



**Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Centro de Ciências da Saúde  
Faculdade de Medicina  
Instituto do Coração Edson Saad  
Programa de Mestrado em Medicina (Cardiologia)  
Linha de Pesquisa: Exercício físico, aptidão física e saúde**

**Dissertação de Mestrado**

**Correlação entre variáveis do teste cardiopulmonar de exercício, força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida: fórmula de predição do  $V'O_{2\text{pico}}$  através do teste de 1 repetição máxima para membros superiores em indivíduos com Insuficiência Cardíaca**

**Aluno:**

**Wallace Machado Magalhães de Souza**

**Orientadores:**

**Dr. Michel Silva Reis - UFRJ**

**Dr. Roberto Coury Pedrosa – UFRJ**

**Dr. Salvador Manoel Serra – CCEX - IECAC**

**Rio de Janeiro  
2018**

**WALLACE MACHADO MAGALHÃES DE SOUZA**

**CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DO TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO, FORÇA MUSCULAR MÁXIMA DE MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES E QUALIDADE DE VIDA: FÓRMULA DE PREDIÇÃO DO  $V'O_{2PICO}$  ATRAVÉS DO TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA PARA MEMBROS SUPERIORES EM INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cardiologia, do Instituto do Coração Edson Saad, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para o exame de defesa de Mestrado em Cardiologia.

**Orientadores:** Prof<sup>o</sup>. Dr. Michel Silva Reis

Prof<sup>o</sup>. Dr. Roberto Coury Pedrosa

Prof<sup>o</sup>. Dr. Salvador Manoel Serra

Centro de Cardiologia do Exercício  
Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Castro  
(CCEx / IECAC)

Grupo de Pesquisa em Avaliação e Reabilitação Cardiorrespiratória  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
(GECARE / UFRJ)

Rio de Janeiro  
2018

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Souza, Wallace Machado Magalhães de

Correlação entre variáveis do teste cardiopulmonar de exercício, força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida: fórmula de predição do  $V'O_{2\text{pico}}$  através do teste de 1 repetição máxima para membros superiores em indivíduos com Insuficiência Cardíaca / Wallace Machado Magalhães de Souza. Rio de Janeiro: UFRJ / Faculdade de Medicina; Instituto do Coração Edson Saad, 2018.

60 f. ; 31 cm.

Orientadores: Michel Silva Reis; Roberto Coury Pedrosa e Salvador Manoel Serra.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina; Instituto do Coração Edson Saad, Programa de Pós-Graduação em Clínica Médica (Cardiologia /Ciências Cardiovasculares), 2018.

Referências bibliográficas: f. 30 - 34.

1.  $V'O_{2\text{pico}}$ . 2. *OUES*. 3. Força muscular máxima. 4. Insuficiência Cardíaca. 5. Miopatia esquelética – Dissertação. I Reis, Michel Silva II. Pedrosa, Roberto Coury. III. Serra, Salvador Manoel. IV. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Medicina; Instituto do Coração Edson Saad, Programa de Pós-Graduação

**WALLACE MACHADO MAGALHÃES DE SOUZA**

**CORRELAÇÃO ENTRE VARIÁVEIS DO TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO, FORÇA MUSCULAR MÁXIMA DE MEMBROS SUPERIORES E INFERIORES E QUALIDADE DE VIDA: FÓRMULA DE PREDIÇÃO DO  $V'O_{2PICO}$  ATRAVÉS DO TESTE DE 1 REPETIÇÃO MÁXIMA PARA MEMBROS SUPERIORES EM INDIVÍDUOS COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Cardiologia, do Instituto do Coração Edson Saad, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, como pré-requisito para o exame de defesa de Mestrado em Cardiologia.

Aprovada em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2018.

---

Presidente, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lucia Helena Alvares Salis  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Humberto Lameira Miranda  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Luiz Fernando Rodrigues Junior  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

*“E ainda que tivesse o dom de profecia, e conhecesse todos os mistérios e toda a ciência, e ainda que tivesse toda a fé, de maneira tal que transportasse os montes, e não tivesse amor, nada seria.”*  
1 Coríntios 13:2

*“A gente queima todo dia  
Mil bibliotecas de Alexandria”  
Tiago Iorc - Alexandria*

**DEDICATÓRIA**

*Para Sophia,  
que me deu o sentido da vida.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço minha família por todo suporte oferecido até este momento. Meus pais, Heloisa e Nilson, sou grato por me oportunizarem um ambiente favorável para minha educação. Minha esposa, Aline, sou grato por me sustentar nos bons e maus momentos. Obrigado pela parceria de vida! Sophia, minha pequena, obrigado por me dar sentido à vida.

Agradeço meus orientadores por me instruírem nesta jornada que foi o mestrado, cada um à sua maneira. Dr. Salvador, sou grato pela oportunidade de fazer parte da sua brilhante equipe do CCEX e pelos conselhos acadêmicos. Professor Pedrosa, obrigado por me abrir as portas para curso na Cardiologia. Michel, obrigado pela amizade, humildade, carisma e empatia.

Sou grato a todos os professores que passaram pela minha vida, desde o maternal com a Tia Ruth no Colégio Pinheiro, ensino primário no Colégio Nossa Senhora da Conceição com a Tia Aide, ensino fundamental, com meus professores do CESAP, ensino médio na FAETEC, ensino superior na UERJ e UFRJ, pós-graduação na UFRJ e, enfim, no mestrado na UFRJ. Vocês são a base de tudo. Obrigado por doarem seus conhecimentos para transformar a vida de muitas pessoas.

Sou grato de fazer parte do GECARE, um grupo incrível, com diversos talentos em diferentes áreas. Tenho absoluta certeza que deste grupo sairão os maiores pesquisadores da área de Cardiologia e exercício físico do país. Continuem brilhantes, com muito respeito e humildade.

Agradeço a minha equipe do CCEX, que como uma família, me acolheu desde o primeiro dia e me deu suporte para realizar todo este trabalho. É gratificante trabalhar com pessoas que propagam o bem, mesmo em meio ao período turbulento que passamos em nossa cidade e em nosso país. Vocês fazem a diferença na vida de muitas pessoas.

Por fim, agradeço meus amigos Marcelo e Pablo, que além de colaboradores deste trabalho, são meus mentores de vida. Grato pelos conselhos acadêmicos e de vida. Temos muitas coisas para construir na área de Cardiologia do Exercício.

## RESUMO

SOUZA, Wallace Machado Magalhães de. **Correlação entre variáveis do teste cardiopulmonar de exercício, força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida: fórmula de predição do  $V'O_{2\text{pico}}$  através do teste de 1 repetição máxima para membros superiores em indivíduos com Insuficiência Cardíaca.** Rio de Janeiro, 2018. Dissertação - Mestrado em Medicina (Cardiologia) – Faculdade de Medicina, Instituto de Cardiologia Edson Saad, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

O objetivo deste estudo foi identificar quais variáveis do teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) possuem correlação com a força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida de indivíduos com Insuficiência Cardíaca (IC) com fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) reduzida. Participaram deste estudo 16 indivíduos com IC que atenderam os critérios de seleção. O TCPE foi realizado em esteira, com protocolo em rampa, com duração prevista de 8 a 12 minutos até a exaustão voluntária máxima, com objetivo de avaliar parâmetros ventilatórios relacionados com a tolerância ao esforço. O teste de 1 repetição máxima (1 RM) foi realizado para avaliar a força de membros superiores e inferiores e a qualidade de vida foi avaliada pelo *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ)*. Houve uma forte correlação do consumo de oxigênio no pico do esforço ( $V'O_{2\text{pico}}$ ) e da inclinação da eficiência do consumo de oxigênio (*OUES*) com a força máxima de membros superiores, contudo, não foi identificado a correlação com a força máxima de membros inferiores. Não foram encontradas correlações significativas da inclinação da relação entre a ventilação e a produção de gás carbônico ( $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ ), limiar anaeróbio ventilatório (LAV), força muscular máxima e qualidade de vida. Desta forma, a avaliação da força muscular máxima de membros superiores, através do teste de 1 RM, pode refletir de forma mais precisa a disfunção muscular periférica em indivíduos com IC devido sua forte correlação com o  $V'O_{2\text{pico}}$  e o *OUES* avaliados pelo TCPE, sendo possível estimar o  $V'O_{2\text{pico}}$ , através de uma fórmula de predição, por intermédio do teste de 1 RM de membros superiores.

**Palavras-chave:**  $V'O_{2\text{pico}}$ ; *OUES*; força muscular máxima; Insuficiência Cardíaca



## ABSTRACT

SOUZA, Wallace Machado Magalhães de. **Correlation between cardiopulmonary exercise test variables, maximal muscle strength of upper and lower limbs and quality of life: prediction of  $V'O_{2peak}$  through 1 repetition maximal test for upper limbs in subjects with Heart Failure.** Rio de Janeiro, 2018 Dissertation (Master's degree in Cardiology) - Medical School, Federal University of Rio de Janeiro.

The purpose of this study was to identify which cardiopulmonary exercise test (CPET) variables correlate with maximal upper and lower limb muscle strength and quality of life of individuals with Heart Failure (HF) with left ventricular ejection fraction (LVEF) reduced. Sixteen patients with HF who met the selection criteria participated in this study. The CPET was performed on a treadmill, with a ramp protocol, with an expected duration of 8 to 12 minutes until maximal voluntary exhaustion, in order to evaluate ventilatory parameters related to effort tolerance. The 1 repetition maximal (1 RM) test was performed to assess upper and lower limb strength and quality of life was assessed by the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ). There was a strong correlation between the oxygen consumption at the peak of exertion ( $V'O_{2peak}$ ) and the slope of the oxygen consumption efficiency (OUES) with maximal limb force, however, no correlation was identified with maximum limb force lower. No significant correlations were found between the inclination of the relationship between ventilation and carbon dioxide production ( $V'E/V'CO_{2slope}$ ), ventilatory anaerobic threshold (VAT), maximum muscle strength and quality of life. Thus, the evaluation of maximal upper limb muscle strength through the 1 RM test can more accurately reflect the peripheral muscular dysfunction in individuals with HF due to their strong correlation with the  $V'O_{2peak}$  and the OUES evaluated by the CPET, it is possible to estimate the  $V'O_{2peak}$  by means of a prediction formula, through of the 1 RM test for upper limbs.

