

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**Centro de Ciências da Saúde**

Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde



**CORRELAÇÃO ENTRE A RESPOSTA RESPIRATÓRIA E O  
GRAU DE DISFUNÇÃO E REMODELAMENTO  
VENTRICULAR ESQUERDO EM INDIVÍDUOS COM  
INSUFICIÊNCIA CARDÍACA**

Tainá Maria de Souza Vidal

RECIFE, 2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**Centro de Ciências da Saúde**

Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde



**CORRELAÇÃO ENTRE A RESPOSTA RESPIRATÓRIA E O  
GRAU DE DISFUNÇÃO E REMODELAMENTO  
VENTRICULAR ESQUERDO EM INDIVÍDUOS COM  
INSUFICIÊNCIA CARDÍACA**

Dissertação elaborada pela mestranda Tainá Maria de Souza Vidal, sob orientação da Profa. Dra. Simone Cristina Soares Brandão e co-orientação da Profa. Dra. Daniella Cunha Brandão, a ser apresentada ao colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para a obtenção do grau de mestre.

RECIFE, 2014

Ficha catalográfica elaborada pela  
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4-1010

V649c Vidal, Tainá Maria de Souza.  
Correlação entre a resposta respiratória e o grau de disfunção e remodelamento ventricular esquerdo em indivíduos com insuficiência cardíaca / Tainá Maria de Souza Vidal. – Recife: O autor, 2014.  
108 f.: il.; tab.; 30 cm.

Orientadora: Simone Cristina Soares Brandão.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, CCS. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, 2014.  
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Insuficiência cardíaca. 2. Resposta respiratória. 3. Remodelamento ventricular. 4. Disfunção ventricular. I. Brandão, Simone Cristina Soares (Orientadora). II. Título.

610 CDD (23.ed.) UFPE (CCS2014-228)

**TAINÁ MARIA DE SOUZA VIDAL**

**CORRELAÇÃO ENTRE A RESPOSTA RESPIRATÓRIA E O GRAU DE  
DISFUNÇÃO E REMODELAMENTO VENTRICULAR ESQUERDO EM  
INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE em CIÊNCIAS DA SAÚDE.

Aprovada em:01/09/2014

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profº. Drº. Edgar Guimarães Victor (Presidente)  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Profº. Drº. Valdecir Castor Galindo Filho (Examinador Externo )  
Faculdade Integrada do Recife

---

Profº. Drº. Décio Medeiros Peixoto (Examinador Interno)  
Universidade Federal de Pernambuco

*Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, autor de meu destino, meu guia e socorro presente na hora da angústia.*

*Aos meus pais, irmão e meu esposo que, com muito amor e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.*

## ***Agradecimentos***

*Primeiramente a Deus que permitiu que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas que em todos os momentos é o maior mestre que alguém pode conhecer.*

*Aos meus pais, Sales e Petrucia Vidal, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.*

*Ao meu marido Paulo Thiago, pela paciência, motivação, amor e “auxílio digital” dedicados a mim durante essa jornada.*

*Meus agradecimentos ao meu irmão Diogo Vidal, companheiro de vida, pela amizade que faz parte da minha formação e que vai continuar presente em minha vida com muito carinho.*

*Às Profa. Dra. Simone Cristina Soares Brandão e Daniella Cunha Brandão pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.*

*A Universidade Federal de Pernambuco pela oportunidade de fazer o curso de mestrado.*

*À Profa. Dra. Armele Dornelas de Andrade por abrir as portas do Laboratório de Fisiologia e Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade, bem como a todos integrantes dessa linda e competente equipe, em especial, à minha companheira de coletas, Larissa de Andrade Carvalho.*

*Aos pacientes que se dispuseram à participar dessa pesquisa.*

*À instituição financiadora CAPES pelo apoio financeiro*

*A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.*

## RESUMO

**Contexto:** Com a progressão da Insuficiência Cardíaca (IC), o agravamento da disfunção ventricular, associada à presença de hipertrofia do músculo cardíaco e à deterioração da capacidade cardiopulmonar, mesmo durante a realização de pequenos esforços podem levar a episódios de dispneia intensa e fadiga muscular precoce. **Objetivo:** Correlacionar a distribuição dos volumes no compartimento tóraco-abdominal com a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC em diferentes graus de disfunção e remodelamento ventricular esquerdo. **Métodos:** Trata-se de um estudo de corte transversal envolvendo 32 pacientes provenientes de instituição de referência no atendimento cardiológico pelo Sistema Único de Saúde em Pernambuco que foram alocados em três grupos de acordo com o grau de disfunção sistólica. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisiologia Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco, onde foi realizado o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) e a pletismografia ópticoeletrônica (POE). **Resultados:** A porcentagem do consumo de oxigênio máximo ( $VO_2\%máx$ ) apresentou diferença significativa ( $p$ -valor = 0,021) quando os três grupos foram comparados, sendo o grupo 3 o que apresentou menor valor. No grupo 1 foram observadas fortes correlações positivas entre volume corrente (VC) e equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ) ( $r = 0,762$ ) e no grupo 3 do diâmetro diastólico e da massa do ventrículo esquerdo indexados pela superfície corpórea ( $DDVE/SC$  e  $MaVE/SC$ ) com o volume corrente abdominal ( $VC_{ab}$ ) ( $r = -0,586$ ), do VC com o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2máx$ ) ( $r = 0,582$ ), do volume corrente da caixa torácica abdominal e sua contribuição ( $VC_{cta}$  e  $VC_{cta}\%$ ) com  $VO_2máx$  ( $r = 0,682$ ;  $r = 0,539$  respectivamente) e com Pulso de  $O_2$  ( $r = 0,557$ ;  $r = 0,586$  respectivamente). **Conclusões:** A disfunção ventricular parece contribuir para um maior remodelamento cardíaco, o que pode comprometer a cinemática da caixa tóraco-abdominal, além de apresentar correlação do volume corrente e sua distribuição nos compartimentos da caixa torácica com variáveis funcionais. Tal perspectiva aprimora o olhar clínico do profissional, aumentando a atenção e melhorando a conduta terapêutica e o prognóstico do paciente com IC.

**Palavras-chaves:** Insuficiência cardíaca. Resposta respiratória. Remodelamento ventricular. Disfunção ventricular.

## ABSTRACT

**Background:** With the progression of heart failure (HF), the worsening of ventricular dysfunction associated with the presence of heart-muscle hypertrophy and the deterioration of cardiopulmonary capacity, even when performing small efforts, can lead to episodes of severe dyspnea and early muscle fatigue. **Objective:** To correlate the distribution of volumes in the thoracoabdominal compartment with the cardiopulmonary capacity of individuals with HF at different degrees of dysfunction and left ventricular remodeling. **Methods:** This was a cross-sectional study involving 32 patients from a reference institution in the cardiology care service of the National Health System, in the state of Pernambuco. The sample was divided into three groups according to the degree of systolic dysfunction. This study was carried out in the Laboratory of Cardiopulmonary Physiology and Physiotherapy of the Federal University of Pernambuco, where the cardiopulmonary stress tests (CPST) and optical-electronic plethysmography (OEP) tests were performed. **Results:** The percentage of maximum oxygen consumption ( $VO_2$  % max) revealed a significant difference ( $p$ -value = 0.021) when the three groups were compared, and group 3 presented the lowest value. In group 1, strong positive correlations were found between the tidal volume (TV) and ventilatory equivalent for carbon dioxide ( $VE/VCO_2$ ) ( $r=0.762$ ). In group 3, there were strong positive correlations between the diastolic diameter and left ventricular mass indexed by body surface (DDL<sub>V</sub>/BS and LVM<sub>a</sub>/BS) and the abdominal tidal volume (AbTV) ( $r=-0.586$ ); also, between the TV and the maximum oxygen consumption ( $VO_{2max}$ ) ( $r=0.582$ ); between the tidal volume of the abdominal rib cage and its contribution (TV<sub>arc</sub> and TV<sub>arc</sub>%) and  $VO_{2max}$  ( $r=0.682$ ,  $r=0.539$ , respectively) and  $O_2$  pulse ( $r=0.557$ ,  $r=0.586$ , respectively). **Conclusions:** Ventricular dysfunction appears to contribute to an increased cardiac remodeling, which can compromise the kinematics of the thoracoabdominal cage. Moreover, a correlation of the tidal volume and its distribution in the rib cage compartments with functional variables can also be observed. This perspective enhances the clinical expertise of the health professional, increasing attention and improving therapeutic management and prognosis of patients with HF.

**Key-words:** Heart failure. Respiratory response. Ventricular remodeling. Ventricular dysfunction.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VC	Volume corrente
AB	Compartimento abdominal
CTa	Caixa torácica abdominal
CTp	Caixa torácica pulmonar
CVF	Capacidade vital forçada
FEVE	Fração de Ejeção do ventrículo esquerdo
FR	Frequência respiratória
IC	Insuficiência cardíaca
IMC	Índice de massa corpórea
DDVE/SC	Diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo sobre a superfície corporal
MaVE/SC	Relação entre a massa do ventrículo esquerdo sobre a superfície corporal
NYHA	<i>New York Heart Association</i>
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
Pimáx	Pressão inspiratória máxima
POE	Pletismografia Optoeletrônica
R	Razão de troca respiratória
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TECP	Teste de exercício cardiopulmonar
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
VCO <sub>2</sub>	Produção de gás carbônico
VE	Ventilação minuto
VE/VCO <sub>2</sub>	Equivalente ventilatório da produção de gás carbônico
VE/VO <sub>2</sub>	Equivalente ventilatório do consumo de oxigênio

$VEF_1/CVF$  Relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada

$VO_2máx$  Consumo máximo de oxigênio

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES, TABELAS E FIGURAS

- Figura 1.** Fluxograma do número de artigos encontrados e selecionados após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão segundo descritores e bases de dados.....Pág.34
- Tabela 1** - Classificação metodológica dos artigos selecionados sobre a resposta respiratória na IC.....Pág.36
- Tabela 2** - Variáveis a serem analisadas dos artigos selecionados sobre a resposta respiratória na IC de acordo com o autor.....Pág.37
- Tabela 3** - Caracterização da amostra.....Pág.68
- Tabela 4** – Comparação entre grupos das variáveis do TECP, Ecocardiograma, Manovacuometria, Espirometria e POE.....Pág.70
- Figura 1** - Fluxograma de captação e acompanhamento dos participantes.....Pág.47
- Figura 2** - Disposição dos marcadores reflexivos.....Pág.56
- Figura 3** - Imagem tridimensional da caixa torácica subdividida em três compartimentos. CTp: caixa torácica pulmonar (em azul); CTa: caixa torácica abdominal (em verde); AB: abdômen (em laranja).....Pág.57
- Figura 4** - Realização do teste de exercício cardiopulmonar por um paciente acompanhado pela médica cardiologista assistente.....Pág.58
- Figura 5** - Disposição dos marcadores reflexivos em um participante da pesquisa....Pág.66
- Figura 6** - Gráficos das correlações existentes entre variáveis do Ecocardiograma (remodelamento cardíaco) e da POE.....Pág.71
- Figura 7** - Gráficos das correlações existentes entre variáveis do TECP e da POE.....Pág.72
- Fluxograma 1** - Acompanhamento dos participantes durante a pesquisa.....Pág.67

# SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO .....	13
2. CAPÍTULO I:.....	14
2.1. Referencial teórico .....	14
2.2. Justificativa .....	24
2.3. Artigo de revisão sistemática (Enviado para Revista Brasileira de Fisioterapia).....	25
2.4. Objetivos .....	42
2.5. Pergunta condutora.....	42
2.6. Hipóteses .....	42
3. CAPÍTULO II: MÉTODOS .....	43
3.1. Delineamento do estudo .....	43
3.2. Local de realização do estudo .....	44
3.3. População do estudo.....	44
3.4. Definição do tamanho amostral.....	45
3.5. Definição e categorização das variáveis.....	45
3.6. Operacionalização das medidas .....	51
3.7. Etapas e métodos de coleta dos dados.....	54
3.8. Análise dos dados.....	54
3.9. Testes estatísticos .....	55
3.10. Aspectos éticos.....	55
4. CAPÍTULO III: ARTIGO ORIGINAL (Será traduzido e enviado para “American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation”) .....	56
5. CAPÍTULO IV: CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS. ....	76
REFERÊNCIAS .....	77
APÊNDICES.....	83
ANEXOS.....	87

## 1. APRESENTAÇÃO

A presente dissertação foi desenvolvida para linha de pesquisa “Epidemiologia, diagnóstico, tratamento e reabilitação das doenças do Sistema Cardiovascular” do programa de pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Este trabalho faz parte de um projeto maior que busca avaliar os efeitos de um programa de reabilitação cardíaca sobre variáveis cardiopulmonares de indivíduos com insuficiência cardíaca (IC).

O objetivo principal desse estudo foi correlacionar a resposta respiratória com o grau de disfunção e remodelamento ventricular de indivíduos com insuficiência cardíaca.

Os dados obtidos com este estudo resultaram em dois artigos – um de revisão e outro original - intitulados: “Avaliação da resposta respiratória em indivíduos com insuficiência cardíaca: revisão sistemática” que será enviado para Revista Brasileira de Fisioterapia (qualis B3 para área Medicina I da CAPES); e “Correlação entre a resposta respiratória e a disfunção ventricular em indivíduos com insuficiência cardíaca”, o qual será enviado para American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation (qualis B1 para área Medicina I da CAPES).

Atendendo às normas vigentes do Programa de Pós-graduação *Strictu Sensu* em Ciências da Saúde da UFPE para elaboração da dissertação, no presente exemplar os resultados obtidos nesta dissertação são apresentados no formato de artigo original.

## **2. CAPÍTULO I:**

### **2.1. Referencial teórico**

Nesse tópico serão apresentados temas referentes à presente dissertação.

#### **Insuficiência Cardíaca**

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome clínica complexa de caráter sistêmico, determinada por uma disfunção cardíaca que ocasiona inadequado suprimento sanguíneo para atender as necessidades metabólicas tissulares, na presença de retorno venoso normal, ou fazê-lo somente a partir de elevadas pressões de enchimento (BOCCHI et al., 2009).

Nesta síndrome ocorrem alterações hemodinâmicas que envolvem resposta inadequada do débito cardíaco e elevação das pressões pulmonar e venosa sistêmica, além de alterações moleculares que, por sua vez, conduzem a uma deterioração progressiva do coração e morte prematura dos cardiomiócitos (BARRETTO & RAMIRES, 1998).

A IC é a via final comum da maioria das cardiomiopatias (BOCCHI et al., 2009) e a melhor estratégia de prevenção é o controle dos fatores de risco como a diabetes mellitus, a obesidade, dentre outros (AVERY et al., 2012). A IC pode ser causada por doenças como a doença arterial coronariana e o infarto agudo do miocárdio (WAJNGARTEN & OLIVEIRA, 2003), a hipertensão arterial, cardiomiopatias, os defeitos congênitos do coração, a febre reumática, as valvulopatias, a doença pericárdica, a cardiopatia alcoólica e os danos miocárdicos ocasionados pela quimioterapia e/ou radioterapia (LLOYD-JONES et al., 2010). Do ponto de vista etiológico, vale ressaltar no Brasil a miocardiopatia chagásica (MARINETTO et al., 1999).

Os sintomas mais comuns da IC são: dispneia aos esforços, ortopneia, dispneia paroxística noturna, tosse, edema de membros inferiores, ascite, taquicardia, dificuldade para dormir, fadiga, fraqueza, desmaios, perda de apetite, indigestão (VIECILLI et al., 2009). Além disso, outros sintomas menos frequentes são apresentados, tais como: diminuição da atenção ou da concentração, náuseas, vômitos, noctúria, diminuição da sobrevida e da qualidade de vida (KENDZIORRA et al., 2005; BOCCHI et al., 2012).

Entretanto, em alguns pacientes com IC, os sintomas aparecem somente sob as seguintes condições: arritmias, anemia, hipertireoidismo, infecções com febre e doença renal

(HANSEN et al., 2011). Ainda, outro sinal presente nesses indivíduos é a cardiomegalia, que pode ser mais comumente avaliada por radiografia de tórax em incidências pósterio-anterior (PA) e lateral ou por dados ecocardiográficos (MATTOS, 2005).

A IC pode ser classificada subjetivamente, de acordo com o grau de dispnéia, em quatro classes propostas pela *New York Heart Association* (THE CRITERIA COMMITTEE OF THE NEW YORK HEART ASSOCIATION, 1994), conforme mostrado na tabela 1:

Classe I	Ausência de dispnéia durante atividades cotidianas. A limitação para esforços é semelhante à esperada em indivíduos normais;
Classe II	Dispnéia desencadeada por atividades cotidianas;
Classe III	Dispnéia desencadeada em atividades menos intensas que as cotidianas ou pequenos esforços;
Classe IV	Dispnéia em repouso.

Essas classes estratificam o grau de limitação imposto pela doença para atividades cotidianas do indivíduo, além de avaliar a qualidade de vida e prognóstico da doença. No entanto, essa classificação não apresenta boa relação com a fração de ejeção do ventrículo esquerdo. Ou seja, não há uma boa correlação entre o grau de disfunção ventricular e a gravidade dos sintomas (VAN DEN BROCK et al, 1992).

Além do valor prognóstico da classe funcional aferida em avaliação inicial de pacientes, sua determinação serve para avaliar resposta terapêutica e contribuir para a determinação do melhor momento para intervenções (VAN DEN BROCK et al, 1992).

A IC também pode ser classificada em relação à progressão da doença. Essa estratificação é uma medida simples, baseada em dados de história, e que permite ao profissional de saúde avaliar o momento evolutivo da doença em que o paciente se encontra. Além disso, permite avaliar também a qualidade de vida, o prognóstico e estabelecer prioridades e linhas terapêuticas (DICKSTEIN et al., 2008). Esta forma de categorização permite uma compreensão evolutiva da doença e serve de base para a identificação de pacientes com indicação de intervenções predominantemente preventivas (estágios A e B),

terapêuticas (estágios C) ou seleção de pacientes para procedimentos especializados e cuidados paliativos (estágio D), conforme apresentado na tabela 2.

Estágio A	Inclui pacientes sob risco de desenvolver IC, mas ainda sem doença estrutural perceptível e sem sintomas atribuíveis à IC.
Estágio B	Pacientes que adquiriram lesão estrutural cardíaca, mas ainda sem sintomas atribuíveis à IC.
Estágio C	Pacientes com lesão estrutural cardíaca e sintomas atuais ou progressos de IC.
Estágio D	Pacientes com sintomas refratários ao tratamento.

### **Dados Epidemiológicos**

A IC caracteriza-se por um grave e crescente problema de saúde pública em todo o mundo, sobretudo nos países industrializados e com grande população idosa (PEREIRA BARRETO et al., 2008). No Brasil, o índice do envelhecimento populacional tem se apresentado numa velocidade bastante rápida e suas projeções indicam que em 2025 o país terá a sexta maior população de idosos; aproximadamente 30 milhões de pessoas (15% da população total) (ROSSI NETO, 2004). Certamente, o aumento do número de idosos terá relação direta com a multiplicação dos casos de IC, tanto no que diz respeito à incidência quanto à prevalência (FREITAS et al., 2012).

Embora os avanços científicos e tecnológicos e as melhores condições socioeconômicas tenham possibilitado o aumento da longevidade das pessoas, a IC vem apresentando um registro significativo em todo o mundo, com altas taxas de reinternação e elevação de custos hospitalares (SALVADOR HASSI et al., 2005).

Dados do SUS vêm demonstrando que a evolução dos pacientes com IC não têm se modificado de maneira muito expressiva, pelo menos não quanto à mortalidade hospitalar nem mesmo quanto ao número de pacientes hospitalizados a cada ano (NOGUEIRA et al., 2010).

O aumento na incidência de IC está relacionado aos avanços terapêuticos no infarto agudo do miocárdio, na hipertensão arterial, dentre outras cardiopatias. Esta melhora no tratamento leva a maior sobrevivência e, conseqüentemente, aumento da prevalência e das internações hospitalares, com altos custos, principalmente nos países cuja população idosa encontra-se em ascensão (ROSSI NETO, 2004) como o Brasil. Estima-se que o custo anual do tratamento da IC no Brasil é cerca de 200 milhões de reais (FREITAS et al., 2012).

Estudos de prevalência estimam que 23 milhões de pessoas no mundo têm IC e que dois milhões de casos novos são diagnosticados anualmente (NOGUEIRA et al., 2010). Segundo dados do DATASUS, há no Brasil cerca de dois milhões de pacientes com IC e 240 mil casos novos por ano (FREITAS et al., 2012).

Apesar do reconhecimento crescente da importância que a IC vem adquirindo em nosso meio, há insuficiência de dados epidemiológicos, clínicos e terapêuticos sobre a doença, o que dificulta a definição de prioridades para elaboração de estratégias preventivas (NARANG et al., 1996).

### **Fisiopatologia**

Descrita nos tópicos apresentados.

#### **Queda da Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE)**

A FEVE representa o percentual do volume ventricular diastólico final que foi ejetado na sístole, cuja faixa de normalidade gira em torno de 55% e as frações de ejeção menores que este valor indicam contratilidade miocárdica deprimida (BOCCHI et al., 2012). Nessa condição, há um aumento do volume de sangue dentro do ventrículo esquerdo, ou seja, uma sobrecarga de volume, com conseqüente hipertrofia excêntrica da câmara. Observa-se aumento tanto no comprimento das fibras musculares como na espessura das paredes (MCMURRAY et al., 2012).

Durante a evolução da IC, a contratilidade miocárdica progressivamente sofre redução. Uma das principais medidas de diagnóstico que indica esta condição é a FEVE diminuída (MATOS, 2005). Além disso, indivíduos com disfunção ventricular esquerda apresentam maior risco de morte cardiovascular. Desta forma, a FEVE é um importante e bem estabelecido fator de prognóstico em muitas doenças cardíacas.

## **Remodelamento Ventricular**

Na IC, a função cardíaca pode estar comprometida por dois mecanismos: 1) redução da ejeção do sangue sob pressão para a aorta e tronco pulmonar, por depressão da contratilidade miocárdica (diminuição do inotropismo), e 2) esvaziamento inadequado do reservatório venoso que transporta sangue para o coração, por comprometimento do enchimento e relaxamento ventriculares (diminuição da lusitropia) (CORRÊA et al., 2008).

Nesse sentido, a IC pode ser classificada, respectivamente, em sistólica e diastólica (DI NASO et al., 2009). A IC sistólica se caracteriza, em relação a alterações de microarquitetura do coração, por um coração dilatado e com paredes finas, ou seja, com hipertrofia excêntrica (SALVADOR RASSI et al., 2005). Paralelamente a essas alterações, o organismo dispõe de mecanismos compensatórios (resposta neurohumoral) para atenuar o déficit funcional cardíaco (DI NASO et al., 2009).

Esta resposta compreende três elementos fundamentais: reação hemodinâmica de defesa que visa manter a pressão de perfusão de órgãos nobres e o débito cardíaco; resposta inflamatória na qual o coração e outros órgãos parecem atuar como se estivessem reagindo a agentes estranhos; e resposta hipertrófica com remodelamento ventricular, a qual inclui alterações da biologia e estrutura dos cardiomiócitos e na geometria da câmara ventricular (BOCCHI et al., 2012).

Tais mecanismos, inicialmente benéficos, se tornam posteriormente nocivos contribuindo para a deterioração progressiva dos cardiomiócitos já sobrecarregados. A nível celular, o stress biomecânico exercido sobre os cardiomiócitos inicia diferentes processos que conduzem a padrões distintos de hipertrofia (DICKSTEIN et al., 2008).

No coração com sobrecarga de pressão, as novas unidades de proteínas-contráteis são adicionadas em paralelo, resultando num aumento relativo da largura dos cardiomiócitos individualmente e, portanto, na hipertrofia concêntrica, com redução do volume da cavidade do ventrículo. Por outro lado, adição em série de novas unidades de proteínas-contráteis caracteriza a hipertrofia excêntrica que ocorre em doentes com sobrecarga de volume, com um aumento proporcionalmente maior no comprimento do que na largura dos cardiomiócitos (MATTOS, 2005).

Assim, a hipertrofia desenvolve-se a partir de alguns mecanismos indutores, como: o aumento dos níveis de cálcio intracelular (um dos eventos iniciais neste processo), a ativação celular induzida por fatores como fator de crescimento  $\beta$  (TGF- $\beta$ ), as catecolaminas e a angiotensina II (MATTOS, 2005).

Recentemente, comprovou-se que a autofagia cardíaca é um processo que também contribui para a transição da hipertrofia cardíaca para a IC. A autofagia, um mecanismo celular de reciclagem de proteínas e organelas, encontra-se ativada nos cardiomiócitos insuficientes, como resposta ao stress biomecânico (BOCCHI, et al., 2009).

Desta forma, o remodelamento ventricular diz respeito a um processo progressivo de dilatação, hipertrofia, perda de cardiomiócitos, aumento da fibrose intersticial e disfunção ventricular, presente na IC. O coração sofre remodelagem como resposta a uma variedade de estímulos, fato que ilustra a sua plasticidade (DICKSTEIN et al., 2008).

O remodelamento ventricular pode ser definido a nível microscópico e macroscópico (BARRETO & RAMIRES, 1998). Assim, os diferentes componentes do remodelamento ventricular são agregados em: 1) alterações na biologia do miócito (nomeadamente: expressão dos genes fetais das cadeias pesadas da miosina, perda de miofilamentos, hipertrofia; miocitólise e dessensibilização adrenérgica); 2) alterações estruturais miocárdicas a nível celular (perda de cardiomiócitos por necrose e apoptose e alterações na matriz extracelular); e 3) alterações na geometria da câmara ventricular esquerda (dilatação e adelgaçamento da parede do ventrículo esquerdo, aumento da esfericidade, fibrose subendocárdica e insuficiência mitral).

Para que se verifique remodelamento ventricular é necessário que ocorra o estiramento e alongamento dos cardiomiócitos, bem como o deslizamento de uns sobre os outros. A articulação de fatores mecânicos, humorais e autócrinos estimula os fibroblastos a expressarem vários tipos de RNAm (de colágeno, fibronectina, dentre outros) que no seu conjunto conduzem à fibrose, elemento que acompanha o remodelamento ventricular (SALVADOR RASSI et al., 2005).

### **Relação entre pulmão e coração na Insuficiência Cardíaca**

Estudos epidemiológicos têm mostrado associação entre a função pulmonar e mortalidade, particularmente relacionados a eventos cardiovasculares (LALANDE & JOHNSON, 2010). Embora o nexo de causalidade entre função pulmonar e mortalidade cardíaca permaneça pouco claro, sabe-se que ele pode estar associado com as progressivas alterações no tamanho do coração (MALFATTO et al., 2012).

A IC pode ser induzida por alterações de função pulmonar, como a fraqueza muscular respiratória, hipertensão pulmonar e mudança neuro-humoral (WANDERLEY BRAGA et al., 2006). A gravidade da doença está provavelmente relacionada a um

desequilíbrio de fluidos no pulmão e alterações crônicas na membrana alvéolo-capilar que comprometem a difusão (OLSON & JOHNSON, 2011).

Além do fato dos pulmões e coração dividirem um mesmo compartimento, da parede torácica e do músculo cardíaco ser menos complacente que os pulmões, outro contribuinte potencial para as mudanças na função pulmonar na IC é a hipertrofia cardíaca progressiva. Tais mudanças no volume cardíaco resultam principalmente em alterações pulmonares restritivas como reduções do volume pulmonar total e da capacidade vital (OLSON et al., 2006). Assim, o aumento do volume cardíaco dentro da cavidade torácica fechada causa restrições significativas sobre os pulmões e existe uma forte correlação inversa entre o tamanho cardíaco e o volume pulmonar (OLSON et al, 2007).

As mudanças no tamanho do músculo cardíaco potencializa a concorrência pelo espaço torácico, o que influencia o padrão respiratório e, posteriormente, aumenta a interdependência entre o coração e os pulmões (ROMEI et al., 2010). Por sua vez, esta maior interdependência coração-pulmão em pacientes com IC sugere que a insuflação do pulmão poderia influenciar o enchimento do ventrículo esquerdo através da compressão mecânica sobre um ventrículo esquerdo menos complacente (OLSON et al., 2006).

Desta forma, em doentes com IC, o aumento gradual no tamanho cardíaco associado a redução nos volumes pulmonares, o edema pulmonar intersticial devido à pressão de enchimento elevada do ventrículo esquerdo e a fraqueza musculatura respiratória provavelmente contribuem para aumentar a carga inspiratória e limitar a reserva inspiratória durante períodos de aumento da demanda ventilatória (WITT et al., 1997). Além do mais, sugere-se ainda, que grandes reduções da pressão intratorácica que acompanha a inspiração podem reduzir o volume de ejeção cardíaco devido a uma influência dominante da pós-carga na IC (MOURA et al., 2010).

### **Métodos de avaliação da função pulmonar e cardíaca**

Descritos nos tópicos apresentados.

#### **Teste de Exercício Cardiopulmonar**

Trata-se de um exame complementar de diagnóstico, realizado por profissional médico cardiologista habilitado, que consiste em submeter o indivíduo a um esforço físico crescente, através da utilização de um ergômetro, o qual poderá ser uma esteira ou uma

bicicleta ergométrica (JONES & KILLIAN, 2000). Utilizam-se protocolos que determinam a forma de acelerar e/ou inclinar a esteira, de acordo com as características clínicas do paciente e a finalidade do exame (NEDER & NERY, 2002; SILVA & FILHO, 2003).

