

# Efeitos da Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas na Insuficiência Cardíaca Crônica

*Effects of the Continuous Positive Airway Pressure on the Airways of Patients with Chronic Heart Failure*

João Carlos Moreno de Azevedo, Edison Ramos Migowisk de Carvalho, Luis Augusto Feijó, Fátima Palha de Oliveira, Sara Lúcia Silveira de Menezes, Henrique Murad

Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ - Brasil

## Resumo

**Fundamento:** A insuficiência cardíaca pode apresentar disfunção assintomática à descompensação, com limitações e diminuição da capacidade produtiva. A pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP) é um meio não farmacológico de redução da pós-carga.

**Objetivo:** Analisar os efeitos da CPAP (10 cmH<sub>2</sub>O), por 30 dias, em paciente com insuficiência cardíaca crônica.

**Métodos:** Avaliamos 10 pacientes, com diversas etiologias, idade média de 54 ± 14 anos, sexo (masc.= 6 e fem.= 4), com IMC de 21 ± 0,04 kg/m<sup>2</sup>. A terapia foi ofertada por 60 min., 5 vezes por semana, durante 1 mês, no período diurno. Foram analisados ecocardiograma e ergoespirometria, antes e após 30 dias de terapia.

**Resultados:** Apresentou aumento de 19,59% na fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE): 23.9 ± 8.91 vs 27.65 ± 9.56%; p = 0,045. Na ergoespirometria, o tempo de exercício (Tex) apresentou aumento significativo de 547 ± 151,319 vs 700 ± 293,990 seg., p = 0,02, o consumo de oxigênio (VO<sub>2</sub>) foi de 9,59 ± 6,1 vs 4,51 ± 2,67 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, p = 0,01, enquanto a produção de dióxido de carbono (VCO<sub>2</sub>) de repouso (9,85 ± 4,38 vs 6,44 ± 2,88 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, p = 0,03) apresentou diminuição.

**Conclusão:** A CPAP provocou aumento na fração de ejeção do ventrículo esquerdo e no tempo de exercício, diminuiu o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono no repouso. (Arq Bras Cardiol. 2010; [online]. ahead print, PP.0-0)

**Palavras-chave:** Pressão positiva contínua nas vias aéreas, insuficiência cardíaca, ecocardiografia, consumo de oxigênio.

## Abstract

**Background:** Heart failure can present with asymptomatic dysfunction at decompensation, with limitations and decrease in the productive capacity. The Continuous Positive Airway Pressure (CPAP) is a non-pharmacological means to decrease afterload.

**Objective:** To analyze the effects of CPAP (10 cmH<sub>2</sub>O), for 30 days in patients with chronic heart failure.

**Methods:** We assessed 10 patients with heart failure (6 males, 4 females) of several etiologies, with a mean age of 54 ± 14 years, with a BMI of 21 ± 0.04 kg/m<sup>2</sup>. The therapy was applied for 60 min., 5 times a week for 30 days, during the daytime. The echocardiogram and the ergospirometry were analyzed, before and 30 days after the therapy.

**Results:** There was a 19.59% increase in the left ventricular ejection fraction (LVEF): 23.9 ± 8.91 vs 27.65 ± 9.56%; p = 0.045. At the ergospirometry, the exercise time (ET) showed a significant increase from 547 ± 151.319 vs 700 ± 293.990 sec., p = 0.02; oxygen consumption (VO<sub>2</sub>) was 9.59 ± 6.1 vs 4.51 ± 2.67 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, p = 0.01, whereas the carbon dioxide production (VCO<sub>2</sub>) at rest (9.85 ± 4.38 vs 6.44 ± 2.88 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, p = 0.03) decreased.

**Conclusion:** The CPAP resulted in an increase in the LVEF and ET, decreased the oxygen consumption and the carbon dioxide production at rest. (Arq Bras Cardiol. 2010; [online]. ahead print, PP.0-0)

**Key words:** Continuous positive airway pressure; heart failure; echocardiography; oxygen consumption.

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

## Introdução

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome cuja forma de apresentação pode ser aguda ou de evolução lenta, desde uma disfunção assintomática a um estado de intensa descompensação, ocasionando o surgimento de limitações funcionais que repercutem desfavoravelmente sobre a capacidade produtiva dos pacientes. Esta síndrome promove elevados custos com hospitalização e atenção médica, além de resultar em uma limitação na qualidade de vida, agregando déficit de produção. Em função do crescente número de casos, tornou-se obrigatória a criação de unidades especializadas em IC, com resultados positivos tanto na capacidade funcional do paciente, quanto nos custos, como na redução no número de reinternações<sup>1-3</sup>.

De acordo com a II Diretriz para diagnóstico e tratamento da insuficiência cardíaca crônica (ICC), os princípios de tratamento também se alicerçam além das medidas farmacológicas, no manuseio não farmacológico, nas intervenções cirúrgicas e na utilização do marca-passo<sup>2</sup>. Dentre os tratamentos não farmacológicos, inclui-se o uso da pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP). Observa-se na clínica diária que o uso de pressão positiva reduz a dispnéia durante o exercício e apresenta resultados favoráveis na função ventricular esquerda<sup>4</sup>.

