

# Ventilação não invasiva na capacidade funcional de cardiopatas com fração de ejeção ventricular normal

## *Noninvasive ventilation in functional capacity of cardiac patients with normal fraction ventricular ejection*

Joelson dos Santos Silva<sup>1</sup>; Ananília Regina Silva Cavalcante<sup>2</sup>; Nathalie Cortez Bezerra de Medeiros<sup>3</sup>; Carolina Taveira Gonçalves<sup>4</sup>; Johnnatas Mikael Lopes<sup>5</sup>; Daniela Gardano Bucharles Mont'Alverne<sup>6</sup>; Gustavo Christofolletti<sup>7</sup>; Karla Luciana Magnani<sup>8</sup>.

<sup>1</sup>Residente do Programa de Residência Multiprofissional com Área de Concentração em Cardiologia no Hospital Universitário Onofre Lopes – Universidade Federal do Rio Grande do Norte – HUOL/UFRN. Natal, RN – Brasil.

<sup>2</sup>Fisioterapeuta pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi – FACISA. Santa Cruz, RN – Brasil.

<sup>3</sup>Aluna do Programa de Mestrado em Avaliação e Intervenção em Fisioterapia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Natal, RN – Brasil.

<sup>4</sup>Docente do Curso de Graduação de Fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi – FACISA. Santa Cruz, RN – Brasil.

<sup>5</sup>Docente do Departamento de Saúde Coletiva da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, UFRN. Natal, RN – Brasil.

<sup>6</sup>Docente Doutora do Curso de Graduação de Fisioterapia da Universidade Federal do Ceará – UFC. Fortaleza, CE – Brasil.

<sup>7</sup>Docente Doutor do Curso de Graduação de Fisioterapia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Orientador de mestrado e doutorado da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Campo Grande, MS – Brasil.

<sup>8</sup>Docente Doutora do Curso de Graduação de Fisioterapia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Tutora da Residência Multiprofissional com Área de Concentração em Paciente Crítico da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS. Campo Grande, MS – Brasil.

### Endereço para Correspondência:

Karla Luciana Magnani  
Rua Dr. Werneck número 41, apto 5204, Vila Albuquerque  
79060-300 – Campo Grande – MS [Brasil]  
klmagnani@gmail.com

### Resumo

**Introdução:** A insuficiência cardíaca (IC) é um problema de saúde pública com altos níveis de morbimortalidade apresentando como sinais clínicos característicos a fadiga e dispnéia precoce que geram limitações funcionais. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da ventilação não invasiva (VNI) na capacidade funcional de portadores de insuficiência cardíaca estável com fração de ejeção normal, avaliada através do teste da caminhada de seis minutos em esteira (TC6est). **Métodos:** Após a avaliação das provas de função pulmonar, os pacientes com IC estudados foram submetidos aos seguintes testes: 3 TC6est (uso prévio da VNI por 30 minutos, com uso da VNI durante o teste e sem uso da VNI) e a um teste de caminhada de 6 minutos em solo (TC6'). Nós comparamos a distância percorrida e variáveis cardiopulmonares: antes, durante e após os testes da caminhada. **Resultados:** Participaram do estudo 13 pacientes com IC classe funcional II e III (NYHA). Na prova de função pulmonar 3 participantes apresentaram distúrbio ventilatório restritivo e 8 pacientes apresentaram redução das pressões respiratórias máximas. Não foi observada diferença estatisticamente significativa na distância percorrida entre os quatro testes realizados ( $p=0,986$ ). Na análise das variáveis cardiopulmonares durante os 3 TC6est pôde-se observar apenas diferença estatística significativa na frequência respiratória no sexto minuto ( $f_6'$ ) entre os testes de 30' antes de VNI X VNI durante ( $p=0,026$ ), sendo inferior no teste com a aplicação de VNI durante. **Conclusão:** Apesar do comprometimento da capacidade funcional e da função pulmonar, os portadores de insuficiência cardíaca com fração de ejeção normal estudados não tiveram aumento da distância percorrida no teste de caminhada em esteira com a utilização do suporte ventilatório não-invasivo.