**Key words:**  $V'O_{2peak}$ ; OUES; maximal muscle strength; Heart Failure

## LISTA DE FIGURAS

### Introdução e revisão de literatura

**Figura 1.** A hipótese muscular na Insuficiência Cardíaca: patogênese da miopatia esquelética ..... 20

**Figura 2.** Variáveis do teste cardiopulmonar de exercício para estratificação de risco na Insuficiência Cardíaca ..... 26

### Estudo

**Figura 1.** Fluxograma dos indivíduos do presente estudo ..... 43

**Figura 2.** Correlação do teste de 1 repetição máxima (1 RM) de membros superiores com o consumo de oxigênio no pico de esforço ( $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ) ..... 46

**Figura 3.** Correlação do teste de 1 repetição máxima (1 RM) de membros superiores com a inclinação da eficiência do consumo de oxigênio (*OUES*) .... 47

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

### Introdução e revisão de literatura

**Quadro 1.** Vantagens e desvantagens do teste de caminhada de 6 minutos x teste ergométrico x teste cardiopulmonar de exercício ..... 27

### Estudo

**Quadro 1.** Critério do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para definição de Classes Sociais ..... 42

**Tabela 1.** Características clínicas e dados sociodemográficos ..... 44

**Tabela 2.** Resultados dos testes aplicados ..... 45

**Tabela 3.** Correlações das variáveis do teste cardiopulmonar de exercício, força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida .... 48

**LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

1 RM	1 repetição máxima
AAS	Ácido acetilsalicílico
BRA	Bloqueador do receptor de aldosterona
CCEX	Centro de Cardiologia do Exercício
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
COR	Cinética do oxigênio na recuperação
DP	Desvio padrão
EPSE	Escala de Percepção Subjetiva de Esforço
EV	Eficiência ventilatória
FC	Frequência cardíaca
FEVE	Fração de ejeção do ventrículo esquerdo
<i>GH</i>	Do inglês, <i>growth hormone</i> , traduzido como hormônio do crescimento
<i>HF - ACTION</i>	Do inglês, <i>Heart Failure: A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Insuficiência Cardíaca
ICr	Índice cronotrópico
IECA	Inibidores de enzima conversora da angiotensina
IECAC	Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Castro
IL	Interleucina
IMC	Índice de Massa Corporal
LAV	Limiar anaeróbio ventilatório
MCPD	Miocardiopatia dilatada
<i>MET</i>	Do inglês, <i>metabolic equivalent of task</i> , traduzido como equivalente metabólico
<i>MLHFQ</i>	Do inglês, <i>Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire</i>
NO <sub>2</sub>	Óxido Nítrico
<i>NYHA</i>	Do inglês, <i>New York Heart Association</i>
O <sub>2</sub>	Oxigênio
OMS	Organização Mundial da Saúde

<i>OUES</i>	Do inglês, <i>oxygen uptake efficiency slope</i> , traduzido como inclinação da eficiência do consumo de oxigênio
PAS	Pressão arterial sistólica
PC	Potência circulatória
PCR	Proteína C Reativa
PuO <sub>2</sub>	Pulso de oxigênio
PV	Potência ventilatória
<i>RER</i>	Do inglês, <i>respiratory exchange ratio</i> , traduzido como razão de troca respiratória
RFC	Recuperação da frequência cardíaca
<i>SF-36</i>	Do inglês, <i>36-item Short-Form Health Survey</i>
SM	Salário mínimo
SUS	Sistema Único de Saúde
TC6'	Teste de caminhada de 6 minutos
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCPE	Teste cardiopulmonar de exercício
TE	Teste ergométrico
<i>TNF</i>	Do inglês, <i>tumor necrosis factor</i> , traduzido como fator de necrose tumoral
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
V'CO <sub>2</sub>	Produção de gás carbônico
V'E	Ventilação
V'E/V'CO <sub>2slope</sub>	Do inglês, <i>inclination of the relationship between ventilation and carbon dioxide production</i> , traduzido como inclinação da relação entre a ventilação e a produção de gás carbônico
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca
V'O <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução e revisão de literatura</b> .....	16
1.1. Definição, diagnóstico e epidemiologia da Insuficiência Cardíaca .....	16
1.2. Fisiopatologia da Insuficiência Cardíaca .....	17
1.3. Caquexia e miopatia na Insuficiência Cardíaca .....	18
1.4. Redução da força muscular na Insuficiência Cardíaca .....	21
1.5. Teste cardiopulmonar de exercício na Insuficiência Cardíaca .....	23
1.6. Qualidade de vida na Insuficiência Cardíaca .....	28
<b>2. Hipótese do estudo</b> .....	29
<b>3. Objetivo do estudo</b> .....	29
3.1. Objetivo geral .....	29
3.2. Objetivos específicos .....	29
<b>4. Relevância do estudo</b> .....	29
<b>5. Referências bibliográficas</b> .....	30
<b>6. Estudo</b> .....	35
6.1. Resumo ( <i>Abstract</i> ) .....	35
6.2. Introdução .....	37
6.3. Materiais e Métodos .....	38
6.3.1. Modelo do estudo .....	38
6.3.2. População estudada .....	38
6.3.3. Critérios de Inclusão e Exclusão .....	38
6.3.4. Avaliações .....	39
6.3.4.1. Teste cardiopulmonar de exercício .....	39
6.3.4.2. Teste de 1 repetição máxima .....	40
6.3.4.3. <i>Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire</i> .....	41
6.3.4.4. Índices antropométricos .....	41
6.3.4.5. Dados sociodemográficos .....	42
6.3.5. Análise estatística .....	42
6.4. Resultados .....	43
6.5. Discussão .....	49
6.6. Limitações .....	52
6.7. Conclusão .....	52
6.8. Referências bibliográficas .....	53

**Anexos**

Anexo I: Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa .....	55
Anexo II: <i>Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire</i> .....	56

**Apêndices**

Apêndice I: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	57
Apêndice II: Avaliação antropométrica e entrevista .....	60

## 1. Introdução e revisão da literatura

### 1.1. Definição, diagnóstico e epidemiologia da Insuficiência Cardíaca

Insuficiência Cardíaca (IC) é definida como uma síndrome clínica complexa que resulta de qualquer comprometimento estrutural ou funcional de enchimento ventricular ou ejeção de sangue e tem como características marcantes dispneia e fadiga, que limitam a tolerância ao esforço, e retenção de fluídos, que pode ocasionar congestão pulmonar e edema periférico (HUNT *et al.*, 2005, YANCY *et al.*, 2013). A Sociedade Europeia de Cardiologia adotou critérios para o diagnóstico de IC, que requer a presença das seguintes manifestações clínicas (DICKSTEIN *et al.*, 2008):

- 1) Sinais e sintomas sugestivos de IC em repouso ou em atividade física;
- 2) Evidência objetiva da disfunção cardíaca;
- 3) Em caso de dúvida, o diagnóstico deve ser confirmado pela resposta ao tratamento para IC.

Considerada via final de diversas doenças cardiovasculares, a IC é uma condição clínica complexa de elevada mortalidade, comparável a diversos tipos de doenças neoplásicas e tem forte impacto social (STEWART *et al.*, 2001). Segundo dados norte-americanos (YANCY *et al.*, 2013), a incidência é de 650.000 casos por ano, alcançando uma prevalência de 5,1 milhões de indivíduos e causando mais de 1 milhão de internações hospitalares por ano, com custo anual estimado em 30 bilhões de dólares. Os números brasileiros de 2014, embora menos expressivos, representam um considerável desafio ao sistema público de saúde de um país em desenvolvimento, com 224.377 internações hospitalares, 22.052 óbitos e um custo de mais de 300 milhões de Reais (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2017).

Embora os números alarmantes, dados recentes mostram uma redução na mortalidade decorrente da IC no Brasil entre 1996 a 2011, principalmente nas Regiões Sul e Sudeste do país (GAUI *et al.*, 2014). Este fenômeno pode ser reflexo de um melhor diagnóstico e tratamento desta doença, prolongando o tempo de vida em indivíduos com IC, o que faz com que estratégias para melhora da capacidade funcional e qualidade de vida desta população sejam desenvolvidas (PEREIRA, 2012).



## 1.2. Fisiopatologia da Insuficiência Cardíaca

A IC pode ser causada por morte ou disfunção dos miócitos, remodelamento ventricular ou pela combinação destes fatores, onde o aumento da atividade simpática, isquemia e distúrbios neuro-hormonais podem favorecer a evolução da doença. Anormalidades mecânicas, distúrbios da frequência ou no ritmo cardíaco e anormalidades pulmonares, não afetam primariamente a função miocárdica, mas, em geral, podem levar à IC (PEREIRA, 2012).

A piora da função cardíaca na IC gera, como mecanismos compensatórios, numerosos ajustes neuro-hormonais e metabólicos, incluindo aumento da ativação simpática, retirada vagal e vasoconstrição periférica, com o objetivo de manter a perfusão adequada para órgãos vitais (coração, rins, cérebro etc.). Apesar de necessárias para a manutenção das funções vitais no curto prazo, essas alterações, quando sustentadas por períodos prolongados, desencadeiam efeitos deletérios (JOSIAK *et al.*, 2014).

Para manter a função diante de um distúrbio primário de contratilidade miocárdica ou de uma carga hemodinâmica excessiva, o miocárdio depende de alguns mecanismos adaptativos compensatórios. Os mais importantes são o mecanismo de Frank-Starling (em que a pré-carga aumentada ajuda a manter o desempenho cardíaco), a ativação de sistemas humorais (noradrenalina e estimulação do sistema renina-angiotensina-aldosterona) e o remodelamento cardíaco. As duas primeiras adaptações ocorrem dentro dos primeiros ciclos cardíacos após a disfunção miocárdica grave, enquanto o remodelamento ocorre lentamente, tendo uma função mais importante na adaptação cardíaca a disfunções no longo prazo. Todavia, cada um destes mecanismos tem uma capacidade limitada de manter o desempenho cardíaco na sobrecarga hemodinâmica (PEREIRA, 2012).

À medida que se aumenta a demanda energética, como no exercício físico, ocorrem aumentos de volume e pressão diastólicos finais e, portanto, da pressão capilar pulmonar. O aumento desta última intensifica a dispneia e tem um papel importante na intolerância ao esforço, característica cardinal da IC (POOLE *et al.*, 2012).