Porém, a comprovação científica desses benefícios é escassa. Com o objetivo de comprovar cientificamente os resultados da utilização da pressão positiva na ICC, este estudo foi elaborado.

## Pacientes e métodos

A amostra foi composta de pacientes com diagnóstico clínico-laboratorial e funcional de ICC, oriundos do ambulatório de Insuficiência Cardíaca do Serviço de Cardiologia do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho (HUCFF) - UFRJ. Trata-se de um estudo de casos, prospectivo, longitudinal com intervenção, composto de 10 pacientes, que, estando dentro dos critérios de inclusão, foram submetidos à terapia com CPAP (10 cmH<sub>2</sub>O) por 60 minutos, 5 vezes por semana, durante 1 mês, sendo monitorados antes, durante e após a realização do procedimento. Os pacientes foram avaliados no início do tratamento e reavaliados após 30 dias através da ecocardiograma e ergoespirometria. Os critérios de inclusão foram: pacientes com diagnóstico clínico-laboratorial e funcional de ICC, fração de ejeção < 40%, otimização da medicação e uso de doses há pelo três meses. Como critérios de exclusão foram selecionados: história de infarto do miocárdio dentro dos 3 meses prévios, angina instável, evidência clínica de regurgitação tricúspide significante, história de doença de válvula reumática ou anormalidades valvares primárias estruturais visualizada em ecocardiograma bi-dimensional, doença pulmonar obstrutiva primária definida por espirometria e, por último, estar em atendimento de fisioterapia respiratória.

Após a leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do HUCFF-UFRJ sob o número 086/06 - CEP, os pacientes foram submetidos a ecocardiografia bidimensional com Doppler colorido transtorácica (ECTT)

(SIEMENS - SONOLINE G60S, USA), com fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) calculada pelo método de Simpson. O exame foi realizado de forma convencional, por um único observador antes e após da terapia com CPAP. Durante análise do ecocardiograma após terapia com CPAP, o observador não teve acesso aos resultados do exame pré-terapia. Com a finalidade de tornar as medidas mais fidedignas, mediu-se o diâmetro do trato de saída de VE.

Os pacientes passaram por avaliação fisioterapêutica (exame físico, peso, estatura, índice de massa corpórea (IMC), prova de função pulmonar). A pesagem e a medição da estatura foram realizadas através de balança Filizola de fabricação nacional. O IMC foi obtido pela divisão do peso sobre a estatura elevada ao quadrado (peso/estatura<sup>2</sup>). A espirometria, com o objetivo de excluir pneumopatias, foi realizada com o equipamento EasyOne™ Model 2001 de acordo com normas do American Thoracic Society e European Respiratory Society (ATS/ERS)<sup>5</sup> na posição sentada e confortável. O teste de esforço cardiopulmonar com medida direta de oxigênio (ergoespirometria) foi feito em esteira rolante (ECAFIX EG700.2 - BR), com utilização do protocolo de Naughton e a análise dos gases expirados foi realizada por meio do equipamento VO<sub>2000</sub> (Inbrasport - BR). A monitoração eletrocardiográfica foi realizada utilizando-se o equipamento de eletrocardiograma (Cardio Control - BR). Todos os pacientes foram orientados previamente para a realização do teste e as medidas de ergoespirometria foram extraídas com acompanhamento médico no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LABOFISE) da Escola de Educação Física e Desporto da Universidade Federal do Rio de Janeiro (EEFD-UFRJ).

O tratamento com CPAP foi realizado através de aparelho de pressão positiva REMstar® PLUS Systema CPAP (Respironics INC® EE.UU) no modo de funcionamento contínuo com máscara facial. Durante este procedimento foram monitoradas a pressão arterial (PA) no modo indireto (esfignomanômetro Tycos - USA), a frequência cardíaca (FC) (Polar Sport Tester®, Finlândia), bem como a frequência respiratória (FR), que foi avaliada através das incursões realizadas por minuto. A posição adotada pelo paciente foi a sentada com apoio (recostado), confortavelmente, com as pernas apoiadas no solo. Todos os equipamentos foram calibrados para a execução das medidas.

## Análise estatística

A análise estatística foi processada no programa SPSS 15.0 for Windows e as variáveis com distribuição normal foram analisadas através do teste t pareado de Student. Para as variáveis que não foram consideradas dentro da normalidade, utilizou-se o teste Wilcoxon. O critério de determinação de significância adotado foi o nível de 5%.

## Resultados

O estudo foi realizado com 10 (dez) pacientes do ambulatório de IC do HUCFF-UFRJ, com diagnóstico de ICC com as seguintes etiologias: hipertensiva (50%), alcoólica (20%), idiopática (20%) e periparto (10%), com idade média de 54 ± 14 anos, com pequena predominância do sexo masculino (6) em relação ao sexo feminino (4). Os pacientes apresentaram um valor médio de IMC de 21 ± 0,04 kg/m<sup>2</sup>.