**Descritores:** Ventilação não Invasiva; Insuficiência Cardíaca; Caminhada.

### Abstract

**Introduction:** Heart failure (HF) is a public health problem with high morbidity levels and mortality, presenting fatigue and early dyspnea as clinical signs characteristic that generate functional limitations. **Objective:** To evaluate the noninvasive ventilation (NIV) effects in functional capacity of patients with stable heart failure with a normal ejection fraction, evaluated using six-minute treadmill walk (tread-6MWT). **Method:** After pulmonary function tests evaluation, the patients with HF studied were submitted to the following tests: 3 tread6MWT (previous use of NIV for 30 minutes, use of NIV during the test and without use of NIV) and one test 6-minute test soil (6MWT). They compared the walking distance (WD) and cardiorespiratory variables: before, during and after the walking tests. **Results:** 13 patients with class II and III HF (NYHA) participated in the study. In the pulmonary function test, 3 participants presented restrictive ventilatory disorder and 8 patients had a reduction in maximum respiratory pressures. There was no statistically significant difference in distance between the four tests performed ( $p = 0.986$ ). In the analysis of the cardiorespiratory variables during the 3 tread6MWT, only a

significant statistical difference in the respiratory rate in the sixth minute ( $f_6'$ ) between the tests 30' before NIV X NIV during ( $p = 0.026$ ) was observed, being lower in the test with the application of NIV during the test. **Conclusion:** Despite the functional capacity impairment and lung function, patients with heart failure with normal ejection fraction studied did not increase the distance walked on the treadmill treadmill test with non-invasive ventilatory support.

**Keywords:** Noninvasive Ventilation; Heart Failure; Walking.

## Introdução

A insuficiência cardíaca (IC) é frequentemente associada à dilatação do ventrículo, à diminuição da contratilidade e à reduzida fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE)<sup>1</sup>. Porém, nas últimas duas décadas, estudos têm mostrado que muitos pacientes com sintomas e sinais de IC apresentam FEVE normal (ICFEN)<sup>2</sup>.

Alterações no relaxamento cardíaco, a presença de hipertrofia miocárdica e o remodelamento são defeitos-chave que alteram a rigidez do ventrículo e as pressões de enchimento, levando à intolerância ao exercício, marcada clinicamente por dispneia e fadiga, decorrentes de causas cardíacas, disfunção muscular respiratória e de membros geradas por: hipoxemia crônica, estresse oxidativo, depleção nutricional, desuso da musculatura periférica, efeitos medicamentosos e desequilíbrio simpátovagal<sup>3-5</sup>. Além disso, podendo ser atribuída a uma redistribuição do fluxo sanguíneo para a musculatura ventilatória, como consequência do aumento do trabalho e dos metabólitos nessa musculatura, que levarão a uma maior resposta vasoconstritora simpática nos músculos periféricos, cuja eficiência metabólica é comprometida pelo menor aporte sanguíneo<sup>4</sup>.

A ventilação não invasiva (VNI) por pressão positiva resulta no aumento da troca gasosa, melhora da mecânica pulmonar, redução da pressão transmural do ventrículo esquerdo, redução da pré-carga e da pós-carga do ventrículo esquerdo, gerando redução da dispneia e fadiga<sup>6,7</sup>.

Quanto aos efeitos da VNI sobre a tolerância aos esforços na IC, a maioria dos estudos se refere a pacientes de classe funcional II/III e com

disfunção ventricular sistólica moderada, com resultados positivos. Já os efeitos da VNI em pacientes com ICFEN ainda não foram pesquisados. A principal hipótese da presente pesquisa é que comprovada a eficácia da VNI em portadores de ICFEN, sua utilização em programas de reabilitação pode potencializar os efeitos de exercício, por redução de dispneia e fadiga ao esforço, reduzindo os efeitos progressivos da disfunção cardíaca na incapacidade funcional do paciente.

O teste de caminhada de seis minutos (TC6') avalia o desempenho de exercício submáximo de portadores de IC, é simples e barato, pode substituir o teste ergométrico para avaliação prognóstica sendo a distância percorrida o parâmetro utilizado na avaliação<sup>8-11</sup>.

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da VNI na capacidade funcional de portadores de ICFEN.

## Método

Estudo experimental de abordagem quantitativa do tipo crossover com amostra não probabilística definida por acessibilidade ao sujeito, composta por pacientes adultos que aceitaram participar da pesquisa assinando termo de consentimento livre e esclarecido. O protocolo de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN (parecer 298.413) e a pesquisa foi desenvolvida na Clínica Escola de Fisioterapia da Faculdade de Ciências da Saúde do Trairi – FACISA, Unidade Acadêmica Especializada da UFRN / Brasil, em Santa Cruz, RN.

Os participantes do estudo com diagnóstico clínico de insuficiência cardíaca compensada passaram previamente por uma avaliação médica cardiológica com o objetivo de identificar condições clínicas aceitáveis para realização do protocolo de pesquisa.

Foram incluídos no estudo indivíduos sedentários, independente do sexo, com idade superior a 18 anos, com diagnóstico médico de insuficiência cardíaca estável (classe funcional



II ou III, segundo a New York Heart Association – NYHA)<sup>12</sup> e com fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE  $\geq$  50%) pelo ecocardiograma.