Os mecanismos envolvidos na gênese da intolerância ao esforço na IC podem estar relacionados com o aumento da atividade simpática, provocando vasoconstricção e aumento na circulação de catecolaminas, vasopressina, endotelina-I e angiotensina II, sendo este último um potente vasoconstritor que aumenta a pós-carga e gera hipertrofia de miócitos, apoptose, fibrose intersticial, remodelamento cardíaco e secreção de aldosterona, outro hormônio que tem papel importante no remodelamento cardíaco, proliferação de fibroblastos e na deposição de colágeno (PHILLIPS *et al.*, 2015).

Somado a estes fatores, também contribuem para intolerância ao esforço a diminuição da biodisponibilidade de óxido nítrico (NO<sub>2</sub>) devido ao estresse oxidativo provocado por mediadores inflamatórios tais como fator de necrose tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), proteína C reativa (PCR) e interleucinas (IL-6 e IL-1 $\beta$ ), que se encontram elevados na IC e que podem deprimir a contração miocárdica e promover aumento das câmaras; redução da extração periférica de O<sub>2</sub>, que pode originar-se em anormalidades intrínsecas no músculo esquelético ou na função microvascular periférica; redução da atividade de enzimas oxidativas na mitocôndria bem como a disfunção e menor densidade desta organela no músculo esquelético; e velocidade da cinética de O<sub>2</sub> diminuída no músculo esquelético (DHAKAL *et al.*, 2015).

O TNF- $\alpha$  é produzido em consequência da sobrecarga de volume e produz respostas inflamatórias sistêmicas e centrais. A primeira inclui caquexia e miopatia da musculatura esquelética, e a última inflamação miocárdica, proliferação celular e apoptose, contribuindo para o remodelamento ventricular e progressão da falência cardíaca (BRAUNWALD & BRISTOW, 2000).

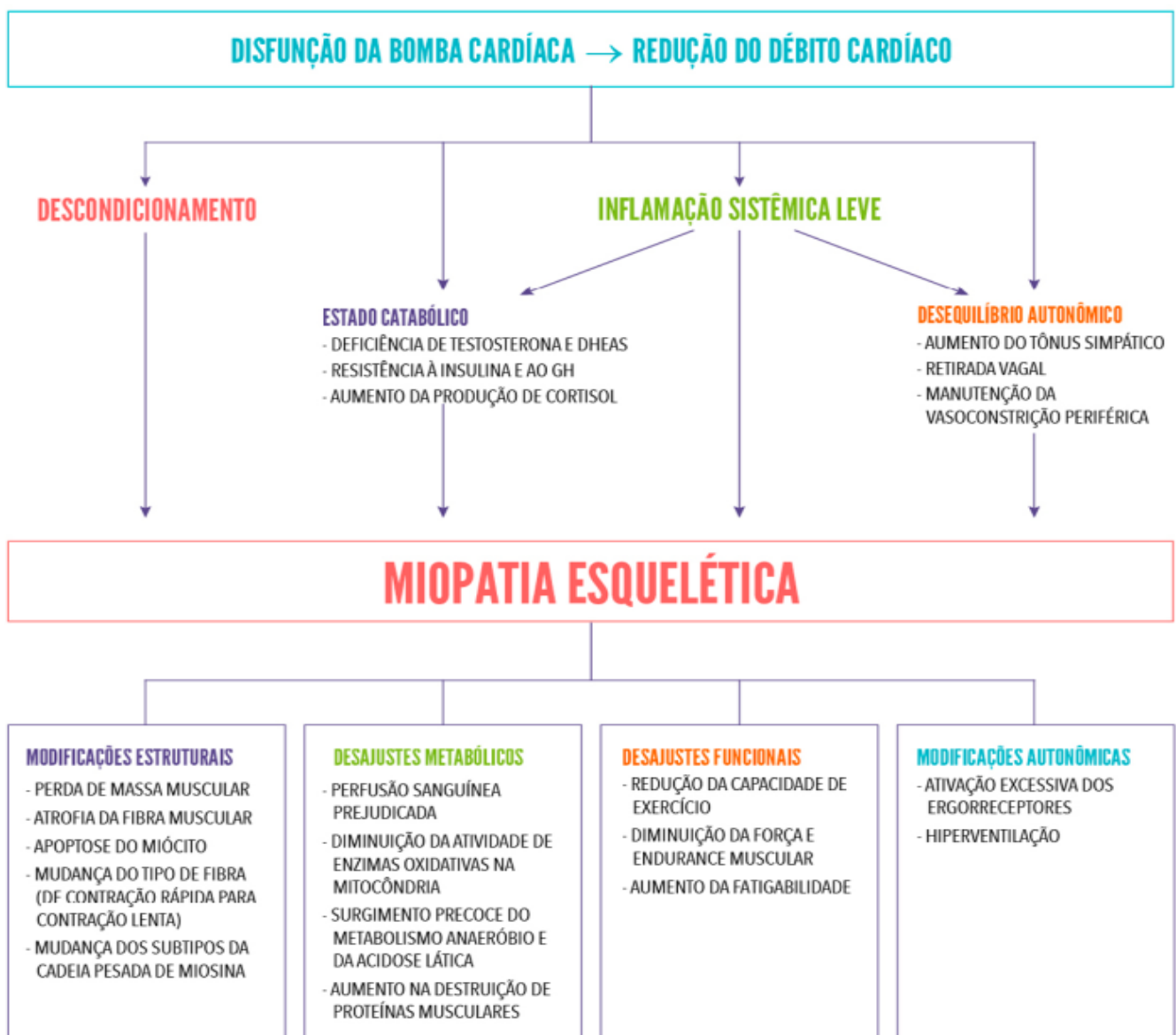
### **1.3. Caquexia e miopatia na Insuficiência Cardíaca**

Caquexia (do grego, *kakos*=mau, *héxis*=estado) é uma síndrome metabólica complexa associada a uma doença subjacente e caracterizada por perda de massa muscular, com ou sem perda concomitante de massa gorda (EVANS *et al.*, 2008). A característica principal da caquexia é perda de peso em adultos (corrigida pela retenção de líquidos) ou insuficiência de crescimento em crianças (excluindo distúrbios endócrinos) (MACHADO *et al.*, 2017; PIEPOLI & CRISAFULLI, 2014).

Existe uma dificuldade na literatura em definir o ponto de corte para caquexia de origem cardíaca. Por exemplo, Steinborn & Anker (2003) definem caquexia cardíaca em indivíduos com IC, sem sinais de outras causas que podem levar a caquexia (ex: câncer), quando há uma perda de peso maior do que 7,5% do peso corporal normal nos últimos seis meses. Georgiadou & Adamopoulos (2012), por outro lado, utilizam como ponto de corte uma perda de peso não intencional superior a 5% nos últimos seis meses, mesmo ponto de corte utilizado por Evans *et al.* (2008). No entanto, estes autores consideram esta perda dentro de um período de doze meses ou menos, incluindo três destes cinco fatores: redução da força muscular, fadiga, anorexia, baixo índice de massa livre de gordura e marcadores bioquímicos sanguíneos alterados.

Aproximadamente 20% dos indivíduos com IC apresentam caquexia, condição considerada preditora independente de mortalidade (NEGRÃO & BARETTO, 2010). Os fatores que podem contribuir para a caquexia na IC são a redução da ingesta alimentar, anormalidades do trato gastrointestinal, ativação imunológica e neuro-hormonal, além de alterações da relação entre processos anabólicos e catabólicos (OKOSHI *et al.*, 2013). A redução da massa muscular é um dado clinicamente importante devido à possibilidade de influenciar na capacidade de sustentar esforços submáximos, trazendo prejuízos para tolerância ao esforço (COSTA *et al.*, 2003).

Miopatia (do grego, *myo*=músculo, *pátheia*=doença) pode ser desenvolvida a partir de uma redução crônica do fluxo sanguíneo muscular (isquemia), que tem como consequência a redução de enzimas mitocondriais envolvidas no metabolismo oxidativo (JOSIAK *et al.*, 2014). Além disso, tem sido observada uma alta taxa de apoptose do músculo esquelético na IC, provavelmente desencadeada por citocinas pró- inflamatórias, em particular o TNF- $\alpha$  (PIEPOLI & CRISAFULLI, 2014). Estas alterações aumentam a tendência à fadiga, redução da produção de força máxima e disfunção endotelial, sendo a miopatia considerada o fator que mais contribui para intolerância ao esforço na IC (JOSIAK *et al.*, 2014). A figura 1 ilustra os mecanismos que induzem a intolerância ao esforço por consequência da miopatia esquelética na IC:



**Figura 1.** A hipótese muscular na Insuficiência Cardíaca: patogênese da miopatia esquelética. Adaptado de Machado *et al.*, 2017.

DHEAS = Desidroepiandrosterona; GH = Hormônio do crescimento.

#### 1.4. Redução da força muscular na Insuficiência Cardíaca

A mudança estrutural da musculatura esquelética periférica somada ao sedentarismo e a idade pode contribuir para redução da força muscular em indivíduos com IC (MACHADO *et al.*, 2017). Existem evidências que apontam a redução da força muscular como um preditor independente de mortalidade.

Por exemplo, Hülsmann *et al.* (2004) investigaram a relação entre a força muscular dos extensores e flexores do joelho, avaliada através de isocinético, e a taxa de mortalidade em 122 indivíduos com IC com FEVE reduzida e observaram que menores índices de força nestes grupamentos estavam relacionados com maiores taxas de mortalidade nesta população.

Outro estudo interessante avaliando a relação da força de membros superiores e mortalidade na IC foi realizado por Chung *et al.* (2014), onde avaliaram a força de preensão manual (*handgrip*) de 72 indivíduos com IC grave e concluíram que os indivíduos que apresentavam força menor que 25% do peso corporal tinham risco aumentado de complicações cardiovasculares.

A fraqueza dos músculos respiratórios, como o diafragma, aumenta o esforço respiratório, podendo diminuir a ventilação, resultando em hipoxemia, acidose e aumento da pressão arterial pulmonar. Desta forma, a fraqueza dos músculos respiratórios contribui de modo importante na oferta inadequada de oxigênio para os tecidos periféricos e no aumento do trabalho cardíaco na IC (CHAPLEAU, 2014).