Os principais objetivos do teste são avaliar a capacidade cardiorrespiratória, detectar arritmias, anormalidades da pressão arterial e isquemia miocárdica, avaliar surgimento de sopros, sinais de falência ventricular esquerda e dos eventuais sintomas que podem acompanhar essas disfunções. Além de fornecer uma avaliação funcional da doença cardíaca já conhecida e guiar a prescrição de exercícios físicos (YAZBEK et al., 1998).

O teste de exercício cardiopulmonar (TECP) ou ergoespirometria é considerado padrão ouro para avaliar a capacidade funcional de um indivíduo através do estudo da atividade elétrica do coração e suas repercussões clínicas, aferindo a adequação entre a demanda e a oferta de oxigênio ao miocárdio (SERRA, 1997; RONDON et al., 1998; YAZBEK et al., 1998)

Esta análise por sistemas computadorizados extremamente precisos e em tempo real é realizada através do registro de importantes variáveis tanto metabólicas quanto respiratórias, tais como o consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ), consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ), dióxido de carbono ( $VCO_2$ ), ventilação minuto (VE), equivalente ventilatório de oxigênio ( $VE/VO_2$ ), equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ), razão de troca respiratória entre a produção de dióxido de carbono e o consumo de oxigênio ( $VCO_2/VO_2$ ), pressão parcial de oxigênio ao final da expiração ( $PetO_2$ ), pressão parcial de dióxido de carbono ao final da expiração ( $PetCO_2$ ), fração expirada de oxigênio ( $FEO_2$ ), fração expirada de dióxido de carbono ( $FECO_2$ ) e razão entre o espaço morto funcional estimado e o volume corrente ( $Vd/Vt$ ).

Essas variáveis enriquecem sobremaneira e fornecem uma compreensão mais ampla das respostas clínicas, eletrofisiológicas e hemodinâmicas indiretas proporcionadas pelo exercício físico progressivo e dinâmico, quando comparadas a ergometria convencional (YAZBEK et al., 1998).

O  $VO_{2máx}$ , uma das principais variáveis aferidas pela TECP, é definido como a quantidade máxima de  $O_2$  que o organismo pode absorver da atmosfera para os alvéolos, transportando, liberando e utilizando o  $O_2$  para os tecidos. Ou seja, ele representa o nível de atividade física do indivíduo, determinado pela reserva máxima do sistema cardiovascular (WASSERMAN & MCILROY, 1964; VAN DEN BROCK et al., 1992).

A VE é determinada por meio do produto da frequência respiratória (FR) pelo volume corrente (VC). Fisiologicamente, durante o exercício, o incremento da VE é

proporcional à produção do  $VCO_2$ . Os equivalentes respiratórios de  $VO_2$  e  $VCO_2$ , as relações  $VE/VO_2$  e  $VE/VCO_2$ , relacionam quantos litros de ar por minuto são necessários e devem ser ventilados para consumir 100mL de  $O_2$  (normal entre 2,3 e 2,8L/100mL) ou produzir em  $CO_2$ . Outra variável de fundamental importância é o tempo de recuperação do  $VO_{2máx}$  ( $T_{1/2}$ ) que diz respeito ao tempo necessário para se alcançar 50% da variação do  $VO_{2máx}$  atingido (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2000).

### **Pletismografia Óptico-eletrônica**

A ventilação pulmonar é geralmente mensurada através da ventilometria, espirometria ou da pneumotacografia (GILBERT et al, 1972; *American Thoracic Society* (ATS) / *European Respiratory Society* (ERS), 2002; PAISANI et al, 2005). Embora sejam amplamente utilizados, são métodos limitantes quanto à mensuração prolongada e à mobilidade do indivíduo, acrescentam espaço morto, devido à utilização de boquilhas, e, conseqüentemente, aumentam o VC (GILBERT et al, 1972).

Essas dificuldades induziram investigação na tentativa de mensurar a ventilação indiretamente através da gravação do movimento da parede torácica (FERRIGNO & PEDOTTI, 1985). Desta forma, diversos pesquisadores estudaram a análise dos movimentos da parede torácica através da visualização bidimensional (2D) e tridimensional (3D) (AGGARWAL & NANDHAKUMAR, 1988; BORGHESE & FERRIGNO, 1990; SEIN et al, 2002) até a chegada do modelo final de Ferrigno e Pedotti, 1994, que consiste de um sistema optoeletrônico para análise do movimento de marcadores reflexivos fixados no tórax (FEREIGNO et al, 1994).

A pletismografia optoeletrônica (POE) é um instrumento capaz de mensurar, respiração por respiração, o volume da caixa torácica e de seus diferentes compartimentos - caixa torácica pulmonar (CTp), caixa torácica abdominal (CTa) e abdome (AB) - a partir de marcadores reflexivos dispostos em pontos anatômicos específicos da caixa torácica. (ALIVERTI et al., 2002; IANDELLI et al., 2002; ALIVERTI et al., 2003; ALIVERTI et al., 2008) A partir desses marcadores reflexivos, o modelo geométrico da superfície torácica é formado, tendo seu volume calculado baseado no Teorema de Gauss (CALA et al., 1996). Ademais, a POE ainda permite a avaliação volumétrica por hemitórax, totalizando seis compartimentos. (ALIVERTI et al., 2003)

Além disso, a POE apresenta como vantagem ser um método não invasivo e não ionizante, o qual não requer clipe nasal, bucal ou o uso de qualquer outro dispositivo. A

calibração do instrumento é de fácil manejo e não há necessidade da participação do indivíduo e a avaliação poderá ocorrer em diferentes situações, sendo elas dinâmicas ou estáticas (CALA et al., 1996; ALIVERTI et al., 2000; ALIVERTI et al., 2001(a); ALIVERTI et al., 2001(b); ALIVERTI et al., 2004; VOGIATZIS et al., 2005 (a); VOGIATZIS et al., 2005 (b); ALIVERTI et al., 2006; HOSTETTLER et al., 2011).

Através de uma análise por sistemas computadorizados, são mensuradas a cada ciclo respiratório, as variáveis de volume e de tempo dos três compartimentos torácicos, além de variáveis que refletem a assincronia toracoabdominal (ALIVERTI et al., 2003; ROMAGNOLI et al., 2008; ALIVERTI et al., 2009).

As variáveis relacionadas ao volume são: volume corrente da parede torácica (VC), volume corrente da caixa torácica pulmonar (VCctp), volume corrente da caixa torácica abdominal (VCcta), volume corrente do abdome (VCab), volume expiratório final da parede torácica (Vef), volume expiratório final da caixa torácica pulmonar (Vefctp), volume expiratório final da caixa torácica abdominal (Vefcta), volume expiratório final do abdome (Vefab), volume inspiratório final da parede torácica (Vif), volume inspiratório final da caixa torácica pulmonar (Vifctp), volume inspiratório final da caixa torácica abdominal (Vifcta) e volume inspiratório final do abdome (Vifab). Os volumes relativos, que correspondem à contribuição de cada compartimento para o VC de caixa torácica são: porcentagem da contribuição da caixa torácica pulmonar (Vctp%), porcentagem da contribuição da caixa torácica abdominal (Vcta%) e porcentagem da contribuição do abdome (Vab%) (ALIVERTI & PEDOTTI, 2003).

A cada ciclo respiratório, é possível determinar o tempo total do ciclo, o tempo da inspiração, o tempo da expiração e a relação entre tempo inspiratório e tempo total do ciclo. Além disso, são calculados os fluxos inspiratório e expiratório, frequência respiratória (FR) e VE. As variáveis de tempo medidas em segundos por meio da POE são: tempo inspiratório (Ti), tempo expiratório (Te), tempo total do ciclo respiratório (Ttot). Através deste instrumento ainda pode ser operacionalizadas as seguintes variáveis: porcentagem de tempo inspiratório em relação ao tempo total (Ti/Ttot), FR em incursões respiratórias por minuto, VE em litros por minuto e fluxo inspiratório médio (VCpt/ti) e fluxo expiratório médio (VCpt/te) em litros por segundo (ALIVERTI & PEDOTTI, 2003).

As vantagens do método e a acurácia na estimação das variáveis durante a respiração têm sido apontadas em diversos estudos abordando diversas patologias; asma, doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), IC, síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA), lesão pulmonar aguda (LPA), dentre outras (DURANTINI et al, 2002; BIANCHI et

al, 2004; SPAHIJA et al, 2005; ALIVERTI et al, 2006; BIANCHI et al, 2007; CHIUMELLO et al, 2007; FERNANDES et al, 2007).

## **2.2. Justificativa**

O Brasil está passando por um período de envelhecimento populacional. Isso demonstra que a sociedade melhorou suas condições socioambientais, porém para que tal fato represente um avanço positivo para toda população, é preciso pensar em políticas que proporcionem melhor qualidade de vida a esses indivíduos que estão vivendo mais (BOCCHI et al., 2012). Dentre muitas consequências e limitações decorrentes do processo de envelhecimento, está a insuficiência cardíaca (IC), que atualmente representa um grande problema de saúde pública no âmbito mundial (LLOYD-JONES et al., 2010).

Essa complexa síndrome traz diversas implicações não só para comunidade, como altos custos socioeconômicos para o sistema de saúde e aposentadorias precoces devido à perda de produtividade, mas também para o seu portador, como os problemas físicos e emocionais que causam seu isolamento social (SCATTOLIN et al., 2007).

Na IC, a presença de remodelamento e de disfunção ventricular esquerda significativa implicam em incapacidade laborativa para atividades que requeiram esforço físico, como também invalidez, quando da impossibilidade de reabilitação profissional (BUENO JÚNIOR, 2009). Assim, quanto pior a FEVE e maior o diâmetro ventricular esquerdo, pior o prognóstico, maior o grau de limitação físico-funcional e pior a qualidade de vida (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005).

Desta forma, torna-se imprescindível a busca do entendimento amplo, por parte do profissionais de saúde, sobre o que acontece durante a evolução da IC, incluindo a resposta cardiopulmonar de acordo com disfunções reportadas na literatura que interferem na vida desses indivíduos. Bem como o conhecimento dos instrumentos de avaliação usualmente aplicados ou inovadores, que fornecem resultados mais fidedignos e de melhor aplicabilidade.

Para assim, estabelecer tratamentos eficientes para os acometidos e, conseqüentemente melhorar os seus prognósticos. Além de, incentivar a proliferação da utilização desses instrumentos na avaliação completa desses pacientes no território regional e nacional.

### 2.3. Artigo de revisão sistemática (Enviado para Revista Brasileira de Fisioterapia)

## **AVALIAÇÃO DA RESPOSTA RESPIRATÓRIA EM INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA: REVISÃO SISTEMÁTICA**

### **ASSESSMENT OF RESPIRATORY RESPONSE IN INDIVIDUALS WITH HEART FAILURE: A SYSTEMATIC REVIEW**

Tainá Maria de Souza Vidal<sup>1</sup>, Daniella Cunha Brandão<sup>2</sup>, Gilmário Ricarte Batista<sup>3</sup>, Armele Dornelas de Andrade<sup>2</sup>, Simone Cristina Soares Brandão<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Fisioterapia, UFPE, Recife/PE Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Educação Física da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa/PB, Brasil

#### **RESUMO**

O objetivo deste artigo foi revisar sistematicamente as evidências disponíveis sobre as formas, instrumentos e variáveis, de avaliar a resposta respiratória de indivíduos com insuficiência cardíaca (IC). Foi realizado um levantamento de dados sobre essa temática a partir das bases de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System Online, Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde e Scientific Electronic Library Online, utilizando os seguintes descritores e termos livres: “Heart failure”; “Respiratory response”; “Opticoelectronic plethysmography”; “Lung volumes”; “Ventilatory pattern”; “Ejection fraction of the left ventricle”; “Ventricular dysfunction”; “Ventricular remodeling” realizando dezesseis cruzamentos. Na base de dados Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine), via Publisher MedLine, cruzando-se as palavras-chave e termos livres, foram encontrados quinhentos e oitenta artigos. Já nas bases de dados Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde e Scientific Electronic Library Online, nas quais foi realizada busca nos idiomas inglês, português e espanhol, foram encontrados vinte e quatro artigos, conjuntamente. Dos 604 artigos encontrados, oito estudos transversais foram analisados. Conclui-se, pelas evidências reportadas nesta revisão, que a avaliação da resposta respiratória durante a IC ocorre por meio do teste de esforço cardiopulmonar, espirometria,

manovacuometria, radiografia de tórax, teste de caminhada de 6 minutos, medição da respiração única, análise da difusão pulmonar e pletismografia ópticoeletrônica avaliando, principalmente, as seguintes variáveis: Consumo de oxigênio de pico; Equivalente respiratório de gás carbônico; Consumo de oxigênio pelo miocárdio; Ventilação minuto; Volume expiratório forçado em 1 segundo; Capacidade vital forçada; Pressão inspiratória máxima; Distância percorrida; Pressão alveolar de oxigênio; Capacidade de difusão; Volume corrente; Produção de dióxido de carbono; Volume corrente da caixa torácica pulmonar; Volume corrente da caixa torácica abdominal; Volume corrente do abdome; Volume expiratório final da parede torácica.

Palavras-chave: Insuficiência cardíaca, resposta respiratória, remodelamento ventricular, disfunção ventricular.

## **ABSTRACT**

This study aimed to systematically review the available evidence on the methods, instruments and variables for evaluating the respiratory response of individuals with Heart Failure (HF). Data searches were conducted on the databases Medical Literature Analysis and Retrieval System Online, Latin-American and Caribbean Health Sciences and Scientific Electronic Library Online, using the following descriptors and free terms: "Heart failure"; "Respiratory response"; "Optical-electronic plethysmography"; "Lung volumes"; "Ventilatory pattern"; "Ejection fraction of the left ventricle"; "Ventricular dysfunction"; "Ventricular remodeling". A total of sixteen crossings were made. Five hundred and eighty articles were found on the database Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (MedLine), via Publisher MedLine, by crossing such descriptors and free terms. Twenty-four articles were retrieved from the databases Latin-American and Caribbean Health Sciences and Scientific Electronic Library Online. The searches were made in English, Portuguese and Spanish. Of the 604 articles found, eight cross-sectional studies were analyzed. According to the evidence reported in this review, it is concluded that the evaluation of the respiratory response during CI is made by the following tests: cardiopulmonary stress, spirometry, manovacuometry, chest radiography, the 6-minute walk test, measurement of single-breath, analysis of lung diffusion and optical-electronic plethysmography. The main variables studied are: Peak oxygen consumption; Ventilatory equivalent of carbon dioxide; Myocardial oxygen consumption; Minute ventilation; Forced expiratory volume in 1 second; Forced vital capacity; Maximal inspiratory pressure; Distance traveled; Alveolar oxygen pressure; Diffusion capacity; Tidal volume; Production of carbon dioxide; Tidal volume of pulmonary rib cage; Tidal volume of abdominal rib cage; Tidal volume of the abdomen; and End-expiratory volume of the chest wall.

Key-words: Heart Failure, Respiratory Response, Ventricular Remodeling, Ventricular Dysfunction.

## INTRODUÇÃO

A Insuficiência Cardíaca (IC) caracteriza-se por um grave e crescente problema de saúde pública em todo o mundo, com altas taxas de mortalidade e re-hospitalizações<sup>1</sup>, sobretudo em países industrializados com grande população idosa<sup>2</sup>. Refere-se à falha do coração em bombear sangue para suprir as necessidades de todo o organismo e manifesta-se quando há redução do débito cardíaco ou acúmulo de sangue nas veias cava superior, cava inferior e pulmonares<sup>3, 4</sup>.

Em decorrência a esse mecanismo, o sistema cardiovascular utiliza alguns mecanismos compensatórios, como elevar a frequência cardíaca, a pressão diastólica final e a massa ventricular<sup>5</sup>. Porém, se a doença continuar progredindo, ainda assim, haverá comprometimento da função ventricular<sup>6</sup>.

O principal sintoma apresentado pelo paciente com IC é a dispnéia aos esforços, que determina limitação para a realização das atividades profissionais e até mesmo da vida diária<sup>7</sup>. Analisando por esse aspecto, a função dos músculos respiratórios pode estar afetada na presença de doenças relacionadas ao coração, situação em que os pacientes podem apresentar fraqueza e fálência da musculatura respiratória<sup>8</sup>.

A IC determina alterações hemodinâmicas, principalmente pela sobrecarga de pressão e de volume, na região alveolocapilar, caracterizando a fase aguda<sup>9</sup>. Assim, ocorre o remodelamento dos capilares pulmonares e da membrana tecidual, que acarreta aumento da densidade da matriz celular e prejuízo da permeabilidade endotelial<sup>10</sup>. A remoção do fluido capilar ativo resulta em dificuldades nas trocas gasosas e concomitantemente na mobilidade pulmonar e torácica<sup>11, 12</sup>.

Existem evidências<sup>13, 14</sup> ainda da presença de fraqueza muscular respiratória em pacientes cardiopatas, o que reduz o fluxo sanguíneo para os músculos respiratórios, causando atrofia muscular generalizada, e conseqüentemente, maiores limitações físico-funcionais<sup>15</sup>.

Por isso, torna-se relevante conhecer e analisar as formas de avaliar o comprometimento do sistema respiratório em pacientes que apresentam IC para assim tratar eficientemente da queixa mais comum e limitante entre esses pacientes. Assim, no intuito de propor recomendações para futuras investigações e para prática clínica atual, o objetivo deste artigo foi revisar sistematicamente as evidências disponíveis sobre as formas, instrumentos e variáveis de avaliar a resposta respiratória de indivíduos com IC.

## MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática da literatura realizada a partir das bases de dados “Medical Literature Analysis and Retrieval System Online” (MedLine), “Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde” (LILACS) e “Scientific Electronic Library Online” (SciELO), tendo a busca de dados ocorrido entre fevereiro a abril de 2014. Foi elaborada uma estratégia para o cruzamento dos “Descritores em Ciências da Saúde” (DeCS)/ “Medical Subject Headings” (MeSH), palavras-chave para recuperação de assuntos da literatura científica e termos-livres (TL), estes caracterizados como termos não encontrados no DeCS e MeSH, mas de relevância para a pesquisa.

Na MedLine, foi utilizada a ferramenta de busca PubMed, com a seguinte estratégia de busca: “Heart failure” (DeCS) AND “Respiratory response” (TL) OR “Opticoeletronic plethysmography” (TL) OR “Lung volumes” (TL) OR “Ventilatory pattern” (TL); “Heart failure” (DeCS) AND “Ejection fraction of the left ventricle” (TL) AND “Respiratory response” (TL) OR “Opticoeletronic plethysmography” (TL) OR “Lung volumes” (TL) OR “Ventilatory pattern” (TL); “Heart failure” (DeCS) AND “Ventricular dysfunction” (DeCS) AND “Respiratory response” (TL) OR “Opticoeletronic plethysmography” (TL) OR “Lung volumes” (TL) OR “Ventilatory pattern” (TL); “Heart failure” (DeCS) AND “Ventricular remodeling” (DeCS) AND “Respiratory response” (TL) OR “Opticoeletronic plethysmography” (TL) OR “Lung volumes” (TL) OR “Ventilatory pattern” (TL).

Na LILACS e SciELO Regional foram utilizados os mesmos descritores com seus correspondentes em português e espanhol. Assim, foram contabilizados 3 DeCS, 5 TL e 16 cruzamentos.

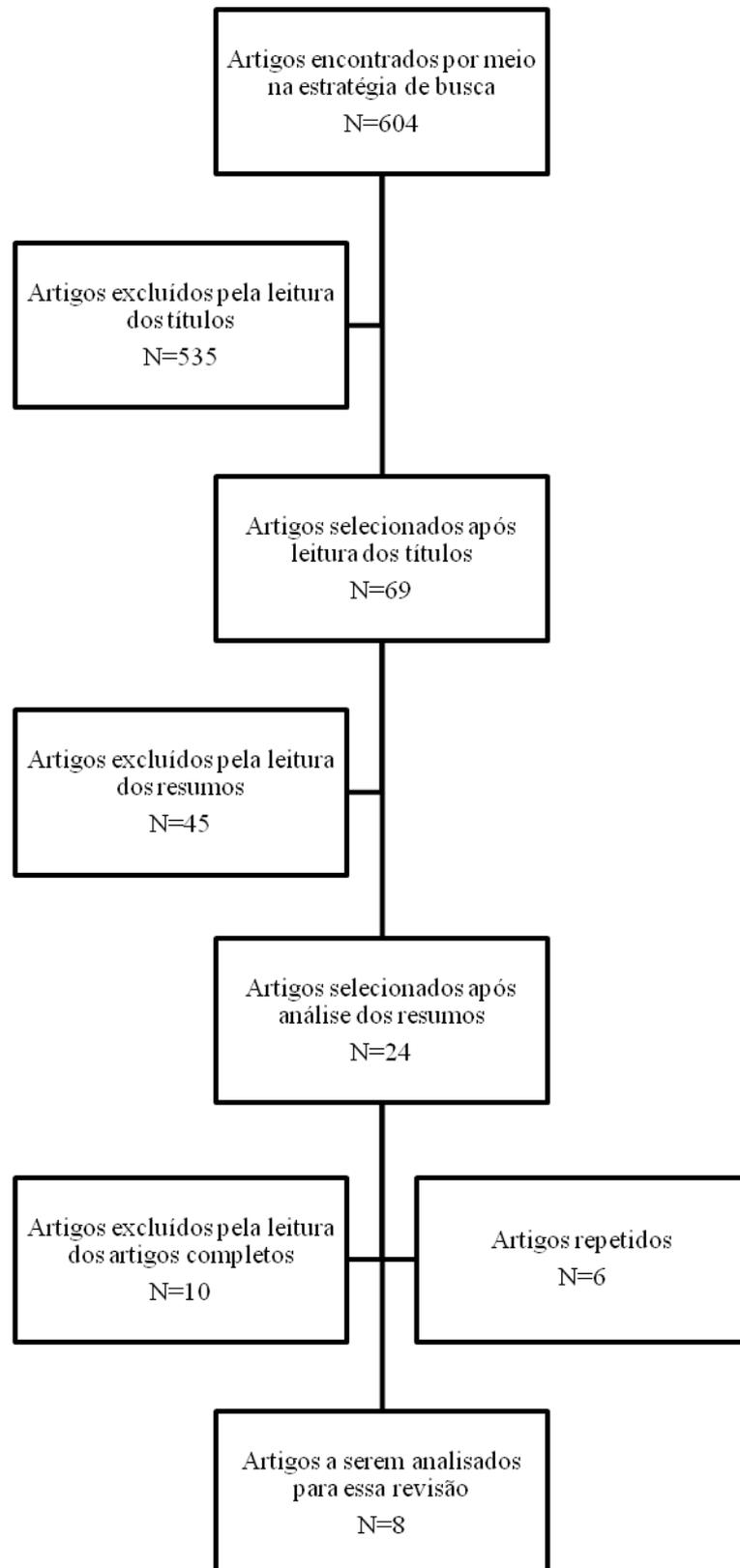
Os critérios de inclusão dos estudos encontrados pelas buscas nas bases de dados foram: ser estudo de corte transversal; ter como sujeitos de pesquisa indivíduos adultos com IC submetidos a alguma análise do sistema respiratório; abordar concomitantemente as alterações na capacidade funcional, na tolerância ao exercício através do consumo de oxigênio e/ou na qualidade de vida desta população e estar publicado nos idiomas português, inglês ou espanhol.

Foram excluídas revisões de literatura, ensaios clínicos, estudos quase-experimentais, estudos de casos, crossover e estudos com animais. Também foram excluídos trabalhos que abordaram a associação da IC como a tetralogia de fallot, menopausa, apnéia do sono – respiração Cheyne-stokes, hemodiálise, doença pulmonar obstrutiva crônica e em casos de pré ou pós-transplante cardíaco.

### **Análise dos dados**

A seleção dos artigos encontrados com a busca nas diferentes bases de dados foi realizada em três etapas. Na primeira etapa, foi realizada a leitura dos títulos dos estudos encontrados. Foram excluídos aqueles que claramente não se enquadravam a qualquer um dos critérios de inclusão deste estudo. Na segunda etapa, foi realizada a leitura dos resumos dos estudos selecionados na primeira etapa e, da mesma forma, foram excluídos aqueles que claramente não se adequaram a qualquer um dos critérios de inclusão preestabelecidos. Na terceira etapa, todos os estudos que não foram excluídos nessas duas primeiras etapas foram lidos na íntegra para seleção dos quais seriam incluídos nesta revisão.

Na base de dados MedLine, via PubMed, cruzando-se as palavras-chave e termos livres, foram encontrados 580 artigos. Já nas bases de dados LILACS e SciELO, nas quais realizou-se busca nos idiomas inglês, português e espanhol, foram encontrados 24 artigos, conjuntamente. O fluxo da busca de artigo ao longo da pesquisa, que foi realizada por dois revisores independentes, pode ser verificado no fluxograma apresentado na figura 1.



**Figura 1.** Fluxograma do número de artigos encontrados e selecionados após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão segundo descritores e bases de dados.

## RESULTADOS

A análise dos artigos que trataram sobre a avaliação da resposta respiratória na IC pode ser observada no Tabela 1 e na Tabela 2.

Um total de oito artigos<sup>9,16-22</sup> foi selecionado nessa revisão sistemática para analisar as formas que vêm sendo utilizadas para avaliar a resposta respiratória de indivíduos com IC. Observou-se que desde 1995 houve interesse na investigação a respeito da avaliação do componente respiratório associada à capacidade funcional e/ou qualidade de vida durante o percurso da IC. Tais estudos apresentaram grande abrangência mundial sendo realizados em algumas populações da Europa, América do Norte e América do Sul, em países como Escócia, Inglaterra, Itália, Alemanha, Estados Unidos da América e Brasil.

Observou-se heterogeneidade dos artigos em relação às médias de idade que variaram entre 43 a 61 anos e homogeneidade da média de FEVE que variou de 26 e 33%, ou seja, todos os pacientes estudados tinham disfunção ventricular grave.

A avaliação da capacidade respiratória nos oito estudos analisados foi aferida por meio da ergoespirometria, manovacuometria, radiografia de tórax, teste de esforço cardiopulmonar, teste de caminhada de 6 minutos avaliando, principalmente, as seguintes variáveis: Consumo de oxigênio de pico ( $VO_{2pico}$ ); Equivalente respiratório de gás carbônico ( $VE/VCO_2$ ); Ventilação minuto (VE); Volume expiratório forçado em 1 segundo ( $FEV_1$ ); Capacidade vital forçada (CVF); Pressão inspiratória máxima ( $P_{imáx}$ ); Distância percorrida; Pressão alveolar de oxigênio ( $PAO_2$ ); Capacidade de difusão (DM); Volume corrente (VC); Produção de dióxido de carbono ( $MVO_2$ ); Volume corrente da caixa torácica pulmonar ( $V_{rcp}$ ); Volume corrente da caixa torácica abdominal ( $V_{rca}$ ); Volume corrente do abdome ( $V_{ab}$ ); Volume expiratório final da parede torácica ( $V_{cw}$ ).

Todos os estudos selecionados correlacionaram variáveis respiratórias com variáveis funcionais e apenas alguns realizaram comparações intergrupos. Apesar do foco da busca realizada não foi encontrado nenhum estudo que correlacionasse aspectos respiratórios com a qualidade de vida de pacientes com IC, assim como também não foi encontrada nenhuma revisão sistemática sobre o tema abordado no presente artigo.