Foram excluídos pacientes que apresentassem déficit cognitivo, presença de arritmias cardíacas que contra-indicassem o esforço físico, presença de angina instável, dispneia ao repouso, história de infarto agudo do miocárdio há menos de seis meses, história de cirurgia cardíaca há menos de um ano, presença de doenças pulmonares, tabagismo, presença de limitações (ortopédicas, musculoesqueléticas, reumatológicas, cardiorrespiratórias ou neurológicas) que interferissem na capacidade de locomoção e outras condições clínicas que pudessem ser exacerbadas pelo esforço físico.

A primeira etapa do estudo consistiu na realização de anamnese e exame físico com a avaliação antropométrica; Índice de Massa Corporal (IMC) e Relação Cintura Quadril (RCQ), ausculta cardíaca e pulmonar, pressão arterial por manometria indireta com feixe de velcro para adultos e estetoscópio BD® (MDF-727), frequência respiratória, frequência cardíaca e saturação parcial de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) (OxímetroSolmedica® MD300C1).

Na espirometria as provas foram realizadas conforme as recomendações internacionais da *American Thoracic Society* (ATS)<sup>13</sup>. As variáveis analisadas incluíram as mensurações de: capacidade vital forçada (CVF), em litros; volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1), em litros/segundo; a relação VEF1/CVF, e suas porcentagens, para que pudesse ser feito o laudo das provas espirométricas. Foi utilizado o espirômetro modelo KoKo Legend Spirometer, Ferraris Respiratory®. Os valores preditos foram calculados de acordo com as referências de normalidade descritas por Pereira et al.<sup>14</sup>.

Na manovacuometria a avaliação da força dos músculos respiratórios foi obtida a partir da mensuração das pressões respiratórias máximas (Pressão inspiratória máxima: PImáx e Pressão expiratória máxima: PEmáx), em centímetros de água, através da utilização do manovacuômetro MVD300 – Globalmed®. As referências de nor-

malidade e a escolha das melhores provas respeitaram a descrição do método realizado por Neder et al.<sup>15</sup>.

Em seguida, os participantes foram randomizados por sorteio para definição da sequência de três testes de caminhada de seis minutos em esteira (TC6est) e um teste de caminhada em solo (TC6').

A realização do TC6est seguiu a descrição de Camargo et al.<sup>16</sup> com velocidade inicial da esteira em 2km/h. Durante o teste, a cada 30 segundos, o participante foi questionado por um único avaliador quanto a possibilidade de aumentar a velocidade (em 1km/h), manter ou diminuir (em 0,5km/h). A velocidade máxima do teste não podia ultrapassar 8km/h. Critérios para interrupção do teste: dessaturação ( $\leq$ 88%), dispneia desproporcional ao esforço realizado, dores nos membros inferiores ou qualquer outro desconforto. As equações de Iwama et al.<sup>17</sup> determinaram os parâmetros de normalidade da distância prevista a ser percorrida nos quatro testes propostos para cada indivíduo.

Os três testes de caminhada de seis minutos em esteira (Embree® 562) foram realizados em dias alternados e em diferentes condições: 1– com utilização ventilação não invasiva – VNI (BiPAP® SYNCHRONY®) por 30 minutos antes do TC6est com pressão positiva inspiratória nas vias aéreas (IPAP) e pressão positiva expiratória nas vias aéreas (EPAP) que garantissem um volume corrente de 6-8ml/kg respeitando o conforto do paciente e saturação parcial de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) mínima de 90-92%, respectivamente, por meio de máscara facial (Comfort Mask® Silicone nº5); 2 – teste foi semelhante ao anterior, porém o paciente utilizou a VNI durante o TC6est e por último 3 – a realização do TC6est sem utilização de VNI. O teste de caminhada de seis minutos em solo (4)– sem VNI foi realizado numa pista de 30 metros segundo as descrições da ATS (2002)<sup>13</sup>. A realização deste teste em solo teve como objetivo avaliar se o ergômetro utilizado (esteira) poderia ser um fator limitante do estudo, o que poderia resultar em valores inferiores da distância percorrida na esteira, em relação ao solo.

A monitorização dos pacientes durante os testes em esteira ocorreu com verificação da pressão arterial sistólica (PAS) e diastólica (PAD) por manometria indireta; frequência cardíaca (FC); frequência respiratória (f); saturação parcial de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) e para avaliar a percepção subjetiva do esforço foi utilizada a escala de Borg<sup>18</sup>. Esses parâmetros foram avaliados no repouso, 2<sup>o</sup>, 4<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup> minutos após cada teste. A variável duplo-produto foi analisada somente no sexto minuto de cada um dos 3 testes aplicados na esteira.