Com o surgimento de novas evidências demonstrando o papel benéfico do treinamento de força para os cardiopatas, sobretudo para indivíduos com IC, atualmente esta modalidade de treinamento é considerada, em conjunto com o treinamento aeróbio, uma ferramenta essencial no tratamento da IC (DELAGARDELLE *et al.*, 2002; MANDIC *et al.*, 2012).

Em recente metanálise, Jewiss *et al.* (2016) analisaram 27 estudos, publicados entre 1985 e 2016, que avaliaram o efeito do treinamento de força em indivíduos com IC. Não houve mudanças quanto a mortalidade, hospitalização e FEVE. Quando comparado a um grupo controle, houve aumento significativo no  $V'O_{2\text{pico}}$ , na distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos (TC6') e na qualidade de vida quando realizado de forma isolada ou combinada com treinamento aeróbio.

Jankowska *et al.* (2008) avaliaram 10 indivíduos com IC (FEVE  $\pm$  30%) submetidos a 12 semanas de treinamento de força progressivo para o quadríceps. Os autores observaram melhora na força de membros inferiores, na classe funcional da *New York Heart Association (NYHA)* de III para II, na qualidade de vida e na distância percorrida no TC6'. Não foi observado, entretanto, aumento da massa muscular nem melhora no  $V'O_{2\text{pico}}$ .

Historicamente, acreditava-se que o treinamento de força poderia aumentar a pressão arterial e a pós-carga e, conseqüentemente, precipitar o processo de remodelamento do ventrículo esquerdo. Para testar esta hipótese, Levinger *et al.* (2005) conduziram um elegante estudo de 8 semanas, cujo objetivo foi investigar o efeito do treinamento de força na estrutura e função do ventrículo esquerdo. Quinze homens portadores de IC (FEVE  $\pm$  35%) foram divididos em um grupo que realizou o treinamento de força (n=8) e em um grupo controle que não se exercitou (n=7). Ao final do estudo, não foram encontradas quaisquer diferenças entre os grupos com relação à estrutura do ventrículo esquerdo. Ainda assim, houve um aumento aproximado de 13,4% na FEVE do grupo treinado e redução em torno de 12,2% no grupo controle, ainda que estas diferenças não tenham sido consideradas estatisticamente significativas.

O treinamento de força apresentou resultados positivos também sobre a função autonômica, avaliada pela variabilidade da frequência cardíaca (VFC), e o fluxo sanguíneo do antebraço (SELIG *et al.*, 2004). Trinta e nove indivíduos com IC (FEVE  $\pm$  28%) foram randomizados para um grupo exercício (n=19), que treinou exclusivamente força, e um grupo controle com tratamento usual (n=20). Além da melhora expressiva da força e resistência muscular, houve aumento no  $V'O_{2\text{pico}}$  de cerca de 10% no grupo exercício. Houve, também, melhora aproximada de 44% no equilíbrio simpátovagal, analisado pela VFC, e de 20% no fluxo sanguíneo do antebraço neste grupo, o que pode refletir uma maior perfusão sanguínea periférica. Nenhuma alteração significativa foi observada no grupo controle nos parâmetros avaliados.

Os estudos supracitados ratificam a importância da força muscular para o paciente com IC devido ao fato de estar diretamente associada com desfechos clínicos importantes. Neste cenário, a realização de testes para avaliação da força muscular de indivíduos com IC é de grande importância.

Uma das formas de avaliar a força muscular máxima é através do teste de 1 repetição máxima (1 RM), podendo ser executado com segurança por uma variedade de populações, incluindo crianças maiores de 6 anos a indivíduos idosos com doença arterial coronariana. É definido como a carga máxima que um indivíduo pode levantar em apenas uma execução com a técnica correta. É um teste relativamente simples, barato e replicável (KRAEMER *et al.*, 2006).

Diversos estudos demonstram que o teste de 1 RM é um método seguro e eficiente para mensurar a força muscular máxima em indivíduos com IC. Pu *et al.* (2001), por exemplo, utilizaram o teste de 1 RM para avaliar a força muscular máxima de 16 mulheres com IC com FEVE reduzida, sem apresentar qualquer intercorrência. De modo similar, em estudo conduzido por Feiereisen *et al.* (2010), 30 indivíduos com IC (FEVE  $\pm$  23,5%) realizaram o teste de 1 RM para avaliar a força muscular máxima dos extensores e flexores de joelhos antes e após 40 sessões de treinamento. Os autores observaram um aumento da força de, aproximadamente, 36% e 100% nestes grupamentos, respectivamente.

### **1.5. Teste cardiopulmonar de exercício na Insuficiência Cardíaca**

Capacidade funcional é uma medida de funcionalidade global que é, por sua vez, resultado da interação de todas as capacidades físicas e mentais desenvolvidas durante um período da vida. As medidas de capacidade funcional variam de um grau de independência total em todas atividades cotidianas, com autonomia completa de decisões, para uma dependência total das atividades diárias e perda completa de tomada de decisões (RAMOS, 2009).

Termo comumente utilizado nos laudos de teste de exercício, ainda que relacionado com a capacidade aeróbia, não representa certamente um sinônimo desta variável. Desta forma, a capacidade funcional envolve diversos aspectos relacionados a capacidade do indivíduo realizar atividades que envolvam um somatório de componentes da aptidão física (capacidade aeróbia, força, resistência muscular e flexibilidade), diretamente influenciados pela composição corporal (ex: quantidade de massa muscular), nível de aptidão física global (ex:  $V'O_{2\text{pico}}$  e força muscular), além de componentes cognitivos e emocionais, impactando diretamente na qualidade de vida (ARAÚJO, 2002).

O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) é uma importante ferramenta para avaliação e prognóstico de pacientes com IC, onde são analisados, entre diversas variáveis, a capacidade máxima de esforço do indivíduo, representada pelo  $V'O_{2\text{pico}}$  e os limiares ventilatórios, através da análise direta dos gases (MALHOTRA *et al.*, 2016). As principais variáveis analisadas neste exame são (MARINO, 2016):

- **Consumo de oxigênio no pico do esforço ( $V'O_{2\text{pico}}$ )** - expresso em valor absoluto e relativo, através do percentual do  $V'O_{2\text{máx}}$  previsto ( $V'O_{2\text{máx}}$  prev);
- **Inclinação da relação entre a ventilação e a produção de gás carbônico ( $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ )** - razão entre a ventilação ( $V'E$ ) e a produção de dióxido de carbono ( $V'CO_2$ );
- **Inclinação da eficiência do consumo de oxigênio (OUES)** - variável que expressa a relação entre o  $V'O_2$  e o logaritmo na base 10 da ventilação;
- **Limiar anaeróbio ventilatório (LAV)** - expresso tanto em percentual do  $V'O_{2\text{pico}}$  quanto em valor absoluto;
- **Frequência cardíaca pico ( $FC_{\text{pico}}$ )** - maior valor da frequência cardíaca obtida no teste.
- **Pulso de oxigênio ( $PuO_2$ )** - expresso pela razão entre o  $V'O_{2\text{pico}}$  sobre a  $FC_{\text{pico}}$ , através da fórmula:  $PuO_2 = V'O_{2\text{pico}}/FC_{\text{pico}}$ ;
- **Potência circulatória (PC)** - produto do  $V'O_{2\text{pico}}$  e da pressão arterial sistólica máxima -  $PAS_{\text{máx}}$ , definida pela equação:  $V'O_{2\text{pico}} \times PAS_{\text{máx}}$ ;
- **Potência ventilatória (PV)** - quociente entre a  $PAS_{\text{máx}}$  e o  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ , definida pela equação:  $PAS_{\text{máx}}/(V'E/V'CO_{2\text{slope}})$ ;
- **Cinética do oxigênio na recuperação (COR)** - tempo em segundos (seg) que o  $V'O_{2\text{pico}}$  leva para atingir 50% do seu valor de pico;
- **Frequência cardíaca de reserva ( $FC_{\text{Res}}$ )** - diferença entre a  $FC_{\text{pico}}$  e a frequência cardíaca do repouso ( $FC_{\text{rep}}$ ), definida pela equação:  $FC_{\text{pico}} - FC_{\text{rep}}$ ;
- **Índice cronotrópico (ICr)** - proporção entre a reserva da frequência cardíaca obtida e a estimada:  $(FC_{\text{pico}} - FC_{\text{rep}})/(220 - \text{idade} - FC_{\text{rep}})$ ;
- **Recuperação da frequência cardíaca (RFC)** - diferença entre a  $FC_{\text{pico}}$  e a frequência cardíaca do primeiro minuto da recuperação ( $FC1'$ ), definida pela equação:  $(FC_{\text{pico}} - FC1')$ .