Na tabela abaixo são apresentados os dados demográficos dos pacientes, o enquadramento na classe funcional, a etiologia da ICC e os medicamentos em uso (Tabela 1).

### Análise das variáveis ecocardiográficas

Os valores da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) (Tabela 2), apresentaram aumento significativo de 19,69% após 1 mês de terapia com CPAP (10 cmH<sub>2</sub>O) por 60 min/dia, com  $p = 0,045$  (Figura 1). As demais variáveis não apresentaram diferença estatisticamente significativa.

**Tabela 1 - Características dos Pacientes (n = 10)**

Variáveis	Pacientes (n=10)
Idade (anos)	54 ± 14anos
Sexo	masc = 6 / fem = 4
Peso (kg)	69 ± 17kg
Estatura (cm)	162 ± 11cm
Classe funcional (NYHA)	
I	3
II	7
Etiologia	
Idiopática	2
Hipertensiva	5
Alcoólica	2
Periparto	1
Tempo de diagnóstico	5 ± 1,83anos
Medicações	
IECA	6
Beta-bloqueador	7
Diurético	10
Digital	8
Anti-arrítmico	1
Anti-hipertensivo	7

As variáveis, idade, peso, estatura correspondem a média e desvio padrão de 10 pacientes; IECA - inibidores da enzima de conversão da angiotensina.

**Tabela 2 - Variáveis ecocardiográficas**

Variáveis	Pré-tratamento	Pós-tratamento	p Valor
Ao (cm)	3,3 ± 0,5	3,26 ± 33	0,17
AE (cm)	4,45 ± 1,04	4,4 ± 1,08	0,33
Ved (cm)	7,93 ± 1,16	7,95 ± 1,13	0,44
Ves (cm)	6,88 ± 0,08	6,83 ± 0,82	0,28
FEVE (%)	23,9 ± 8,91	27,65 ± 9,56	0,045*

Os valores correspondem à média e ao desvio padrão de 10 pacientes; Ao - aorta; AE - átrio esquerdo; Ved - volume diastólico final; Ves - volume sistólico final; FEVE - fração de ejeção do ventrículo esquerdo; (\*) diferença estatisticamente significativa.

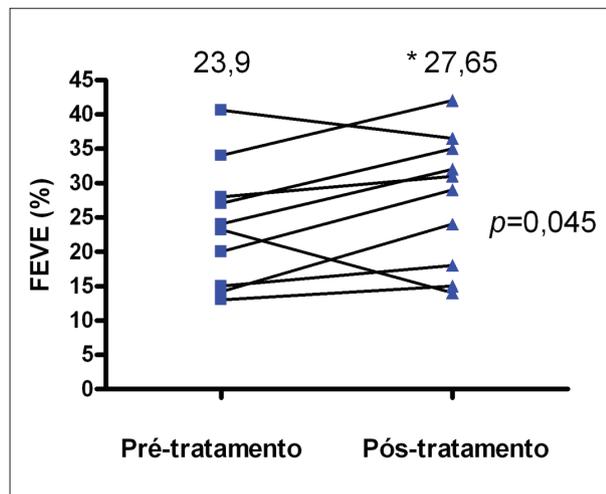
### Análise das variáveis ergoespirométricas

Na avaliação da capacidade funcional (Tabela 3), o tratamento com CPAP por 30 dias provocou um aumento no tempo de exercício de  $547 \pm 151,3$  vs  $700 \pm 293,9$  seg. com  $p = 0,02$  (Figura 2). Em repouso, houve redução significativa nas seguintes variáveis:  $VO_2$  ( $9,59 \pm 4,51$  vs  $6,1 \pm 2,67$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>;  $p = 0,01$ ) (Figura 3) e  $VCO_2$  ( $9,85 \pm 4,38$  vs  $6,44 \pm 2,88$  ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>;  $p = 0,03$ ) (Figura 4).

### Discussão

Neste estudo, avaliamos os efeitos do uso da CPAP, em pacientes com ICC clinicamente compensados, através da ecocardiografia e da ergoespirometria (capacidade funcional), identificando as repercussões fisiológicas e funcionais deste procedimento.

Após 1 mês de terapia, nossos pacientes apresentaram variações significativas na FEVE (aumento relativo de 19,69%). Este resultado apoia-se no achado do estudo de Mallone e cols<sup>6</sup>, que, ao utilizarem a pressão positiva em pacientes com miocardiopatia dilatada e apneia do sono, por 4 semanas, no período noturno obtiveram um aumento de 32% na FEVE<sup>7-9</sup>. Nosso estudo também confirma os achados de Kaneko e cols.<sup>10</sup> que, após 1 mês de tratamento noturno, encontraram um aumento relativo de 35% na FEVE em pacientes com IC e Apneia Obstrutiva do Sono. Mansfield e cols.<sup>11</sup> e Egea e cols.<sup>12</sup> obtiveram aumento de 14% e 11%, respectivamente, na FEVE de pacientes com ICC e apneia do sono, após uso de CPAP. Nestes estudos, o aumento de FEVE foi mais pronunciado em pacientes com FEVE > 30%. Segundo os autores, pacientes com FEVE menores possuem uma menor reserva cardíaca contrátil e, portanto, são incapazes de aumentar sua função sistólica. Em todos os estudos citados, os pacientes estavam situados nas classes II a IV de NYHA. O aumento diferenciado da FEVE que se verifica em nosso estudo pode ser justificado pelo fato de que os pacientes nele envolvidos situavam-se na classificação I e