Para análise dos dados demográficos e clínicos foram utilizadas estatísticas descritivas (média, erro-padrão e intervalo de confiança) e de frequência. Para a análise da normalidade das variáveis foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Na comparação das variáveis estudadas entre as diferentes situações pesquisadas foi utilizado o teste de variância (ANOVA) para os dados paramétricos. Quando evidenciado diferença estatística, foi utilizado o teste de Bonferroni. Para as variáveis não paramétricas foi utilizado o teste de Friedman. Foi estabelecido um nível de significância  $\alpha \leq 0,05$ .

## Resultados

Participaram do estudo 13 pacientes, sendo 7 mulheres (54%) e 6 homens (46%), com idade média de  $64,7 \pm 2,07$  anos e IMC médio de  $24,3 \pm 1,5$  kg/m<sup>2</sup>. Quanto à etiologia da insuficiência cardíaca 69% (9) eram isquêmica, 31% (4) hipertensiva. Quanto à classe funcional 77% (10) eram classe II e 23% (3) classe III. A caracterização clínica dos

participantes do estudo na avaliação inicial está presente na Tabela 1.

**Tabela 1: Caracterização clínica dos participantes do estudo**

Características n=13	Média	Erro-padrão	Intervalo de confiança
Idade (anos)	64,7	±2,07	60,20 – 69,20
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,3	±1,50	20,98 – 27,55
RCQ (cm)	0,89	±0,02	0,85 – 0,95
SpO <sub>2</sub> (%)	98,0	±0,16	97,65 – 98,35
PAS (mmHg)	124,6	±4,33	115,18 – 134,04
PAD (mmHg)	74,6	±3,12	67,80 – 81,42
FC (bpm)	79,8	±1,58	66,39 – 73,30
FR (ipm)	18,8	±1,08	16,49 – 21,20
FEVE (%)	62	±1,17	61,14 – 66,25
<b>Sexo</b>	<b>n</b>		<b>%</b>
Masculino	6		46
Feminino	7		54
<b>Etiologia</b>	<b>n</b>		<b>%</b>
Isquêmica	9		69
Hipertensiva	4		31
<b>Classe funcional (NYHA)</b>	<b>n</b>		<b>%</b>
II	10		77
III	3		23
<b>Uso de medicações</b>	<b>n</b>		<b>%</b>
ARAs	8		26
Anticoagulante	7		22
Antiplaquetário	3		10
Betabloqueador	6		19
Bloqueador de canais de Ca <sup>2+</sup>	4		13
Digitálico	3		10
Diurético	8		26
Inibidores da ECA	7		22
Vasodilatador	3		10
<b>Força muscular inspiratória</b>	<b>n</b>		<b>%</b>
Íntegra	5		38
Reduzida	8		62
<b>Força muscular expiratória</b>	<b>n</b>		<b>%</b>
Íntegra	5		38
Reduzida	8		62
<b>Espirometria</b>	<b>n</b>		<b>%</b>
DVR	3		23
DVO	0		0
Normal	10		77

n – Número de pacientes; IMC – Índice de Massa Corporal; RCQ – Relação Cintura Quadril; SpO<sub>2</sub> – Saturação Periférica de Oxigênio; PAS – Pressão Arterial Sistólica; PAD – Pressão Arterial Diastólica; FC – Frequência Cardíaca; FR – Frequência Respiratória; FEVE – Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo; NYHA – New York Heart Association; ARAs – Antagonistas dos Receptores de Angiotensina II; ECA – Enzima Conversora da Angiotensina; DVR: distúrbio ventilatório restritivo; DVO: distúrbio ventilatório obstrutivo.

Não foi observada diferença estatisticamente significativa na comparação da distância percorrida nos quatro testes realizados (com VNI 30' antes=  $442,31 \pm 20,38$ ; com VNI durante o teste=  $437,69 \pm 20,23$ ; sem VNI=  $433,84 \pm 24,30$ ; em solo=  $431,55 \pm 31,96$   $p= 0,986$ ) (Tabela 2). Apenas 2 pacientes atingiram a distância prevista, sendo este no teste em solo porém sem significância estatística. A média da porcentagem da distância percorrida no teste em solo na amostra estudada foi de 72,87% dos valores previstos.

**Tabela 2: Análise descritiva e estatística da distância percorrida nos 4 testes estudados**

Distância percorrida em metros		
Teste	Média, erro-padrão e intervalo de confiança	p
VNI 30' antes	$442,31 \pm 20,39$ (397,89 a 486,72)	0,986
VNI durante	$437,69 \pm 20,22$ (393,61 a 481,76)	
Sem VNI	$433,84 \pm 24,29$ (380,90 a 486,78)	
Teste em solo	$431,55 \pm 31,19$ (363,58 a 499,52)	

Na análise das variáveis cardiorrespiratórias durante os 3 testes da caminhada em esteira (Tabelas 3 e 4) pôde-se observar apenas diferença estatística significativa na frequência respiratória no sexto minuto entre os testes de 30' antes de VNI e VNI durante o teste ( $p=0,026$ ), sendo inferior no teste com a aplicação de VNI durante o teste da caminhada em esteira.