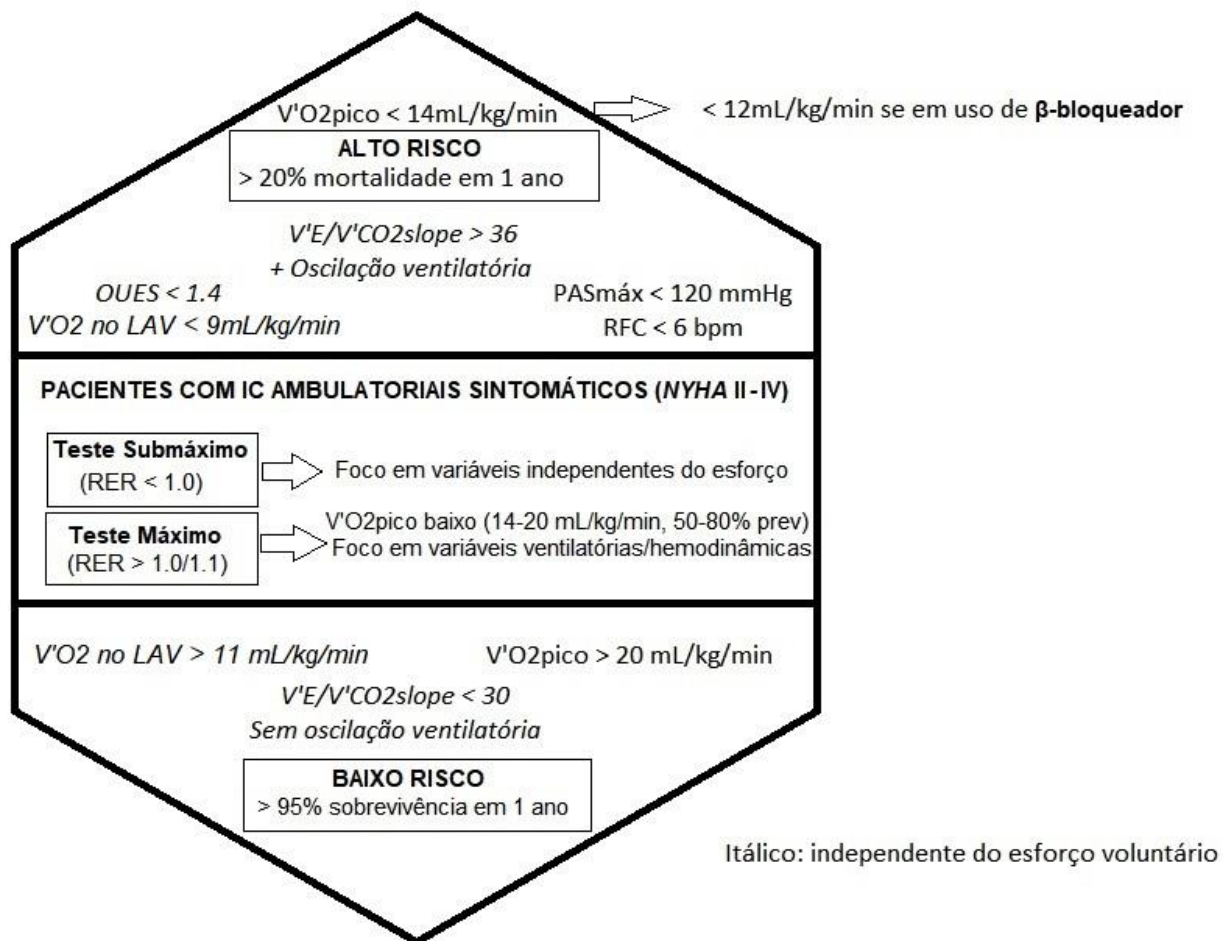
O  $V'O_{2\text{pico}}$  é considerado um importante marcador de prognóstico em indivíduos com IC (MALHOTRA *et al.*, 2016). Estudo pioneiro realizado por Mancini *et al.* (1991) com 114 indivíduos com IC estabeleceu como ponto de corte o valor abaixo de  $14 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , condição em que a sobrevida em 1 ano foi significativamente inferior à obtida com o transplante cardíaco. Em acréscimo, o  $V'O_{2\text{pico}}$  foi identificado, na análise multivariada, como o melhor preditor de sobrevivência nesta população.

Entre diversas variáveis do TCPE analisadas no famoso e importante estudo *HF-ACTION (Heart Failure: A Controlled Trial Investigating Outcomes of Exercise Training)*, o  $V'O_{2\text{pico}}$ , o percentual do  $V'O_2$  máximo previsto e a duração do teste foram as mais fortemente relacionadas com a mortalidade em indivíduos com IC com FEVE reduzida (KETEYIAN *et al.*, 2016).

Além do  $V'O_{2\text{pico}}$ , as medidas que refletem a eficiência ventilatória ( $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  e *OUES*) possuem grande relevância clínica em indivíduos com IC (MARINO, 2016). Atualmente, o  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  é considerado um marcador de gravidade tão ou mais poderoso que o  $V'O_{2\text{pico}}$ , indicando pior prognóstico quando o valor é superior a 34 (ARENA *et al.*, 2007; MYERS *et al.*, 2008). Ao contrário do  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ , um valor reduzido de *OUES* representa pior prognóstico, especialmente se abaixo de 1,47 (DAVIES *et al.*, 2006).

O LAV é outra medida importante do TCPE que está associada ao mau prognóstico na IC quando em valor inferior a  $11 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  (GITT *et al.*, 2002). O risco de desfechos adversos, tais como morte, hospitalização e transplante cardíaco, também está presente quando em exames genuinamente máximos, onde a razão de troca respiratória (*RER*) é maior 1.1, a identificação do LAV não for possível (AGOSTINI *et al.*, 2013).

A queda da  $FC_{1'}$  representa um importante marcador de atividade autonômica, tendo como um ponto de corte valor acima de 12 bpm indicando adequada modulação parassimpática (COLE *et al.*, 1999). A resposta atenuada da RFC é um robusto preditor de mortalidade, principalmente quando os valores são inferiores a 6 bpm (MARINO *et al.*, 2016). A figura 2 demonstra as principais variáveis do TCPE associadas com aumento do risco de mortalidade na IC.



**Figura 2.** Variáveis do teste cardiopulmonar de exercício para estratificação de risco na Insuficiência Cardíaca. Adaptado de Malhotra *et al.*, 2016.

$V'O_2$  = Consumo de oxigênio;  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  = Inclinação do equivalente ventilatório do dióxido de carbono; *OUES* = Inclinação da eficiência do consumo de oxigênio; RER = Razão de troca respiratória; PAS = Pressão arterial sistólica; RFC = Recuperação da frequência cardíaca; LAV = Limiar anaeróbio ventilatório. *NYHA* = *New York Heart Association*.

Existem outras variáveis relevantes obtidas através do TCPE capazes de contribuir com informação prognóstica na IC, embora com impacto menos consolidado (MARINO, 2016):  $PuO_2$ , que representa uma estimativa do volume sistólico durante o exercício progressivo e está associado a maior risco quando abaixo de 85% do previsto (OLIVEIRA *et al.*, 2009); COR, com o ponto de corte sugerido em 200 segundos (SCRUTINIO *et al.*, 1998); PC, expressando maior risco quando abaixo de  $1750\text{ mmHg}\cdot\text{mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$  e PV, com risco aumentado se abaixo de 3,5 mmHg (FORMAN *et al.*, 2012).

Em suma, o TCPE oferece uma análise diversificada, principalmente nos indivíduos com IC, fornecendo informações sobre a presença ou ausência de diferentes aspectos que compõe a síndrome, como a intolerância ao esforço ( $V'O_{2\text{pico}}$  e  $V'O_2$  no LAV), eficiência ventilatória ( $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  e *OUES*) e dismodulação autonômica parassimpática (RFC) (MARINO, 2016).

Todavia, existem outras formas de avaliar a intolerância ao esforço, como o TC6', que consiste no indivíduo caminhar a maior distância possível em 6 minutos, sendo o TC6' correlacionado com TCPE, e o teste ergométrico (TE) que, embora mais simples que o TCPE, emite informações valiosas sobre o estado clínico do paciente com IC (CARVALHO *et al.*, 2011; BOCCHI, *et al.*, 2009). O quadro 1 apresenta as vantagens e desvantagens dos principais testes utilizados para avaliação da tolerância ao esforço em indivíduos com IC.

	<b>TC6'</b>	<b>TE</b>	<b>TCPE</b>
<b>Custo</b>	Baixo	Alto	Muito alto
<b>Operacionalidade</b>	Simple	Complexo	Muito complexo
<b>Reprodutibilidade</b>	Alta	Alta	Alta
<b>Avaliador</b>	Especializado	Muito especializado	Muito especializado
<b>Análise do <math>V'O_2</math></b>	Indireta	Indireta	Direta
<b>Interpretação dos resultados</b>	Simple	Complexa	Muito complexa

**Quadro 1.** Vantagens e desvantagens do teste de caminhada de 6 minutos x teste ergométrico x teste cardiopulmonar de exercício. Elaborado a partir de Brito *et al.*, 2002.

TC6' = teste de caminhada de 6 minutos; TE = teste ergométrico; TCPE = teste cardiopulmonar de exercício;  $V'O_2$  = Consumo de oxigênio.

Apesar de o ideal ser a realização do exame acompanhado da análise dos gases expirados e da ventilação, o TE convencional pode ser empregado com as devidas restrições e adequações em indivíduos com IC (BRITO *et al.*, 2002). A “III Diretriz da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre Teste Ergométrico” destaca como aspectos fundamentais na avaliação funcional em IC (MENEGHELO *et al.*, 2010): realizar TE apenas em indivíduos clinicamente estáveis; individualizar os protocolos (preferir protocolos em rampa ou protocolos atenuados); aplicar pequenos incrementos de carga (<1 equivalente metabólico - MET - por minuto); estabelecer como duração ideal entre 8 e 12 minutos.

## 1.6. Qualidade de vida na Insuficiência Cardíaca

Desde o início da década de 90, a mensuração da qualidade de vida vem ganhando importância para determinar o impacto da doença crônica na percepção do indivíduo, funcionando como uma importante ferramenta no manejo do tratamento (GUYATT *et al.*, 1993). Neste sentido, ainda nesta época, surgiram diversos trabalhos avaliando a qualidade de vida em indivíduos com IC (GOTTLIEB *et al.*, 1999; QUITTAN *et al.*, 1999; WILLENHEIMER *et al.*, 1998).

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define qualidade de vida como “a percepção do indivíduo em relação à sua posição na vida de acordo com o contexto cultural e os sistemas de valores nos quais vive e em relação a seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações” (ORLEY & KUYKEN, 1994).

Indivíduos com IC têm suas vidas prejudicadas pela doença e mesmo o tratamento otimizado parece ter diferentes impactos em sua qualidade de vida. O tratamento destes indivíduos deve envolver uma equipe multiprofissional que precisa cuidar da condição clínica do paciente, hábitos nutricionais, controle do peso e cuidados não-farmacológicos (exercício físico, educação, controle emocional, etc.) (SANTOS *et al.*, 2009).

Neste sentido, os questionários sobre qualidade de vida surgem como uma ferramenta psicométrica com o objetivo de avaliar o impacto da doença crônica em aspectos relevantes à saúde como um todo (SANTOS *et al.*, 2009). Especificamente na IC, existe o *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ)*, inclusive em versão validada para o português (CARVALHO *et al.*, 2009).

O *MLHFQ* abrange as percepções sobre a influência da IC nos aspectos físicos, socioeconômicos e psicológicos da vida. Possui 21 itens usando uma escala de resposta de seis pontos (0 a 5 pontos). O resumo do escore total (escore global) pode variar de 0 a 105; um escore mais baixo reflete melhor qualidade de vida. Os escores nas 3 dimensões refletem dificuldades físicas (questões nº. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 e 13), emocionais (questões nº. 17, 18, 19, 20 e 21) e os outros itens estão relacionados a situação financeira, efeitos colaterais de medicamentos e estilo de vida (dimensões gerais) (SANTOS *et al.*, 2009).