**Fig. 1 - Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) nos momentos pré e pós-tratamento. Os valores correspondem à média e ao desvio padrão de 10 pacientes; (\*) diferença significativa ( $p = 0,045$ ).**

Tabela 3 - Variáveis ergoespirométricas

Variáveis	Pré-tratamento	Pós-tratamento	p Valor
Tex - seg.	547,0 ± 151,3	700,3 ± 294,0	0,02*
VE (STPD) repouso (l.min. <sup>-1</sup> )	16,19 ± 15,02	12,47 ± 3,78	0,09
VE (STPD) pico (l.min. <sup>-1</sup> )	34,17 ± 11,2	33,90 ± 7,79	0,29
VO <sub>2</sub> repouso (ml.kg <sup>-1</sup> .min. <sup>-1</sup> )	9,59 ± 4,51	6,1 ± 2,67	0,01*
VO <sub>2</sub> pico (ml.kg <sup>-1</sup> .min. <sup>-1</sup> )	18,73 ± 7,34	17,08 ± 2,32	0,25
VCO <sub>2</sub> repouso (ml.kg <sup>-1</sup> .min. <sup>-1</sup> )	9,85 ± 4,38	6,44 ± 2,88	0,03*
VCO <sub>2</sub> pico (ml.kg <sup>-1</sup> .min. <sup>-1</sup> )	21,96 ± 10,9	20,79 ± 5,24	0,30
VE/VO <sub>2</sub>	30,56 ± 11,46	28,57 ± 4,65	0,40
VE/VCO <sub>2</sub>	30,85 ± 6,12	30,00 ± 2,50	0,27
Borg	15 ± 2,51	16 ± 3,09	0,23
R	0,93 ± 0,22	0,95 ± 0,13	0,41
PAS (mmHg)	133 ± 24,97	136,6 ± 27,73	0,24
PAD (mmHg)	79 ± 15,95	84 ± 10,75	0,21
FC (bpm)	135,3 ± 18,94	136,9 ± 15,95	0,38

Os valores correspondem a média e desvio padrão de 10 pacientes; Tex - tempo de exercício em segundos; VE (STPD) repouso - ventilação pulmonar em l.min.<sup>-1</sup> no repouso; VE (STPD) pico - ventilação pulmonar em l.min.<sup>-1</sup>, no pico do exercício; VO<sub>2</sub> repouso - consumo de oxigênio em ml.kg.min.<sup>-1</sup>, no repouso; VO<sub>2</sub> pico - consumo de oxigênio em ml.kg.min.<sup>-1</sup>, no pico do exercício; VCO<sub>2</sub> repouso - produção de dióxido de carbono em ml.kg<sup>-1</sup>.min.<sup>-1</sup>, no repouso; VCO<sub>2</sub> pico - produção de dióxido de carbono em ml.kg<sup>-1</sup>.min.<sup>-1</sup>, no pico de exercício; VE/VO<sub>2</sub> - equivalente respiratório do VO<sub>2</sub>; VE/VCO<sub>2</sub> - equivalente respiratório do VCO<sub>2</sub>; Borg - Tabela de quantificação do esforço subjetivo de Borg; R - razão de trocas gasosas; PAS - pressão arterial sistólica em mmHg; PAD - pressão arterial diastólica em mmHg; FC - frequência cardíaca em bpm. (\*) diferenças estatísticas: Tex - seg. (p = 0,02), VO<sub>2</sub> repouso (p = 0,01), VCO<sub>2</sub> repouso (p = 0,03).

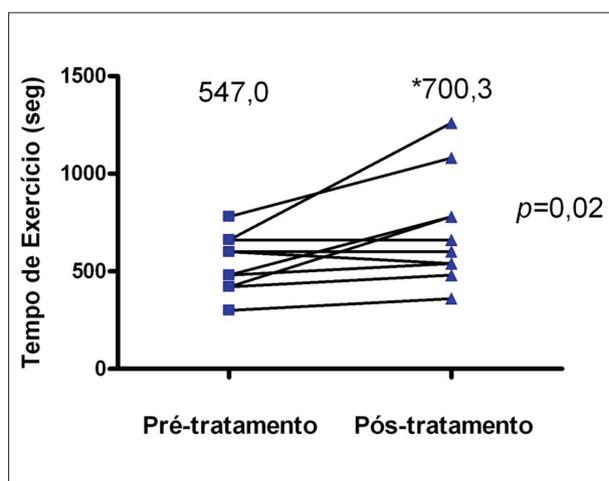


Fig. 2 - Tempo de exercício nos momentos pré e pós-tratamento. Os valores correspondem à média e ao desvio padrão de 10 pacientes; (\*) diferença significativa p = 0,02.