## Discussão

O teste de caminhada em solo (TC6) e o teste de caminhada de seis minutos em esteira (TC6est) são classificados como testes que avaliam a capacidade funcional, sendo que este último apresenta a vantagem de ser aplicado em locais em que há pouco espaço disponível e/ou em situações em que se fazem necessárias monitorização continuada de pacientes que necessitam de um maior nível de atenção<sup>16</sup>. Além destas há também a vantagem da aplicação do suporte

ventilatório durante o TC6est como foi observado em nosso estudo principalmente porque o aparelho de suporte ventilatório não invasivo não apresentava bateria com autonomia.

Estudos prévios compararam as médias das distâncias percorridas entre TC6 em solo e o TC6est em portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica, mostrando diferença significativa na maior distância percorrida no TC6 em solo<sup>19,20</sup>. Esses resultados não corroboram com os achados do nosso estudo, em que não houve diferença estatisticamente significativa da distância percorrida em solo quando comparado com três testes em esteira. Desta forma, a presente pesquisa evidencia que a esteira não foi um fator limitante para a utilização do TC6 nos portadores de ICFEN estudados.

A descrição da redução da força dos músculos respiratórios na IC já é claramente descrita<sup>21-25</sup>. Apesar da literatura descrever que a diminuição do débito cardíaco e da fração de ejeção cardíaca são fatores importantes que contribuem para este fato, um resultado relevante na presente pesquisa é que mesmo os portadores de IC estudados terem FEVE normal (FEVE médio de  $62\% \pm 1,17$ ), a maioria apresentou fraqueza da musculatura respiratória inspiratória e expiratória. Já em relação à espirometria observou-se um número menor de pacientes com distúrbio ventilatório (23% apresentaram DVR). Tal achado é frequente na IC e é atribuído: ao edema pulmonar intersticial e alveolar subclínico, o aumento do volume de sangue central, o enrijecimento fibrótico do parênquima pulmonar devido à congestão pulmonar crônica e o derrame pleural e a própria cardiomegalia, que reduz a eficácia respiratória como adaptação à alteração na razão cardiorrespiratória pelo deslocamento mecânico direto do diafragma devido ao aumento do músculo cardíaco<sup>26-29</sup>.

Na amostra estudada, 76,9% (10 pacientes) não atingiram o valor previsto da distância percorrida no TC6'. A literatura mostra que tal comportamento é resultante de alterações centrais e periféricas que contribuem para a diminuição da capacidade funcional em indivíduos com IC. As alterações centrais advêm da incapacidade dos

**Tabela 3: Análise descritiva e estatística das variáveis pressão arterial, frequência cardíaca e duplo produto nos 3 testes estudados**

Pressão arterial sistólica em mmHg			
Teste	Tempo estudado	Média, erro-padrão e intervalo de confiança	p
VNI 30' antes	2'	138,75 ± 8,11 (119,56 a 157,94)	0,778
VNI durante		131,25 ± 11,41 (104,28 a 158,23)	
Sem VNI		132,50 ± 9,21 (110,72 a 154,28)	
VNI 30' antes	4'	151,11 ± 6,54 (136,00 a 166,21)	0,543
VNI durante		142,22 ± 5,71 (129,03 a 155,41)	
Sem VNI		147,77 ± 6,40 (133,00 a 162,55)	
VNI 30' antes	6'	157,27 ± 7,75 (139,98 a 174,55)	0,083
VNI durante		140,00 ± 5,55 (127,61 a 152,38)	
Sem VNI		152,72 ± 5,40 (140,67 a 164,77)	
Pressão arterial diastólica em mmHg			
Teste	Tempo estudado	Média, erro-padrão e intervalo de confiança	p
VNI 30' antes	2'	82,50 ± 4,11 (72,76 a 92,23)	0,146
VNI durante		72,50 ± 4,90 (60,88 a 84,11)	
Sem VNI		83,75 ± 4,97 (71,97 a 95,52)	
VNI 30' antes	4'	86,25 ± 5,32 (73,66 a 98,84)	0,778
VNI durante		82,50 ± 4,53 (71,78 a 93,21)	
Sem VNI		86,25 ± 4,97 (74,47 a 98,02)	
VNI 30' antes	6'	88,18 ± 5,19 (76,61 a 99,74)	0,430
VNI durante		82,72 ± 3,83 (74,18 a 91,27)	
Sem VNI		88,18 ± 2,63 (82,31 a 94,05)	
Frequência cardíaca			
Teste	Tempo estudado	Média, erro-padrão e intervalo de confiança	p
VNI 30' antes	2'	87,00 ± 6,00 (73,91 a 100,08)	0,724
VNI durante		89,92 ± 4,88 (79,28 a 100,55)	
Sem VNI		93,23 ± 6,25 (79,61 a 106,84)	
VNI 30' antes	4'	109,00 ± 5,29 (97,46 a 120,53)	0,974
VNI durante		108,76 ± 4,33 (99,31 a 118,22)	
Sem VNI		110,15 ± 5,79 (97,53 a 122,77)	
VNI 30' antes	6'	123,69 ± 4,83 (113,16 a 134,21)	0,162
VNI durante		111,38 ± 3,89 (102,89 a 119,87)	
Sem VNI		118,38 ± 6,67 (103,85 a 132,91)	
Duplo-produto no sexto minuto de teste			
Teste	Média, erro-padrão e intervalo de confiança		Teste de Friedman
VNI 30' antes	16229,07 ± 2181,44 (11476,12 a 20982,02)		p= 0,338
VNI durante	14833,00 ± 1359,30 (11871,33 a 17794,66)		
Sem VNI	17389,15 ± 1904,55 (13239,48 a 21538,81)		

