Group. Effect of Carvedilol on survival in severe chronic heart failure. *N Engl J Med.* 2001;334:1651–1658.
15. Coats AJ, Adamopoulos S, Meyer TE, Conway J, Sleight P. Effects of physical training in chronic heart failure. *Lancet.* 1990;335:63-66.
16. Pashkow FJ. Issues in contemporary cardiac rehabilitation: a historical perspective. *J Am Coll Cardiol.* 1993;21:822-834.
17. Piña IL, Apstein CS, Balady GJ, Belardinelli R, Chaitman BR, Duscha BD, Fletcher BJ, Fleg JL, Myers JN, Sullivan MJ. Exercise and heart failure. A

statement from the American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. *Circulation*. 2003; 107: 1210-1225.

18. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM) Authors/Task Force Members: Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJV, Ponikowski P, Poole-Wilson PA, Stromberg A, van Veldhuisen DJ, Atar D, Hoes AW, Keren A, Mebazaa A, Nieminen M, Priori SG, Swedberg K. *Eur Heart J*. 2008; 29: 2388-2442.

19. Keteyian SJ, Levine AB, Brawner CA, Kataoka T, Rogers FJ, Schairer JR, Stein PD, Levine TB, Goldstein S. Exercise training in patients with heart failure. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*. 1996; 124:1051-1057.

20. Papathanasiou G, Tsamis N, Georgiadou P, Adamopoulos S. Beneficial effects of physical training and methodology of exercise prescription in patients with heart failure. *Hellenic J Cardiol*. 2008;49:267-277.

21. Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G, Purcaro A. Randomized, controlled trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. *Circulation*. 1999;99:1173-1182.

-
22. Hornig B, Maier V, Drexler H. Physical training improves endothelial function in patients with chronic heart failure. *Circulation*. 1996;93:210-214.
23. Hambrecht R, Gielen S, Linke A, Fiehn E, Yu J, Walther C, Schoene N, Schuler G. Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: A randomized trial. *JAMA*. 2000;283:3095-3101.
24. Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJ; ExTraMATCH Collaborative. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ*. 2004;328:189.
25. O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, Leifer ES, Kraus WE, Kitzman DW, Blumenthal JA, Rendall DS, Miller NH, Fleg JL, Schulman KA, McKelvie RS, Zannad F, Piña IL; HF-ACTION Investigators. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA*. 2009;301:1439-1450.
26. Tai MK, Meininger JC, Frazier LQ. A systematic review of exercise interventions in patients with heart failure. *Biol Res Nurs*. 2008;10:156-182.
27. Myers J. Principles of exercise prescription for patients with chronic heart failure. *Heart Fail Rev*. 2008 ;13:61-68.

-
28. Carvalho VO, Rodrigues Alves RX, Bocchi EA, Guimarães GV. Heart rate dynamic during an exercise test in heart failure patients with different sensibilities of the carvedilol therapy. *Int J Cardiol.* 2009; doi:10.1016/j.ijcard.2008.11.140.
29. Carvalho VO, Guimarães GV, Bocchi EA. The relationship between heart rate reserve and oxygen uptake reserve in heart failure patients on optimized and non-optimized beta-blocker therapy. *Clinics.* 2008;63:725-730.
30. Carvalho VO, Guimarães GV, Ciolac EG, Bocchi EA. Heart rate dynamics during a treadmill cardiopulmonary exercise test in optimized beta-blocked heart failure patients. *Clinics.* 2008 ;63:479-482.
31. Meyer T, Gorge G, Schwaab B, Hildebrandt K, Walldorf J, Schäfer C, Kindermann I, Scharhag J, Kindermann W. An alternative approach for exercise prescription and efficacy testing in patients with chronic heart failure: a randomized controlled training study. *Am Heart J.* 2005;e149:1-7.
32. Ekkekakis P, Petruzzello SJ. Acute aerobic exercise and affect: current status, problems and prospects regarding dose-response. *Sports Med.* 1999;28:337-74.

-
33. Lee JY, Jensen BE, Oberman A, Fletcher GF, Fletcher BJ, Raczynski JM. Adherence in the training levels comparison trial. *Med Sci Sports Exerc.* 1996;28:47-52.
34. Barbour KA, Miller NH. Adherence to exercise training in heart failure: a review. *Heart Fail Rev.* 2008;13:81–89.
35. Swain DP, Leutholtz BC, King ME, Haas LA, Branch JD. Relationship between % heart rate reserve and % VO₂reserve in treadmill exercise. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30:318-21.
36. Fraga R, Franco FG, Roveda F, de Matos LN, Braga AM, Rondon MU, Rotta DR, Brum PC, Barretto AC, Middlekauff HR, Negrão CE. Exercise training reduces sympathetic nerve activity in heart failure patients treated with carvedilol. *Eur J Heart Fail.* 2007;9:630-636.
37. Borg G. Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand J Rehabil Med.* 1970;2:92-8.
38. Borg GA. Perceived exertion. *Exerc Sport Sci Rev.* 1974;2:131-53.