**Tabela 1:** Classificação metodológica dos artigos selecionados sobre a resposta respiratória na IC.

	Puri et al. <sup>16</sup>	Clark et al. <sup>9</sup>	Romano et al. <sup>17</sup>	Witt et al. <sup>18</sup>	Meyer et al. <sup>19</sup>	Guazzi et al. <sup>20</sup>	Olson et al. <sup>21</sup>	Brandão et al. <sup>22</sup>
Critérios de inclusão especificados	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Grupo controle	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM
Análise estatística	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Comparação estatística entre grupos	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM

**Tabela 2:** Variáveis a serem analisadas dos artigos selecionados sobre a resposta respiratória na IC de acordo com o autor

Variáveis	Autores							
	<i>Puri et al.</i> <sup>16</sup>	<i>Clark et al.</i> <sup>9</sup>	<i>Romano et al.</i> <sup>17</sup>	<i>Witt et al.</i> <sup>18</sup>	<i>Meyer et al.</i> <sup>19</sup>	<i>Guazzi et al.</i> <sup>20</sup>	<i>Olson et al.</i> <sup>21</sup>	<i>Brandão et al.</i> <sup>22</sup>
<i>Ano</i>	1995	1995	1996	1997	2000	2005	2011	2012
<i>País</i>	Escócia	Inglaterra	Inglaterra	Alemanha	Alemanha	Itália	USA	Brasil
<i>Amostra</i>	65 pacientes	131 pacientes	28 pacientes	77 pacientes	145 pacientes	67 pacientes	79 pacientes	31 pacientes
<i>Idade média em anos</i>	61	54,6	46	46,8	54	58	55	48
<i>FEVE*</i>	30±13	28-2 (14-2)	18-44%	26 ± 8%.	23 +/- 1%	24+12%	27+10%	33.23±8.91
<i>Instrumentos utilizados**</i>	Teste de esforço cardiopulmonar, Método clássico Roughton e Forster de medição da respiração única	Teste de esforço cardiopulmonar	Teste de esforço cardiopulmonar	Teste de esforço cardiopulmonar, Espirometria, Manovacuometria, Análise de difusão pulmonar	Teste de esforço cardiopulmonar, Manovacuometria	Teste de esforço cardiopulmonar, Espirometria	Teste de esforço cardiopulmonar, Espirometria, Radiografias do tórax, Medição da respiração única	Teste de caminhada de 6 minutos, Espirometria, Manovacuometria, Pletismografia óptica eletrônica
<i>Variáveis avaliadas</i>	FEV <sub>1</sub> , CVF, PAO <sub>2</sub> , DM, VC, MVO <sub>2</sub>	VE/VCO <sub>2</sub> , VO <sub>2</sub> pico, VT, FR	VCO <sub>2</sub> , VE/VCO <sub>2</sub> , VE VO <sub>2</sub> pico, TSVR	VO <sub>2</sub> , VCO <sub>2</sub> , VE, FEV <sub>1</sub> , CVF, Pimáx, TLco, DM, Qc, CRF, Po i, MIF	VO <sub>2</sub> pico, VE/VCO <sub>2</sub> , VE/VO <sub>2</sub> , CVI, Pimáx	VO <sub>2</sub> pico, VE/VCO <sub>2</sub> , FEV <sub>1</sub> , CVF, MVV, TLC, DM, VC	VO <sub>2</sub> , VCO <sub>2</sub> , VE, VT, RR, PETO <sub>2</sub> e PETCO <sub>2</sub> ; FEV <sub>1</sub> , CVF, FEF <sub>25-75</sub> , DLCO, VA; TTCV, CV e TLV	FEV <sub>1</sub> , CVF, Pimáx, Distância percorrida, Escala de Borg, Vrcp Vrcp Vab, Vcwp
<i>Principais Resultados</i>	Redução dos volumes pulmonares. DM significativamente correlacionada com o VO <sub>2</sub> max e inversamente correlacionada com a resistência vascular pulmonar.	Durante exercício submáximo VT foi maior que nos controles; No pico do exercício o VT foi maior nos controles. Ventilação do espaço morto foi menor nos controles em carga de trabalho submáxima.	Em controles aumento VO <sub>2</sub> durante o exercício foi relacionado com aumento da frequência cardíaca. A relação VE/VCO <sub>2</sub> foi maior no pico do exercício em pacientes com IC em relação aos controles.	Ligeira redução nos volumes pulmonares e na capacidade de difusão. Ligeira mas significativa redução da força da musculatura respiratória e da eficiência ventilatória.	Correlação dos volumes pulmonares estáticos e dinâmicos bem como da pressão inspiratória máxima com o VO <sub>2</sub> pico Na IC, limitação ao exercício está associado à restrição pulmonar reversível e ventilação ineficiente em repouso e durante o exercício. Pacientes com IC grave têm uma redução significativa na Pimáx.	Os pacientes apresentaram um padrão restritivo leve. Todas as variáveis se correlacionaram com o VO <sub>2</sub> de pico.	Volume cardíaco foi diferente entre os grupos, Da mesma forma, o volume pulmonar total foi significativamente diferente entre os grupos. Houve uma tendência de associação entre o tamanho cardíaco e VT em 75% do VO <sub>2</sub> máximo. os pacientes com maior tamanho cardíaco havia reduzido VT.	Aumento de 40 % no volume torácico abdominal no lado esquerdo foi observada no grupo controle em comparação com o grupo com IC. Aumento significativo para todos os compartimentos toracoabdominal , nos dois lados durante a ILB para os dois grupos Correlação negativa significativa entre Escala de Borg após o TC6 e VRC.

\*Fração de ejeção do ventrículo esquerdo (%) IC; \*\*Testes, exames, questionários utilizados para análise dos dados.

FEV1 (Volume expiratório forçado em 1 segundo); CVF (Capacidade vital forçada); Pimáx (Pressão inspiratória máxima); PAO<sub>2</sub> (Pressão alveolar de oxigênio); D<sub>M</sub> (Capacidade de difusão); MVO<sub>2</sub> (Consumo de oxigênio pelo miocárdio); VO<sub>2</sub>pico (Consumo de oxigênio de pico); VT ou VC (Volume corrente), FR (Frequência respiratória); VCO<sub>2</sub> (Produção de dióxido de carbono); VE/VCO<sub>2</sub> (Equivalente respiratório de gás carbônico); VE (Ventilação minuto); TSVR (Resistência total sistêmica vascular), VO<sub>2</sub> (Consumo de oxigênio); VE/VO<sub>2</sub> (Equivalente respiratório de oxigênio); CVI (Capacidade vital inspiratória), TLco (Fator de transferência de monóxido de carbono); Qc (Volume capilar sanguíneo), CRF (Capacidade funcional residual); Po<sub>i</sub> (Pressão de oclusão da boca), MIF (Fluxo inspiratório: (MIF=VT/t); Y<sub>t</sub>=tidal volume; t: inspiration time); PETO<sub>2</sub> (End-tidal tensions of oxygen); PETCO<sub>2</sub> (End-tidal tensions of carbon dioxide); FEF<sub>25-75</sub> (Fluxo expiratório forçado 25-75%), DLCO (Capacidade de difusão pulmonar de monóxido de carbono); VA (Volume alveolar); TTCV (Capacidade total de volume torácico); CV (Capacidade vital); TLV (Capacidade pulmonar total); Distância percorrida (m); Escala de Borg; Vrc,p (volume corrente da caixa torácica pulmonar); Vrc,a (volume corrente da caixa torácica abdominal); Vab (volume corrente do abdome); Vcw (volume expiratório final da parede torácica).

## DISCUSSÃO

A partir da década de 90, as pesquisas com interesse em investigar a resposta respiratória em paciente com IC começaram a ser realizadas, em busca de melhores entendimentos, condições terapêuticas e prognóstico. Com o passar dos anos, alguns pesquisadores extrapolaram os limites dos usuais instrumentos utilizados para os mais inovadores e normalmente aplicados em outras doenças<sup>23,24</sup>. Embora os usuais instrumentos ainda sejam amplamente utilizados, são métodos limitantes quanto a mensuração prolongada, a mobilidade do indivíduo, acrescentam espaço morto, devido à utilização de boquilhas, e, conseqüentemente, aumentam o VC<sup>25</sup>.

Enquanto que, a plestimografia optoeletrônica (POE), possibilita que os volumes pulmonares sejam analisados de maneira não invasiva e durante movimentação corporal. Trata-se de um instrumento capaz de mensurar respiração por respiração o volume da caixa torácica e de seus diferentes compartimentos - caixa torácica pulmonar, caixa torácica abdominal e abdome<sup>26,27</sup>. Além disso, a POE ainda permite a avaliação volumétrica por hemitórax, totalizando seis compartimentos<sup>28</sup>.

A presente revisão demonstrou a presença primordial do teste de esforço cardiopulmonar na avaliação da IC por ser um método não invasivo que mede a capacidade do corpo de realizar as trocas gasosas, dando assim uma avaliação objetiva da capacidade e/ou limitação ao exercício físico, sendo assim considerado padrão ouro para tal fim<sup>29</sup>. Juntamente à esse recurso observou-se que foi muito utilizado a espirometria que é um exame também não invasivo e indolor que mede a velocidade e a quantidade de ar que um indivíduo é capaz de inspirar e expirar<sup>30</sup> e a manovacuometria que avalia a força muscular respiratória por meio da medida das pressões respiratórias estáticas máximas, medidas durante uma inspiração ou expiração máximas realizadas contra uma via aérea ocluída<sup>31</sup>.

Na minoria dos casos observaram-se recursos de menor aplicabilidade por serem de baixa e média confiabilidade para seu fim e em alguns casos incômodo para os pacientes como o teste de caminhada de seis minutos, radiografia de tórax, medição da respiração única e análise de difusão pulmonar<sup>16,21,22</sup>.

Em relação à localização das pesquisas observou-se que os artigos selecionados na presente revisão foram realizados em alguns países da Europa<sup>9,16-19</sup>, da América do Sul e do Norte<sup>21-22</sup>. Essa constatação está bem relacionada com a concentração de estudos com interesse na investigação da resposta respiratória na IC em tais continentes. Esse resultado se deve aos critérios de exclusão obedecidos nessa revisão, que, sobretudo exigia a avaliação e/ou correlação das variáveis respiratórias com variáveis de capacidade funcional e/ou de qualidade de vida. Existem inclusive, relatos de estudos realizados na América do Sul, especialmente no Brasil, em Pernambuco<sup>22,33</sup>, que apresentam a importante aplicabilidade da POE na avaliação respiratória durante a evolução da IC.

Sabe-se que a IC se torna mais grave com o tempo devido à remodelação ventricular<sup>33</sup>, o que certamente tem relação inversamente proporcional com a resposta respiratória apresentada, a capacidade funcional e a qualidade de vida. Apesar de saber que com o envelhecimento, há agravamento dos casos de IC, isso não foi totalmente observado nos estudos selecionados que apresentou uma variação de anos, 43 a 61 anos, nem todos os estudos incluíram somente indivíduos idosos<sup>34</sup>. Porém esse fato está relacionado com a deterioração da FEVE a qual determina insuficiência ventricular quando está abaixo de 40%<sup>35</sup>, critério de inclusão que foi especificado em todos os artigos selecionados, cuja média variou de 26 e 33 %.

A variável mais comumente analisada nos estudo selecionadas foi o  $VO_2$  pico que representa o consumo mais alto de oxigênio obtido pelo paciente durante o exame. Neste caso, o término do exercício é devido a sintomas que não foram tolerados pelo indivíduo, tais como fadiga da musculatura periférica, dor muscular e/ou dispneia<sup>36,37</sup>. Tal variável se correlacionou diretamente com o VC, com os volumes pulmonares estáticos e dinâmicos, bem como com a  $P_{im\acute{a}x}$ <sup>9,16-22</sup>. Na IC, a limitação ao exercício se associa à restrição pulmonar reversível e ventilação ineficiente em repouso e durante o exercício. Já a capacidade de difusão do  $CO_2$  que foi analisada somente por um artigo, acompanhou ligeira redução nos volumes pulmonares<sup>18</sup>.

A  $VEF_1$ , CVF e  $P_{im\acute{a}x}$  são componentes quase que obrigatórios em estudos que avaliam o sistema respiratório, sejam os indivíduos cardiopatas ou não<sup>38</sup>. Tais variáveis são aferidas nem que sejam para categorizar a amostra. Além disso, elas representam importantes

preditores para o agravamento do quadro de IC com distúrbios restritivos; comprometimento da expansão pulmonar e/ou torácica e da força muscular inspiratória, respectivamente<sup>39-40</sup>.

Além das variáveis abordadas pelo objetivo da presente revisão, os estudos encontrados também analisaram condução neuronal ventilatória<sup>17</sup>, função da membrana alvéolo-capilar<sup>20</sup> e volume sanguíneo capilar<sup>16</sup>. Essas questões não foram discutidas nessa revisão por não se enquadrarem no objetivo traçado.

A avaliação da qualidade de vida de uma população com doença cardíaca deve compreender além de um questionamento global sobre os aspectos físicos, psicológicos e sociais, uma avaliação com questionário específico da doença ou do procedimento abordado<sup>41,42</sup>. Infelizmente, embora tenha sido um objeto de investigação dessa revisão, não foram encontrados estudos que analisaram, concomitantemente, a capacidade respiratória e a qualidade de vida de pacientes com IC.

Em um estudo<sup>17</sup> foi observado que houve aumento no grupo controle do  $VO_2$  durante o exercício e que esse aumento foi relacionado com aumento da frequência cardíaca, ou seja, de acordo com a resposta hemodinâmica preservada<sup>43</sup>. Foi observada também que a relação  $VE/VCO_2$ , secundária à ventilação total, ao espaço morto e à ventilação alveolar, o que reflete a capacidade das trocas gasosas e também representa a capacidade funcional<sup>44</sup>, foi maior no pico do exercício em pacientes com IC em relação aos do grupo controle.

Em outro estudo<sup>9</sup> foi verificado que a ventilação do espaço morto foi menor no grupo controle em carga de trabalho submáxima, ou seja, também com função preservada<sup>45</sup>. Além disso, foi demonstrado também que pacientes com IC grave têm uma redução significativa da  $P_{imáx}$ , assim como tanto o volume cardíaco quanto o volume pulmonar total foram diferente quando comparados entre os grupos, e por isso, os pacientes com maior tamanho cardíaco apresentaram reduzido  $VC$ <sup>21</sup>. Ainda nesse sentido, observa-se uma tendência de associação entre o tamanho cardíaco e volume corrente no alcance de 75% do  $VO_2$  máximo<sup>21</sup>.

## CONCLUSÃO

Conclui-se, pelas evidências reportadas nesta revisão, que a avaliação da resposta respiratória durante a IC ocorre por meio do teste de esforço cardiopulmonar, espirometria, manovacuometria, radiografia de tórax, teste de caminhada de 6 minutos, medição da respiração única, análise da difusão pulmonar e POE avaliando, principalmente, as seguintes variáveis:  $VO_{2pico}$ ;  $VE/VCO_2$ ;  $VE$ ;  $FEV_1$ ;  $CVF$ ;  $P_{imáx}$ ; Distância percorrida;  $PAO_2$ ;  $DM$ ;  $VC$ ;  $MVO_2$ ;  $V_{rcp}$ ;  $V_{rca}$ ;  $V_{ab}$ ;  $V_{cw}$ .

A análise da resposta respiratória fornece informações sobre o caso clínico do paciente com IC e com isso proporciona melhor prognóstico. Além de revelar possíveis relações entre a resposta respiratória, capacidade funcional e qualidade de vida para que os profissionais de saúde possam recorrer a instrumentos não invasivos, mais econômicos e menos incômodos a fim de ter um panorama geral, por meio de inferências, do seu paciente cardiopata.

Ainda são necessários mais estudos multicêntricos, sobretudo em países da América Latina, a fim de comprovar maior eficácia, eficiência e efetividade da avaliação da resposta respiratória durante a evolução da IC por meio da utilização de um instrumento inovador, de fácil aplicação, com múltiplas análises, que é a POE, bem como sua correlação com dados funcionais e de qualidade de vida através do teste de esforço cardiopulmonar, padrão ouro em sua categoria, e protocolos de qualidade de vida, respectivamente.

Assim, pode-se afirmar que a avaliação da resposta respiratória durante a IC proporciona maior conhecimento sobre os as repercussões clínico-funcionais da doença e aprimora a conduta terapêutica a ser traçada, além de se apresentar como uma análise bastante segura.

## REFERÊNCIAS

1. Barretto ACP, Carlo CHD, Cardoso JN, Morgado PC, Munhoz RT, Eid MO, et al. Re-hospitalizações e morte por insuficiência cardíaca. *Arq Bras Cardiol.* 2008;91(5):335-41.
2. Rossi Neto JM. A dimensão do problema da insuficiência cardíaca do Brasil e do mundo. *Rev Soc Cardiol Estado de São Paulo.* 2004;14(1):1-10.
3. 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):1-71.
4. Rassi S, Barreto ACP, Porto CC, Pereira CR, Calaça BW, Rassi DC. Sobrevida e fatores prognósticos na insuficiência cardíaca sistólica com início recente dos sintomas. *Arq Bras Cardiol.* 2005;84(4):277-85.
5. Silva Marques J, Luz-Rodrigues H, David CG, et al. Biomarkers of functional class in systolic heart failure: The relevance of copeptin. *Revista Portuguesa de Cardiologia.* 2012; 46(8): 10-16.
6. Pinho RA, Araújo MC, Ghisi GL, De M. Benetti M. Doença Arterial Coronariana, Exame Físico e Estresse Oxidativo. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia.* 2010; 94(4): 549-555.

7. Matos JB & Carvalho T. Respostas hormonais em diferentes tipos de exercícios em portadores de insuficiência cardíaca. *Revista Científica do Departamento de Ciências Biológicas, Ambientais e da Saúde*. 2010; 2(3): 32-41.
8. Forgiarini Junior LA, Rubleski A, Garcia D, Tieppo J, Vercelino R, Dal Bosco A, Monteiro MB, Simões Dias A. Avaliação da Força Muscular Respiratória e da Função Pulmonar em Pacientes com Insuficiência Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2007; 89(2): 36-41.
9. Clark AL, Chua TP, Coats AJS. Anatomical dead space, ventilatory pattern, and exercise capacity in chronic heart failure. *Br Heart*. 1995; 74(3): 377-380.
10. Ambrosino N, Opasich C, Crotti P, Cobelli F, Tavazzi L, Rampulla C. Breathing pattern, ventilatory drive and respiratory muscle strength in patients with chronic heart failure. *Eur Respir J*. 1994; 7(1): 17-22.
11. Da Gama AEF, Carvalho LA, Feitosa LA, Frutuoso J, Silva MGNM, Amorim CF, Aliverti A, Lambertz D, Benedetti MA, De Andrade AD. Acute effects of incremental inspiratory loads on compartmental chest wall volume and predominant activity frequency of inspiratory muscle. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2013; 23(4): 1269-1277.
12. Hostettler S, Illi SK, Mohler E, Aliverti A, Spengler CM. Chest wall volume changes during inspiratory loaded breathing. *Respiratory Physiology & Neurobiology*. 2011; 175(7): 130-139.
13. Romagnoli I, Gorini M, Gigliotti F, Bianchi R, Lanini B, Grazzini M, Stendardi L, Scano G. Chest wall kinematics, respiratory muscle action and dyspnea during arm vs. leg exercise in humans. *Acta Physiology*. 2006; 188(2): 63-73.
14. Clarenbach CF, Senn O, Brack T, Kohler M, Bloch KE. Monitoring of Ventilation During Exercise by a Portable Respiratory Inductive Plethysmograph. *CHEST*. 2005; 128(4): 1282-1290.
15. Aliverti A, Cala SJ, Duranti R, Ferrigno G, Kenyon CM, Pedotti A, Scano G, Sliwinski P, Macklem PT, Yan S. Human respiratory muscle actions and control during exercise. *Journal of Applied Physiology*. 1997; 83(2): 1256-1269.
16. Puri S, Baker BL, Dutka DP, Oakley CM, Hughes JM, Cleland JG. Reduced alveolar-capillary membrane diffusing capacity in chronic heart failure. Its pathophysiological relevance and relationship to exercise performance. *Circulation*. 1995; 91(1): 2769-2774.
17. Romano M, Monteforte I, Cardei S, Lerro A, Celano G, Mazza A, Capaldo M, Paglia N, Campopiano A, Lembo G, Trimarco B, Condorelli M. Cardiopulmonary exercise response in patients with left ventricular dysfunction or heart failure: a noninvasive study by gas exchange and impedance cardiography monitoring. *Cardiology*. 1996; 87(6): 147-152.

18. Witt C, Borges AC, Haake H, Reindl I, Kleber FX, Baumann G. Respiratory muscle weakness and normal ventilator drive in dilative cardiomyopathy. *European Heart Journal*, 1997;18(1): 1322-1328.
19. Meyer FJ, Zugck C, Haass M, Otterspoor L, Strasser RH, Kübler W, Borst MM. Inefficient ventilation and reduced respiratory muscle capacity in congestive heart failure. *Basic Res Cardiol*. 2000; 95(3): 333-342.
20. Guazzi M, Reina G, Tumminello G, Guazzi MD. Alveolar capillary membrane conductance is the best pulmonary function correlate of exercise ventilation efficiency in heart failure patients. *Eur J Heart Fail*. 2005; 7(2): 1017-1022.
21. Olson TP & Johnson BD. Influence of cardiomegaly on disordered breathing during exercise in chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure*. 2011; 13(1): 311-318.
22. Brandão DC, Lage SM, Britto RR, Parreira VF, De Oliveira WAJR, Martins SM, Aliverti A, De Andrade CL, Do Nascimento JF, Alcoforado L, Remígio I, De Andrade AD. Chest wall regional volume in heart failure patients during inspiratory loaded breathing. *Respiratory Physiology and Neurobiology*. 2012; 180(4): 269-274.
23. Aliverti A, Quaranta M, Chakrabarti B, Albuquerque AL, Calverley PM. Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. *European Respiratory Journal*. 2009; 33(1): 49-60.
24. Aliverti A, Stevenson N, Dellacà RL, Lo Mauro A, Pedotti A, Calverley PM. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2004; 59(8): 210-216.
25. Bianchi R, Gigliotti F, Romagnoli I, Lanini B, Castellani C, Grazzini M, Scano G. Chest Wall Kinematics and Breathlessness During Pursed-Lip Breathing in Patients With COPD. *Chest*. 2004; 125(2): 459-465.
26. Aliverti A & Pedotti A. Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Archives for Chest Disease*. 2003; 59(4): 12-16.
27. Aliverti A. Lung and chest wall mechanics during exercise: effects of expiratory flow limitation. *Respiratory & Physiology and Neurobiology*. 2008; 163(1): 90-99.
28. Aliverti A, Dellacà R, Pelosi P, Chiumello D, Gattihnoni L, Pedotti A. Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. *Annals of Biomedical Engineering*. 2001; 29(6): 60-70.
29. Arena R, Myers J, Guazzi M. Cardiopulmonary exercise testing is a core assessment for patients with heart failure. *Congest Heart Fail*. 2011; 54(2): 115-119.
30. Miller MR. et al. Standardisation of Spirometry. *European Respiratory Journal*. 2005; 26(2): 319-338.

31. Duarte AAO, Pereira CAC, Rodrigues SCS. Validation of new Brazilian predicted values for forced spirometry in Caucasians and comparison with predicted values obtained using other reference equations. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*. 2007; 33(1): 527-535.
32. Silva JDD, Rattes C, Cyda R, Brandao DC, Dornelas de Andrade A. Repercussões da cardiomegalia na função pulmonar de indivíduos adultos com insuficiência cardíaca crônica: uma Revisão Sistemática. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2011; 18(1): 84-90.
33. Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, Carnethon M, Dai S, De Simone G, Wylie-Rosett J. Executive summary: heart disease and stroke statistics-2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2010; 121(7): 948-954.
34. Wajngarten M & Oliveira SA. Doença Coronariana no Grande Idoso. Conduta Conservadora ou Agressiva? *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2003; 81(3): 219-220.
35. Mattos BP. Mecanismos patogênicos, função ventricular e biópsia endomiocárdica na miocardiopatia dilatada. *Revista do Hospital de Clínicas de Porto Alegre*. 2005; 25(2): 60-64.
36. Yazbek JR P, Carvalho RTD, Maria L. Ergoespirometria . Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 1998; 71(5): 719-724.
37. Serra S. Considerações sobre Ergoespirometria. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 1997; 68(5): 301-304.
38. Tasoulis A. et al. Effects of interval exercise training on respiratory drive in patients with chronic heart failure. *Respiratory Medicine*. 2010; 104(3): 1557-1565.
39. Moura LZ, Guimarães GV, Pires PV, Cruz F, Stopa G, Bocchi EA. Quimiossensibilidade durante Exercício na Insuficiência Cardíaca: Respostas Ventilatórias, Cronotrópicas e Neurohormonais. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. 2010; 95(2): 381-391.
40. Winkelmann P. et al. Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *American Heart Journal*. 2009; 158(1): 1-7.
41. Favarato ME De S, Favarato D, Hues WA, Aldrighi JM. Qualidade de vida em portadores de doença arterial coronária: Comparação entre gêneros. *Revista da Associação Médica Brasileira*. 2006; 52(4): 236 - 241.
42. Gallani, MCBJ, Colombo RCR, Alexandre NMC, Bressan-Biajone AM. Qualidade de vida em pacientes coronariopatas. *Rev Bras Enferm*. 2003; 56(1): 40-43.

43. Dickstein K, Cohen-Solal A, Filippatos G, McMurray JJ, Ponikowski P, Poole-Wilson PA, Zannad F. et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. *European Journal of Heart Failure*. 2008; 10(1): 933-989.
44. Di Naso FC, Pereira JS, Dias AS, Forgiarini Junior LA, Monteiro MB. Correlações entre variáveis respiratórias e funcionais na insuficiência cardíaca. *Revista Portuguesa de Pneumologia*. 2009; 5(2): 875-890.
45. Cohn JN. The management of chronic heart failure. *The New England Journal of Medicine*. 1996; 335(10): 490-498.

## 2.4. Objetivos

Apresentados a seguir.

### **Geral:**

Correlacionar a distribuição dos volumes respiratórios no compartimento tóraco-abdominal com a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC em diferentes graus de disfunção e remodelamento ventricular esquerdo.

### **Específicos:**

- Avaliar a distribuição dos volumes respiratórios no compartimento tóraco-abdominal em pacientes com IC através da POE;
- Avaliar a capacidade cardiopulmonar de pacientes com IC através do TECP;
- Mensurar a força muscular inspiratória por meio da manovacumetria;
- Comparar as variáveis averiguadas do TECP e da POE de acordo com o grau de disfunção e remodelamento ventricular esquerdo.

## 2.5. Pergunta condutora

Existe correlação entre a distribuição dos volumes respiratórios no compartimento tóraco-abdominal com a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC em diferentes graus de disfunção e remodelamento ventricular esquerdo?

## 2.6. Hipóteses

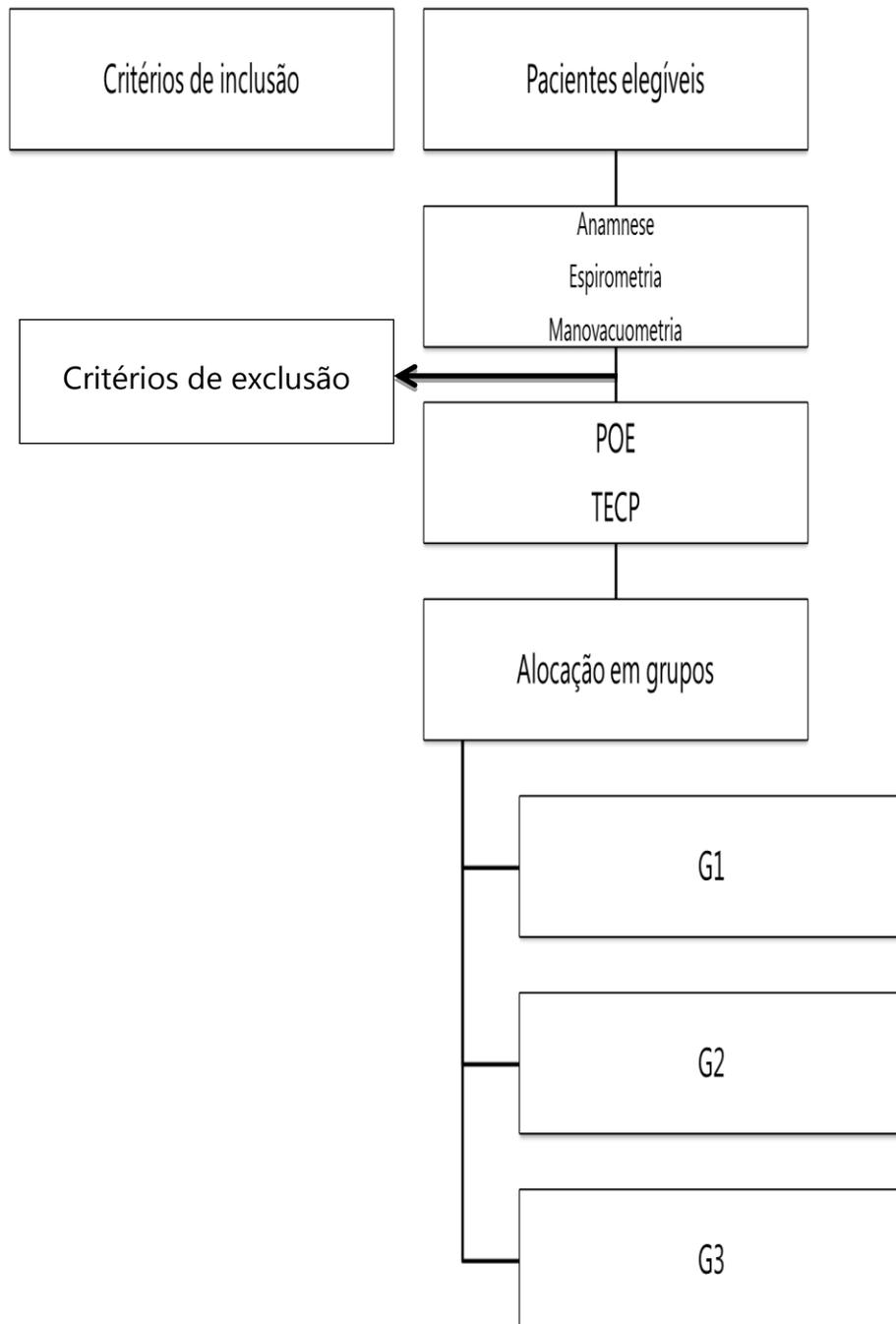
Hipótese Alternativa: Há correlação entre os volumes respiratórios no compartimento tóraco-abdominal com a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC.

Hipótese Nula: Em pacientes com IC, a distribuição dos volumes respiratórios no compartimento tóraco-abdominal não se correlaciona com a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC.

### 3. CAPÍTULO II: MÉTODOS

#### 3.1. Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo de corte transversal, no qual seu delineamento está descrito no fluxograma 1.



**Figura 1:** Fluxograma de captura e acompanhamento dos participantes do estudo.

### 3.2. Local de realização do estudo

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), no período de março de 2013 a janeiro de 2014.