doentes em aumentar o volume sistólico e a frequência cardíaca de acordo com a demanda do organismo, resultando em menor fração de ejeção e menor débito cardíaco. Do ponto de vista periférico, a redução na capacidade funcional resulta da diminuição da capacidade oxidativa do mús-

culo esquelético, da menor perfusão muscular, da presença de disfunção endotelial, favorecendo o aparecimento de acidose ainda nas fases iniciais do exercício<sup>5</sup>. Vários estudos científicos descrevem que a presença de IC resulta em redução da distância percorrida no TC6<sup>17,26</sup>.

**Tabela 4: Análise descritiva e estatística das variáveis percepção subjetiva do esforço, frequência respiratória e saturação parcial de oxigênio nos 3 testes estudados**

Escala de esforço percebido (borg)			
Teste	Tempo estudado	Média, erro-padrão e intervalo de confiança	p
VNI 30' antes	2'	11,76 ± 0,360 (10,98 a 12,55)	0,999
VNI durante		10,84 ± 0,405 (9,96 a 11,73)	
Sem VNI		11,76 ± 0,360 (10,98 a 12,55)	
VNI 30' antes	4'	13,83 ± 0,625 (12,45 a 15,21)	0,435
VNI durante		13,16 ± 0,385 (12,31 a 14,01)	
Sem VNI		13,33 ± 0,541 (12,14 a 14,52)	
VNI 30' antes	6'	14,53 ± 0,646 (13,12 a 15,94)	0,657
VNI durante		14,23 ± 0,579 (12,96 a 15,49)	
Sem VNI		14,38 ± 0,615 (13,04 a 15,72)	
Frequência respiratória			
Teste	Tempo estudado	Média, erro-padrão e intervalo de confiança	p
VNI 30' antes	2'	30,72 ± 1,83 (28,87 e 32,58)	0,353
VNI durante		27,81 ± 1,27 (24,98 e 30,64)	
Sem VNI		28,18 ± 2,01 (23,69 e 32,66)	
VNI 30' antes	4'	35,22 ± 2,28 (29,95 e 40,48)	0,067
VNI durante		28,88 ± 1,29 (25,90 e 31,87)	
Sem VNI		32,77 ± 2,01 (28,13 e 37,41)	
VNI 30' antes	6'	35,90 ± 1,72 (31,98 e 39,81)	0,04
VNI durante		31,40 ± 1,62 (27,73 e 35,06)	
Sem VNI		33,90 ± 1,75 (29,93 e 37,86)	
Saturação parcial de oxigênio (%)			
Teste	Tempo estudado	Média, erro-padrão e intervalo de confiança	p
VNI 30' antes	2'	97,07 ± 0,26 (96,50 a 97,65)	0,976
VNI durante		96,07 ± 0,68 (94,58 a 97,56)	
Sem VNI		95,69 ± 1,02 (93,45 a 97,93)	
VNI 30' antes	4'	95,30 ± 0,61 (93,97 a 96,64)	0,976
VNI durante		94,92 ± 1,00 (92,72 a 97,12)	
Sem VNI		95,46 ± 0,98 (93,31 a 97,60)	
VNI 30' antes	6'	96,23 ± 0,75 (94,59 a 97,87)	0,723
VNI durante		95,46 ± 1,0 (93,15 a 97,77)	
Sem VNI		96,53 ± 0,74 (94,90 a 98,16)	