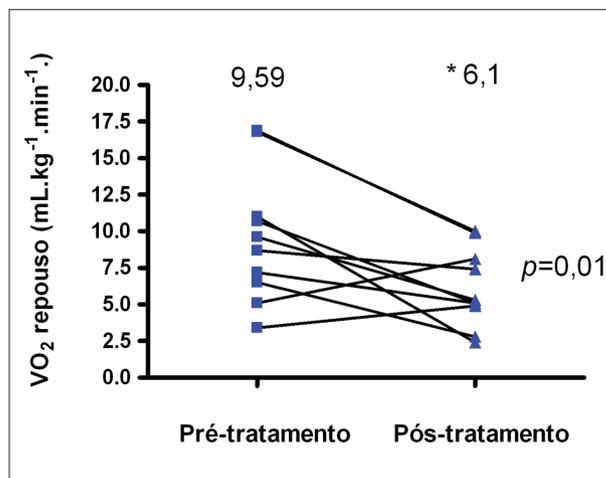


Fig. 3 - Consumo de oxigênio em repouso nos momentos pré e pós-tratamento. Os valores correspondem à média e ao desvio padrão de 10 pacientes; (\*) diferença significativa p = 0,01.

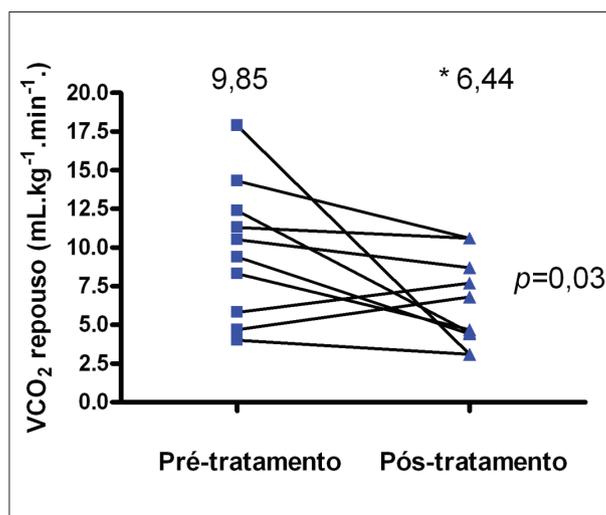


Fig. 4 - Produção de dióxido de carbono nos momentos pré e pós-tratamento; Os valores correspondem à média e ao desvio padrão de 10 pacientes; (\*) diferença significativa p = 0,03.

II de NYHA, além de se apresentarem estáveis e recebendo medicação adequada.

Está bem postulado que a terapia com CPAP exerce seu efeito na função cardíaca por aumentar a pressão intratorácica e reduzir a pré-carga e a pós-carga<sup>13</sup>, a diminuição da regurgitação mitral, a redução na concentração sanguínea de ANP, atuando na melhora da FEVE<sup>14</sup> e na diminuição do trabalho e do esforço respiratório<sup>15</sup>. Além da diminuição da pós-carga do ventrículo esquerdo, Metha e cols.<sup>16</sup> encontraram uma diminuição da pós-carga do ventrículo direito ao utilizarem CPAP por 30 min. em pacientes com cardiomiopatia dilatada. O aumento da função ventricular esquerda em

pacientes com ICC, após curto tempo de aplicação do CPAP, tem sido atribuído ao aumento da pressão intratorácica e à redução da pressão transmural ventricular esquerda<sup>11</sup>.

A escolha dos níveis de pressão positiva expiratória final (PEEP) por nós utilizados (10 cmH<sub>2</sub>O), foi baseada na literatura pertinente<sup>8,14,15</sup>, apoiada no fato de que valores de 5 cmH<sub>2</sub>O de PEEP não apresentam repercussões significativas, ao passo que as repercussões hemodinâmicas (diminuição do retorno venoso e aumento do débito cardíaco) somente foram evidenciadas, quando os valores de PEEP permaneceram ou excederam a 10 cmH<sub>2</sub>O<sup>17,18</sup>.

Além da fração de ejeção, outra variável que apresentou melhora foi o tempo de exercício (Tex.), o qual está diretamente relacionado às alterações funcionais. Esta avaliação é importante, pois a análise do tempo de caminhada serve para monitorar a mortalidade de pacientes com ICC<sup>19</sup>. O uso da CPAP provoca aumento na distância percorrida por pacientes de ICC estável, mesmo em situações de efeito agudo (30 minutos) e com baixas pressões de PEEP (3,4 a 6 cmH<sub>2</sub>O)<sup>20</sup>. A medida do consumo de oxigênio no pico do esforço (VO<sub>2</sub> pico) é o procedimento mais importante de avaliação funcional e de estratificação do prognóstico na ICC, além de ser utilizado como ponto de corte para transplante cardíaco (valor de 14 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>). A obtenção de valores de VO<sub>2</sub> de pico inferiores a 10 ou superiores a 18 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, sinalizam, igualmente, para um mau prognóstico<sup>21</sup>.