### 3.3. População do estudo

A população do estudo foi composta por homens e mulheres portadores de IC, provenientes de instituição de referência no atendimento cardiológico pelo Sistema Único de Saúde (SUS) em Pernambuco.

#### Critérios de inclusão

Foram incluídos indivíduos adultos sedentários, que não realizavam exercícios físicos protocolados diariamente, na faixa etária dos 18 a 65 anos, de ambos os sexos, diagnosticados com IC de etiologia isquêmica, hipertensiva, alcoólica ou chagásica, em classe funcional II e III pela *New York Heart Association (NYHA)*, índice de massa corpórea (IMC)  $< 35 \text{ kg/m}^2$ , com estabilidade clínica, sem mudança na classe de medicações em até três meses antes do início da pesquisa. A FEVE, de acordo com ecocardiograma dos últimos seis meses, poderia estar normal ou deprimida. Ou seja, os pacientes poderiam ter IC sistólica ou estar com FEVE preservada ou discretamente deprimida, mas deveriam estar sendo acompanhados com diagnóstico de IC.

#### Critérios de exclusão

Foram excluídos os pacientes com angina instável; infarto do miocárdio ou cirurgia cardíaca prévia até três meses antes do início da pesquisa; doenças infecciosas crônicas e/ou agudas, doenças metabólicas crônicas; pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) maior ou igual que a predita para a idade e sexo correspondente; volume expiratório forçado no primeiro segundo/capacidade vital forçada (VEF<sub>1</sub>/CVF)  $< 70\%$  do predito caracterizando distúrbio respiratório obstrutivo; doenças respiratórias; fumantes ativos; instabilidade hemodinâmica.

Foram excluídos também os indivíduos que apresentavam doenças ortopédicas e neurológicas ou ainda alterações psíquicas que impossibilitariam a realização dos testes, e ainda aqueles que se negaram a participar do estudo.

#### Tipo de amostragem

Os pacientes foram identificados através da revisão dos prontuários no *Ambulatório de Doença de Chagas e Insuficiência Cardíaca, no Pronto Atendimento Cardiológico de Pernambuco*- Universidade de Pernambuco e em seguida selecionados por conveniência e convidados a participar do estudo de acordo com os critérios de inclusão e de exclusão acima descritos.

### 3.4. Definição do tamanho amostral

A amostra foi baseada na literatura consultada (BRANDÃO et al., 2012) para uma diferença de Vct% lado esquerdo e direito entre grupos de 1,5%. Para este cálculo foi considerado um  $\alpha = 0,05$  e um Power = 80%. Assim, seriam necessários nove pacientes por grupo. Considerando que 30% destes pacientes poderiam ser descontinuados da série de avaliações por motivos diversos, tais como: mudança de endereço, falta de adesão e outras doenças associadas iniciadas após o início do recrutamento, estimou-se uma amostra de doze pacientes em cada grupo.

### 3.5. Definição e categorização das variáveis.

Descritas nos tópicos apresentados.

Definição de termos e coleta de dados

<b>Termo</b>	<b>Definição</b>
Insuficiência cardíaca	Síndrome clínica decorrente da disfunção do coração em suprir as necessidades metabólicas teciduais de maneira adequada, ou só realizando-as após elevação das pressões de enchimento ventricular e atrial.
Teste de exercício cardiopulmonar ou Ergoespirometria	Método não invasivo que mede a capacidade do corpo de realizar as trocas gasosas, dando uma avaliação objetiva da capacidade e/ou limitação ao exercício físico.
Plestimografia optoeletrônica	Instrumento capaz de mensurar o volume da caixa torácica e de seus diferentes compartimentos a partir de

	marcadores reflexivos dispostos em pontos anatômicos específicos da caixa torácica.
--	---

## Variáveis dependentes

Variável	Definição	Categorização
Consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ )	Quantidade máxima de $O_2$ que o organismo pode absorver da atmosfera para os alvéolos, transportando, liberando e utilizando o $O_2$ nos tecidos. Representa o nível de atividade física do indivíduo, a reserva máxima do sistema cardiovascular.	Medido em mililitros por quilograma de peso por minuto ( $mL/Kg^{-1}.min^{-1}$ )
Ventilação pulmonar (VE)	Produto da frequência respiratória pelo volume corrente.	Medida em L.min-1
Equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ )	Mantendo-se a VE em condições de temperatura corporal, pressão, saturação e $VO_2$ e $VCO_2$ em temperatura inicial, pressão, vias aéreas secas, relacionam quantos litros de ar por minuto são necessários e devem ser ventilados para produzir em $CO_2$ . Eficiência ventilatória que depende da resposta respiratória durante o aumento da carga de trabalho no esforço. É secundária à ventilação total, ao espaço morto e à ventilação alveolar, o que reflete a capacidade das trocas gasosas e também representa a capacidade funcional.	Medido em ( $mL/Kg \times min$ )
Tempo de recuperação do $VO_{2max}$ ( $Tt/2VO_2$ ) ( $T. \frac{1}{2}$ )	Diz respeito ao <i>tempo</i> necessário para se alcançar 50% da variação do $VO_{2max}$ atingido.	Medido em segundos (s)
Consumo	Maior valor de oxigênio alcançado durante o	Medido em

máximo de oxigênio para o primeiro limiar anaeróbico (L1VO <sub>2max</sub> )	equivalente de oxigênio mínimo. Expressa a capacidade funcional do indivíduo.	mL/(Kg x min)
Porcentagem do consumo máximo de oxigênio (VO <sub>2</sub> %max)	Porcentagem do maior valor de oxigênio alcançado durante o equivalente de oxigênio mínimo.	Medido em percentagem (%)
Pulso de oxigênio	Relação entre o VO <sub>2max</sub> e a frequência cardíaca, depende diretamente do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa de oxigênio, sendo a sua medida um reflexo do volume sistólico e da adaptação periférica. Quanto maior o valor melhor a capacidade funcional e melhor a sobrevida.	Medido em percentagem (%)
Volume corrente da parede torácica (VC)	Volume de ar movido em cada ciclo respiratório.	Medido em litros (L)
Volume corrente da caixa torácica pulmonar (VCctp),	Volume de ar movido na parte da caixa torácica oposta ao pulmão.	Medido em litros (L)
Volume corrente da caixa torácica abdominal (VCcta)	Volume de ar movido na parte da caixa torácica contrário ao diafragma.	Medido em litros (L)
Volume corrente do abdome (VCab)	Volume de ar movido no abdome.	Medido em litros (L)
Porcentagem da contribuição da caixa torácica	Contribuição do volume corrente no compartimento torácico oposto ao pulmão.	Medida em percentagem (%)

pulmonar (V <sub>ctp</sub> %)		
Porcentagem da contribuição da caixa torácica abdominal (V <sub>cta</sub> %)	Contribuição do volume corrente no compartimento torácico contrário ao diafragma.	Medida em percentagem (%)
Porcentagem da contribuição do abdome (V <sub>ab</sub> %)	Contribuição do volume corrente no compartimento do abdome.	Medida em percentagem (%)
Pressão Inspiratória Máxima (P <sub>imáx</sub> )	Medida da força desenvolvida pelos músculos inspiratórios em conjunto.	Medida em centímetros de água (cmH <sub>2</sub> O)

#### Variável independente

Variáveis	Definição	Categorização
Fração de Ejeção do ventrículo esquerdo	Percentual do volume diastólico final que é ejetado. Estima a função sistólica e neste estudo foi calculada através do método Teicholz pelo Ecocardiograma.	Medida em percentagem (%)

#### Variáveis de controle

Variáveis	Definição	Categorização
Idade	Calculada em anos pela data de nascimento que consta do Registro Geral fornecido pelo paciente e registrado na data de aplicação do questionário	Medida em anos
Peso (Massa)	Magnitude física que permite exprimir a quantidade de matéria contida num corpo.	Medido em quilogramas (Kg)
Altura	Dimensão vertical de um corpo.	Medida em

		metros (m)
Índice de massa corpórea	Medida internacional utilizada para cálculo do peso ideal de uma pessoa.	Medido em quilogramas por metro quadrado (Kg/m <sup>2</sup> )
Hipertrofia do músculo cardíaco	Um dos mecanismos mais importantes de adaptação do coração aos aumentos da carga de trabalho.	Relação entre a massa de ventrículo esquerdo pela superfície corporal (MaVE/SC) > 95 e 115 para mulheres e homens respectivamente, obtida pelo ecocardiograma (g/m <sup>2</sup> )
Remodelamento ventricular	Aumento no diâmetro do ventrículo esquerdo	Medida em milímetros (mm)
Classe Funcional pela <i>New York Heart Association</i> (NYHA)	Meio de classificar o grau da IC, de forma subjetiva, de acordo com o grau de dispneia descrito pelo paciente.  (A unidade MET é usada para estimar o custo metabólico da atividade física em relação àquele que vigora durante o estado de repouso. Representa o gasto energético na condição de repouso em função do peso corporal e corresponde a aproximadamente 3,5mL/kg/min.)  <b>Classe NYHA</b>	I, II, III ou IV

	<p>I Sem sintomas e nenhuma limitação em atividades rotineiras; mais de 6 METs na ergonomia;</p> <p>II Leves sintomas e limitações em atividades rotineiras. Confortáveis no repouso. De 4 a 6 METs na ergonomia;</p> <p>III Com limitação importante na atividade física; atividades menores que as rotineiras produzem sintomas. Confortáveis somente em repouso. 2-4 METs na ergonomia; e</p> <p>IV Severas limitações. Sintomas presentes mesmo em repouso. Não tolera a ergonomia.</p>	
Relação do VEF <sub>1</sub> /CVF	Avalia a presença de distúrbios obstrutivos.	Medida em percentagem (%)

### 5.5. Variáveis descritivas

Variáveis	Definição	Categorização
Sexo	Conjunto de características físicas e funcionais que distinguem o macho da fêmea	Masculino ou Feminino
Uso de medicamento	Utilização de produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico.	Sim ou Não
Etiologia	Toda pesquisa que busca as causas de determinado objeto ou conhecimento.	Isquêmica Hipertensiva Alcoólica Chagásica

### 3.6. Operacionalização das medidas

Descrita nos tópicos apresentados.

#### Avaliação diagnóstica

Os indivíduos elegíveis foram avaliados através da história clínica, ecocardiograma (previamente realizado) e submetidos à avaliação antropométrica (peso e altura através da balança digital com antropômetro, Welmy modelo W300, Brasil, para cálculo de IMC). Também como parte da avaliação diagnóstica, a avaliação da Pimáx, através da manovacuometria, e a prova de função pulmonar através da espirometria.

A prova de função pulmonar foi realizada através de espirômetro digital (*Micro Medical Microloop MK8*, Rochester, Inglaterra) de acordo com os critérios de reprodutibilidade e aceitabilidade da *American Thoracic Society-ATS*. Com o voluntário na posição sentada, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoios para os membros superiores e usando boquilha e clipe nasal, foram realizadas pelo menos três manobras de capacidade vital forçada (CVF) com intervalo de dois minutos entre as manobras e considerado o melhor valor. Os valores espirométricos foram expressos como a porcentagem do valor predito do normal para a população brasileira (PEREIRA, et al., 2007).

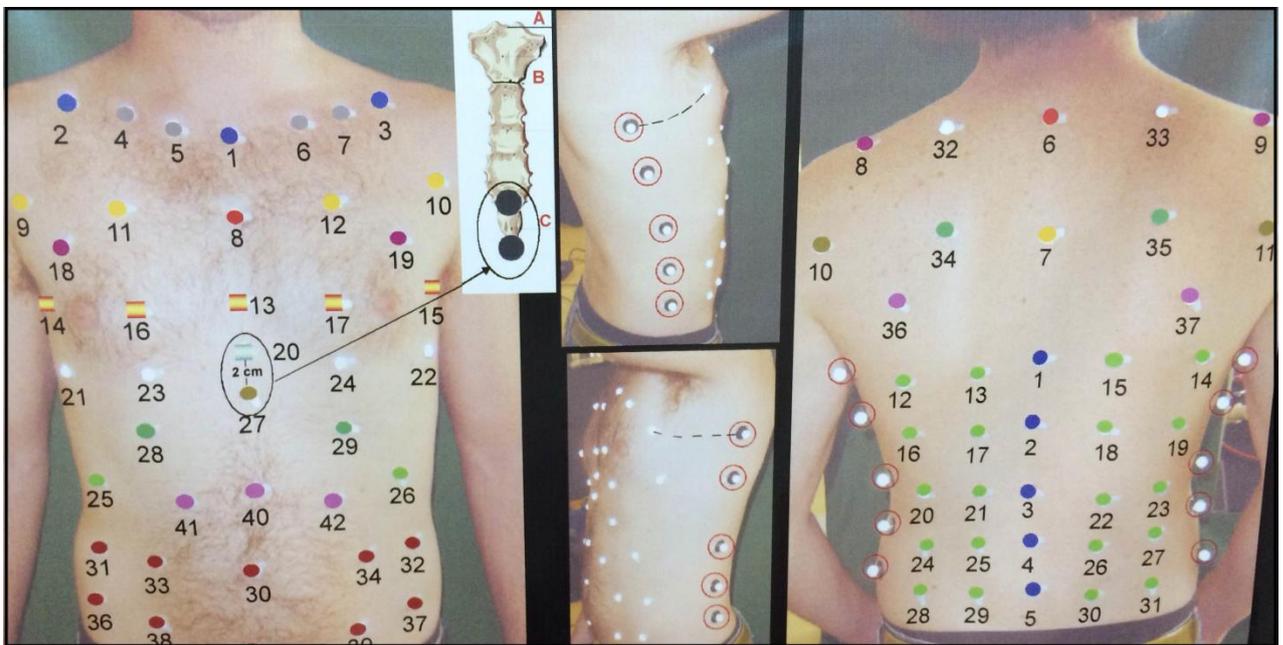
Para avaliação da força dos músculos inspiratórios foi utilizado o manovacuômetro digital (MVD-300, Globalmed, Porto Alegre, Brasil) conectado a uma boquilha com um orifício de 2mm, pressão de fechamento da glote. Os voluntários foram posicionados sentados, pés apoiados no chão, coluna ereta, sem apoios para os membros superiores, usando boquilha e clipe nasal e foram orientados a realizarem a manobra de PiMáx a partir do volume residual (VR) até a capacidade pulmonar total (CPT), realizando uma inspiração máxima e sustentada. Foram realizadas no mínimo três manobras com variabilidade menor que 10%. Para registro dos dados foi adotada a melhor entre as três manobras.

Em seguida, os indivíduos que apresentaram os critérios de inclusão foram esclarecidos quanto aos métodos, sanadas as dúvidas e preenchido o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

#### Avaliação da cinemática toracoabdominal – pletismografia optoeletrônica

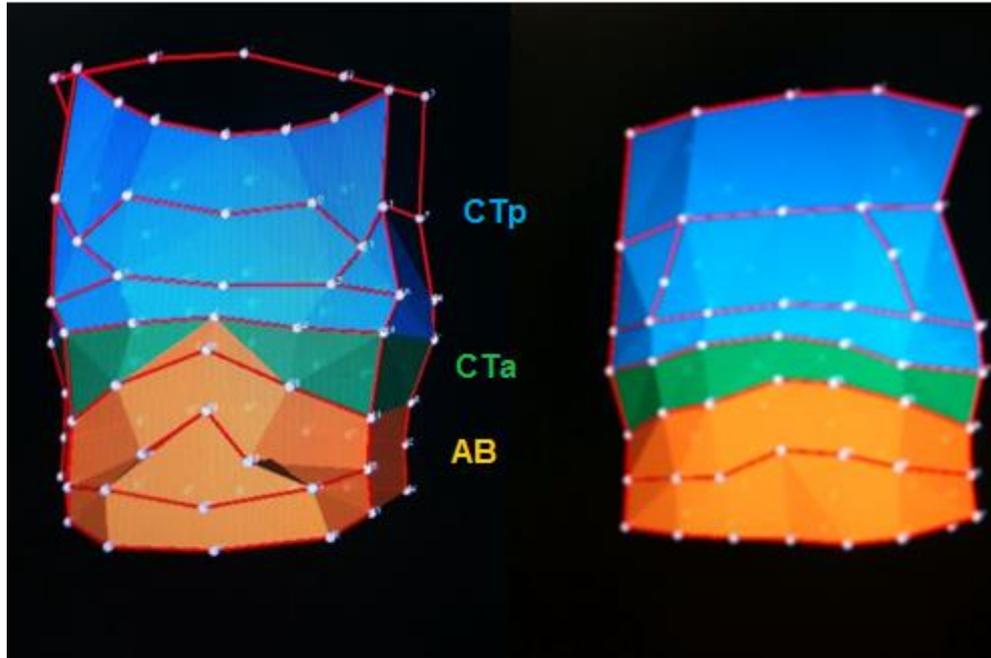
Foi utilizada para análise da cinemática toracoabdominal, o Pletismógrafo Optoeletrônico (POE) (BTS Bioengineering, Milão, Itália). Inicialmente, foram realizados ajustes na posição das câmeras de captação infravermelho e o procedimento de calibração das

mesmas para informar ao sistema sobre a posição dos eixos tridimensionais (X, Y e Z), assim como determinar a área de trabalho na qual a caixa torácica do indivíduo iria ocupar durante a coleta. Para isso, foi utilizada uma ferramenta de calibração que contém três eixos com marcadores reflexivos acoplados. Na fase de calibração, não foi necessária a participação do voluntário. Em seguida, o examinador posicionou 89 marcadores reflexivos na caixa torácica do voluntário, sendo 43 na parte anterior, 37 na parte posterior e 10 nas laterais (Figura 1). Os marcadores foram colocados em pontos anatômicos específicos das clavículas às espinhas ilíacas ântero-superiores, ao longo de linhas horizontais e verticais pré-definidas, conforme protocolo de GORINI e colaboradores (GORINI, et al., 1999)



**Figura 1.** Disposição dos marcadores reflexivos.

Em seguida, foi realizada a aquisição dos dados com os indivíduos confortavelmente sentados, pés apoiados no chão, joelhos e quadris em 90°, coluna ereta, com os membros superiores descansados sobre a maca. Durante a gravação, foi solicitado que o voluntário respirasse tranquilamente, sem falar e sem alterar a postura durante a aquisição da imagem. Após um período de um minuto de adaptação, a gravação da respiração foi realizada durante cinco minutos. Após a coleta dos dados, os mesmos foram processados por meio de programas específicos para determinação dos volumes pulmonares (Figura 2).



**Figura 2.** Imagem tridimensional da caixa torácica subdividida em três compartimentos. CTP: caixa torácica pulmonar (em azul); CTa: caixa torácica abdominal (em verde); AB: abdômen (em laranja).

#### Avaliação da capacidade funcional – Teste de Exercício Cardiopulmonar (TECP)

Foi realizado o TECP sintoma-limitante com o protocolo de rampa (SILVA et al., 2003) em esteira (*Centurium 300*, Micromed, Brasília, Brasil) através do software ErgoPC Elite<sup>®</sup> associado ao eletrocardiograma (Micromed, Brasília, Brasil) com 12 canais. O teste foi realizado sob condições padrão de temperatura, pressão e umidade, respiração-por-respiração, estando o voluntário respirando em uma máscara facial sem vazamentos durante o exercício. Antes de cada teste foi realizada a calibração do equipamento para pressão, gás e volume. Para assegurar que os pacientes atingissem o esforço máximo durante o exame, foram considerados os exames onde os pacientes apresentassem uma razão de troca respiratória ( $R \geq 1,1$ ) (ARENA, et al 2011). O teste foi realizado por um profissional médico em um ambiente equipado com todos os equipamentos de emergência e equipe treinada. O tempo do teste foi determinado pelo paciente, baseado no nível de dispneia e assegurado pelo médico, sendo aquele necessário para adquirir um teste de esforço máximo, mantendo a segurança do paciente, visto que todos os sinais vitais estavam sendo continuamente avaliados (Figura 3).



**Figura 3:** Realização do teste de exercício cardiopulmonar por um paciente acompanhado pela médica cardiologista assistente.

### **3.7. Etapas e métodos de coleta dos dados**

Os pacientes foram identificados através dos prontuários em Hospital de referência da Rede do SUS em Recife-PE, PROCAPE, nos quais já havia o diagnóstico de IC pelo médico cardiologista do serviço, os mesmos foram selecionados, informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e questionados quanto ao interesse em participar. Os interessados compareceram no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar do Departamento de Fisioterapia da UFPE, onde foi realizada a avaliação inicial composta por anamnese, prova de função pulmonar e manovacuometria. No mesmo dia, se incluídos, realizaram o TECP, a POE e responderam a protocolos de qualidade de vida.

Os indivíduos elegíveis, que desejaram participar, foram solicitados a assinar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

### **3.8. Análise dos dados**

Descrita nos tópicos apresentados.

Plano de tabulação e análise dos dados

Planilhas

As planilhas para armazenamento e análise dos dados foram elaboradas no Excel XP 2010 Microsoft®.

#### Forma de entrada de dados

Os dados foram digitados por meio de códigos pré-estabelecidos, sendo utilizada a opção “Validação de Dados” do programa Excel para especificar valores possíveis dentro da amostra e impedir que dados inválidos fossem digitados nas células. Em seguida, a planilha foi revisada por outro pesquisador da equipe para minimizar erros de tabulação.

### **3.9. Testes estatísticos**

Para a análise foram utilizados os Softwares SPSS 13.0 para Windows e o Excel 2007. Para todos os testes foram aplicados com 95% de confiança; as variáveis numéricas foram representadas pelas medidas de tendência central e medidas de dispersão e os resultados foram apresentados em forma de Tabela e/ou Gráficos com suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Foram aplicados o teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov para variáveis quantitativas, o ANOVA quando houve distribuição normal.

Por fim, foi calculado o Coeficiente de Spearman's no caso de distribuição não normal para analisar a correlação entre as variáveis.

### **3.10. Aspectos éticos**

Os procedimentos experimentais do estudo foram elaborados seguindo as diretrizes da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), CEP/CCS/UFPE sob CAAE – 02472112.9.0000.5208 (ANEXO C). Todos os indivíduos participaram voluntariamente e através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A) e estiveram cientes dos objetivos e procedimentos do estudo, assim como dos riscos e benefícios da sua participação. Em qualquer momento durante a realização do estudo os participantes poderiam se retirar, sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou na instituição que apoiou este estudo.

**4. CAPÍTULO III: ARTIGO ORIGINAL (Será traduzido e enviado para “American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation”)**

**CORRELAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DOS VOLUMES NO COMPARTIMENTO TÓRACO-ABDOMINAL COM A CAPACIDADE CARDIOPULMONAR DE INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA EM DIFERENTES GRAUS DE DISFUNÇÃO E REMODELAMENTO VENTRICULAR ESQUERDO**

**CORRELATION BETWEEN THE DISTRIBUTION OF VOLUMES IN THE THORACOABDOMINAL COMPARTMENT WITH THE CARDIOPULMONARY CAPACITY OF INDIVIDUALS WITH HEART FAILURE AT DIFFERENT DEGREES OF DYSFUNCTION AND LEFT VENTRICULAR REMODELING**

Tainá Maria de Souza Vidal<sup>1</sup>, Larissa de Andrade Carvalho<sup>2</sup>, Jasiel Frutuoso do Nascimento Junior<sup>2</sup>, Wilson Alves de Oliveira Jr<sup>3</sup>, Inês Remígio<sup>2</sup>, Armele Dornelas de Andrade<sup>2</sup>, Daniella Cunha Brandão<sup>2</sup>, Simone Cristina Soares Brandão<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife/PE Brasil.

<sup>2</sup>Departamento de Fisioterapia, UFPE, Recife/PE Brasil.

<sup>3</sup>Departamento de Cardiologia, Pronto Socorro Cardiológico de Pernambuco (PROCAPE) Univerdade de Pernambuco, Recife/PE Brasil

**Resumo**

Com a progressão da Insuficiência Cardíaca (IC), o agravamento da disfunção ventricular, associada à presença de hipertrofia do músculo cardíaco e à deterioração da capacidade cardiopulmonar, mesmo durante a realização de pequenos esforços podem levar a episódios de dispneia intensa e fadiga muscular precoce. O objetivo do estudo foi correlacionar a distribuição dos volumes no compartimento tóraco-abdominal com a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC em diferentes graus de disfunção e remodelamento ventricular esquerdo. Trata-se de um estudo de corte transversal envolvendo 32 pacientes provenientes de instituição de referência no atendimento cardiológico pelo Sistema Único de Saúde em Pernambuco que foram alocados em três grupos de acordo com o grau de disfunção sistólica. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Fisioterapia Cardiopulmonar da Universidade Federal de Pernambuco, onde foi realizado o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) e a pletismografia ópticoeletrônica (POE). Como principais resultados verificou-se que porcentagem do consumo de oxigênio máximo ( $VO_2\%máx$ ) apresentou diferença significativa ( $p$ -valor = 0,021) quando os três grupos foram comparados, sendo o grupo 3 o que apresentou menor valor. No grupo 1 foram observadas fortes correlações positivas entre volume corrente (VC) e equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ) ( $r = 0,762$ ) e no grupo 3 do diâmetro diastólico e da massa do ventrículo esquerdo indexados pela superfície corpórea ( $DDVE/SC$  e  $MaVE/SC$ ) com o volume corrente abdominal ( $VCab$ ) ( $r = -0,586$ ), do VC com o consumo máximo de oxigênio ( $VO_2máx$ ) ( $r = 0,582$ ), do volume corrente da caixa torácica abdominal e sua contribuição ( $VCcta$  e  $VCcta\%$ ) com  $VO_2máx$  ( $r = 0,682$ ;  $r = 0,539$  respectivamente) e com Pulso de  $O_2$  ( $r = 0,557$ ;  $r = 0,586$  respectivamente).

Conclui-se que a disfunção ventricular parece contribuir para um maior remodelamento cardíaco, o que pode comprometer a cinemática da caixa tóraco-abdominal. Além de apresentar correlação do volume corrente e sua distribuição nos compartimentos da caixa torácica com variáveis funcionais. Tal perspectiva aprimora o olhar clínico do profissional, aumentando a atenção e melhorando a conduta terapêutica e o prognóstico do paciente com IC.

**Palavras-chaves:** Insuficiência cardíaca, resposta respiratória, remodelamento ventricular, disfunção ventricular.

### **Abstract**

With the progression of heart failure (HF), the worsening of ventricular dysfunction associated with the presence of heart-muscle hypertrophy and the deterioration of cardiopulmonary capacity, even when performing small efforts, can lead to episodes of severe dyspnea and early muscle fatigue. To correlate the distribution of volumes in the thoracoabdominal compartment with the cardiopulmonary capacity of individuals with HF at different degrees of dysfunction and left ventricular remodeling. This was a cross-sectional study involving 32 patients from a reference institution in the cardiology care service of the National Health System, in the state of Pernambuco. The sample was divided into three groups according to the degree of systolic dysfunction. This study was carried out in the Laboratory of Cardiopulmonary Physiotherapy of the Federal University of Pernambuco, where the cardiopulmonary stress tests (CPST) and optical-electronic plethysmography (OEP) tests were performed. The percentage of maximum oxygen consumption ( $\text{VO}_2$  % max) revealed a significant difference ( $p$ -value = 0.021) when the three groups were compared, and group 3 presented the lowest value. In group 1, strong positive correlations were found between the tidal volume (TV) and ventilatory equivalent for carbon dioxide ( $\text{VE}/\text{VCO}_2$ ) ( $r=0.762$ ). In group 3, there were strong positive correlations between the diastolic diameter and left ventricular mass indexed by body surface (DDL<sub>V</sub>/BS and LVM<sub>a</sub>/BS) and the abdominal tidal volume (AbTV) ( $r=-0.586$ ); also, between the TV and the maximum oxygen consumption ( $\text{VO}_2$ max) ( $r=0.582$ ); between the tidal volume of the abdominal rib cage and its contribution (TV<sub>arc</sub> and TV<sub>arc</sub>%) and  $\text{VO}_2$ max ( $r=0.682$ ,  $r=0.539$ , respectively) and  $\text{O}_2$  pulse ( $r=0.557$ ,  $r=0.586$ , respectively). Ventricular dysfunction appears to contribute to an increased cardiac remodeling, which can compromise the kinematics of the thoracoabdominal cage. Moreover, a correlation of the tidal volume and its distribution in the rib cage compartments with functional variables can also be observed. This perspective enhances the clinical expertise of the health professional, increasing attention and improving therapeutic management and prognosis of patients with HF.

**Key-words:** Heart failure, respiratory response, ventricular remodeling, ventricular dysfunction.

### **Introdução**

A insuficiência cardíaca (IC) é um grave problema de saúde pública no qual uma anormalidade da função cardíaca é responsável pela falência do órgão em bombear sangue a uma taxa compatível com a demanda metabólica do organismo, ou que o faça mediante elevação das pressões de enchimento das câmaras cardíacas<sup>1</sup>.

O principal parâmetro usado para descrever a IC sistólica é a medição da fração de ejeção (FE). A FE do ventrículo esquerdo é o volume de curso (que é o volume diastólico final menos o volume sistólico final) dividido pelo volume diastólico final. Assim, em pacientes com contração reduzida e esvaziamento do ventrículo esquerdo ocorre a disfunção sistólica<sup>2</sup>.