## 2. Hipótese do estudo

Indivíduos que apresentam baixos índices de  $V'O_{2\text{pico}}$  e, principalmente, de força muscular máxima possuem pior escore de avaliação da qualidade de vida. Além disso, os índices de  $V'O_{2\text{pico}}$  e força muscular máxima estão correlacionados nos indivíduos com IC.

## 3. Objetivo do estudo

### 3.1. Objetivo geral

Identificar quais variáveis do TCPE possuem correlação com a força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida de indivíduos com IC com FEVE reduzida.

### 3.2. Objetivos específicos

- Correlacionar o  $V'O_{2\text{pico}}$ , avaliado através do TCPE, com a força de membros superiores e inferiores, avaliada através do teste de 1 RM, e qualidade de vida avaliada através do *MLHFQ*;

- Correlacionar o  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ , avaliado através do TCPE, com a força de membros superiores e inferiores, avaliada através do teste de 1 RM, e qualidade de vida avaliada através do *MLHFQ*;

- Correlacionar o *OUES*, avaliado através do TCPE, com a força de membros superiores e inferiores, avaliada através do teste de 1 RM, e qualidade de vida avaliada através do *MLHFQ*;

- Correlacionar o *LAV*, avaliado através do TCPE, com a força de membros superiores e inferiores, avaliada através do teste de 1 RM, e qualidade de vida avaliada através do *MLHFQ*.

## 4. Relevância do estudo

Demonstrar a utilidade da correlação entre variáveis do TCPE, força muscular periférica de membros superiores e inferiores e qualidade de vida de indivíduos com IC, além de estabelecer uma fórmula de predição do  $V'O_{2\text{pico}}$  através do teste de 1 RM de membros superiores.

## 5. Referências bibliográficas

AGOSTINI, P. et al. Prognostic value of indeterminable anaerobic threshold in heart failure. *Circ Heart Fail*, v. 6, p. 977-987, 2013.

ARAÚJO, C. G. S. Terminologia Aeróbica ou Aeróbia. Boletim do Departamento de Ergometria e Reabilitação Cardiovascular da SBC. n. 25, p. 1-3, 2002.

ARENA R. et al. The minute ventilation/carbon dioxide production slope is prognostically superior to the oxygen uptake efficiency slope. *J Cardiac Fail.*, v. 13, n. 6, p. 462-469, 2007.

BOCCHI, E. A. et al. III Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica. Arq. Bras. Cardiol., v. 93, n. 1, supl. 1, p. 3-70, 2009.

BOCCHI, E. A. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia. Atualização da Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica - 2012. Arq. Bras. Cardiol., v. 98, supl. 1, p. 1-33, 2012.

BRAUNWALD, E.; BRISTOW, M. R. Congestive Heart Failure: fifty years of progress. *Circulation*, v. 102, p. IV-14-IV-23, 2000.

BRITO, F. S. et al. II Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia Sobre Teste Ergométrico. Arq. Bras. Cardiol., v. 78, supl. 2, p. 01-17, 2002.

CARVALHO, E. E. V. et al. Insuficiência Cardíaca: Comparação entre e o Teste de Caminhada de Seis Minutos e o Teste Cardiopulmonar. Arq. Bras. Cardiol., v. 97, n. 1, p. 59-64, 2011.

CARVALHO, V. O. et al. Validação da Versão em Português do Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. Arq. Bras. Cardiol., v. 93, n. 1, p. 39-44, 2009.

CHAPLEAU, M. W. Contributions of skeletal muscle myopathy to heart failure: novel mechanisms and therapies. *Exp Physiol.*, v. 9, n. 4, p. 607-608, 2014.

CHUNG, C. J. et al. Reduced Handgrip Strength as a Marker of Frailty Predicts Clinical Outcomes in Patients With Heart Failure Undergoing Ventricular Assist Device Placement. *Journal of Cardiac Failure.*, v. 20, n. 5, p. 310-315, 2014.

COLE, C. R. et al. Heart rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *N Eng J Med.*, v. 341, n. 18, p. 1351-1357, 1999.

COSTA, R. V. C. et al. Influência da massa muscular esquelética sobre as variáveis ventilatórias e hemodinâmicas ao exercício em pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica. Arq. Bras. Cardiol., v. 81, n. 6, p. 576-580, 2003.

DAVIES, L. C. et al. Enhanced prognostic value from cardiopulmonary exercise testing in chronic heart failure by non-linear analysis: oxygen uptake efficiency slope. *Eur Heart J.*, v. 27, n. 6, p. 684-690, 2006.

DHAKAL, B. P. *et al.* Mechanisms of Exercise Intolerance in Heart Failure With Preserved Ejection Fraction The Role of Abnormal Peripheral Oxygen Extraction. *Circ Heart Fail*, v. 8, p. 286-294, 2015.

DICKSTEIN, K. *et al.* ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008: the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure 2008 of the European Society of Cardiology. Developed in collaboration with the Heart Failure Association of the ESC (HFA) and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine (ESICM). *Eur J Heart Fail.*, v. 10, p. 933-989, 2008.

EVANS, W.J. *et al.* Cachexia: a new definition. *Clinical Nutrition*, v. 27, p. 793-799, 2008.

FEIEREISEN, P. *et al.* Isokinetic versus One-Repetition Maximum Strength Assessment in Chronic Heart Failure. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 42, n. 12, p. 2156-2163, 2010.

FORMAN, D. E. *et al.* Ventilatory Power: A Novel Index That Enhances Prognostic Assessment of Patients With Heart Failure. *Circ Heart Fail.*, v. 5, p. 621-626, 2012.

GAUI, E. N.; OLIVEIRA, G. M. M.; KLEIN, C. H.. Mortalidade por Insuficiência Cardíaca e Doença Isquêmica do Coração no Brasil de 1996 a 2011. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 102, n. 6, p. 557-565, 2014.

GEORGIADOU, P.; ADAMOPOULOS, S. Skeletal Muscle Abnormalities in Chronic Heart Failure. *Curr Heart Fail Rep.*, v. 9, p. 128-132, 2012.

GITT, A. K. *et al.* Exercise anaerobic threshold and ventilatory efficiency identify heart failure patients for high risk of early death. *Circulation*, v. 106, p. 3079-3084, 2002.

GOTTLIEB, S. *et al.* Effects of exercise training on peak performance and quality of life in congestive heart failure patients. *J Card Fail*, v. 5, p. 188-194, 1999.

GUIMARÃES, G. V. *et al.* VO<sub>2</sub> Pico e Inclinação VE/VCO<sub>2</sub> na Era dos Betabloqueadores na Insuficiência Cardíaca: uma Experiência Brasileira. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 88, n. 6, p. 624-628, 2007.

GUYATT, G. H.; FEENY, D. H.; PATRICK, D. L.. Measuring Health-related Quality of Life. *Annals of Internal Medicine*, v. 118, n. 8, p. 622-629, 1993.

HÜLSMANN, M. *et al.* Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *The European Journal of Heart Failure*, v. 6, p. 101-107, 2004.

HUNT, S. A. *et al.* ACC/AHA 2005 guideline update for the diagnosis and management of chronic heart failure in the adult: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Update the 2001 Guidelines for the Evaluation and Management of Heart Failure). *Circulation*, v. 112, p. e154-e235, 2005.

JANKOWSKA, E. A. *et al.* The 12- week progressive quadriceps resistance training improves muscle strength, exercise capacity and quality of life in patients with stable chronic heart failure. *International Journal of Cardiology*, v. 130, p. 36-43, 2008.

JEWISS, D.; OSTMAN, C.; SMART, N. A. The effect of resistance training on clinical outcomes in heart failure: A systematic, review and meta-analysis. *International Journal of Cardiology*, v. 221, p. 674-681, 2016.

JOSIAK, K. *et al.* Skeletal myopathy in patients with chronic heart failure: significance of anabolic-androgenic hormones. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, v. 5, p. 287-296, 2014.

KETEYIAN, S. J. *et al.* Variables measured during cardiopulmonary exercise testing as predictors of mortality in chronic systolic heart failure. *J Am Coll Cardiol*, v. 67, p. 780-789, 2016.

KRAEMER, W. J. *et al.* Strength training: development and evaluation of methodology. In: Physiological assessment of human fitness. Eds: MAUD, P. J.; FOSTER, C.. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 2006.

LEVINGER, I. *et al.* The effect of resistance training on left ventricular function and structure of patients with chronic heart failure. *International Journal of Cardiology*. v. 10, n. 5, p. 159-163, 2005.

MACHADO, W.; VIEIRA, M. C.; MARINO, P.. Tópicos sobre exercício físico e Insuficiência Cardíaca: Miopatia e Caquexia na origem da intolerância ao esforço. *Rev DERC*, v. 23, n. 1, p. 12-15, 2017.

MALHOTRA, R. *et al.* Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure. *J Am Coll Cardiol HF*, v. 4, p. 607-616, 2016.

MANCINI, D. M. *et al.* Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation*, v. 83, p. 778-786, 1991.

MANDIC, S. *et al.* Resistance Versus Aerobic Exercise Training in Chronic Heart Failure. *Curr Heart Fail Rep*, v. 9, p. 57-64, 2012.

MARINO, P.. Quando o teste cardiopulmonar de exercício faz a diferença? *Rev DERC*, v. 22, n. 2., p. 46-49, 2016.



MARINO, P. *et al.* Atividade física supervisionada melhora a modulação autonômica de participantes de reabilitação cardíaca. *Rev Port Cardiol*, v. 35, n. 1, p. 19-24, 2016.

MENEGHELO, R. S. *et al.* III Diretrizes da Sociedade Brasileira de Cardiologia sobre teste ergométrico. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 95, n. 5, supl. 1, p. 1-26, 2010.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Morbidade Hospitalar do SUS (SIH/ SUS). Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?sih/cnv/niuf.def>>. Acesso em: 22 de fevereiro 2017, às 13:07h.

MYERS, J. *et al.* A cardiopulmonary exercise testing score for predicting outcomes in patients with heart Failure. *Am Heart J.*, v. 156, p. 1177-1183, 2008.

NEGRÃO, C. E.; BARRETTO, A. C. P.. *Cardiologia do Exercício: do atleta ao cardiopata*. 3. ed. São Paulo: Manole, 2010.