Os pacientes do nosso estudo apresentaram uma redução nos valores de VO<sub>2</sub> pico ao final do tratamento com CPAP, mas tal diminuição não é estatisticamente significativa. Este fato pode ser vinculado ao pequeno número de pacientes da amostra, visto que, antes do tratamento com CPAP, 4 pacientes (40%) apresentaram valores de VO<sub>2</sub> pico menor que 14 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, enquanto que após a terapia com CPAP (1 mês) apenas 1 paciente (10%) sinalizou valores menores do que 14 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, expressando um resultado que não se deve desprezar, na medida em que representa uma melhora na resposta do grupo avaliado.

A terapia farmacológica com beta-bloqueador nestes pacientes é consensual<sup>22</sup> e influencia nos valores de VO<sub>2</sub> de pico. O correto uso das medicações prescritas pelo médico assistente interfere diretamente nos resultados obtidos, visto que seu uso adequado diminui a mortalidade em pacientes com insuficiência ventricular esquerda. Este fato foi confirmado por O'Neill e cols.<sup>23</sup> após análise de 2.105 pacientes que realizaram teste cardiopulmonar, divididos em 2 grupos: uso de beta-bloqueador (n = 909) e não uso de beta-bloqueador (n = 1.196). Os pacientes tratados com beta-bloqueador apresentam alta taxa de sobrevivência, com capacidade funcional que excedeu o VO<sub>2</sub> de pico de 10 ml.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>.

Em nosso estudo, 70% dos pacientes tinham prescrição de beta-bloqueador, porém, por não ter sido realizada a inspeção direta da ingestão do medicamento, não podemos afirmar que os pacientes fizeram uso correto da medicação.

A utilização do CPAP trouxe benefícios para os pacientes estudados, na medida em que demonstraram uma diminuição estatisticamente significativa no VO<sub>2</sub> de repouso, em relação ao VO<sub>2</sub> durante o exercício.

Esta redução no consumo de oxigênio também foi

observada quando o VO<sub>2</sub> foi estimado em unidades de equivalentes metabólicos (METs)<sup>24</sup>. Os valores calculados pré e pós-tratamento com CPAP foram, respectivamente, de 2,74 para 1,74 METs em repouso e de 5,35 para 4,88 METs no pico do exercício.

A presença de dispneia e cansaço tanto aos pequenos esforços, como no repouso é um sintoma clínico importante. Na ergoespirometria, a avaliação dos parâmetros ventilatórios apresentados durante o exercício é representada pelo índice ventilatório que analisa a progressão, bem como a estratificação da IC<sup>25,26</sup>.

Os valores do índice ventilatório no pico do exercício e no repouso, avaliados no pré- tratamento, apresentaram uma diferença de 0,95, sem significância estatística. No pós-tratamento houve uma diferença de 0,77 (p = 0,02). Podemos afirmar que este grupo tende a diminuir o risco após a terapia com CPAP, baseado nos resultados de Jankowska e cols.<sup>27</sup>, no qual se demonstra que o prognóstico em pacientes com ICC com índice ventilatório alto é significativamente pior.

A incompetência cronotrópica é definida como a incapacidade do coração em alcançar uma frequência de 80% do valor predito de acordo com a fórmula de Astrand's<sup>28</sup>. Os valores da frequência cardíaca durante e após um teste cardiopulmonar é um excelente instrumento para a análise prognóstica de mortalidade na prática clínica rotineira<sup>29,30</sup>, além de ser um marcador de atividade parassimpática reduzida (incapacidade cronotrópica), bem como um preditor de mortalidade<sup>31</sup>.

Os valores alcançados da frequência cardíaca no pico e na recuperação após 1 minuto no pré-tratamento apresentaram uma diferença de 19,5 bpm (135 ± 18,94 para 115,8 ± 19,1 bpm) e no pós-tratamento 18,9 bpm (136,9 ± 15,95 para 118 ± 17,93 bpm), sem diferença estatística significativa, o que sugere que estes pacientes apresentaram atividade parassimpática reduzida.

Bisler e cols.<sup>32</sup> afirmam que a incompetência cronotrópica é comum nestes pacientes e que o índice cronotrópico é um marcador prognóstico importante em indivíduos saudáveis. Em nosso estudo, seus valores no pré-tratamento e pós-tratamento foram de 0,40 e 0,33. Isso indica incompetência cronotrópica, visto que os valores de normalidade são ≤ 0,80<sup>31</sup>.

As respostas hemodinâmicas durante o exercício podem determinar o prognóstico dos pacientes com ICC, permitindo determinar a estratificação de risco (alto, médio ou baixo risco cardiovascular) e sua capacidade funcional<sup>33</sup>.