A FE é considerada importante na IC, não apenas por causa de sua importância prognóstica, quanto menor a FE mais pobre a sobrevivência, mas também porque a maioria dos ensaios clínicos selecionam pacientes com base na FE, geralmente medida utilizando uma técnica de radionuclídeos ou ecocardiograma<sup>3</sup>. Os principais estudos em pacientes com IC e FE reduzida ou "IC sistólica", são de pacientes com  $FE \leq 35\%$ . Outros ensaios, mais recentes, têm incluído pacientes com IC e uma FE entre 40-45% e nenhuma outra anormalidade cardíaca causal (como alteração valvular ou doenças do pericárdio)<sup>4-6</sup>.

Alguns desses pacientes não apresentam a FE inteiramente normal, geralmente considerada como acima de 50%, mas também não apresentam uma grande redução da função sistólica. Pacientes com uma FE entre 35-50% representam uma "zona cinzenta" e muito provavelmente têm disfunção sistólica principalmente leve<sup>2,7</sup>.

Nessas condições, há um aumento do volume de sangue dentro do ventrículo esquerdo, ou seja, uma sobrecarga de volume, com consequente hipertrofia excêntrica da câmara, pois há aumento tanto no comprimento das fibras musculares como na espessura das paredes<sup>3</sup>.

Embora não haja evidências de relação direta da disfunção ventricular com a capacidade funcional, existem estudos que comprovam a influência da disfunção ventricular com a qualidade de vida<sup>8-11</sup>. Os principais sintomas de IC são dispneia e fadiga, os quais também podem estar relacionados a anormalidades em músculos respiratórios e à presença de hipertrofia do músculo cardíaco<sup>4</sup>.

Uma vez que a dispneia e a fadiga muscular, fatores estes que podem limitar a capacidade cardiopulmonar neste pacientes, são avaliados através do teste cardiopulmonar (TECP), considerado o padrão ouro para avaliação da limitação ao exercício, outros instrumentos para avaliação respiratória estão sendo utilizados nesta população<sup>10,12,13</sup>. Dentro deste contexto, a plestimografia óptico-eletrônica (POE) trata-se de um instrumento mais recente que avalia a ventilação pulmonar de forma não invasiva e que pode fornecer dados precisos do comportamento da função respiratória na IC<sup>14</sup>.

A POE é um instrumento capaz de mensurar, respiração por respiração, o volume da caixa torácica e de seus diferentes compartimentos - caixa torácica pulmonar (CTp), caixa torácica abdominal (CTa) e abdome (AB) - a partir de marcadores reflexivos dispostos em pontos anatômicos específicos da caixa torácica<sup>14-17</sup>. A partir desses marcadores reflexivos, o modelo geométrico da superfície torácica é formado, tendo seu volume calculado baseado no Teorema de Gauss<sup>18</sup>. Ademais, a POE ainda permite a avaliação volumétrica por hemitórax, totalizando seis compartimentos<sup>16</sup>.

Alguns pacientes com IC apresentam baixas pressões inspiratórias máximas (Pimáx) e resistência muscular inspiratória, além de um padrão respiratório restritivo, fatores que são conhecidos por resultar em limitação ao exercício e deterioração na qualidade de vida, além da consequente piora do prognóstico do paciente<sup>19</sup>. Estas alterações respiratórias podem ser explicadas não apenas pelas alterações hemodinâmicas inerentes a esta população, mas também pela presença de uma restrição extrapulmonar causada por competição entre os pulmões e coração pelo o espaço intratorácico, o que leva a um desequilíbrio no sistema toracoabdominal e limita a expansão do volume torácico. Com a progressão da doença associada ao aumento do volume cardíaco, mesmo o menor esforço realizado pelos pacientes pode levar a episódios de dispneia intensa e fadiga muscular precoce<sup>4,20</sup>.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o comportamento da resposta respiratória e correlacionar a distribuição dos volumes no compartimento tóraco-abdominal com a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC em diferentes graus de disfunção e remodelamento ventricular esquerdo.

## **Métodos**

### **Características dos participantes**

Este foi um estudo de corte transversal envolvendo indivíduos que já tinham o diagnóstico de IC em seus prontuários sob responsabilidade de médicos cardiologistas do serviço de saúde. Os participantes foram avaliados e divididos em três grupos: grupo 1 (G1) pacientes com IC e com disfunção ventricular esquerda leve ou com função ventricular esquerda preservada (FEVE > 45%); grupo 2 (G2) pacientes com IC e disfunção ventricular esquerda moderada ( FEVE entre 35 a 45%) e grupo 3 (G3) pacientes com IC e disfunção ventricular esquerda importante (FEVE < 35%) . Estes pacientes foram recrutados de *Ambulatório de Insuficiência Cardíaca, em hospital de referência de Recife* entre dezembro de 2012 a dezembro de 2013. Foram considerados como critérios de inclusão: adultos sedentários, que não realizavam exercícios físicos protocolados diariamente, na faixa etária

dos 18 a 65 anos, de ambos os sexos, diagnosticados com IC de etiologia isquêmica, hipertensiva, alcoólica ou chagásica; a FEVE deveria ter sido avaliada por ecocardiograma dos últimos seis meses; os pacientes deveriam estar em classe funcional II (leves sintomas e limitações em atividades rotineiras) ou III (com limitação importante na atividade física; atividades menores que as rotineiras produzem sintomas) pela *New York Heart Association (NYHA)*<sup>21</sup>; índice de massa corpórea (IMC) < 35 kg/m<sup>2</sup>; estabilidade clínica; sem mudança na classe de medicações em até três meses antes do início do estudo.

Foram excluídos os pacientes que apresentaram: angina instável; infarto do miocárdio ou cirurgia cardíaca prévia até três meses antes do início do estudo; doenças infecciosas ou metabólicas crônicas; pressão inspiratória máxima (P<sub>Imáx</sub>) maior ou igual que a predita para a idade e sexo correspondente; volume expiratório forçado no primeiro segundo/capacidade vital forçada (VEF1/CVF) < 70% do predito caracterizando distúrbio respiratório obstrutivo; doenças respiratórias; fumantes ativos; instabilidade hemodinâmica; doenças ortopédicas e neurológicas que impossibilitariam a realização do teste cardiopulmonar, além dos pacientes que não quiseram participar do estudo.

Todos os participantes foram instruídos a respeito do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) sob CAAE – 02472112.9.0000.5208.

## **Dados funcionais**

### **Mensuração da força e da função pulmonar**

A força muscular inspiratória foi avaliada utilizando um manovacuômetro digital (MVD-300, Globalmed, Porto Alegre, Brasil), acoplado a um bocal com uma abertura de 2 mm. Cada paciente realizou três manobras com variação máxima de 10% entre elas para atingir a P<sub>Imáx</sub>, a partir do volume residual (VR) até a capacidade pulmonar total (CPT), sendo considerada a melhor das três manobras<sup>22</sup>. Para mensurar a função pulmonar utilizou-se um espirômetro portátil (Micro Medical, Microloop, MK8, Rochester, Inglaterra), foi utilizado para testes de função pulmonar. A capacidade vital forçada (CVF) e o volume expiratório forçado no primeiro segundo (FEV1) foram avaliados de acordo com as recomendações da *American Thoracic Society*<sup>23</sup>.

### **Avaliação da capacidade funcional**

O TECP foi realizado em esteira (*Centurium 300*, Micromed, Brasília, Brasil) através do software ErgoPC Elite<sup>®</sup> associado ao eletrocardiograma (Micromed, Brasília, Brasil) com 12 canais, sendo utilizado para avaliar a capacidade cardiopulmonar. Para assegurar que os pacientes atingissem o esforço máximo durante o exame, foram considerados os exames nos quais os pacientes apresentassem uma razão de troca respiratória ( $R \geq 1$ )<sup>24</sup>. Os seguintes parâmetros foram avaliados durante o teste: consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), equivalente ventilatório de dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ), ventilação pulmonar (VE), tempo de recuperação do  $VO_{2max}$  ( $Tt/2VO_2$ ), consumo máximo de oxigênio para o primeiro limiar anaeróbico ( $L1VO_{2max}$ ), porcentagem do consumo máximo de oxigênio ( $VO_2 \%max$ ) e pulso de oxigênio.

### **Avaliação dos volumes da parede torácica regionais pela pletismografia optoeletrônica (POE)**

A POE (BTS Bioengenharia, Milão, Itália) mede alterações de volumes no sistema toracoabdominal através da colocação de 89 marcadores formados por hemisférios cobertos com papel retro-reflexivo. A localização de cada hemisfério é determinada por referências anatômicas nas regiões anterior e posterior do tórax e do abdômen, conforme mostra a Figura 1. Os marcadores foram colocados sobre a pele usando bioadesivos hipoalergênicos. Oito câmeras foram colocadas ao redor do paciente e as imagens gravadas foram transmitidas a um computador, onde um modelo tridimensional foi formado com base nos marcadores da POE software de captura (BTS Bioengenharia, Milão, Itália). A parede torácica foi dividida nos seguintes compartimentos: caixa torácica pulmonar (PCR - parte da caixa torácica oposição ao pulmão); caixa torácica abdominal (RCA - parte da caixa torácica contrário do diafragma); e abdômen (AB)<sup>16</sup>. Aquisições de dados da POE foram realizadas enquanto os indivíduos estavam sentados com os braços abaixados. Os dados foram coletados durante três minutos de respiração normal.

As variáveis aferidas no presente estudo foram: volume corrente da parede torácica (VC); volume corrente da caixa torácica pulmonar (VCctp); volume corrente da caixa torácica abdominal (VCcta); volume corrente do abdome (VCab); porcentagem da contribuição da caixa torácica pulmonar (Vctp%); porcentagem da contribuição da caixa torácica abdominal (Vcta%) e porcentagem da contribuição do abdome (Vab%).



**Figura 1.** Disposição dos marcadores reflexivos.

### **Análise estatística**

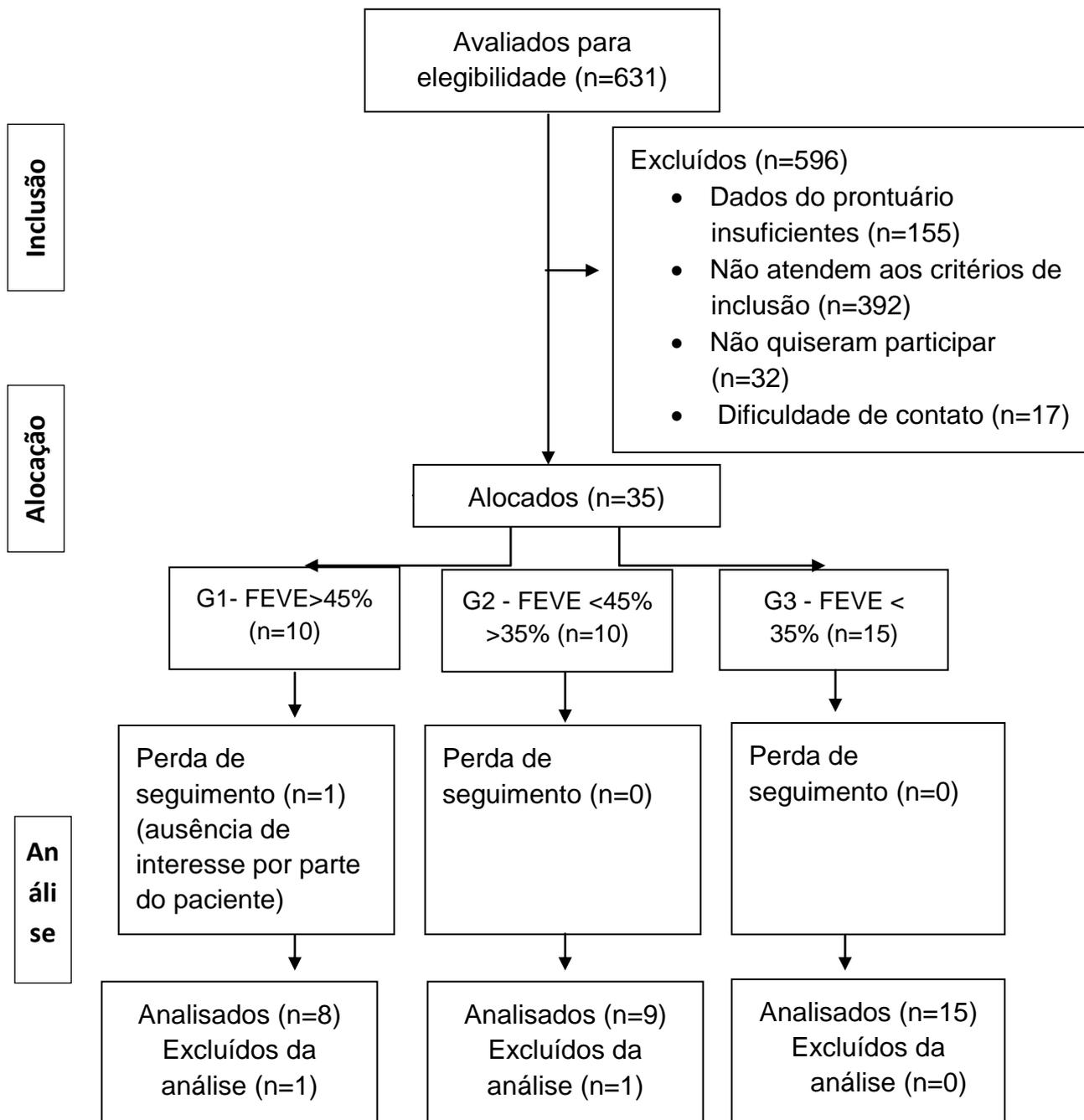
Para a análise foram utilizados os Softwares SPSS 13.0 para Windows e o Excel 2007. Para todos os testes foram aplicados intervalo de 95% de confiança; as variáveis numéricas foram representadas pelas medidas de tendência central e medidas de dispersão e os resultados foram apresentados em forma de Tabela e/ou Gráficos com suas respectivas frequências absoluta e relativa.

Foram aplicados o teste de Normalidade de Kolmogorov-Smirnov para variáveis quantitativas e o ANOVA quando houve distribuição normal.

Por fim foi calculado o Coeficiente de correlação de Spearman's no caso de distribuição não normal.

### **Resultados**

Trinta e dois pacientes (63% homens, com idade de  $52 \pm 10$  anos) foram incluídos no estudo e divididos da seguinte forma: G1) oito pacientes com IC e com disfunção ventricular esquerda leve ou com função ventricular esquerda preservada (FEVE > 45%); G2) nove pacientes com IC e disfunção ventricular esquerda moderada (FEVE entre 35 a 45%) e G3) quinze pacientes com IC e disfunção ventricular esquerda importante (FEVE < 35%), como demonstrado no fluxograma 1. As características clínicas basais dos pacientes estão descritas na Tabela 1.



**Fluxograma 1: Captação e acompanhamento dos participantes**

N (% feminino)	32 (37)
Idade (anos)	52 ± 10
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	27,59 ± 3,84
FEVE (%)	42,75 ± 8,46
DDVE (mm)	63,89 ± 6,93
DSVE (mm)	50,34 ± 6,59
VEF1/CVF (% predito)	90,21 ± 10,73
Pimax (cmH <sub>2</sub> O)	70,24 ± 23,98
Pimax (%)	38,66 ± 12,61
Etiologia [n(%)]	
- Hipertensiva	10 (33)
- Isquêmica	8 (25)
- Alcoólica	8 (25)
- Doença de Chagas	6 (17)
NYHA [n(%)]	
- Classe II	19 (62,5)
- Classe III	13 (37,5)
Medicamentos	
- B- bloqueador	32 (100)
- Diurético	31 (96)
- IECA/BRA	31 (96)

**Tabela 1. Caracterização da amostra**

Dados expressos em média e desvio padrão. Dados normais, valor-p > 0,05. IMC: índice de massa corpórea; FEVE: fração de ejeção de ventrículo esquerdo; DDVE: diâmetro diastólico de ventrículo esquerdo; DSVE: diâmetro sistólico de ventrículo esquerdo; VEF1/CVF: relação entre o volume expiratório forçado no primeiro segundo e a capacidade vital forçada; NYHA: *New York Heart Association*; IECA: inibidor da enzima conversora de angiotensina; BRA: bloqueador do receptor de angiotensina; mm: milímetros; cmH<sub>2</sub>O: centímetros de água.

### **Avaliação da capacidade cardiopulmonar**

Das variáveis apresentadas na Tabela 2, o VO<sub>2</sub>%máx (p-valor = 0,021) apresentou diferença significativa quando os três grupos foram comparados. Em relação ao VO<sub>2</sub>%max, o grupo 3 apresentou menor valor (49,36% ± 11,38%) em comparação aos grupos 2 (61,97% ± 9,37%) e 1 (58,99% ± 11,15%).

### **Avaliação da distribuição dos volumes no compartimento tóraco-abdominal**

O padrão de distribuição do volume pulmonar avaliado pela POE, como demonstrado na Tabela 2, não apresentou diferença entre os grupos para nenhum compartimento específico, ou para o volume da caixa torácica como um todo.

### **Remodelamento ventricular (diâmetro e massa do ventrículo esquerdo)**

Quanto ao diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo (DDVE) e a massa do ventrículo esquerdo (MaVE) indexados pela superfície corpórea (SC) foi observada diferença significativa (p-valor = 0,050 e p-valor = 0,023 respectivamente) quando comparados os três grupos (como apresentado na Tabela 2), tendo o grupo 3 mostrado maior diâmetro e massa médios.

Essas duas variáveis ainda se correlacionaram negativamente com o V<sub>ctp</sub>% nos grupos 1 e 2 (r = -0,857 e r = -0,683 respectivamente) e com o VC e VCab no grupo 3 (r = -0,590 e r = -0,586 respectivamente), como mostra a Figura 1.

### **Avaliação da força muscular inspiratória**

Apesar de não ter sido demonstrado diferença significativa da P<sub>máx</sub> na comparação dos três grupos (Tabela 2), observou-se que a P<sub>máx</sub> diminui linearmente de acordo com a piora da disfunção sistólica, sendo o grupo com pior grau de disfunção o que apresentou menor P<sub>máx</sub>. Além disso, os valores absolutos das médias dos grupos 2 e 3 foram baixos, ou seja, parte da amostra apresentava fraqueza muscular inspiratória.

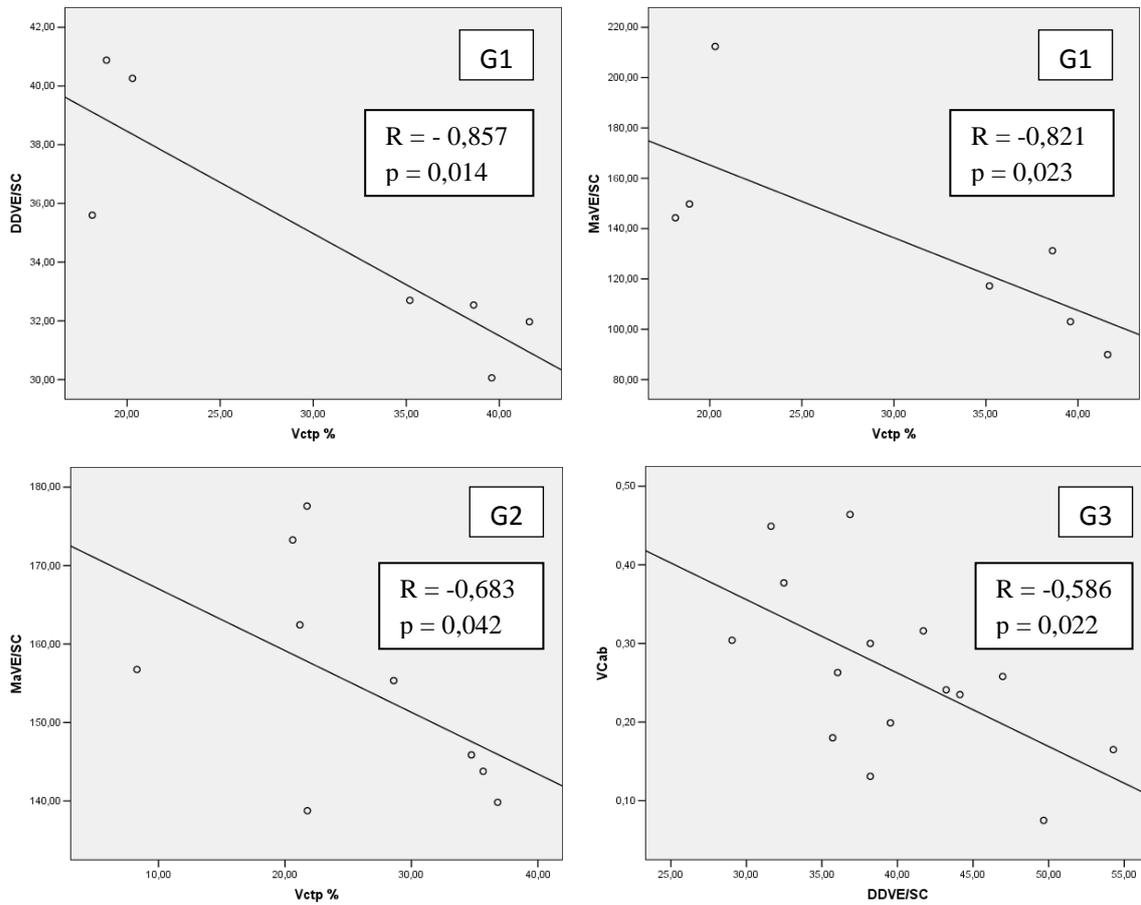
### Correlações entre as variáveis da POE e do TECP

No grupo 1 foram observadas fortes correlações positivas entre VC e VE/VCO<sub>2</sub> ( $r = 0,762$  e  $p = 0,028$ ), entre Vab% e Pulso de O<sub>2</sub> ( $r = 0,857$  e  $p = 0,014$ ) e negativa do VCcta com o Pulso de O<sub>2</sub> ( $r = - 0,857$  e  $p = 0,014$ ). No grupo 2 não foram verificadas correlações significativas entre as variáveis da POE e do TECP, enquanto que no grupo 3 foram apresentadas correlações entre VC e VO<sub>2</sub>máx ( $r = 0,582$  e  $p = 0,023$ ); VCcta e Vcta% com VO<sub>2</sub>máx ( $r = 0,682$  e  $p = 0,005$ ;  $r = 0,539$  e  $p = 0,038$ ) e VCcta e Vcta% com Pulso de O<sub>2</sub> ( $r = 0,557$  e  $p = 0,031$ ;  $r = 0,586$  e  $p = 0,022$ ), conforme apresenta a Figura 2.

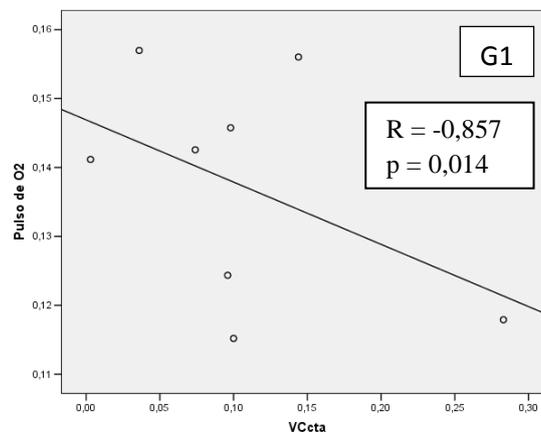
**Tabela 2 – Comparação entre grupos das variáveis do TECP, Ecocardiograma, Manovacuometria, Espirometria e POE.**

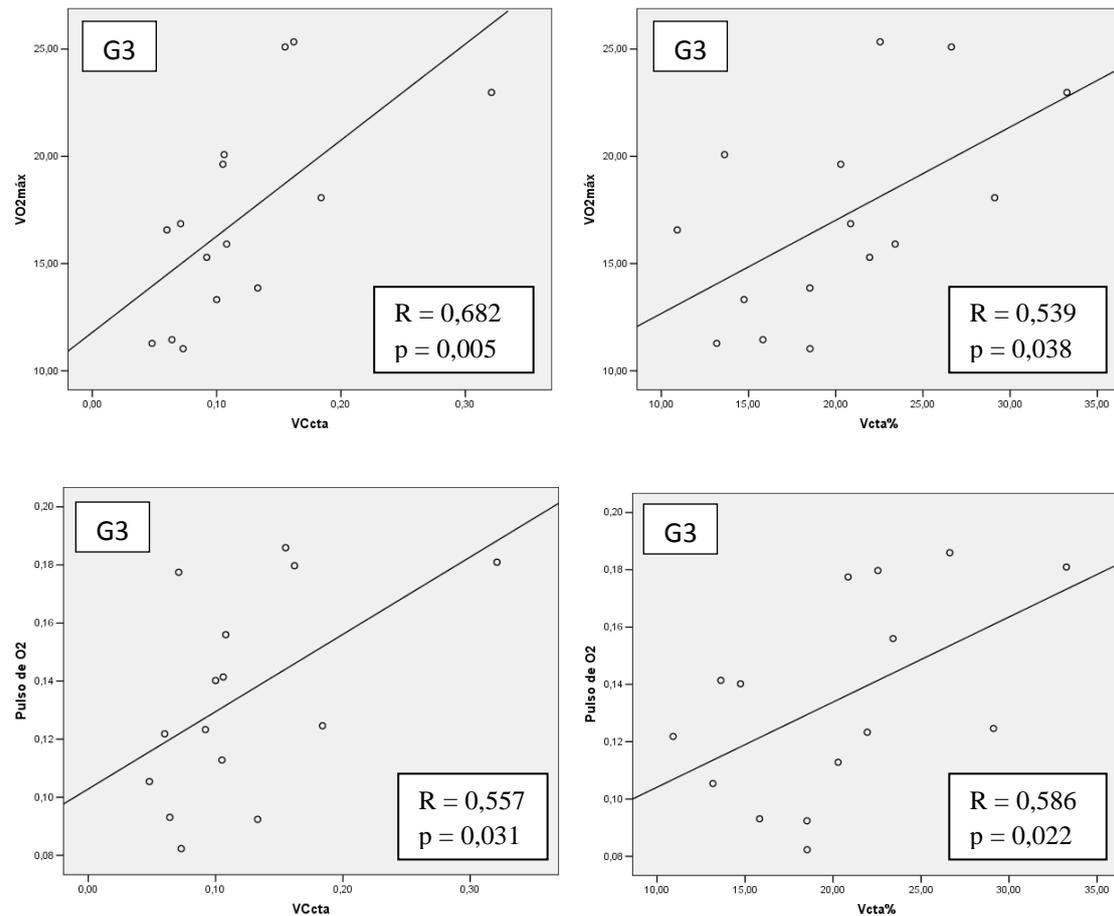
Variáveis	Grupos			p-valor *
	G1- FEVE>45%	G2 - FEVE <45% >35%	G3 - FEVE < 35%	
	Média ± DP	Média ± DP	Média ± DP	
VO <sub>2</sub> max (mL/Kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	19,19 ± 3,87	20,72 ± 2,78	17,12 ± 4,74	0,119
VE (L. min <sup>-1</sup> )	44,01 ± 8,16	57,36 ± 18,99	54,71 ± 8,59	0,075
VO <sub>2</sub> LV1 (mL/Kg x min)	13,90 ± 3,16	15,87 ± 2,29	13,17 ± 2,73	0,079
VE/VCO <sub>2</sub> (mL/Kg x min)	29,41 ± 4,09	29,64 ± 3,07	34,12 ± 6,39	0,056
VO <sub>2</sub> % max (%)	58,99 ± 11,15	61,97 ± 9,37	49,36 ± 11,38	<b>0,021*</b>
t/2 (s)	137,50 ± 32,85	151,44 ± 38,76	181,27 ± 71,60	0,182
Pulso de O <sub>2</sub> (%)	0,14 ± 0,02	0,16 ± 0,03	0,13 ± 0,03	0,127
DDVE/SC (mm)	34,12 ± 4,44	35,52 ± 3,25	39,84 ± 6,93	<b>0,050*</b>
MaVE/SC (g/m <sup>2</sup> )	131,65 ± 38,67	154,85 ± 14,16	188,95 ± 59,68	<b>0,023*</b>
PiMAX (cmH <sub>2</sub> O)	90,75 ± 39,85	73,56 ± 22,29	67,27 ± 32,55	0,261
VEF1/CVF (%)	83,88 ± 10,48	87,89 ± 6,83	86,27 ± 9,26	0,657
VC (L)	0,49 ± 0,15	0,62 ± 0,16	0,57 ± 0,18	0,268
VCctp (L)	0,13 ± 0,08	0,16 ± 0,08	0,19 ± 0,10	0,365
VCcta (L)	0,10 ± 0,08	0,11 ± 0,06	0,12 ± 0,07	0,871
VCab (L)	0,25 ± 0,14	0,35 ± 0,11	0,26 ± 0,11	0,164
VCctp %	30,33 ± 10,69	25,49 ± 9,31	32,75 ± 13,75	0,369
Vcta %	22,26 ± 10,46	17,43 ± 7,22	20,22 ± 6,23	0,449
Vab %	47,41 ± 18,98	57,07 ± 12,17	47,03 ± 16,17	0,300

(\*) ANOVA



**Figura 1.** Gráficos das correlações existentes entre variáveis do Ecocardiograma (Remodelamento cardíaco) e da POE.





**Figura 2.** Gráficos das correlações existentes entre variáveis do TECP e da POE.

## Discussão

A maioria dos estudos que analisaram componentes respiratórios associados à componentes cardíacos e físico-funcionais no percurso da IC utilizaram instrumentos como ergoespirometria, manovacuometria, radiografia de tórax, teste de esforço cardiopulmonar e teste de caminhada de 6 minutos avaliando, principalmente, as seguintes variáveis:  $VO_2pico$ ,  $VE/VCO_2$ ,  $VCO_2$ ,  $VE$ ,  $Pimáx$ ,  $FEV_1$ ,  $CVF$ , distância percorrida<sup>4,13,25-30</sup>. Tais instrumentos também foram utilizados neste estudo com o acréscimo da POE que representa uma inovação na investigação de volumes pulmonares na IC, constituindo assim o ineditismo da presente pesquisa.