NOGUEIRA, I. D. B. *et al.* Correlação entre Qualidade de Vida e Capacidade Funcional na Insuficiência Cardíaca. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 95, n. 2, p. 238-243, 2010.

NOLTE, K. *et al.* Effects of exercise training on different quality of life dimensions in heart failure with preserved ejection fraction: the Ex-DHF-P trial. *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 22, n. 5, p. 582-593, 2015.

OKOSHI, M. P. *et al.* Caquexia associada à Insuficiência Cardíaca. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 100, n. 5, p. 476-482, 2013.

OLIVEIRA, R. B. *et al.* Does peak oxygen pulse complement peak oxygen uptake in risk stratifying patients with heart failure? *Am J Cardiol.*, v. 104, p. 554-558, 2009.

ORLEY, J.; KUYKEN, W.. *WHOQOL Group*. The development of the World Health Organization quality of life assessment instrument (the WHOQOL). In: *Quality of life assessment: international perspectives*. Heidelberg: Springer Verlag; p. 41-60, 1994.

PEREIRA, E. M. C. *Insuficiência Cardíaca*. 1 ed. Rio de Janeiro: Med Line, 2012.

PHILLIPS, S. A. *et al.* Defining the System: Contributors to Exercise Limitations in Heart Failure. *Heart Failure Clin*, v. 11, p. 1-16, 2015.

PIEPOLI, M. F.; CRISAFULLI, A.. Pathophysiology of human heart failure: importance of skeletal muscle myopathy and reflexes. *Exp Physiol*, v. 99, n. 4, p. 609-615, 2014.

POOLE, D.C. *et al.* Muscle oxygen transport and utilization in heart failure: implications for exercise (in)tolerance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, v. 302, p. 1050-1063, 2012.

PU, C. T. *et al.* Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *J App Physiol*, v. 90, p. 2341-2350, 2001.

QUITTAN, M. *et al.* Quality of life in patients with chronic heart failure: a randomized controlled trial of changes induced by a regular exercise program. *Scand J Rehab Med*, v. 31, p. 223-228, 1999.

RAMOS, L. R.. Saúde Pública e envelhecimento: o paradigma da capacidade funcional. *BIS, Bol. Inst. Saúde*, n. 47, p. 40-41, 2009.

SANTOS, J. J. A.; PLEWKA, J. E. A.; BROFMAN, P. R. S.. Qualidade de Vida e Indicadores Clínicos na Insuficiência Cardíaca: Análise Multivariada. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 93, n. 2, p. 159-166, 2009.

SAVAGE, P. A. *et al.* Effect of Resistance Training on Physical Disability in Chronic Heart Failure. *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 43, n. 8, p. 1379-1386, 2011.

SCRUTINIO, D. *et al.* Percent achieved of predicted peak exercise oxygen uptake and kinetics of recovery of oxygen uptake after exercise for risk stratification in chronic heart failure. *Int J Cardiol.*, v. 64, n. 2, p. 117-124, 1998.

SELIG, S. *et al.* Moderate-Intensity Resistance Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure Improves Strength, Endurance, Heart Rate Variability, and Forearm Blood Flow. *Journal of Cardiac Failure*, v. 10, n. 1, p. 21-30, 2004.

STEINBORN, W.; ANKER, S. D. Cardiac Cachexia: Pathophysiology and Clinical Implications. *Basic Appl Myol.*, v. 13, n. 4, p. 191-201, 2003.

STEWART, S. *et al.* More 'malignant' than cancer? Five-year survival following a first admission for heart failure. *Eur J Heart Fail.*, v. 3, p. 315-322, 2001.

WILLENHEIMER, R. *et al.* Exercise training in heart failure improves quality of life and exercise capacity. *European Heart Journal*, v. 19, p. 774-781, 1998.

YANCY, C.W. *et al.* 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of heart-failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*, v. 128, p. e240-e327, 2013.

## 6. Estudo: Correlação entre variáveis do teste cardiopulmonar de exercício, força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida: fórmula de predição do $V'O_{2\text{pico}}$ através do teste de 1 repetição máxima para membros superiores em indivíduos com Insuficiência Cardíaca

### 6.1. Resumo

**Introdução:** IC tem como características marcantes dispneia, intolerância ao esforço e diminuição da qualidade de vida. **Objetivo:** Identificar quais variáveis do TCPE possuem correlação com a força muscular máxima e qualidade de vida de indivíduos com IC com FEVE reduzida. **Materiais e métodos:** Estudo transversal de indivíduos com IC diagnosticada há, pelo menos, 1 ano, com FEVE menor que 50% e que não participavam de programa de Reabilitação Cardíaca. Foram realizados os seguintes testes: TCPE em esteira com protocolo em rampa, teste de força máxima (1 RM) para membros superiores (supino reto com barra) e inferiores (*leg press* horizontal), *MLHFQ* e avaliação antropométrica. As variáveis utilizadas para correlação no TCPE foram o  $V'O_{2\text{pico}}$ ,  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ , *OUES* e LAV. **Resultados:** A amostra foi composta por 16 indivíduos de ambos os sexos, com idade de  $54\pm 12$  anos, FEVE  $37\pm 7\%$  e classe funcional (*NYHA*) predominante III (56%). O  $V'O_{2\text{pico}}$  avaliado foi de  $14,98\pm 5,4$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. As medidas de eficiência ventilatória foram:  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  de  $27,51\pm 4,37$  e *OUES* de  $1,58\pm 0,43$ . A carga mobilizada no teste de 1 RM para membros superiores foi de  $38\pm 16$  kg. O escore do *MLHFQ* foi de  $34\pm 16$ . Houve forte correlação do  $V'O_{2\text{pico}}$  ( $r= 0,727$ ;  $p= 0,00142$ ;  $r^2= 0,52$ ) e do *OUES* ( $r= 0,709$ ;  $p= 0,00212$ ;  $r^2= 0,50$ ) com o teste de 1 RM de membros superiores. A partir desta correlação foi possível elaborar uma fórmula de predição do  $V'O_{2\text{pico}}$  através do teste de 1 RM para membros superiores. Não foi identificada correlação do  $V'O_{2\text{pico}}$  com a força muscular máxima de membros inferiores ( $r= 0,363$ ;  $p= 0,246$ ). Não foram identificadas correlações entre outras variáveis do TCPE com a força e qualidade de vida. **Conclusão:** A avaliação da força muscular máxima de membros superiores, através do teste de 1 RM, pode refletir de forma mais precisa a disfunção muscular periférica e a tolerância ao esforço em indivíduos com IC com FEVE reduzida devido à forte correlação com o  $V'O_{2\text{pico}}$  e o *OUES*, avaliados através do TCPE.

**Palavras-chave:**  $V'O_{2\text{pico}}$ ; *OUES*; força muscular máxima; Insuficiência Cardíaca

**Correlation between cardiopulmonary exercise test variables, maximal muscle strength of upper and lower limbs and quality of life: prediction of  $\dot{V}O_{2peak}$  through 1 repetition maximal test for upper limbs in subjects with Heart Failure.**

**Abstract**

**Introduction:** HF has as striking characteristics dyspnea, intolerance to the effort and decrease of the quality of life. **Objective:** Identify which variables of the CPET have a correlation with the maximum muscle strength and quality of life of individuals with HF with LVEF reduced. **Materials and methods:** Cross-sectional study of individuals with HF have been diagnosed for at least 1 year, with LVEF less than 50% and that participated in a Cardiac Rehabilitation program. The following tests: CPET in treadmill with ramp protocol, 1-repetition maximal test (1 RM) of upper limbs (bench press) and lower limbs (horizontal leg press), MLHFQ and anthropometric evaluation. The variables used for correlation in the CPET were  $\dot{V}O_{2peak}$ ,  $\dot{V}E/\dot{V}CO_{2slope}$ , OUES and VAT. **Results:** The sample consisted of 16 individuals of both sexes, aged  $54 \pm 12$  years, LVEF  $37 \pm 7\%$  and functional class (NYHA) III (56%). The  $\dot{V}O_{2peak}$  was  $14,98 \pm 5,4$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>. The ventilatory efficiency measures were:  $\dot{V}E/\dot{V}CO_{2slope}$  of  $27,51 \pm 4,37$  and OUES of  $1,58 \pm 0,43$ . The load mobilized in the 1 RM test for upper limbs was  $38 \pm 16$  kg. The MLHFQ score was  $34 \pm 16$ . There was strong correlation of  $\dot{V}O_{2peak}$  ( $r = 0,727$ ,  $p = 0,00142$ ,  $r^2 = 0,52$ ) and OUES ( $r = 0,709$ ;  $p = 0,00212$ ;  $r^2 = 0,50$ ) with the 1 RM test for upper limbs. From this correlation it was possible to elaborate a  $\dot{V}O_{2peak}$  prediction formula through the 1 RM test for upper limbs. No correlation between  $\dot{V}O_{2peak}$  and maximum limb muscle strength was identified ( $r = 0,363$ ,  $p = 0,246$ ). No correlations were identified among other variables in CPET with the muscle strength and quality of life. **Conclusion:** The evaluation of maximal muscle strength of the upper limbs, through the 1 RM test, can to more accurately reflect peripheral muscle dysfunction and effort tolerance in individuals with HF with reduced LVEF due to the strong correlation with the  $\dot{V}O_{2peak}$  and the OUES evaluated through CPET.

**Key words:**  $\dot{V}O_{2peak}$ , OUES, maximal muscle strength, Heart Failure

## 6.2. Introdução

IC é definida como uma síndrome clínica complexa que resulta de qualquer comprometimento estrutural ou funcional de enchimento ventricular ou ejeção de sangue e tem como características marcantes dispneia, intolerância ao esforço e diminuição da qualidade de vida (YANCY *et al.*, 2013). Diversos mecanismos compensatórios ocorrem na IC para manutenção de órgãos vitais, como aumento da ativação simpática e vasoconstrição periférica. Embora fundamentais para manutenção do funcionamento destes órgãos, no longo prazo, estes mecanismos provocam efeitos deletérios, tendo como uma das consequências a perda de massa muscular e redução da força muscular periférica (JOSIAK *et al.*, 2014).