A realização de esforço ventilatório durante a prática de atividades físicas gera um aumento da pressão pleural com consequente aumento da pressão transmural e da pós-carga do ventrículo esquerdo<sup>30</sup>. A utilização de pressão positiva nas vias aéreas em pacientes com insuficiência cardíaca congestiva repercute no aumento da pressão intratorácica, porém influenciando na redução da pressão transmural e da pós-carga

do ventrículo esquerdo trazendo como consequência melhora do trabalho cardíaco<sup>31,32</sup>. Essa melhora do trabalho cardiovascular com uso de ventilação positiva aumentando a pressão intratorácica também está relacionada com a redução retorno venoso que como consequência gera menor sobrecarga cardíaca por redução da pré-carga do ventrículo esquerdo<sup>7,32</sup>.

Em relação aos efeitos da aplicação da VNI na capacidade funcional de portadores de IC a maioria dos estudos refere-se à aplicação prévia da VNI ao teste de caminhada de seis minutos e os resultados encontrados a literatura são variáveis, porém com um predomínio de resultados positivos, tais como: aumento da distância percorrida, redução da sensação subjetiva de dispnéia, melhora da SpO<sub>2</sub>, redução da frequência cardíaca de pico e benefícios em relação à função diastólica verificados através do ecocardiograma<sup>9-11</sup>. Vale ressaltar que a maioria dos estudos se refere a portadores de IC classe funcional II e/ou III e com redução de FEVE moderada (<45%). Já em relação à aplicação da VNI em portadores de ICFEN nenhum estudo foi encontrado. Na presente pesquisa a aplicação da VNI durante o TC6est contribuiu apenas na redução da frequência respiratória no sexto minuto no grupo que realizou o TC6est com a VNI, sem, no entanto, resultar em melhor da SpO<sub>2</sub> ou redução da sensação de esforço percebido na Escala de Borg, o que não representa um resultado clínico relevante.

Mediante análise dos dados podemos observar que em nosso estudo o número da amostra foi um fator limitante, sendo necessário um maior número de participantes para melhor compreendermos este assunto.

## Conclusões

Apesar do comprometimento da capacidade funcional e da função pulmonar, os portadores de insuficiência cardíaca com fração de ejeção normal estudados não tiveram aumento da distância percorrida no teste de caminhada em esteira com a utilização do suporte ventilatório não-invasivo.

## Agradecimentos

Agradecemos a todos os voluntários da pesquisa e ao médico cardiologista *Fredson Roberto de Souza Mota* do Hospital Ana Bezerra,

da FACISA/UFRN de Santa Cruz, RN, pelas avaliações clínicas de todos os participantes da pesquisa.

## Referências

1. Mesquita ET, Jorge AJL. Insuficiência cardíaca com fração de ejeção normal – novos critérios diagnósticos e avanços fisiopatológicos. *Arq Bras Cardiol.* 2009; 93(2):180-7.
2. Bocchi EA, Marcondes-Braga FG, Bacal F, Ferraz AS, Albuquerque D, Rodrigues D, et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Atualização da Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica – 2012. *Arq Bras Cardiol* 2012;98(1 supl. 1):1-33.
3. Figueroa MS, Peters JI. Congestive heart failure: diagnosis, pathophysiology, therapy, and implications for respiratory care. *Respir Care.* 2006; 51(4):403-12.
4. Dempsey JA, Romer L, Rodman J, Miller J, Smith C. Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. *Respir Physiol Neurobiol.* 2006;151(2-3):242-50.
5. Kinugawa S, Takada S, Matsushima S, Okita K, Tsutsui H. Skeletal Muscle Abnormalities in Heart Failure. *Int Heart J.* 2015;56(5):475-84.
6. Bündchen DC, Gonzáles AI, Noronha MD, Brüggemann AK, Sties SW, Carvalho TD. Noninvasive ventilation and exercise tolerance in heart failure: A systematic review and meta-analysis. *Braz J Phys Ther.* 2014;18(5):385-94.
7. Meyer EC, Filho GL, Schettino GPP, Carvalho RR. Ventilação não-invasiva no cardiopata grave. *Rev Soc cardiol.* 1998; 8(3).
8. Rubim VSM, Neto CD, Romeo JLM, Montera MW. Valor prognóstico do teste de caminhada de seis minutos na insuficiência cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* 2006; 86(2):120-5.
9. Chermont 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 Prev.* 2009;29(1):44-8.
10. Lima ES, Cruz CG, Santos FC, Neto MG, Bittencourt HS, Reis FJFB, et al. Suporte ventilatório na capacidade funcional de pacientes com insuficiência cardíaca: estudo piloto. *Arq Bras Cardiol.* 2011;96(3):227-32.