Os resultados encontrados entre o VO<sub>2</sub> pico x pico da PAS (poder circulatório) no pré-tratamento, apesar de não apresentarem significância estatística, foram maiores do que os encontrados no pós-tratamento (2.535,10 x 2.362,76 mmHg.mIO<sub>2</sub>.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-2</sup>), sendo esta diferença de 172,34. Este fato possui relevância clínica, pois Cohen-Solal e cols.<sup>34</sup>, avaliando o poder circulatório de 28 pacientes que foram a óbito (2.567 ± 984 mmHg.mIO<sub>2</sub>.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-2</sup>), 32 pacientes que fizeram transplante (2.402 ± 843 mmHg.mIO<sub>2</sub>.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-2</sup>) e 115 pacientes que permaneceram vivos (3.573 ± 1.273 mmHg.mIO<sub>2</sub>.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-2</sup>), concluíram que pacientes com um baixo poder circulatório têm um prognóstico particularmente pobre. No presente estudo, a terapia com CPAP provocou uma diminuição no poder circulatório. Se comparamos aos

valores citados acima, nossos pacientes apresentaram valores próximos aos de transplante cardíaco.

Durante a terapia com CPAP foi monitorada a pressão arterial, a frequência cardíaca e a frequência respiratória, que, comparadas entre o repouso e o término da terapia, não apresentaram diferença significativa.

Os resultados do estudo demonstram que a terapia com CPAP nos pacientes com insuficiência cardíaca crônica compensada em atendimento ambulatorial pode ser um recurso terapêutico que, aliado à terapia medicamentosa, se torna um excelente método de prevenção de complicações. A terapia nestes pacientes, além de aumentar a FEVE ocasionou melhora na capacidade funcional, através do aumento do tempo de exercício. Durante o período de terapia nenhum paciente apresentou complicações clínico-hemodinâmicas ou reações à técnica, sendo este, portanto, um procedimento seguro.

## Conclusão

A aplicação de CPAP (10 cmH<sub>2</sub>O) diariamente por 60 min.

durante 1 mês, aumentou a fração de ejeção de ventrículo esquerdo nos pacientes estudados, diminuiu o VO<sub>2</sub> e o VCO<sub>2</sub> de repouso. Este protocolo levou a um aumento no tempo de exercício, melhorando a tolerância a ele, podendo tornar-se metodologia importante na terapia de pacientes com ICC estável, tratados ambulatorialmente.

### Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

### Fontes de Financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

### Vinculação Acadêmica

Este artigo é parte de dissertação de Mestrado de João Carlos Moreno de Azevedo pela Faculdade de Medicina (FM-UFRJ) e Escola de Educação Física e Desportos (EEFD-UFRJ).