Nessas condições, como principais achados deste estudo, observou-se que a disfunção sistólica influencia na capacidade cardiopulmonar e na distribuição dos volumes no compartimento tóraco-abdominal quando se estabeleceu um grau mais avançado do remodelamento ventricular esquerdo.

### **Influência da disfunção sistólica no remodelamento cardíaco e na capacidade cardiopulmonar**

O  $VO_2\%max$ , o DDVE/SC e a MaVE/SC demonstraram diferenças significantes entre os grupos. Neste estudo pôde-se verificar que o grupo com disfunção moderada e àquele com disfunção acentuada se apresentaram diferentes quanto ao  $VO_2\%max$ , o que se relaciona com o fato de diferentes fatores determinantes serem observados em pacientes com IC já com disfunção ventricular esquerda significativa. Estes resultados e o aumento da resposta ventilatória em pacientes com IC pode explicar as diferentes mudanças de  $VO_2máx$  e sua porcentagem nestes pacientes durante esforço submáximo e força voluntária máxima e contribuir para explicar o esforço induzido pelo exercício nestes indivíduos<sup>24</sup>.

Com relação à MaVE/SC observou-se diferença estatisticamente significativa entre o grupo 1 e o grupo 3, ou seja, quanto pior a função ventricular maior o grau de hipertrofia cardíaca devido à sobrecarga oferecida ao músculo cardíaco<sup>3</sup>.

Diferentemente do estudo de Silva Marques et al.<sup>31</sup> que não demonstrou correlação entre os índices de função cardíaca ou função respiratória, este estudo mostrou correlação entre disfunção ventricular e remodelamento cardíaco, na qual correlações significativas foram demonstradas entre a FE e a DDVE/SC ou a MaVE/SC, ambos foram indexados para normalizar o impacto da superfície corpórea dos indivíduos.

### **Correlação da distribuição dos volumes no compartimento tóraco-abdominal com o remodelamento cardíaco**

As correlações do DDVE/SC e da MaVE/SC com VC<sub>ctp</sub> e VC<sub>ab</sub> sugere a presença de mecanismos compensatórios na caixa torácica pulmonar e compartimento abdominal. Aliverti et al.<sup>32</sup> observaram que, durante o esforço, os músculos abdominais e caixa torácica pulmonar desempenham um papel duplo de evitar dispendiosas distorções da caixa torácica e sobrecarga do diafragma de modo que ele atue como um gerador de fluxo.

Um dos compartimentos submetidos à ação do diafragma, ou seja, o abdômen demonstrou maior comprometimento no grupo 3. Uma possível justificativa é que a cardiomegalia limitaria o deslocamento eficaz do diafragma eficaz, por causa do comprometimento gerado pelo coração com um aumento de volume, o que pode representar uma carga mecânica para o diafragma e alterar o seu retorno para a posição prévia à contração com adequada vantagem mecânica.

Olson et al.<sup>20</sup> estudou a relação entre o volume cardíaco e pulmonar no compartimento torácico de 44 indivíduos com IC através de análise radiográfica e foi

observada uma forte correlação entre o tamanho do coração e de redução do volume pulmonar em pacientes com IC. Além disso, eles sugerem que o aumento do volume cardíaco e redução do volume pulmonar pode contribuir para a respiração rápida e superficial frequentes nesta população, especialmente durante o exercício.

Em 2011, Olson e Johnson<sup>4</sup> também estudaram a influência de cardiomegalia à perturbação respiratória durante o exercício em pacientes com IC e demonstraram uma forte correlação entre o volume cardíaco e alterações do VC e da frequência respiratória durante o exercício.

### **Influência da força muscular inspiratória nos indivíduos com disfunção ventricular esquerda**

O fato da análise da distribuição da amostra do presente estudo ter sugerido a presença de fraqueza muscular inspiratória, sobretudo nos pacientes do grupo 3 corrobora com os estudo de Hammond et al.<sup>33</sup> que embora não tenha relacionado a força muscular com parâmetros cardíacos medidos, especialmente FEVE, foi observada redução significativa da Pimáx em pacientes com IC mais graves de acordo com a NYHA.

Além disso, fraqueza muscular respiratória e falta de condicionamento físico podem estar envolvidos no aumento do trabalho respiratório durante hiperpnéia no momento da execução do esforço<sup>26</sup>. Nesses casos, a diminuição do trabalho respiratório por meio de um treinamento muscular inspiratório resulta em um aumento do fluxo sanguíneo nos membros, atenuando o metaborreflexo e potencializando assim a capacidade de exercício em pacientes com IC<sup>34-37</sup>.

### **Correlação da distribuição do volume no compartimento tóraco-abdominal com a capacidade cardiopulmonar**

Quando as variáveis averiguadas neste estudo foram correlacionadas verificaram-se correlações significativas ao analisar cada grupo separadamente. O VC, importante variável aferida pela POE, que designa o volume de ar movido em cada ciclo respiratório se correlacionou fortemente e positivamente com a VE/VCO<sub>2</sub> aferida pelo TECP. Sabe-se que a VE/VCO<sub>2</sub> depende da resposta respiratória durante o aumento da carga de trabalho no esforço, a qual se configura como secundária à ventilação total, ao espaço morto e à ventilação alveolar, e reflete a capacidade das trocas gasosas e também representa a capacidade funcional<sup>26</sup>.

Dessa forma, tal correlação pode ser analisada por meio do entendimento do método ventilatório no qual é crucial observar que, após o início do exercício, há um declínio fisiológico das relações  $VE/VO_2$  e  $VE/VCO_2$ , tanto porque a ventilação varia mais lentamente do que o metabolismo, quanto porque há um aumento da eficiência ventilatória, aumentando o VC e reduzindo hiperbolicamente sua fração<sup>38,39</sup>.

Assim como o presente artigo, Brandão et al.<sup>13</sup> com a utilização também da POE, demonstrou que pacientes com IC e cardiomegalia são caracterizados por uma reduzida mobilidade na parte esquerda da porção inferior da caixa torácica, que contribui levando a um aumento da percepção de dispnéia durante o exercício submáximo. Apesar de não termos analisados os compartimentos em sua lateralidade verificamos que quanto maior VCab menor o Pulso de  $O_2$ .

Sabe-se que o VCab e sua contribuição está diretamente relacionado ao funcionamento diafragmático<sup>40</sup>. Entretanto, com base nos resultados encontrados, esta influência só terá repercussão com um grau mais avançado da doença, quando já houver baixa do débito cardíaco e da diferença arteriovenosa de  $O_2$ , refletindo comprometimento do volume sistólico e da adaptação cardiovascular periférica do paciente. Nesses casos, baixos valores de Vab% e de pulso de  $O_2$  indicam pior capacidade funcional e menor sobrevida<sup>41</sup>.

O VCcta é o compartimento que tem contato direto com o mediastino e o que sofre maior interferência da cardiomegalia<sup>42</sup>. Esse fato pode ser percebido ao verificar que diferentemente do grupo 1, as correlações dessa distribuição com o  $VO_{2máx}$  e pulso de  $O_2$  aconteceu de forma positiva no grupo 3. Ou seja, a distribuição e contribuição do volume corrente nesse compartimento que não estaria acometido no início da doença, começa a influenciar quando a doença piora.

Outra correlação positiva observada, foi do VC com o  $VO_{2máx}$  no grupo 3. Ingle et al.<sup>43</sup> também realizaram um estudo comparando os achados da função pulmonar com a capacidade de exercício em 340 indivíduos com IC de todas as classes funcionais por meio de um teste de esforço cardiopulmonar e uma espirometria. Não foram encontradas correlações entre a função respiratória e a capacidade funcional mensurada através do  $VO_{2máx}$  em pacientes mais sintomáticos, classes funcionais III e IV da NYHA. Também não foram observadas diferenças entre o desempenho na espirometria nas classes I-II e III-IV.

No presente estudo foi observada correlação entre a função respiratória e a capacidade de exercício. Estas discordâncias entre os achados de Ingle et al.<sup>43</sup> e os nossos dados devem-se tanto devido à diferença nos métodos de mensuração da função respiratória quanto à predominância de indivíduos de classe funcional mais mediana deste estudo.

Como limitações do estudo, verificou-se o viés de seleção, que ocorreu por conveniência; o fato de todas as avaliações terem sido feitas em uma só manhã, o que pode ter se tornado cansativo, e conseqüentemente influenciado nos resultados dos testes; a variedade etiológica na amostra, o tamanho amostral que ficou abaixo do previsto e a distribuição numérica heterogênea entre os grupos, o que pode ter comprometido a análise das correlações nos grupos separadamente.

### **Conclusão**

Este estudo sugere que a disfunção ventricular gera maior remodelamento cardíaco, o que pode, por sua vez, comprometer a distribuição do volume no compartimento tóraco-abdominal e a capacidade cardiopulmonar de indivíduos com IC. Para prática clínica dos profissionais de saúde que lidam diretamente com os pacientes com IC, com base nesse comprometimento, pode-se direcionar atenção a possíveis alterações da resposta respiratória relacionadas à deterioração da capacidade funcional de pacientes com IC. Sugere-se a realização de estudos multicêntricos, controlados que utilizem a POE como instrumento de avaliação respiratória que não é ainda bem explorada na abordagem ao paciente com IC.

### **Bibliografia**

1. Nogueira PR, Rassi S, Corrêa K DE S: Epidemiological, clinical e therapeutic profile of heart failure in a tertiary hospital. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2010; 95: 392-398
2. McMurray JJV, Adamopoulos D, Anker SD, et al: ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. *European Heart Journal* 2012; 33: 1787–1847
3. Mattos BP: Mecanismos patogênicos, função ventricular e biópsia endomiocárdica na miocardiopatia dilatada. *Revista do Hospital de Clínicas de Porto Alegre* 2005; 25: 60-64
4. Olson TP & Johnson BD: Influence of cardiomegaly on disordered breathing during exercise in chronic heart failure. *European Journal of Heart Failure* 2011; 13: 311–318
5. Freitas EV, Batlouni M, Gamarsky R: Heart failure in the elderly. *Journal of Geriatric Cardiology* 2012; 9: 101-107
6. Freyssin C, Verkindt C, Prieur F, et al: Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of an 8-week, high-intensity interval training versus continuous training. *Arch Phys Med Rehabil* 2012; 93: 1359-1364

7. Lloyd-Jones D, Adams RJ, Brown TM, et al: Executive summary: heart disease and stroke statistics-2010 update: a report from the American Heart Association. *Circulation* 2010; 121: 948-954
8. Fergus I, Semopoulos LA, Lejemtal TH: Quality of life in older patients with congestive heart failure. Effects of ACE inhibitors. *Drugs Aging* 1996; 8: 23-28
9. Scattolin FAA, et al: Correlação entre instrumentos de qualidade de vida relacionada à saúde e independência funcional em idosos com insuficiência cardíaca. *Caderno de Saúde Pública* 2007; 23: 2705-2715
10. Nogueira IDB, Servantes DM, Silva Nogueira PAM, et al: Correlação entre Qualidade de Vida e Capacidade Funcional na Insuficiência Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2010; 95: 238-243
11. Barbosa JJ, Eugênia F, Barbosa J: Avaliação da qualidade de vida em pacientes submetidos a um programa de reabilitação cardiovascular semissupervisionado fase III. *Revista Saúde e Pesquisa* 2011; 4: 363-372
12. Yazbek Júnior P, Carvalho RTD, Maria L: Ergoespirometria. Teste de Esforço Cardiopulmonar , Metodologia e Interpretação. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 1998; 71: 719-724
13. Brandão DC, Lage SM, Britto RR: Chest wall regional volume in heart failure patients during inspiratory loaded breathing. *Respiratory Physiology and Neurobiology* 2012; 180: 269-274
14. Aliverti A & Pedotti A: Opto-electronic plethysmography. *Monaldi Archives for Chest Disease* 2003; 59: 12-16
15. Aliverti A, Iandelli I, Duranti R, et al: Respiratory muscle dynamics and control during exercise with externally imposed expiratory flow limitation. *Journal of Applied Physiology* 2002; 92: 1953-1963
16. Iandelli I, Aliverti A, Kayser B, et al: Determinants of exercise performance in normal men with externally imposed expiratory flow limitation. *Journal of Applied Physiology* 2002; 92: 1943-1952
17. Aliverti, A. Lung and chest wall mechanics during exercise: effects of expiratory flow limitation. *Respiratory & Physiology and Neurobiology* 2008; 163: 90-99
18. Cala SJ, Kenyon CM, Ferrigno G, et al: Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. *Journal of Applied Physiology* 1996; 81: 2680-2689
19. Forgiarini Junior LA, Rubleski A, Garcia D, et al: Avaliação da Força Muscular Respiratória e da Função Pulmonar em Pacientes com Insuficiência Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2007; 89: 36-41

20. Olson TP, Beck KC, Johnson JB, et al: Competition for Intrathoracic Space Reduces Lung Capacity in Patients With Chronic Heart Failure A Radiographic Study. *CHEST* 2006; 130: 164-171
21. The criteria committee of the new york heart association: Revision to classification of functional class and objective assessment of patients with disease of the heart. *Circulation* 1994; 92: 644–645 20 NEDER 21 PEREIRA
22. Neder JA, Andreoni S, Lerario MC, et al: Reference values for lung function tests. II. Maximal respiratory pressures and voluntary ventilation. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 1999; 32: 719-729
23. Pereira CAC, Sato T, Rodrigues SC: Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. *J Bras Pneumol* 2007; 3: 397-406
24. Arena R, Myers J, Guazzi M: Cardiopulmonary exercise testing is a core assessment for patients with heart failure. *Congestive Heart Fail* 2011; 17: 115-119
25. Puri S, Baker BL, Dutka DP, et al: Reduced alveolar-capillary membrane diffusing capacity in chronic heart failure. Its pathophysiological relevance and relationship to exercise performance. *Circulation* 1995; 91: 2769-2774
26. Clark AL, Chua TP, Coats AJS: Anatomical dead space, ventilatory pattern, and exercise capacity in chronic heart failure. *Br Heart* 1995; 74: 377-380
27. Romano M, Monteforte I, Cardei S, et al: Cardiopulmonary exercise response in patients with left ventricular dysfunction or heart failure: a noninvasive study by gas exchange and impedance cardiography monitoring. *Cardiology* 1996; 87: 147-152
28. Witt C, Borges AC, Haake H, et al. Respiratory muscle weakness and normal ventilator drive in dilative cardiomyopathy. *European Heart Journal*, 1997; 18: 1322-1328
29. Meyer FJ, Zugck C, Haass M, et al: Inefficient ventilation and reduced respiratory muscle capacity in congestive heart failure. *Basic Res Cardiol* 2000; 95: 333-342
30. Guazzi M, Reina G, Tumminello G, et al: Alveolar-capillary membrane conductance is the best pulmonar function correlate of exercise ventilation efficiency in heart failure patients. *Eur J Heart Fail* 2005; 7: 1017-1022
31. Silva Marques J, Luz-Rodrigues H, David CG, et al. Biomarkers of functional class in systolic heart failure: The relevance of copeptin. *Revista Portuguesa de Cardiologia* 2012; 38: 174-183
32. Aliverti, A. et al: Human respiratory muscle actions and control during exercise. *Journal of Applied Physiology* 1997; 83: 1256-1269
33. Hammond MD, Bauer KA, Sharp JT, et al: Respiratory muscle strength in congestive heart failure. *Chest* 1990; 98: 1091–1094

34. Winkelmann P, et al. Addition of inspiratory muscle training to aerobic training improves cardiorespiratory responses to exercise in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. *American Heart Journal* 2009; 158: 1-7
35. Laoutaris ID, Adamopoulos S, Manginas A, et al: Benefits of combined aerobic/resistance/inspiratory training in patients with chronic heart failure. A complete exercise model? A prospective randomised study. *Int J Cardiol* 2013; 167: 1967-1972
36. Méa Plentz RD. Treinamento Muscular Inspiratório em Pacientes com Insuficiência Cardíaca: Metanálise de Estudos Randomizados. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2012; 99: 762-771
37. Bosnak-guclu M, et al: Effects of inspiratory muscle training in patients with heart failure. *Respiratory Medicine* 2011; 105: 1671-1681
38. Di Naso FC, Pereira JS, Dias AS, et al: Correlações entre variáveis respiratórias e funcionais na insuficiência cardíaca. *Revista Portuguesa de Pneumologia* 2009; 5: 875-890
39. Wanderley Braga AMF, Rondon MUPB, Negrão CE, et al. Valor Preditivo de Variáveis Ventilatórias e Metabólicas para Óbito em Pacientes com Insuficiência Cardíaca. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia* 2006; 86: 451-458
40. Parreira VF, Vieira DSR, Myrrha MAC, et al: Pletismografia optoeletrônica: uma revisão da literatura. *Rev Bras Fisioter* 2012; 16: 439-453
41. Vogiatzis, I, Georgiadou O, Golemati, S, et al: Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2005; 60: 723-729
42. Kenyon CM, Cala SJ, Yan S: Rib cage mechanics during quiet breathing and exercise in humans. *J Appl Physio.* 1997; 83: 1242–1255
43. Ingle L, Shelton RJ, Cleland JG, et al: Poor relationship between exercise capacity and spirometric measurements in patients with more symptomatic heart failure. *J Card Fail* 2005; 11: 619 -623

## 5. CAPÍTULO IV: CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS.

Dentre os resultados apresentados, mostra-se relevante o fato da disfunção ventricular se correlacionar com o remodelamento cardíaco e essas duas condições bastante comuns em indivíduos com IC, influenciarem a distribuição e contribuição dos volumes pulmonares no compartimento tóraco-abdominal e a capacidade cardiopulmonar.

Além disso, observaram-se importantes correlações dos volumes correntes e suas distribuições nos compartimentos da caixa torácica com variáveis funcionais quando estratificada em diferentes graus de disfunção sistólica., o que proporciona aprimoramento no olhar clínico e seletividade na conduta terapêutica, aumentando a atenção ao paciente com IC.

As grandes limitações desse estudo foram o viés de seleção, que ocorreu por conveniência; o fato de todas as avaliações terem sido feitas em uma só manhã, o que pode ter se tornado cansativo, e conseqüentemente influenciado nos resultados dos testes; a variedade etiológica na amostra, o tamanho amostral que ficou abaixo do previsto e a distribuição numérica heterogênea entre os grupos, o que pode ter comprometido a análise das correlações nos grupos separadamente.

Assim, percebe-se a necessidade da realização de estudos multicêntricos, controlados que utilizem a POE, importante instrumento de avaliação respiratória, que ainda não é bem explorada na abordagem ao paciente com IC, bem como sua correlação com a capacidade cardiopulmonar a fim de mostrar sinais de comprometimentos funcionais e conseqüentemente, guiar uma melhor conduta terapêutica, proporcionando melhor prognóstico.

## REFERÊNCIAS

- AGGARWAL, K. & NANDHAKUMAR, N. On the computation of motion from sequences of images — a review. **Proceedings of the IEEE**, v.76, p.917–935, Ago. 1988.
- ALIVERTI, A. & PEDOTTI, A. Opto-electronic plethysmography. **Monaldi Archives for Chest Disease**, v.59, p.12-16, Fev. 2003.
- ALIVERTI, A. Effects of gender and posture on thoraco-abdominal kinematics during quiet breathing in healthy adults. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 172, p. 184-191, Maio 2010.
- ALIVERTI, A. Lung and chest wall mechanics during exercise: effects of expiratory flow limitation. **Respiratory & Physiology and Neurobiology**, v. 163, p. 90-99, Jul. 2008.
- ALIVERTI, A.; CARLESSO, E.; DELLACÀ R.; PELOSI, P.; CHIUMELLO, D.; PEDOTTI, A.; GATTINONI, L. Chest wall mechanics during pressure support ventilation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 10, p. 01-10, Fev. 2006.
- ALIVERTI, A.; DELLACÀ, R.; PELOSI, P.; CHIUMELLO, D.; GATTINONI, L.; PEDOTTI, A. Compartmental analysis of breathing in the supine and prone positions by optoelectronic plethysmography. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 29, p. 60-70, Jan. 2001.
- ALIVERTI, A.; DELLACÀ, R.; PELOSI, P.; CHIUMELLO, D.; PEDOTTI, A.; GATTINONI, L. Optoelectronic Plethysmography in Intensive Care Patients. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 161, p. 1546-1552, Fev. 2000.
- ALIVERTI, A.; DELLACÀ, R.L.; PEDOTTI, A. Transfer impedance of the respiratory system by forced oscillation technique and optoelectronic plethysmography. **Annals of Biomedical Engineering**, v. 29, p. 71-82, Jan. 2001.
- ALIVERTI, A.; IANDELLI, I.; DURANTI, R.; CALA, S.J.; KAYSER, B.; KELLY, S. et al. Respiratory muscle dynamics and control during exercise with externally imposed expiratory flow limitation. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, p. 1953-1963, Fev. 2002.
- ALIVERTI, A.; QUARANTA, M.; CHAKRABARTI, B.; ALBUQUERQUE, A.L.; CALVERLEY, P.M. Paradoxical movement of the lower ribcage at rest and during exercise in COPD patients. **European Respiratory Journal**, v. 33, p. 49-60, Set. 2009.
- ALIVERTI, A.; STEVENSON, N.; DELLACÀ, R.L.; LO MAURO, A.; PEDOTTI, A.; CALVERLEY, P.M. Regional chest wall volumes during exercise in chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 59, p. 210-216, Jan. 2004.
- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. **ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription**, 6th edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, Fev. 2000.
- AMERICAN THORACIC SOCIETY; EUROPEAN RESPIRATORY SOCIETY. American Thoracic Society/European Respiratory Society International Multidisciplinary Consensus

Classification of the Idiopathic Interstitial Pneumonias. This joint statement of the American Thoracic Society (ATS), and the European Respiratory Society (ERS) was adopted by the ATS board of directors, June 2001 and by the ERS Executive Committee, June 2001. **Am J Respir Crit Care Med.**, v.165, p.277-304, Mar. 2002.

ARENA, R., MYERS, J., GUAZZI, M. Cardiopulmonary exercise testing is a core assessment for patients with heart failure. **Congestive Heart Fail.**, v. 17, p. 115-119, Maio 2011.

BARRETTO, A.C.P. & RAMIRES, J.A.F. Insuficiência cardíaca. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 71, p. 635-642, Jul. 1998.

BIANCHI, R.; GIGLIOTTI, F.; ROMAGNOLI, I.; LANINI, B.; CASTELLANI, C.; BINAZZI, B.; STENDARDI, L.; GRAZZINI, M.; SCANO, G. Patterns of chest wall kinematics during volitional pursed-lip breathing in COPD at rest. **Respiratory Medicine**, v. 101, p. 1412-1418, Mar. 2007.

BIANCHI, R.; GIGLIOTTI, F.; ROMAGNOLI, I.; LANINI, B.; CASTELLANI, C.; GRAZZINI, M.; SCANO, G. Chest Wall Kinematics and Breathlessness During Pursed-Lip Breathing in Patients With COPD. **Chest**, v. 125, p. 459-465, Fev. 2004.

BOCCHI, E.A. et al. III Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 93, p. 1-71, Nov. 2009.

BOCCHI, E.A.; MARCONDES-BRAGA, F.G.; BACAL, F.; FERRAZ, A.S.; ALBUQUERQUE, D.; RODRIGUES, D. Atualização da Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica - 2012. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, 98, 1-33, Jan. 2012.

BORGHESE, N.A.; FERRIGNO, G. An algorithm for 3D Automatic Movement Analysis by means of standard TVcameras. **IEEE Trans. on Biom. Eng.**, v.37, p. 1221-1225, Dez. 1990.

BUENO JÚNIOR, C.R. Relevância e tratamento das lesões características da insuficiência cardíaca na musculatura esquelética. **Medicina (Ribeirão Preto)**, v. 42, n. 4, p. 437-450, Abr. 2009.

CALA, S.J.; KENYON, C.M.; FERRIGNO, G.; CARNEVALI, P.; ALIVERTI, A.; PEDOTTI, A.; MACKLEM, P.T.; ROCHESTER, D.F. Chest wall and lung volume estimation by optical reflectance motion analysis. **Journal of Applied Physiology**, v. 81, p. 2680-2689, Set. 1996.

CHIUMELLO, D.; CARLESSO, E.; ALIVERTI, A.; DELLACÀ, R.L.; PEDOTTI, A.; PELOSI, P.P.; GATTINONI, L. Effects of volume shift on the pressure-volume curve of the respiratory system in ALI/ARDS patients. **Minerva Anesthesiology.**, v. 73, p. 109-118, Mar. 2007.

CORRÊA, G.L. et al. Alterações Autonômicas na Insuficiência Cardíaca: benefícios do exercício físico. **Revista SOCERJ**, v. 21, p.106-111, Abr. 2008.

DI NASO, F.C.; PEREIRA, J.S.; DIAS, A.S.; FORGIARINI JUNIOR, L.A.; MONTEIRO, M.B. Correlações entre variáveis respiratórias e funcionais na insuficiência cardíaca. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v.5, p. 875-890, Out. 2009.

DICKSTEIN, K.; COHEN-SOLAL, A.; FILIPPATOS, G.; MCMURRAY, J. J.; PONIKOWSKI, P.; POOLE-WILSON, P. A.; ZANNAD, F. et al. ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008. **European Journal of Heart Failure**, v. 10, p. 933-989, Out. 2008.

FERNANDES, M.; CUKIER, A.; AMBROSINO, N.; LEITE, J.J.; ZANETTI FLETRIM, M.I.; Respiratory pattern, thoracoabdominal motion and ventilation in chronic airway obstruction. **Monaldi Archive Chest Disases**, v. 67, p. 209-216, Dez. 2007.

FERRIGNO, G. & PEDOTTI, A. ELITE: a digital dedicated hardware system for movement analysis via real-time TV signal processing. **IEEE Trans Biomed Eng.**, v.32, p.943-950, Nov. 1985.

FERRIGNO, G.; CARNEVALI, P.; ALIVERTI, A.; MOLTENI, F.; BEULCKE, G.; PEDOTTI, A. Three-dimensional optical analysis of chest wall motion. **Journal of Applied Physiology**, v.77, p.1224-1231, Set. 1994.

FREITAS, E.V.; BATLOUNI, M.; GAMARSKY, R. Heart failure in the elderly. **Journal of Geriatric Cardiology**, v. 9, p. 101-107, Jun. 2012.

GORINI, M.; IANDELLI, I.; MISURI, G.; BERTOLI, F.; FILIPPELLI, M.; MANCINI, M.; DURANTI, R.; GIGLOTTI, F.; SCANO, G. Chest Wall Hyperinflation during Acute Bronchoconstriction in Asthma. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 160, p. 808-816, Out.1999.

HANSEN, D.; EIJNDE, B. O.; ROELANTS, M. et al. Clinical benefits of the addition of lower extremity low-intensity resistance muscle training to early aerobic endurance training intervention in patients with coronary artery disease: a randomized controlled trial. **Journal of rehabilitation medicine : official journal of the UEMS European Board of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 43, n. 9, p. 800-807, Set. 2011.

HOSTETTLER, S.; ILLI, S.K.; MOHLER, E.; ALIVERTI, A.; SPENGLER, C.M. Chest wall volume changes during inspiratory loaded breathing. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 175, p. 130-139, Jan. 2011.

IANDELLI, I.; ALIVERTI, A.; KAYSER, B.; DELLACÀ, R.; CALA, S.J.; DURANTI, R.; PEDOTTI, A. et al. Determinants of exercise performance in normal men with externally imposed expiratory flow limitation. **Journal of Applied Physiology**, v. 92, p. 1943-1952, Jan. 2002.

JONES, N.L.; KILLIAN, K.J. Exercise limitation in health and disease. **N Engl J Med.**, v.343, p.632-641, Ago. 2000.

KENDZIORRA, K.; WALTHER, C.; FOERSTER, M. et al. Changes in myocardial perfusion due to physical exercise in patients with stable coronary artery disease. **European journal of nuclear medicine and molecular imaging**, v. 32, p. 813-819, Jul. 2005.

LALANDE, S. & JOHNSON, B.D. Breathing strategy to preserve exercising cardiac function in patients with heart failure. **Med Hypotheses**, v. 74, p. 416–421, Mar. 2010.

LLOYD-JONES, D.; ADAMS, R. J.; BROWN, T. M.; CARNETHON, M.; DAI, S.; DE SIMONE, G.; WYLIE-ROSETT, J. et al. Executive summary: heart disease and stroke statistics-2010 update: a report from the American Heart Association. **Circulation**, v. 121, p. 948-954, Fev. 2010.