11. Bussoni MF, Diz NM, Guirado GN, Galera RM, Zanati SG, Matsubara BB. Efeitos agudos de cpap na função diastólica ventricular esquerda e tolerância ao exercício na insuficiência cardíaca compensada. *Rev Bras ecocardiogr imagem cardiovasc.* 2010;23(4):33-37.
12. Bocchi EA, Braga FGM, Ferreira SMA, Rohde LEP, Oliveira WA, Almeida DR, et al. III Diretriz brasileira de insuficiência cardíaca crônica. *Arq Bras Cardiol.* 2009;93(1 supl.1):1-71.
13. ATS Statement. Guidelines for the six- minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med.* 2002;166(1):111-7.
14. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC. Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol.* 2007;33(4):397-406.
15. Neder JA, Andreoni S, Castelo-Filho A, Nery LE. Reference values for lung function tests. I. Static volumes. *Braz J Med Biol Res.* 1999;32(6):703-18.
16. Camargo VM, Martins BCS, Jardim C, Fernandes CJC, Hovnanian A, Souza R. Validação de um protocolo para o teste de caminhada de seis minutos em esteira para avaliação de pacientes com hipertensão arterial pulmonar. *J Bras Pneumol.* 2009;35(5):423-30.
17. Iwama AM, Andrade GN, Shima P, Tanni SE, Godoy I, Dourado VZ. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy brazilian subjects. *Braz J Med Biol Res.* 2009;42(11):1080-5.
18. Borg GAV. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and exercise.* 1982;14(5):377-361.
19. Stevens D, Elpern E, Sharma K, Szidon P, Ankin M, Kesten S. Comparison of hallway and treadmill six-minute walk tests. *American journal of respiratory and critical care medicine.* 1999;160:1540-43.
20. Almeida FG, Victor EG, Rizzo JA. Hallway versus treadmill 6-minute-walk tests in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Care.* 2009;54(12):1712-6.
21. Olson TP, Kenneth CB, Johnson BD. Pulmonary Function Changes Associated with Cardiomegaly in Chronic Heart Failure. *Journal of Cardiac Failure.* 2007;13(2):100-7.
22. Caruana L, Petrie MC, McMurray JJ, Macfarlane NG. Altered diaphragm position and function in patients with chronic heart failure. *Eur J Heart Fail.* 2001;3(2):183-7.
23. Meyer FJ, Mathias M, Zugck C, Kirschke A, Schellberg D, Kubler W, et al. Respiratory muscle dysfunction in congestive heart failure: clinical correlation and prognostic significance. *Circulation.* 2001;103(17):2153-2158.
24. Forgiarini Junior LA, Rubleski A, Garcia D, Tieppo J, Vercelino R, Dal Bosco A, et al. Avaliação da Força Muscular Respiratória e da Função Pulmonar em Pacientes com Insuficiência Cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2007;89(1):36-41.
25. Ribeiro, JP; Chiappa, GR; Callegaro, CC. Contribuição da musculatura inspiratória na limitação ao exercício na insuficiência cardíaca: mecanismos fisiopatológicos. *Rev Bras Fisioter.* 2012;16(4):261-7.
26. Moraes RS, Nobrega ACL, Castro BRT, Negrão CE, Stein R, Serra SM, et al. /Sociedade Brasileira de Cardiologia. Diretriz de reabilitação cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84(5):431-40.
27. Meirelles LR, Pinto VLM, Medeiros AS, Berry JRS, Magalhães CK. Efeito da atividade física supervisionada após 6 meses de reabilitação cardíaca: experiência inicial. *Rev SOCERJ.* 2006;19(6):474-81.
28. Evans SA, Watson L, Cowley AJ, Johnston ID, Kinneer WJ. Static lung compliance in chronic heart failure: relation with dyspnea and exercise capacity. *Thorax.* 1995;50(3):245-8.
29. Agostoni P, Cattadori G, Guazzi M, Palermo P, Bussotti M, Marenzi G. Cardiomegaly as a possible cause of lung dysfunction in patients with heart failure. *Am Heart J.* 2000;140:e24.
30. YAN, AT.; BRADLEY, TD.; LIU, PP. The role of continuous positive airway pressure in the treatment of congestive heart failure. *Chest.* 2001;120(5):1675-85.
31. Naughton MT, Rahman A, 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(6):1725-1731.
32. Lalande, S. Luoma CE, Miller AD, Johnson BD. Effect of changes in intrathoracic pressure on cardiac function at rest and during moderate exercise in health and heart failure. *Exp Physiol.* 2012;97(2):248-56.