-
39. Chen MJ, Fan X, Moe ST. Criterion-related validity of the Borg ratings of perceived exertion scale in healthy individuals: a meta-analysis. *J Sports Sci.* 2002;20:873-99.
40. Carvalho VO, Bocchi EA, Guimarães GV. Aerobic exercise prescription in adult heart transplant recipients: a review. *Cardiovasc Ther.* 2010: in press.
41. Cider A, Sveälv BG, Täng MS, Schaufelberger M, Andersson B. Immersion in warm water induces improvement in cardiac function in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2006;8:308-313.
42. Srámek P, Simecková M, Janský L, Savlíková J, Vybíral S. Human physiological responses to immersion into water of different temperatures. *Eur J Appl Physiol.* 2000;81:436-442.
43. Cider A, Sunnerhagen KS, Schaufelberger M, Andersson B. Cardiorespiratory effects of warm water immersion in elderly patients with chronic heart failure. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2005;25:313-317.
44. Carvalho VO, Bocchi EA, Guimarães GV. Hydrotherapy in heart failure: a case report. *Clinics.* 2009;64:824-7.

-
45. Cider A, Schaufelberger M, Sunnerhagen KS, Andersson B. Hydrotherapy--a new approach to improve function in the older patient with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2003;5:527-535.
46. Carvalho VO, Guimarães GV. Hydrotherapy to heart failure patients. *Int J Cardiol.* 2010 doi:10.1016/j.ijcard.2010.02.050
47. Patterson JA, Naughton J, Pietras RJ, Gunnar RM. Treadmill exercise in assessment of the functional capacity of patients with cardiac disease. *Am J Cardiol* 1972;30:757-62.
48. Mehra MR, Kobashigawa J, Starling R, Russell S, Uber PA, Parameshwar J, Mohacsi P, Augustine S, Aaronson K, Barr M. Listing criteria for heart transplantation: International Society for Heart and Lung Transplantation guidelines for the care of cardiac transplant candidates--2006. *J Heart Lung Transplant.* 2006;25:1024-42.
49. Guimarães GV, Bellotti G, Wajngarten M, Teixeira L, Ramires JF, Bocchi EA. Exercise and heart failure. Relation of the severity of the disease to the anaerobic threshold and the respiratory compensation point. *Arq Bras Cardiol.* 1999;73:339-8.

50. Meyer K, Bücking J. Exercise in heart failure: should aqua therapy and swimming be allowed? *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36:2017-2023.

51. Ilarraza H, Myers J, Kottman W, Rickli H, Dubach P. An evaluation of training responses using self-regulation in a residential rehabilitation program. *J Cardiopulm Rehabil.* 2004;24:27-33.

52. Ekkekakis P, Hall EE, Petruzzello SJ. Practical markers of the transition from aerobic to anaerobic metabolism during exercise: rationale and a case for affect-based exercise prescription. *Prev Med.* 2004;38:149-159

53. McConnell TR, Klinger TA, Gardner JK, Laubach CA Jr, Herman CE, Hauck CA. Cardiac rehabilitation without exercise tests for post-myocardial infarction and post-bypass surgery patients. *J Cardiopulm Rehabil.* 1998;18:458-63.

54. Scotto CJ, Waechter D, Rosneck J. Patients' perception of monitoring during cardiac rehabilitation: taking the message home. *J Nurs Care Qual.* 2009;24:263-8.

55. Buckley JP, Sim J, Eston RG. Reproducibility of ratings of perceived exertion soon after myocardial infarction: responses in the stress-testing clinic and the rehabilitation gymnasium. *Ergonomics.* 2009;52:421-7.

56. American College of Sports Medicine. ACSM'S Guidelines for exercise testing and prescription. Williams & Wilkins; Baltimore, Philadelphia 1995.

57. James NW, Adams GM, Wilson AF. Determination of anaerobic threshold by ventilatory frequency. *Int J Sports Med.* 1989;10:192-196.

58. Piña IL, Apstein CS, Balady GJ, Belardinelli R, Chaitman BR, Duscha BD, Fletcher BJ, Fleg JL, Myers JN, Sullivan MJ; American Heart Association Committee on exercise, rehabilitation, and prevention. Exercise and Heart Failure: A Statement From the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention. *Circulation.* 2003;107:1210-1225.

59. Hetzler RK, Seip RL, Boutcher SH, Pierce E, Snead D, Weltman A. Effect of exercise modality on ratings of perceived exertion at various lactate concentrations. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:88-92.

60. Hill DW, Cureton KJ, Grisham SC, Collins MA. Effect of training on the rating of perceived exertion at the ventilatory threshold. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1987;56:206-211

61. Karavirta L, Tulppo MP, Nyman K, Laaksonen DE, Pullinen T, Laukkanen RT, Kinnunen H, Häkkinen A, Häkkinen K. Estimation of maximal heart rate using the

relationship between heart rate variability and exercise intensity in 40-67 years old men. *Eur J Appl Physiol.* 2008;103:25-32.

62. Carvalho VO, Bocchi EA, Guimaraes GV. The Carvedilol's Beta-Blockade in Heart Failure and Exercise Training's Sympathetic Blockade in Healthy Athletes during the Rest and Peak Effort. *Cardiovasc Ther.* 2010: in press.

63. Mezzani A, Corra U, Giordano A, Cafagna M, Adriano EP, Giannuzzi P. Unreliability of the %VO₂ reserve versus %heart rate reserve relationship for aerobic effort relative intensity assessment in chronic heart failure patients on or off beta-blocking therapy. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil.* 2007; 14:92-98.