MALFATTO, G.; BLENGINO, S.; PEREGO, G.B.; BRANZI, G.; VILLANI, A.; FACCHINI, M.; PARATI, G. Transthoracic Impedance Accurately Estimates Pulmonary Wedge Pressure in Patients With Decompensated Chronic Heart Failure. **Congest Heart Fail.**, v. 18, p. 25- 31, Fev. 2012.

MARIN-NETO, J. A.; SIMÕES, M. V.; SARABANDA, A. V. L. Cardiopatia chagásica. **Arquivos Brasileiro de Cardiologia**, v. 72, p. 247-263, Ago. 1999.

MATTOS, B. P. Mecanismos patogênicos, função ventricular e biópsia endomiocárdica na miocardiopatia dilatada. **Revista do Hospital de Clínicas de Porto Alegre**, v. 25, p. 60-64, Set. 2005.

MCMURRAY, J.J.V.; ADAMOPOULOS, D.; ANKER, S.D. et al. ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2012. **European Heart Journal**, v.33, p.1787–1847, Maio 2012.

MOURA, L.Z.; GUIMARÃES, G.V.; PIRES, P. V.; CRUZ, F.; STOPA, G.; BOCCHI, E.A. Quimiossensibilidade durante Exercício na Insuficiência Cardíaca: Respostas Ventilatórias, Cronotrópicas e Neurohormonais. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, p. 381-391, Out. 2010.

NARANG, R.; CLELAND, J. G. F.; ERHARDT, L.; BALL, S. G.; COATS, A. J. S.; COWLEY, A. J.; POOLE-WILSON, A. et al. Mode of death in chronic heart failure. **European heart journal**, v. 17, p. 1390-1403, Dez. 1996.

NEDER, J.A. & NERY, L.E. Fisiologia Clínica do Exercício (teoria e prática). São Paulo: **Artes Médicas**, Out. 2002.

NOGUEIRA, P.R.; RASSI, S.; CORRÊA, K. DE S. Epidemiological, clinical e therapeutic profile of heart failure in a tertiary hospital. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 95, p. 392-398, Out. 2010.

OLSON, T.P. & JOHNSON, B.D. Influence of cardiomegaly on disordered breathing during exercise in chronic heart failure. **European Journal of Heart Failure**, v. 13, p. 311–318, Out. 2011.

OLSON, T.P.; BECK, K.C.; JOHNSON, B.D. Pulmonary Function Changes Associated with Cardiomegaly in Chronic Heart Failure. **J Card Fail.**, v. 13, p.100–107, Mar. 2007.

OLSON, T.P.; BECK, K.C.; JOHNSON, J.B.; JOHNSON, B.D. Competition for Intrathoracic Space Reduces Lung Capacity in Patients With Chronic Heart Failure A Radiographic Study. **CHEST**, v. 130, p. 164-171, Jan. 2006.

PAISANI, D. M.; CHIAVEGATO, L. D.; FARESin, S. M. Volumes, capacidades pulmonares e força muscular respiratória no pós-operatório de gastroplastia. **J Bras Pneumol.**, v. 31, n. 2, p. 125-132, Fev. 2005.

PEREIRA BARRETTO A.C. et al. Re-hospitalizações e morte por insuficiência cardíaca. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 91, p. 335-341, Jan. 2008.

RODRIGUES, D. Atualização da Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica - 2012. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 98, p. 1-33, 2012.

ROMAGNOLI, I.; LANINI, B.; BINAZZI, B.; BIANCHI, R.; COLI, C.; STENDARDI, L.; SCANO, G. et al. Optoelectronic plethysmography has improved our knowledge of respiratory physiology and pathophysiology. **Sensors**, v. 12, p. 7951-7972, Dez. 2008.

RONDON, M. U. P. B.; FORJAZ, C. L. D. M.; NUNES, N.; AMARAL, S. L. D.; BARRETTO, A. C. P.; NEGRÃO, C. E. et al. Comparação entre a Prescrição de Intensidade de Treinamento Físico Baseada na Avaliação Ergométrica Convencional e na Ergoespirométrica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 70, p. 159-166, Jan. 1998.

ROSSI NETO, M. J. A dimensão do problema da insuficiência cardíaca do Brasil e do mundo. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 14, p. 1-10, Fev. 2004.

SALVADOR RASSI, M.L. et al. Sobrevida e Fatores Prognósticos na Insuficiência Cardíaca Sistólica com Início Recente dos Sintomas. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 84, p. 277-285, Abr. 2005.

SCATTOLIN, F.A.A. et al. Correlação entre instrumentos de qualidade de vida relacionada à saúde e independência funcional em idosos com insuficiência cardíaca. **Caderno de Saúde Pública**, v. 23, p. 2705-2715, Nov. 2007.

SERRA, S. Considerações sobre Ergoespirometria. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 68, p. 301-304, Nov. 1997.

SILVA, O.B. & FILHO, D.C. A new proposal to guide velocity and inclination in the ramp protocol for the treadmill ergometer. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 81, p. 48-53, Jul. 2003.

SPAHIJA, J.; DE MARCHIE, M.; GRASSINO, A. Effects of Imposed Pursed-Lips Breathing on Respiratory Mechanics and Dyspnea at Rest and During Exercise in COPD. **Chest**, v. 128, p. 640-650, Ago. 2005.

THE CRITERIA COMMITTEE OF THE NEW YORK HEART ASSOCIATION - Revision to classification of functional class and objective assessment of patients with disease of the heart. **Circulation**, v. 92, p. 644-645, Mar. 1994.

VAN DEN BROCK, S.H.J.; VAN VELDHUISEN, D.J.; DE GRAESS, P.H.; LANDSMAN, M.L.J.; HILLEGE, H.; LIE, K.I. Comparison between New York Heart Association classification and peak oxygen consumption in the assessment of functional status and prognosis in patients with mild to moderate chronic congestive heart failure secondary to

either ischemic or idiopathic dilated cardiomyopathy. **American Journal of Cardiology**, v. 64, p. 359–363, Ago. 1992.

VIECILLI, P. R. N.; BUNDCHEN, D. C.; DIPP, T. Relação entre o Exercício Físico e a Otimização do Tratamento da Isquemia Miocárdica : relato de caso. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro**, v. 22, p. 404-407, Dez. 2009.

VOGIATZIS, I.; GEORGIADOU, O.; GOLEMATI, S.; ALIVERTI, A.; KOSMAS, E.; KASTANAKIS, E. et al. Patterns of dynamic hyperinflation during exercise and recovery in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. **Thorax**, v. 60, p. 723-729, Jun. 2005.

WAJNGARTEN, M. & OLIVEIRA, S. A. Doença Coronariana no Grande Idoso. Conduta Conservadora ou Agressiva? **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 81, p. 219-220, Set. 2003.

WANDERLEY BRAGA, A.M.F.; RONDON, M.U.P.B.; NEGRÃO, C.E.; WAJNGARTEN, M. Valor Preditivo de Variáveis Ventilatórias e Metabólicas para Óbito em Pacientes com Insuficiência Cardíaca. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v.86, p. 451-458, Jun. 2006.

WASSERMAN, K. & MCILROY, M.B. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. **American Journal of Cardiology**, v. 14, p. 844-852, Dez. 1964.

WITT, C.; BORGES, A. C.; HAAKE, H.; REINDL, I.; KLEBER, F. X.; BAUMANN, G. Respiratory muscle weakness and normal ventilator drive in dilative cardiomyopathy. **European Heart Journal**, v. 18, p. 1322-1328, Jan. 1997.

YAZBEK JR, P.; CARVALHO, R. T. D.; MARIA, L. Ergoespirometria . Teste de Esforço Cardiopulmonar, Metodologia e Interpretação. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 71, p. 719-724, Maio 1998.

# APÊNDICES

*UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO*  
*CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE*

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Convido o (a) Sr.(a) para participar, como voluntário(a), da pesquisa “Efeitos da reabilitação cardíaca na atividade simpática do coração, capacidade funcional e qualidade de vida em pacientes com Insuficiência cardíaca crônica”.**

**Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, Sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: 2126.8588 – e-mail: [cepccs@ufpe.br](mailto:cepccs@ufpe.br)).**

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

**Título do Projeto: Efeitos da reabilitação cardíaca na atividade simpática do coração, capacidade funcional e qualidade de vida em pacientes com Insuficiência cardíaca crônica.**

**Pesquisador Responsável: Tainá Maria de Souza Vidal**

**Endereço/Telefone/e-mail para contato (inclusive ligações a cobrar): Avenida Fernando Simões Barbosa, n.110, apt. 304, Boa Viagem, Recife-PE.**

**(81)91039194**

**taimaria@gmail.com**

**Pesquisadores participantes: Simone Cristina Soares Brandão e Daniella Cunha Brandão.**

**Telefones para contato: (81)88762314 e (81)87350944/98036255**

**♦ Trata-se de um ensaio clínico que tem como objetivo avaliar os efeitos de um programa de reabilitação cardíaca, com duração de doze semanas, sobre a atividade simpática do coração, capacidade funcional e qualidade de vida em pacientes com Insuficiência cardíaca congestiva.**

**♦ A realização dessa pesquisa pode gerar alguns desconfortos como: dor à injeção para realização da cintilografia miocárdica e exames laboratoriais, assim como também cansaço aos exercícios, porém em todos os momentos os pacientes estarão sendo monitorados por**

equipamentos específicos e acompanhados por profissionais de saúde habilitados, como médicos cardiologistas e fisioterapeutas especializados, para minimizar qualquer desconforto apresentado ou possível risco.

♦ Os benefícios alcançados em curto prazo por um programa de Reabilitação Cardíaca com ênfase no treinamento físico, bem como os benefícios desse estudo poderá contribuir para aprimorar conhecimentos sobre essa importante causa de morte que é a Insuficiência Cardíaca Crônica. Assim, além de proporcionar acompanhamento especializado e promover saúde aos participantes com melhora do quadro clínico, se poderá oferecer o programa de reabilitação cardíaca como conduta benéfica e segura a outros pacientes necessitados, estendendo assim, os benefícios alcançados para sociedade.

♦ Sua participação terá duração média de três meses, abrangendo um momento para avaliação inicial, participação em um programa de treinamento físico com duração de doze semanas, sendo realizado cinco vezes por semana e outro momento para avaliação final. Todos pacientes selecionados participarão do programa de reabilitação.

♦ O(A) senhor(a) realizará uma exame chamado cintilografia miocárdica, este exame é feito injetando um remédio para provocar uma aceleração no seu coração para ver como ele se comporta no esforço. Realizará também exames de sangue e um teste de esforço na esteira ergométrica para verificar sua capacidade funcional. E responderá a ficha de avaliação e questionários relacionados à sua qualidade de vida.

♦ A sessão de treinamento físico será supervisionada por profissionais habilitados e será composto por fases de aquecimento, exercício aeróbico, exercício resistido (muscular inspiratório) e relaxamento, tendo uma duração média de uma hora.

♦ O senhor(a) tem garantida a liberdade de retirar o consentimento, sem qualquer prejuízo da continuidade do acompanhamento/ tratamento usual.

♦ As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguraram o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar a sua identificação, pois os resultados obtidos através deste estudo serão analisados comparativamente em um programa estatístico, mantidos em sigilo e arquivados pelos pesquisadores.

♦ Nome e Assinatura do pesquisador \_\_\_\_\_

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu, \_\_\_\_\_, RG/ \_\_\_\_\_  
 CPF/ \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar do estudo “Efeitos da reabilitação cardíaca na atividade simpática do coração, capacidade funcional e qualidade de vida em pacientes com Insuficiência cardíaca crônica”, como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisadora Tainá Maria de Souza Vidal sobre a pesquisa,

os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/assistência/tratamento.

Local e data \_\_\_\_\_

Nome e Assinatura do sujeito ou responsável: \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.

**02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):**

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

# **ANEXOS**

## INSTRUÇÕES AOS AUTORES

- [Escopo e política](#)
- [Forma e apresentação do manuscrito](#)
- [Submissão eletrônica](#)
- [Processo de revisão](#)
- [Áreas do conhecimento](#)

### Escopo e política

O *Brazilian Journal of Physical Therapy* (BJPT) publica artigos originais de pesquisa cujo objeto básico de estudo refere-se ao campo de atuação profissional da Fisioterapia e Reabilitação, veiculando estudos clínicos, básicos ou aplicados sobre avaliação, prevenção e tratamento das disfunções de movimento.

O conselho editorial do BJPT se compromete a publicar investigação científica de excelência, de diferentes áreas do conhecimento.

O BJPT publica os seguintes tipos de estudo, cujo conteúdo deve manter vinculação direta com o escopo e com as áreas descritas pela revista:

a) **Estudos experimentais:** estudos que investigam efeito (s) de uma ou mais intervenções em desfechos diretamente vinculados ao escopo e áreas do BJPT. Estudos experimentais incluem estudos do tipo experimental de caso único, quasi-experimental e ensaio clínico.

A Organização Mundial de Saúde define ensaio clínico como "qualquer estudo que aloca prospectivamente participante ou grupos de seres humanos em uma ou mais intervenções relacionadas à saúde para avaliar efeito(s) em desfecho(s) em saúde". Sendo assim, qualquer estudo que tem como objetivo analisar o efeito de uma determinada intervenção é considerado como ensaio clínico. Ensaio clínico inclui estudos de caso único, séries de casos (único grupo, sem um grupo controle de comparação), ensaios controlados não aleatorizados e ensaios controlados aleatorizados. Estudos do tipo ensaio controlado aleatorizado devem seguir as recomendações do CONSORT (*Consolidated Standards of Reporting Trials*), que estão disponíveis em: <http://www.consort-statement.org/consort-statement/overview0/>.

Neste site, o autor deve acessar o CONSORT 2010 *checklist*, o qual deve ser preenchido e encaminhado juntamente com o manuscrito. Todo manuscrito ainda deverá conter o CONSORT *Statement 2010 Flow Diagram*. A partir de 2014, todo processo de submissão de estudos experimentais deverá atender a essa recomendação.

b) **Estudos observacionais:** estudos que investigam relação (ões)

entre variáveis de interesse relacionadas ao escopo e áreas do BJPT, sem manipulação direta (ex: intervenção). Estudos observacionais incluem estudos transversais, de coorte e caso-controle.

c) **Estudos qualitativos:** estudos cujo foco refere-se à compreensão das necessidades, motivações e comportamentos humanos. O objeto de um estudo qualitativo é pautado pela análise aprofundada de uma unidade ou temática, que incluem opiniões, atitudes, motivações e padrões de comportamento sem quantificação. Estudos qualitativos incluem pesquisa documental e estudo etnográfico.

d) **Estudos de revisão de literatura:** estudos que realizam análise e/ou síntese da literatura de tema relacionado ao escopo e áreas do BJPT. Estudos de revisão narrativa crítica ou passiva só serão considerados quando solicitados a convite dos editores. Manuscritos de revisão sistemática que incluem metanálise terão prioridades em relação aos demais estudos de revisão sistemática. Aqueles que apresentam quantidade insuficiente de artigos selecionados e/ou artigos de baixa qualidade e que não apresentam conclusão assertiva e válida sobre o tema não serão considerados para a análise de revisão por pares.

e) **Estudos metodológicos:** estudos centrados no desenvolvimento e/ou avaliação das propriedades psicométricas e características clinimétricas de instrumentos de avaliação. Incluem também estudos que objetivam a tradução e/ou adaptação transcultural de questionários estrangeiros para o português do Brasil. No caso de estudos de tradução/adaptação de testes, é obrigatório anexar ao processo de submissão a autorização dos autores para a tradução e/ou adaptação do instrumento original.

No endereço <http://www.equator-network.org/resource-centre/library-of-health-research-reporting>, pode ser encontrada a lista completa dos *guidelines* disponíveis para cada tipo de estudo, por exemplo, o STROBE (**ST**rengthening the Reporting of **OB**servational studies in Epidemiology) para estudos observacionais, o COREQ (Consolidated Criteria For Reporting Qualitative Research) para estudos qualitativos, o PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para revisões sistemáticas e metanálises e o GRRAS (Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies) para estudos de confiabilidade. Sugerimos que os autores verifiquem esses *guidelines* e atendam ao *checklist* correspondente antes de submeterem seus manuscritos.

Estudos que relatam resultados eletromiográficos devem seguir o *Standards for Reporting EMG Data*, recomendados pela ISEK - International Society of Electrophysiology and Kinesiology ([http://www.isek-online.org/standards\\_emg.html](http://www.isek-online.org/standards_emg.html)).

### **Aspectos éticos e legais**

A submissão do manuscrito ao BJPT implica que o trabalho na íntegra ou parte(s) dele não tenha sido publicado em outra fonte ou veículo de comunicação e que não esteja sob consideração para publicação

em outro periódico.

O uso de iniciais, nomes ou números de registros hospitalares dos pacientes deve ser evitado. Um paciente não poderá ser identificado por fotografias, exceto com consentimento expresso, por escrito, acompanhando o trabalho original no momento da submissão.

Estudos realizados em humanos devem estar de acordo com os padrões éticos e com o devido consentimento livre e esclarecido dos participantes conforme Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (Brasil), que trata do Código de Ética para Pesquisa em Seres Humanos e, para autores fora do Brasil, devem estar de acordo com [Committee on Publication Ethics \(COPE\)](#).

Para os experimentos em animais, considerar as diretrizes internacionais (por exemplo, a do *Committee for Research and Ethical Issues of the International Association for the Study of Pain*, publicada em PAIN, 16:109-110, 1983).

Para as pesquisas em humanos e em animais, deve-se incluir, no manuscrito, o número do parecer de aprovação pela Comissão de Ética em Pesquisa. O estudo deve ser devidamente registrado no Conselho Nacional de Saúde do Hospital ou Universidade ou no mais próximo de sua região.

Reserva-se ao BJPT o direito de não publicar trabalhos que não obedeçam às normas legais e éticas para pesquisas em seres humanos e para os experimentos em animais.

Para os **ensaios clínicos**, serão aceitos qualquer registro que satisfaça o Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas, ex. <http://clinicaltrials.gov/> e/ou <http://anzctr.org.au/>. A lista completa de todos os registros de ensaios clínicos pode ser encontrada no seguinte endereço: <http://www.who.int/ictrp/network/primary/en/index.html>. A partir de 01/01/2014 o BJPT adotará efetivamente a política sugerida pela Sociedade Internacional de Editores de Revistas em Fisioterapia e exigirá na submissão do manuscrito o registro prospectivo, ou seja, ensaios clínicos que iniciaram recrutamento a partir dessa data deverão registrar o estudo ANTES do recrutamento do primeiro paciente. Para os estudos que iniciaram recrutamento até 31/12/2013 o BJPT aceitará o seu registro ainda que de forma retrospectiva.

### **Critérios de autoria**

O BJPT recebe, para submissão, manuscritos com até seis (6) autores. A política de autoria do BJPT pauta-se nas diretrizes para a autoria do Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas exigidos para Manuscritos Submetidos a Periódicos Biomédicos ([www.icmje.org](http://www.icmje.org)), as quais afirmam que "a autoria deve ser baseada em 1) contribuições substanciais para a concepção e desenho, ou aquisição de dados, ou análise e interpretação dos dados; 2) redação do artigo ou revisão crítica do conteúdo intelectual e 3) aprovação final da versão a ser publicada." As condições 1, 2 e 3 deverão ser todas contempladas. Aquisição de financiamento, coleta de dados e/ou análise de dados ou supervisão geral do grupo de pesquisa, por

si só, não justificam autoria e deverão ser reconhecidas nos agradecimentos.

Os conceitos contidos nos manuscritos são de responsabilidade exclusiva dos autores. Todo material publicado torna-se propriedade do BJPT, que passa a reservar os direitos autorais. Portanto, nenhum material publicado no BJPT poderá ser reproduzido sem a permissão, por escrito, dos editores. Todos os autores de artigos submetidos deverão assinar um [termo de transferência de direitos autorais](#), que entrará em vigor a partir da data de aceite do trabalho.

s editores poderão analisar, em caso de excepcionalidade, solicitação para submissão de manuscrito que exceda 6 (seis) autores. Os critérios para a análise incluem o tipo de estudo, potencial para citação, qualidade e complexidade metodológica, entre outros. Nestes casos excepcionais, a contribuição de cada autor, deve ser explicitada ao final do texto, após os agradecimentos e logo antes das referências, conforme orientações do "International Committee of Medical Journal Editors" e das "Diretrizes" para Integridade na atividade científica, amplamente divulgadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (<http://www.cnpq.br/web/quest/diretrizes>).

### Forma e apresentação do manuscrito

O BJPT considera a submissão de manuscritos com até 3.500 palavras (excluindo-se página de título, resumo, referências, tabelas, figuras e legendas). Informações contidas em anexo(s) serão computadas no número de palavras permitidas.

O manuscrito deve ser escrito preferencialmente em inglês. Quando a qualidade da redação em inglês comprometer a análise e avaliação do conteúdo do manuscrito, os autores serão informados.

Recomenda-se que os manuscritos submetidos em inglês venham acompanhados de certificação de revisão por serviço profissional *deediting and proofreading*. Tal certificação deverá ser anexada à submissão. Sugerimos os seguintes serviços abaixo, não excluindo outros:

- *American Journal Experts* (<http://www.journalexperts.com>);
- *Scribendi* ([www.scribendi.com](http://www.scribendi.com));
- *Nature Publishing Groups Language Editing* (<https://languageediting.nature.com/login>).

Antes do corpo do texto do manuscrito deve-se incluir uma página de título e identificação, palavras-chave e o *abstract*/resumo. No final do manuscrito inserir as referências, tabelas, figuras e anexos.

### Título e identificação

O título do manuscrito não deve ultrapassar 25 palavras e deve apresentar o máximo de informações sobre o trabalho.

Preferencialmente, os termos utilizados no título não devem constar na lista de palavras-chave.

A página de identificação do manuscrito deve conter os seguintes dados:

Título completo e título resumido com até 45 caracteres, para fins de legenda nas páginas impressas;

Autores: nome e sobrenome de cada autor em letras maiúsculas, sem titulação, seguidos por número sobrescrito (expoente), identificando a afiliação institucional/vínculo (unidade/instituição/cidade/estado/país). Para mais de um autor, separar por vírgula;

Autor de correspondência: indicar o nome, endereço completo, e-mail e telefone do autor de correspondência, o qual está autorizado a aprovar as revisões editoriais e complementar demais informações necessárias ao processo;

Palavras-chaves: termos de indexação ou palavras-chave (máximo seis) em português e em inglês.

### **Abstract/Resumo**

Uma exposição concisa, que não exceda 250 palavras em um único parágrafo, em português (Resumo) e em inglês (*Abstract*), deve ser escrita e colocada logo após a página de título. Referências, notas de rodapé e abreviações não definidas não devem ser usadas no Resumo/*Abstract*. O Resumo e o *Abstract* devem ser apresentados em formato estruturado.

### **Introdução**

Deve-se informar sobre o objeto investigado devidamente problematizado, explicitar as relações com outros estudos da área e apresentar justificativa que sustente a necessidade do desenvolvimento do estudo, além de especificar o(s) objetivo(s) do estudo e hipótese(s), caso se aplique.

### **Método**

Descrição clara e detalhada dos participantes do estudo, dos procedimentos de coleta, transformação/redução e análise dos dados de forma a possibilitar reprodutibilidade do estudo. O processo de seleção e alocação dos participantes do estudo deverá estar organizado em fluxograma, contendo o número de participantes em cada etapa, bem como as características principais ([ver modelo fluxograma CONSORT](#)).

Quando pertinente ao tipo de estudo deve-se apresentar cálculo que justifique adequadamente o tamanho do grupo amostral utilizado no estudo para investigação do(s) efeito(s). Todas as informações necessárias para estimativa e justificativa do tamanho amostral

utilizado no estudo devem constar no texto de forma clara.

### **Resultados**

Devem ser apresentados de forma breve e concisa. Resultados pertinentes devem ser reportados utilizando texto e/ou tabelas e/ou figuras. Não se devem duplicar os dados constantes em tabelas e figuras no texto do manuscrito.

### **Discussão**

O objetivo da discussão é interpretar os resultados e relacioná-los aos conhecimentos já existentes e disponíveis na literatura, principalmente àqueles que foram indicados na Introdução. Novas descobertas devem ser enfatizadas com a devida cautela. Os dados apresentados nos métodos e/ou nos resultados não devem ser repetidos. Limitações do estudo, implicações e aplicação clínica para as áreas de Fisioterapia e Reabilitação deverão ser explicitadas.

### **Referências**

O número recomendado é de 30 referências, exceto para estudos de revisão da literatura. Deve-se evitar que sejam utilizadas referências que não sejam acessíveis internacionalmente, como teses e monografias, resultados e trabalhos não publicados e comunicação pessoal. As referências devem ser organizadas em sequência numérica de acordo com a ordem em que forem mencionadas pela primeira vez no texto, seguindo os Requisitos Uniformizados para Manuscritos Submetidos a Jornais Biomédicos, elaborados pelo [Comitê Internacional de Editores de Revistas Médicas – ICMJE](#).

Os títulos de periódicos devem ser escritos de forma abreviada, de acordo com a [List of Journals do Index Medicus](#). As citações das referências devem ser mencionadas no texto em números sobrescritos (expoente), sem datas. A exatidão das informações das referências constantes no manuscrito e sua correta citação no texto são de responsabilidade do(s) autor(es).

Exemplos: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html).

### **Tabelas, Figuras e Anexos.**

As tabelas e figuras são limitadas a cinco (5) no total. Os anexos serão computados no número de palavras permitidas no manuscrito. Em caso de tabelas, figuras e anexos já publicados, os autores deverão apresentar documento de permissão assinado pelo autor ou editores no momento da submissão.

Para artigos submetidos em língua portuguesa, a(s) versão (ões) em inglês da(s) tabela(s), figura(s) e anexo(s) e suas respectivas legendas deverão ser anexados no sistema como documento suplementar.

-Tabelas: devem incluir apenas os dados imprescindíveis, evitando-

se tabelas muito longas (máximo permitido: uma página, tamanho A4, em espaçamento duplo), devem ser numeradas, consecutivamente, com algarismos arábicos e apresentadas no final do texto. Não se recomendam tabelas pequenas que possam ser descritas no texto. Alguns resultados simples são mais bem apresentados em uma frase e não em uma tabela.

-**Figuras**: devem ser citadas e numeradas, consecutivamente, em arábico, na ordem em que aparecem no texto. Informações constantes nas figuras não devem repetir dados descritos em tabela(s) ou no texto do manuscrito. O título e a(s) legenda(s) devem tornar as tabelas e figuras compreensíveis, sem necessidade de consulta ao texto. Todas as legendas devem ser digitadas em espaço duplo, e todos os símbolos e abreviações devem ser explicados. Letras em caixa-alta (A, B, C, etc.) devem ser usadas para identificar as partes individuais de figuras múltiplas.

Se possível, todos os símbolos devem aparecer nas legendas; entretanto, símbolos para identificação de curvas em um gráfico podem ser incluídos no corpo de uma figura, desde que não dificulte a análise dos dados. As figuras coloridas serão publicadas apenas na versão online. Em relação à arte final, todas as figuras devem estar em **alta resolução ou em sua versão original**. Figuras de baixa qualidade não serão aceitas e podem resultar em atrasos no processo de revisão e publicação.

-**Agradecimentos**: devem incluir declarações de contribuições importantes, especificando sua natureza. Os autores são responsáveis pela obtenção da autorização das pessoas/instituições nomeadas nos agradecimentos.

## Submissão eletrônica

A submissão dos manuscritos deverá ser efetuada por via eletrônica no site <http://www.scielo.br/rbfis>. Os artigos submetidos e aceitos em português serão traduzidos para o inglês por tradutores do BJPT, e os artigos submetidos e aceitos em inglês, caso necessário, serão encaminhados aos revisores de inglês do BJPT para revisão final.

É de responsabilidade dos autores a eliminação de todas as informações (exceto na página do título e identificação) que possam identificar a origem ou autoria do artigo.

Ao submeter um manuscrito para publicação, os autores devem inserir no sistema os dados dos autores e ainda inserir como documento(s) suplementar (es):

1. [Carta de encaminhamento](#) do material;
2. [Declaração de responsabilidade](#) de conflitos de interesse;
3. [Declaração de transferência de direitos autorais](#) assinada por todos os autores;

4. Demais documentos, se apropriados (ex. permissão para publicar figuras, parte de material já publicado, *checklist* etc).

### **Processo de revisão**

Os manuscritos submetidos que atenderem às normas estabelecidas e que se apresentarem em conformidade com a política editorial do BJPT serão encaminhados para os editores de área, que farão a avaliação inicial do manuscrito e enviarão ao editor chefe a recomendação ou não de encaminhamento para revisão por pares. Os critérios utilizados para análise inicial do editor de área incluem: originalidade, pertinência, relevância clínica e métodos. Os manuscritos que não apresentarem mérito ou não se enquadrarem na política editorial serão rejeitados na fase de pré-análise, mesmo quando o texto e a qualidade metodológica estiverem adequados. Dessa forma, o manuscrito poderá ser rejeitado com base apenas na recomendação do editor de área, sem necessidade de novas avaliações, não cabendo, nesses casos, recurso ou reconsideração. Os manuscritos selecionados na pré-análise serão submetidos à avaliação de especialistas, que trabalharão de forma independente. Os avaliadores permanecerão anônimos aos autores, assim como os autores não serão identificados pelos avaliadores. Os editores coordenarão as informações entre os autores e avaliadores, cabendo-lhes a decisão final sobre quais artigos serão publicados com base nas recomendações feitas pelos avaliadores e editores de área. Quando aceitos para publicação, os artigos estarão sujeitos a pequenas correções ou modificações que não alterem o estilo do autor. Quando recusados, os artigos serão acompanhados de justificativa do editor. Após publicação do artigo ou processo de revisão encerrado, os arquivos e documentação referentes ao processo de revisão serão eliminados.