## Referências

- Sociedade Brasileira de Cardiologia. I Diretriz latino-americana para avaliação e conduta na insuficiência cardíaca descompensada. *Arq Bras Cardiol.* 2005; 85 (supl. 3): 1-48.
- Sociedade Brasileira de Cardiologia. II Diretrizes para o diagnóstico e tratamento da insuficiência cardíaca. *Arq. Bras Cardiol.* 2002; 79 (supl. 4): 1-30.
- Esc guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic failure 2008: The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail.* 2008; 10 (10): 933-89.
- Arzt M, Schulz M, Wensel R, Montalvan S, Blumberg FC, Riegger GA, Pfeifer M. Nocturnal continuous positive airway pressure improves ventilatory efficiency during exercise in patients with chronic heart failure. *Chest.* 2005; 127 (3): 794-802.
- Miller MR, Crapo R, Hankinson J, Brusasco V, Burgos F, Casaburi R, et al. American Thoracic Society e European Respiratory Society (ATS/ERS) Task Force: Standardisation of lung function testing - general considerations for lung function testing. *Eur Respir J.* 2005; 26: 153-61.
- Malone S, Liu PP, Holloway R, Rutherford R, Xie A, Bradley TD. Obstructive sleep apnoea in patients with dilated cardiomyopathy: effects of continuous positive airway pressure. *Lancet.* 1991; 338 (8781): 1480-4.
- Ciampi Q, Villari B. Role of echocardiography in diagnosis and risk stratification in heart failure with left ventricular systolic dysfunction. *Cardiovasc Ultrasound.* 2007; 5 (34): 1-12.
- Tkacova R, Liu PP, Naughton MT, Bradley TD. Effects of continuous positive airway pressure on mitral regurgitant fraction and atrial natriuretic peptide in patients with heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 30 (3): 739-45.
- Bradley TD, Logan AG, Kimoff RJ, Sériès F, Morrison D, Ferguson K, et al. Continuous positive airway pressure for central sleep apnea and heart failure. *N Engl J Med.* 2005; 353: 2025-33.
- Kaneko Y, Floras JS, Phil D, Usui K, Plante J, Tkacova R, et al. Cardiovascular effects of continuous positive airway pressure in patients with heart failure and obstructive sleep apnea. *N Engl J Med.* 2003; 348: 1233-41.
- Mansfield DR, Gollogly NC, Kaye DM, Richardson M, Bergin P, Naughton MT. Controlled trial of continuous positive airway pressure in obstructive sleep apnea and heart failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004; 169 (3): 361-6.
- Egea CJ, Aizpuru F, Pinto JA, Ayuela JM, Ballester E, Zamorro NC, et al. Cardiac function after CPAP therapy in patients with chronic heart failure and sleep apnea: a multicenter study. *Sleep Med.* 2008; 9: 660-6.
- Peter JV, Moran JL, Phillips-Hughes J, Graham P, Bersten AD. Effect of non-invasive positive pressure ventilation (NIPPV) on mortality in patients with acute cardiogenic pulmonary oedema: a meta-analysis. *Lancet.* 2006; 367: 1155-63.
- Naughton MT, Rahman MA, Hara K, Floras JS, Bradley TD. Effect of continuous positive airway pressure on intrathoracic and left ventricular transmural pressures in patients with congestive heart failure. *Circulation.* 1995; 91: 1725-31.
- Lenique F, Habis M, Lofaso F, Dubois-Randé J, Harf A, Brochard L. Ventilatory and hemodynamic effects of continuous positive airway pressure in left heart failure. *Am J Respir Crit Care Med.* 1997; 155: 500-5.
- Mehta S, Liu PP, Fitzgerald S, Allidina YK, Bradley D. Effects of continuous positive airway pressure on cardiac volumes in patients with ischemic and dilated cardiomyopathy. *Am J Respir Crit Care Med.* 2000; 161: 128-34.
- Fessler HE, Brower RG, Shapiro EP, Permut S. Effects of positive and expiratory pressure and body position on pressure in the thoracic great veins. *Am Rev Respir Dis.* 1993; 148 (6Pt 1): 1657-64.
- Schart SM, Hen L, Slamowitz D, Rao PS. Effects of continuous positive airway pressure on cardiac output and plasma norepinephrine in sedated pigs. *J Crit Care.* 1996; 11 (2): 57-64.
- Chua TP, Ponikowski P, Harrington D, Anker SD, Webb-Peploe K, Clark AL, et al. Clinical correlates and prognostic significance of the ventilatory response to exercise in chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol.* 1997; 29 (1): 585-90.
- Cherment S, Quintão MM, Mesquita ET, Rocha NN, Nóbrega AC. Noninvasive ventilation with continuous positive airway pressure acutely improves 6-minute walk distance in chronic heart failure. *J Cardiopulm Rehabil.* 2009; 29 (1): 44-8.
- Corra U, Mezzani A, Bosimini E, Giannuzzi P. Cardiopulmonary exercise testing and prognosis in chronic heart failure: a prognosticating algorithm for the individual patient. *Chest.* 2004; 126: 942-50.
- Adams KF, Baughman KL, Dec WG, Elkayam U, Forker AD. Guidelines for management of patients with heart failure caused by left ventricular systolic - pharmacological approaches. *J Card Fail.* 1999; 5 (4): 287-393.

23. O'Neill JO, Young JB, Pothier CE, Lauer MS. Peak oxygen consumption as a predictor of death in patients with heart failure receiving  $\beta$ -blockers. *Circulation*. 2005; 111: 2313-8.
24. American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for exercise testing and prescription. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2000.
25. Clark AL, Poole-Wilson PA, Coats AJ. Relation between ventilation and carbon dioxide production in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 1992; 20: 1326-32.
26. Metra M, Dei Cas L. Role of exercise ventilation in the limitation of functional capacity in patients with congestive heart failure. *Basic Res Cardiol*. 1996; 91 (Suppl 1): 31-6.
27. Jankowska E, Pietruk-Kowalczyk J, Zymlinski R, Witkowski T, Ponikowska B, Sebzda T, et al. The role of exercise ventilation in clinical evaluation and risk stratification in patients with chronic heart failure. *Kardiol Pol*. 2003; 59 (8): 115-27.
28. Katritsis D, Camm AJ. Chronotropic incompetence: a proposal for definition and diagnosis. *Br Heart J*. 1993; 70: 400-2.
29. Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Snader CE, Lauer MS. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Engl J Med*. 1999; 341: 1351-7.
30. Nishime EO, Cole CR, Blackstone EH, Pashkow FJ, Lauer MS. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG. *JAMA*. 2000; 284 (11): 1392-8.
31. Lauer MS, Francis GS, Okin PM, Pashkow FJ, Snader CE, Marwick TH. Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality. *JAMA*. 1999; 281 (6): 524-9.
32. Bilsel T, Terzi S, Akbulut T, Sayar N, Hobikoglu G, Yesilcimen K. Abnormal heart rate recovery immediately after cardiopulmonary exercise testing in heart failure patients. *Int Heart J*. 2006; 47 (3): 431-40.
33. Metra M, Faggiano P, D'Aloia A, Nodari S, Gualeni A, Raccagni D, et al. Use of cardiopulmonary exercise testing with hemodynamic monitoring in the prognostic assessment of ambulatory patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 1999; 33: 943-50.
34. Cohen-Solal A, Tabet JY, Logeart D, Bourgoin P, Tokmakova M, Dahan M. A non-invasively determined surrogate of cardiac power ('circulatory power') at peak exercise is a powerful prognostic factor in chronic heart failure. *Eur Heart J*. 2000; 23: 806-14.