### **Áreas do conhecimento**

1. Fisiologia, Cinesiologia e Biomecânica; 2. Cinesioterapia/recursos terapêuticos; 3. Desenvolvimento, aprendizagem, controle e comportamento motor; 4. Ensino, Ética, Deontologia e História da Fisioterapia; 5. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções cardiovasculares e respiratórias; 6. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções do envelhecimento; 7. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções musculoesqueléticas; 8. Avaliação, prevenção e tratamento das disfunções neurológicas; 9. Avaliação, prevenção e tratamento nas condições da saúde da mulher; 10. Ergonomia/Saúde no trabalho.

# American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation

## Online Submission and Review System

### Author Resources

[Instructions for Authors \(this page\)](#)

[Copyright Transfer](#)

[CME Form Disclosure of Financial  
Relationships](#)

[Creating Digital Artwork](#)

[Author Tutorial](#)

[Reviewer Tutorial](#)

[Reviewer Guidelines](#)

[Submitting a Revised Manuscript](#)

[Reprints](#)

[Rights and Permissions](#)

### Mission Statement

The mission of the *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* is to publish articles about all aspects of PM&R and to promote excellence in education, scientific research, clinical practice, health policy, and administration.

The *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* is the official scholarly journal of the Association of Academic Physiatrists (AAP).

The scope of the *Journal* emphasizes all aspects of the specialty of physiatry, including pediatric, adult, and geriatric physical medicine, rehabilitation, and electrodiagnostic medicine. The practice focus is on the clinical and administrative aspects of physical medicine, rehabilitation, and electrodiagnostic medicine. The research focus emphasizes clinical inquiry and also explores basic science. The educational focus is on the application of modern teaching techniques/technology to graduate, undergraduate, and postgraduate physiatric instructional programs.

The overall goal of the *Journal* is to enhance the interrelationship of practice, research, and education to advance the field of physiatric medicine for the ultimate benefit of the patient.

### Conditions for Submission

The author: (1) assures that the manuscript is an original work that has not been previously published; (2) assures that the manuscript has not been previously submitted to any other publication; (3) accepts full responsibility for the accuracy of all content, including findings, citations, quotations, and references contained within the manuscript; (4) releases and assigns all rights for the publication of the manuscript to Lippincott Williams & Wilkins; (5) discloses on the

title page any conflicts of interest related to the research or the manuscript; (6) discloses on the title page any previous presentation of the research, manuscript, or abstract; (7) assures that authorship has been granted only to those individuals who have contributed substantially to the research or manuscript; (8) discloses in the methods section of the manuscript that any investigation involving human subjects or the use of patient data for research purposes was approved by the committee on research ethics at the institution in which the research was conducted in accordance with the Declaration of the World Medical Association ([www.wma.net](http://www.wma.net)) and that any informed consent from human subjects was obtained as required; (9) attaches documents showing all relevant permissions to publish quotations, text, tables, or illustrations from copyrighted sources; (10) discloses in the manuscript references and/or table/figure footnotes the full citation and permission of the copyright owner as required.

Visit: [www.copyright.gov](http://www.copyright.gov) for more copyright information.

### Categories of Manuscripts

The *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* invites submission of original papers, particularly in the categories below, for consideration to publish in order of preference.

1. *Scientific Research Article*: Original scientific investigations that advance the field of physiatric medicine. These papers include in order of preference: (1) Cohort studies, such as randomized, controlled trials and longitudinal studies; (2) Case-control studies; (3) Historical prospective studies; (4) Cross-sectional studies; and (5) Radiologic Studies.

LIMITS: 6,000 words; 7 Tables; 7 Figures

2. *CME Article*: Original scientific research papers as described above specifically selected by the editors to be published as an educational activity in the *Journal*. Authors may request to have a paper considered for selection as a CME Article.

LIMITS: 6,000 words; 7 Tables; 7 Figures

3. *Education & Administration Article*: Short papers or surveys addressing issues concerning education, student training, and administration in the field of physical medicine & rehabilitation.

LIMITS: 4,000 words; 4 Tables; 4 Figures

4. *Brief Report*: Short papers reporting on research techniques, statistical techniques, and clinical aspects of physical medicine & rehabilitation.

LIMITS: 3,000 words; 4 Tables; 4 Figures

5. *Case Report*: Short reports explaining the diagnosis, treatment, and outcomes of individual cases of specific conditions to clarify and improve patient care. Cases must be unique to the published medical literature. Any treatment recommendations should reflect current medical practice and cite references from previously published research.

LIMITS: 2,000 words; 4 Tables; 4 Figures

6. *Clinical Note*: Brief comment on patient diagnosis or treatment resulting from personal clinical experience.

LIMITS: 1,000 words; 2 Tables; 2 Figures

7. *Commentary*: Short editorial-like paper promoting a particular viewpoint on matters relating to the clinical, scientific, and educational aspects of physical medicine & rehabilitation. Papers that follow the format for a commentary do not have abstracts and should be limited to no more than eight double-spaced typed pages, including references. Include four key words.

LIMITS: 2,000 words; 2 Tables; 2 Figures

8. *Analysis*: In-depth systematic examination of complex issues of significant interest to readers and authored by a recognized expert in the field of physical medicine & rehabilitation.

LIMITS: 7,000 words; 7 Tables; 7 Figures

9. *Perspective*: In-depth elaboration of viewpoints and personal experiences of interest to readers and authored by a recognized expert in the field of physical medicine & rehabilitation.

LIMITS: 7,000 words; 7 Tables; 7 Figures

10. *Literature Review*: In-depth critical summaries and assessments of previously published information on topics related to the field of physical medicine & rehabilitation and authored by a recognized expert. The Journal primarily publishes systematic reviews and meta-analysis.

LIMITS: 7,000 words; 7 Tables; 7 Figures

11. *Letters to the Editor*: Intellectual and scholarly letters of comment about articles published in the Journal or other matters of general interest. References may be included to support opinions. The Editor reserves the right to determine which letters shall be published and to shorten letters as necessary.

12. *Literature Reviews*: Submitted by experts on a particular topic of interest to the readers. Because of space considerations, literature reviews will be selected for peer review only after careful evaluation of content and author expertise. Author CV's are required.

13. *Visual Vignettes*: A rapid, interesting, and enjoyable mechanism by which to further educate and stimulate the readers of the *Journal* using both visual aids and written information. The visual aids that authors submit may include any of the following:

- X-rays
- CT scans
- MRI scans
- Graphs or diagrams
- Photos of electron microscope findings
- EKG printouts
- Electrodiagnostic printouts (NCS or needle exam)
- Photo of a patient or medical device

All images must be high resolution and may be submitted in either black & white or color. Please follow the Figure Guidelines when submitting images. Accompanying text should include a brief and concise clinical review of the specific patient or clinical issue. This should be followed by a

description of the visual aid and an explanation of how such aid may have influenced/affected the management of the patient (diagnosis, treatment, medical and/or PM&R management issues). As appropriate, a summary of the particular pathology or disease process may be included. Finally, any clinical or academic "pearls" to be learned from the visual aid should be included.

LIMITS: 200-400 words; Maximum of 4 References; Must fit on one page of the published Journal

14. *Video Galleries*: Combines text with video in the presentation and discussion of a topic of interest in physical medicine and rehabilitation. The Journal encourages submission of high quality digital video to explain medical techniques or procedures of interest to the readership. Educational or instructional videos should accompany a written report to explain the technique or procedure. Visit [www.AJPMR.com](http://www.AJPMR.com) for current examples. Please follow the Video Guidelines when submitting. Both the manuscript and video will be reviewed for quality of content. Authors may be asked to revise the text and/or video if accepted for publication.

LIMITS: Maximum of 500 words

15. *Poster Abstracts*: Selected abstracts of scientific posters presented at the Annual AAP Spring Meeting may be published in the *Journal*. The Editor may shorten or edit abstracts selected for publication in the print and/or online *Journal*.

## Submission Process

### Online Manuscript Submission

AJPM&R accepts online submission of manuscripts through Editorial Manager™. The site contains instructions and advice on how to use the system, guidance on the creation/scanning and saving of electronic art, and supporting documentation.

All manuscripts must be submitted online via Editorial Manager™, at <http://www.editorialmanager.com/ajpmr/default.asp>.

### First-time users

Please click the Register button on the Editorial Manager home page. Enter the requested information to complete your registration. Upon successful registration, an email containing your user name and password will be sent to you. Please be sure to enter your email address correctly; if an error has been made or an incorrect email address has been provided, you will not receive this notification.

*Note:* If you have already received an email containing your User ID and password, or if you are already registered, do not register again.

### Authors

Click the log-in button on the Editorial Manager home page, enter your username and password, and click on Author Login. Click on the Submit Manuscript link to begin the submission process. Be sure to prepare your manuscript according to the requirements laid out in these author instructions. Following submission to the journal office, you will be able to track the progress of your manuscript through the system.

If you experience any problems with Editorial Manager or have any questions, please contact the Editorial Office by clicking on the 'Contact Us' link in the navigation bar or by emailing [journal@physiatry.org](mailto:journal@physiatry.org).

## Submission Requirements

### Authorship

The *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* accepts the guidelines for authorship published in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals. Persons designated as authors must meet all of the following criteria: (1) contributing to the conception and design or analyzing and interpreting data; and (2) drafting the article or revising it critically for important intellectual content; and (3) approving the final version to be published. Supporting the study or collecting data does not constitute authorship. Authorship based solely on position (e.g., research supervisor, department head) is not permitted.

All co-authors will be asked to confirm authorship through Editorial Manager™.

### Disclosures of Corporate Sponsorship and other Conflicts of Interest

The editors of the *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* are extremely concerned about the appropriate disclosure of any real or perceived conflicts of interest. Authors must define any and all funding sources supporting the submitted work. All corporate sponsors must be identified, even if their support is indirect, e.g., to a local research foundation that funded the project. The authors must disclose any commercial associations that might pose a conflict of interest in connection with the work submitted for publication. Other associations such as consultancies, equity interests, or patent-licensing arrangements should be noted at the time of submission. All disclosure information should be included on the title page of the manuscript. Additional detailed explanations should be included in the submission cover letter.

You will be asked to provide this information both in the Title Page of your manuscript as well as in the submission form when submitting through Editorial Manager™.

### File Formats

Following the guidelines for manuscript preparation, text and tables should be prepared using **Microsoft Word**.

### Cover Letter

The cover letter must designate one corresponding author and include the author's complete mailing address, telephone number, fax number, and email address. The cover letter should explain why the manuscript will be of interest to the Journal's readers. Please indicate briefly what is important or unique about the submission that has not been previously published in the medical literature.

The editorial office must be notified immediately if any contact information changes. If the paper was part of a presentation to a professional association, this fact should be explained. If any of the authors have a conflict of interest, this should be explained in the cover letter. In addition to the cover letter, authors must include pdf file copies of permissions to reproduce previously copyrighted material.

### Manuscript Guidelines

Refer to previously published issues of the Journal for the current format for each category of article. A sample issue is available at [www.AJPMR.com](http://www.AJPMR.com)

The *Journal* encourages blinded or "masked" reviews. Because of this, **we require that all authors submit both a blinded and non-blinded version of their manuscript**. The blinded manuscript should mirror the non-blinded version, except that it should not include a Title Page,

Acknowledgements, or any references to the authors or their institutions throughout the text.

Each component of the manuscript should be in the same document in the following sequence: Title Page, Abstract and Key Words, Text, Acknowledgments, References, Figure Legends.

The **Title Page** should only appear in the non-blinded version of your manuscript and should be prepared as follows: (1) **Title**; (2) **Authors**: Full names and academic degrees of each author; (3) **Affiliations**: Clearly explain the institutional, university, or hospital affiliations of each author; In the event an author changes institutional affiliation after submission but before publication, please provide both the institutional affiliation where the research was conducted, along with the current institutional affiliation of the author. (4) **Correspondence**: Name, mailing address, phone number, fax number, and email address for the corresponding author; (5) **Author Disclosures**: Include an explanation of the following: (5.1) funding or grants or equipment provided for the project from any source; (5.2) financial benefits to the authors; (5.3) details of any previous presentation of the research, manuscript, or abstract in any form.

The **Abstract Page** should be prepared as follows:

Begin the Abstract page with the full manuscript title at the top.

Structured abstracts are required for Research Articles, must be double spaced, and should succinctly address, in 200 words or less, the following four categories: **Objective, Design, Results, and Conclusions**. Refer to current copies of the *Journal* for examples.

Traditional one-paragraph abstracts should succinctly summarize the paper in 150 words or less and are required for Brief Report, Case Report, Education & Administration, Literature Review, Analysis, and Perspective articles.

Abstracts are NOT required for Commentaries, Clinical Notes, Letters to the Editor, and Visual Vignettes.

**Key Words**: Authors must include four Key Words (so labeled) on the line after the end of the abstract. Use appropriate MeSH subject headings as listed by the National Library of Medicine. For more information visit [www.nlm.nih.gov/mesh/](http://www.nlm.nih.gov/mesh/)

### **Preparation of the Manuscript Text**

Refer to recently published issues of the *Journal* for the appropriate formatting and style of each section of the manuscript text. Software preference is Microsoft Word for document text and tables. All sections of the manuscript should be double spaced. Pages should be numbered consecutively and have continuous line numbering throughout the text.

**AMA Style**: Use generic names of drugs, unless there is a specific trade name that is directly relevant. Use only standard abbreviations as listed in the *AMA Manual of Style, Ninth Edition*. The full term for which an abbreviation stands should precede the abbreviation's first use in the text, except in the case of a standard unit of measurement. Avoid using abbreviations in the title and abstract.

**Writing Quality**: *All manuscripts must be thoroughly edited for spelling and American English grammar by the authors and/or an expert in American English medical writing before submission. Manuscripts submitted with incorrect American English grammar will not be considered. Avoid*

using first person language, such as I, we, and our. Please use third person, such as "this study" instead of "our study".

**Methodology and Statistics:** Any statistical analyses in the research or manuscript should be reviewed and verified for accuracy by the authors and/or a statistician before submission. Describe statistical methods with enough detail to enable the knowledgeable reader with access to the original data to verify the reported results. When possible, quantify research findings with appropriate indicators of measurement error or uncertainty (such as confidence). Avoid sole reliance on statistical hypothesis testing, such as the use of *P* values, which fails to convey important quantitative information. Discuss eligibility of experimental subjects. Give details about randomization. Describe the methods for, and success of, any blinding of observations. Report treatment complications. Give specific numbers of observations. Report any losses to observation (such as dropout from a clinical trial). References for study design and statistical methods should be to standard works (with pages stated) when possible, rather than to papers in which designs or methods were originally reported. Specify any computer programs used.

**Units of Measure:** Measurements of length, height, weight, and volume should be reported in metric units. Temperatures should be written in degrees Celsius. Blood pressures should be given in millimeters of mercury. All hematologic and clinical chemistry measurements should be reported in the metric system in the terms of the International System of Units (SI).

**Ethics:** When reporting experiments on human subjects, indicate in the methods section of the manuscript whether the procedures followed were in accordance with the ethical standards of the responsible committee on human experimentation (institutional or regional) or with the Helsinki Declaration of 1975, as revised in 1983.

The authors must state in the methods section of the manuscript that any investigation involving human subjects or the use of patient data for research purposes was approved by the committee on research ethics at the institution in which the research was conducted in accordance with the Declaration of the World Medical Association ([www.wma.net](http://www.wma.net)) and that any informed consent from human subjects was obtained as required. *Failure to indicate Institutional Review Board approval of human experimentation and informed consent from subjects will result in rejection upon initial review.*

Also indicate in the methods section whether the institution's or the National Research Council's guidelines for, or any national laws on, the care and use of laboratory animals were followed.

Do not use subjects' or patients' names, initials, or hospital numbers in the text, tables, figures, or legends. Photographs of patients or subjects will not be considered unless written approval signed by the patient or subject, is included with the submission cover letter.

**Acknowledgments:** Authors often wish to thank individuals who have assisted with the research project or the preparation of the manuscript. Acknowledgments should be placed before the References section. Do not include an Acknowledgements section in the blinded version of your manuscript. Any information concerning funding or equipment for the project should be included in the Disclosures section on the Title Page.

**References:** References should begin on a separate page following the conclusion of the manuscript. Authors should cite relevant references from previously published articles. Number references in the order in which they are mentioned in the text (do not alphabetize). Identify references with Arabic superscript numerals in the text, tables, and legends. References should

follow the current AMA style. Abbreviate the names of journals according to the format given in Index Medicus. References cited separately as footnotes in tables or figure legends should be numbered in accordance with a sequence established by the first identification of the particular table or figure in the text. Refer to current copies of the *Journal* for examples of the various types of references.

All manuscripts except for extensive reviews of the literature should be limited to no more than 30 references. Authors may be asked to limit the number of references to conserve space. Previously published articles in this Journal are searchable by author and topic at [www.AJPMR.com](http://www.AJPMR.com)

**Figure Legends:** Figure Legends should begin on a separate page following the reference section of the manuscript. Each Figure Legend should describe the content of the appropriate figure and be numbered in order of location in the manuscript as Figure 1, Figure 2, etc. To conserve space, do not duplicate information in the text and figure legends.

### Figures Guidelines

Authors must ensure figures follow these rules. Failure to supply files in the format specified below will result in the images being returned to you for re-formatting. This may lead to an associated delay in the review and publication of your manuscript.

- When creating Digital Artwork, please refer to the following guidelines: <http://links.lww.com/ES/A42>
- TIF or EPS files are preferred. PowerPoint files are also acceptable for line art (if your graph was generated in PowerPoint). Presentation slides are NOT acceptable as figures.
- Crop out any white or black space surrounding the image.
- Do not include label identification (e.g. Figure 1A) within the image. Please identify the figure title in your figure legend.
- Color images are created/scanned and saved and submitted as CMYK only. Do not submit any figures in RGB mode.
- Line art saved at a resolution of at least 1200 dpi.
- Color and half-tone images must be saved at a resolution of at least 300 dpi.
- Each figure saved as a separate file and saved separately from the accompanying text file.
- Each figure file must be saved with the title of the figure in the file name. e.g. Figure 1A.tif; Figure 1B.eps

### Remember:

- Artwork generated from office suite programs such as CorelDRAW and MS Word, and artwork downloaded from the Internet (JPEG or GIF files) cannot be used because the quality is poor when printed.
- Cite figures consecutively in your manuscript.
- Number figures in the figure legend in the order in which they are discussed.
- Upload figures consecutively to the Editorial Manager web site

*Please do not include images within your manuscript MS Word document and do not upload them in a Word document file. By doing so, the quality of the image is reduced and is not acceptable for publication. All images must be uploaded as individual files in TIF or EPS file formats.*

### Front Cover Artwork and Images

The Journal encourages the submission of high quality artwork and images for consideration for publication on the front cover. All figures submitted with your article will be considered for cover images, should your manuscript be accepted. If you have a figure you think would make a particularly good cover image, please indicate it in the Cover Letter.

### Table Guidelines

Please do not upload images of tables. All tabular matter must be editable. An image of a table, such as a scan, is not acceptable for publication. Tables should be included in a separate Microsoft Word file.

### Supplemental Digital Content

Authors may submit supplemental digital content to enhance their article's text and to be considered for online-only posting. Files must be uploaded to Editorial Manager™ under the "Supplemental Digital Content" file type. Supplemental digital content may include the following types of content: text documents, graphs, tables, figures, graphics, illustrations, audio, and video. To ensure a quality experience for those viewing supplemental digital content, it is suggested that authors submit files no larger than 10 MB each.

Cite all supplemental digital content consecutively in the text. Citations should include the type of material submitted, should be clearly labeled as "Supplemental Digital Content," should include a sequential number, and should provide a brief description of the supplemental content.

Provide a legend of supplemental digital content at the end of the text. List each legend in the order in which the material is cited in the text. The legends must be numbered to match the citations from the text. Include a title and a brief summary of the content. For audio and video files, also include the author name, videographer, participants, length (minutes), and size (MB). Authors should mask patients' eyes and remove patients' names from supplemental digital content unless they obtain written consent from the patients and submit written consent with the manuscript. Copyright and Permission forms for article content including supplemental digital content must be completed at the time of submission.

**Video Guidelines:** Videos should be supplied in mp4 format. We do not accept any other file formats at this time.

**Audio Guidelines:** Audio files should be submitted with the following file extensions: .mp3, .wma.

### The CONSORT Statement:

The Journal endorses the CONSORT Statement, which is intended to improve the reporting of a randomized controlled trial (RCT). The most recent version of the CONSORT Statement is CONSORT 2010, which can be downloaded from the CONSORT website (<http://www.consort-statement.org/>). When submitting a manuscript reporting on a randomized controlled trial, authors should include the Flow Chart Diagram document using the [MSWord template](#).

### Review Process

All manuscripts will be checked for the above Submission Requirements before being sent out for review. Following the extended peer review process, authors will be notified of the editorial decision by email. Authors may be asked to revise the manuscript according to the reviewer's comments and to return hard copies and electronic copies of the revised manuscript. Authors are responsible for tracking progress of their own manuscript submission via the manuscript status listed in Editorial Manager™

### Revision Process

Revisions should be submitted online via Editorial Manager™ at the following address: <http://www.editorialmanager.com/ajpmr/default.asp>.

Please log into your account and select the Submissions Needing Revision folder. Locate your article and click Edit Submission. When making changes, the files from your Original Manuscript will be automatically carried over to the revision unless you uncheck the boxes next to them. Please un-check any files that have had changes made and upload new versions. If any of your files have not been changed, you may leave the box checked and they will still be built into your revision.

Upon notification of a revision, all authors must sign, and return the *Authorship Responsibility, Financial Disclosure, and Copyright Transfer Agreement* (CTA), which is required by the publisher to be received prior to beginning the production of the article for publication. The CTA form is located on the AJPMR website ([www.AJPMR.com](http://www.AJPMR.com)) and on the Editorial Manager home page (<http://www.editorialmanager.com/ajpmr/default.asp>)

The CTA includes a section on the disclosure of potential conflicts of interest based on the recommendations of the International Committee of Medical Journal Editors, "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" ([www.icmje.org/update.html](http://www.icmje.org/update.html)). The corresponding author is responsible for distributing and collecting the final signed CTA from each author.

### Continuing Medical Education

The Journal considers quality research articles to be published and highlighted as a continuing medical education activity. Articles that qualify for CME credit will be determined during the revision process. Manuscripts selected to be CME articles are sometimes published more quickly than other papers. If chosen, authors will be notified of the requirements with their decision letter and will be expected to include the following materials when submitting their revision:

- Three objectives answering the question: "Upon completion of this article, the reader should be able to:"
- Five questions/answers for self-assessment
- A sentence about each author that describes institution affiliation and current position. Including the above with the original manuscript submission will greatly expedite consideration of the manuscript for publication as a CME article. See examples in the Journal.

### Appeals Process

Appeals must be made in writing within **two weeks** of receiving the decision regarding a manuscript. If you would like an appeal on your submission, please contact the journal office ([journal@physiatry.org](mailto:journal@physiatry.org)) with a detailed letter that explains why the decision is being appealed. The author will be notified of the final decision.

### Acceptance and Publication

The goal of the *Journal* is to publish all accepted manuscripts as quickly as possible. Accepted manuscripts are generally published in the order received. Authors will receive page proofs via email approximately three months before the month of publication. This will be the final opportunity for authors to proofread the article before publication. Instructions on how to order author reprints will be included with the page proofs. Selected manuscripts may be published early online ahead of print after author corrections. Important or timely manuscripts may be selected for

fast track publication. Authors may sign up online at [www.AJPMR.com](http://www.AJPMR.com) to receive the eTOC when the journal is published each month. The Journal is published in a variety of formats. The Journal's latest format provides a unique experience for viewing text and video on the iPad. The new AJPMR app for iPad is available for download from the Apple Store.

### **Open Access**

LWW's hybrid open access option is offered to authors whose articles have been accepted for publication. With this choice, articles are made freely available online immediately upon publication. Authors may take advantage of the open access option at the point of acceptance to ensure that this choice has no influence on the peer review and acceptance process. These articles are subject to the journal's standard peer-review process and will be accepted or rejected based on their own merit.

Authors of accepted peer-reviewed articles have the choice to pay a fee to allow perpetual unrestricted online access to their published article to readers globally, immediately upon publication. The article processing charge for *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* is \$2,500. The article processing charge for authors funded by the Research Councils UK (RCUK) is \$3,175. The publication fee is charged on acceptance of the article and should be paid within 30 days by credit card by the author, funding agency or institution. Payment must be received in full for the article to be published open access. Any additional standard publication charges, such as for color images, will also apply.

**Authors retain copyright:** Authors retain their copyright for all articles they opt to publish open access. Authors grant LWW a license to publish the article and identify itself as the original publisher.

**Creative Commons License:** Articles opting for open access will be freely available to read, download and share from the time of publication. Articles are published under the terms of the Creative Commons License Attribution-NonCommercial No Derivative 3.0 which allows readers to disseminate and reuse the article, as well as share and reuse of the scientific material. It does not permit commercial exploitation or the creation of derivative works without specific permission. To view a copy of this license visit: <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0>.

### **Compliance with NIH, RCUK and other research funding agency accessibility**

**requirements:** A number of research funding agencies now require or request authors to submit the post-print (the article after peer review and acceptance but not the final published article) to a repository that is accessible online by all without charge. As a service to our authors, LWW identifies to the National Library of Medicine (NLM) articles that require deposit and transmits the post-print of an article based on research funded in whole or in part by the National Institutes of Health, Howard Hughes Medical Institute, or other funding agencies to PubMed Central. The revised Copyright Transfer Agreement provides the mechanism. LWW ensures that authors can fully comply with the public access requirements of major funding bodies worldwide. Additionally, all authors who choose the open access option will have their final published article deposited into PubMed Central.

RCUK funded authors can choose to publish their paper as open access with the payment of an article process charge, or opt for their accepted manuscript to be deposited (green route) into PMC with an embargo.

With both the gold and green open access options, the author will continue to sign the Copyright Transfer Agreement (CTA) as it provides the mechanism for LWW to ensure that the author is fully

compliant with the requirements. After signature of the CTA, the author will then sign a License to Publish where they will then own the copyright.

It is the responsibility of the author to inform the Editorial Office and/or LWW that they have RCUK funding. LWW will not be held responsible for retroactive deposits to PMC if the author has not completed the proper forms.

### **FAQs for open access**

<http://links.lww.com/LWW-ES/A48>

### **Compliance with NIH and Other Research Funding Agency Accessibility Requirements**

A number of research funding agencies now require or request authors to submit the post-print (the article after peer review and acceptance but not the final published article) to a repository that is accessible online by all without charge. Within medical research, three funding agencies in particular have announced such policies:

- The U.S. National Institutes of Health (NIH) requires authors to deposit post-prints based on NIHfunded research in its repository PubMed Central (PMC) within twelve months after publication of the final article in the journal.
- The Howard Hughes Medical Institute (HHMI) requires as a condition of research grants, deposit in PMC, but in its case within six months after publication of the final article.
- The Wellcome Trust requires, as a condition of research grants, deposit in UK PubMed Central within six months after publication of the final article.

As a service to our authors, LWW will identify to National Library of Medicine (NLM) articles that require deposit. This Copyright Transfer Agreement provides the mechanism for identifying such articles. LWW will transmit the post-print of an article based on research funded in whole or in part by one or more of these three agencies to Pub Med Central.

Upon NIH request, it remains the legal responsibility of the author(s) to confirm with NIH the provenance of their manuscript for purposes of deposit.

Author(s) will not deposit their articles themselves.

Author(s) will not alter the post-print already transmitted to NIH.

Author(s) will not authorize the display of the post-print prior to:

- (a) 12 months following publication of the final article, in the case of NIH,
- (b) 6 months following publication of the final article, in the case of Wellcome Trust and HHMI

**Author(s) Posting of Articles to an Institutional Repository:** The Journal will permit the author(s) to deposit for display a "post-print" (the final manuscript after peer-review and acceptance for publication but prior to the publisher's copyediting, design, formatting, and other services) 12 months after publication of the final article on his/her personal web site, university's institutional repository or employer's intranet, subject to the following:

- Authors may only deposit the post-print.

- Authors may not update the post-print text or replace it with a proof or with the final published version.
- Authors may not include the post-print or any other version of the article in any commercial site or in any repository owned or operated by any third party. For authors of articles based on research funded by NIH, Wellcome Trust, HHMI, or other funding agency, see below for the services that LWW will provide on your behalf to comply with "Public Access Policy" guidelines.
- Authors may not display the post-print until twelve months after publication of the final article.
- Authors must attach the following notice to the postprint: "This is a non-final version of an article published in final form in (provide complete journal citation)".
- Authors shall provide a link in the post-print to the Journal website at [www.AJPMR.com](http://www.AJPMR.com)

**Journal Contact Information:**

**Managing Editors:** Sara Welliver and Emily Spence

[journal@physiatry.org](mailto:journal@physiatry.org)

(919) 650-1459

[www.physiatry.org](http://www.physiatry.org)

[www.AJPMR.com](http://www.AJPMR.com)