A redução da força muscular periférica aparece como um preditor independente de mortalidade na IC em diversos estudos. Por exemplo, o estudo de Hülsmann *et al.* (2004) observou maior taxa de mortalidade em indivíduos com IC grave que possuíam menores índices de força nos flexores e extensores de joelho. Da mesma forma, o  $V'O_{2\text{pico}}$  é considerado outro importante marcador de prognóstico em indivíduos com IC (MALHOTRA *et al.*, 2016). Um valor de  $V'O_{2\text{pico}}$  abaixo de  $14 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$  é considerado como um dos principais critérios para transplante cardíaco (MANCINI *et al.*, 1991).

A incapacidade de realizar pequenas tarefas do cotidiano, como subir escadas, limpar a casa ou carregar as compras do mercado pode impactar negativamente a qualidade de vida e agravar o estado de saúde físico, mental e social de indivíduos com IC (NOLTE *et al.*, 2015).

Devido ao fato de a qualidade de vida estar relacionada com a capacidade de tolerância ao esforço ( $V'O_{2\text{pico}}$ ), força muscular máxima, composição corporal, além das condições socioeconômicas do indivíduo, entender a relação destes fenômenos pode elucidar quais destes elementos podem ter maior impacto na qualidade de vida de indivíduos com IC. O objetivo deste estudo foi identificar quais variáveis do TCPE possuem correlação com a força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida de indivíduos com IC com FEVE reduzida.

### **6.3. Materiais e Métodos**

#### **6.3.1. Modelo do estudo**

O presente estudo trata-se de um modelo transversal, por amostra de conveniência, realizado no período de setembro de 2016 a dezembro de 2017.

#### **6.3.2. População estudada**

Os indivíduos foram encaminhados para o programa de Reabilitação Cardíaca através do ambulatório de IC do Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Castro (IECAC), pela rede do Sistema Único de Saúde (SUS), bem como pela rede privada de saúde. A partir da seleção para o programa de Reabilitação Cardíaca, realizada de forma voluntária pelo próprio indivíduo, através de encaminhamento do seu médico assistente, o mesmo passava pelas seguintes etapas: 1) realizar uma entrevista individual com um médico do serviço de Reabilitação Cardíaca, relatando todo seu histórico de doenças; 2) assistir duas palestras sobre os benefícios do exercício físico, mudança no estilo de vida e outros temas relacionados à saúde cardiovascular.

#### **6.3.3. Critérios de Inclusão e Exclusão**

##### **Inclusão:**

1. Paciente diagnosticado com IC há, pelo menos, 1 ano, ambos os sexos, maiores de 18 anos;
2. Clinicamente estável nos últimos 3 meses, sem mudança de dose de  $\beta$ -bloqueadores e inibidores de enzima conversora da angiotensina (IECA) neste período;
3. Apresentar FEVE < 50% pelo ecocardiograma;
4. Não participar de programa de Reabilitação Cardíaca há, pelo menos, 1 ano.

##### **Exclusão:**

- 1 - Gravidez e amamentação;
- 2 - Possuir lesão ostemioarticular que prejudicasse a execução dos testes;
- 3 - Apresentar alteração eletrocardiográfica importante no TCPE, tais como arritmias complexas e/ou sinal de isquemia.

Antes de iniciar o estudo, o indivíduo assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE - (Apêndice I), explicando todas as etapas do estudo, bem como os riscos e benefícios. Depois de recrutados, os indivíduos foram submetidos a todos os exames e testes do estudo. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do IECAC, por intermédio da Plataforma Brasil, sob o protocolo: CAAE57922516.8.0000.5265 (Anexo I).

#### **6.3.4. Avaliações**

Os exames solicitados neste estudo fazem parte da rotina hospitalar de investigação de IC. Foram realizados os testes descritos abaixo:

##### **6.3.4.1. Teste cardiopulmonar de exercício**

O TCPE foi realizado em esteira Centurion 200 (Micromed®, Brasília/DF) acoplada a um computador com *software* Elite (Micromed®, Brasília/DF). Os indivíduos foram preparados com tricotomia na região torácica, quando necessário, e fricção de gaze com álcool a 70% para antissepsia da pele. Foram utilizados onze eletrodos correspondendo a treze derivações: DI, DII, DIII, aVR, aVL, aVF, V1, V2, V3, V4, V5, V6, MC5. O protocolo aplicado no teste foi o de rampa até a exaustão voluntária máxima, com incremento de carga de acordo com a capacidade funcional relatada pelo indivíduo, e com duração prevista entre 8 e 12 minutos. Por fim, foi estabelecido um período de recuperação mínima de 6 minutos (COSTA *et al.*, 2003).

Para medida dos gases, os indivíduos tiveram o nariz vedado por clipe e utilizaram um bocal com coletor de saliva acoplado a um pneumotacógrafo que estava conectado a um transdutor para análise dos gases ( $VO_{2000}$ , *MedGraphics*®, Campinas/SP), ligado a um computador com o *software* responsável pela leitura e medidas dos dados, utilizando as médias obtidas a cada intervalo de 10 segundos. A temperatura da sala de exames foi mantida entre 18° e 22°C. Foram utilizados dois ou mais dos seguintes critérios para determinar o esforço máximo: FC > 85% do máximo previsto (> 60% se em uso de  $\beta$ -bloqueador), escala de percepção subjetiva de esforço igual a 10 (na escala de 0 a 10) e a  $RER > 1.05$ . As variáveis analisadas foram:  $V'O_{2pico}$ ,  $V'E/V'CO_{2slope}$ ,  $OUES$ ,  $LAV$ ,  $FC_{pico}$ ,  $PuO_2$ ,  $PC$ ,  $PV$ ,  $COR$ ,  $FC_{Res}$ ,  $ICr$  e  $RFC$ .

#### 6.3.4.2. Teste de 1 repetição máxima

O teste de 1 RM foi escolhido pelo fato de ser um dos principais testes para avaliar a força máxima no ambiente de pesquisa e, principalmente, na prática clínica, além ser o método mais exequível considerando o local onde foram realizadas as coletas. Para avaliar a força de membros superiores foi realizado o exercício “supino reto com halter de barra longa” e para analisar a força de membros inferiores o exercício “*leg press horizontal*” (*Multimotion Power Stations*, Movement®, Barueri/SP). Para minimizar o efeito do aprendizado relacionado com testes repetidos, a maior carga mobilizada das duas medições efetuadas separadamente com um intervalo mínimo de 1 semana foi utilizada como o valor de referência (teste e reteste) (PU *et al.*, 2001).

Após realizar um aquecimento articular específico (membros superiores: “supino reto com halter de barra longa” - somente com o peso da barra; membros inferiores: Sentar e levantar do banco – 2 séries de 15 repetições com 2 minutos de intervalo), foram realizadas no máximo 6 tentativas até ser atingida a carga onde somente uma execução completa fosse realizada com a técnica correta. Para cada tentativa houve um intervalo de 5 minutos para permitir a recuperação da musculatura envolvida no teste (SIMÕES *et al.*, 2010).

A amplitude de movimento foi controlada de acordo com o tipo de exercício envolvido no teste: “supino reto com halter de barra longa” – realizar o movimento na fase excêntrica até os cotovelos formarem um ângulo de 90°, alinhados com os ombros. Na fase concêntrica realizar a extensão completa dos cotovelos; “*leg press horizontal*” – realizar o movimento na fase excêntrica até os joelhos formarem um ângulo de 90°. Na fase concêntrica realizar a extensão completa dos joelhos. Antes de realizar o teste, um avaliador demonstrou o movimento para os indivíduos.

A carga inicial foi estimada de acordo com a capacidade funcional relatada pelo indivíduo. A carga de 1 RM foi expressa em quilogramas (kg). Foram aferidas a pressão arterial e frequência cardíaca de repouso antes da realização do teste. Antes de iniciarem os testes, os indivíduos realizaram duas semanas de familiarização com os exercícios, auxiliados pelos pesquisadores do estudo, a fim de minimizar o tempo necessário para manipulação dos equipamentos e aprenderem a execução adequada dos exercícios (KRAEMER *et al.*, 2006).



#### **6.3.4.3. Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire**

Foi utilizada a versão brasileira do questionário do *MLHFQ* (Anexo II) para avaliar a qualidade de vida (CARVALHO *et al.*, 2009). O questionário foi entregue ao indivíduo para que respondesse as 21 questões. Antes de começar a responder, um avaliador orientou como deveria ser o preenchimento e, caso necessário, estaria disposto a esclarecer qualquer dúvida que surgisse durante o preenchimento, sem influenciar na resposta. Caso o indivíduo tivesse dificuldades quanto à leitura do questionário, o avaliador poderia ler para o mesmo, desde que não influenciasse nas respostas. Não houve tempo limite para o preenchimento do questionário.

#### **6.3.4.4. Índices antropométricos**

Foram realizadas as seguintes medidas antropométricas: massa corporal total, expressa em quilogramas - kg, estatura, expressa em centímetros - cm, e índice de massa corporal (IMC). A massa corporal total e a estatura do indivíduo foram mensuradas na mesma balança antropométrica que possui um estadiômetro acoplado (P 150C, Líder Balanças®, Araçatuba/SP). Para ambas as medidas, os indivíduos foram orientados a ficar descalços e com o mínimo de roupa possível. Para medida de estatura, foi orientado que o indivíduo se posicionasse de costas para o estadiômetro, a cabeça voltada ao plano de *Frankfurt* e realizasse uma apneia após uma inspiração forçada. O IMC foi calculado a partir da coleta da massa corporal total e da estatura, através da fórmula:  $IMC = \text{massa corporal total} / \text{estatura}^2$  (POLLOCK & WILMORE, 2009).

### 6.3.4.5. Dados sociodemográficos

A coleta dos dados sociodemográficos foi realizada através de uma entrevista no momento da avaliação antropométrica, onde foram solicitados os dados de local de residência, estado civil, renda e escolaridade (Apêndice II). As classes econômicas foram definidas de acordo com os critérios apresentados no Quadro 1:

CLASSE	SALÁRIOS MÍNIMOS (SM)*	RENDA FAMILIAR (R\$)
A	Acima 20 SM	R\$ 15.760,01 ou mais
B	10 a 20 SM	De R\$ 7.880,01 a R\$ 15.760,00
C	4 a 10 SM	De R\$ 3.152,01 a R\$ 7.880,00
D	2 a 4 SM	De R\$ 1.576,01 a R\$ 3.152,00
E	Até 2 SM	Até R\$ 1.576,00

**Quadro 1.** Critério do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para definição de Classes Sociais. Adaptado de Lemos (2017)

\*Referente ao SM de 2015. IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

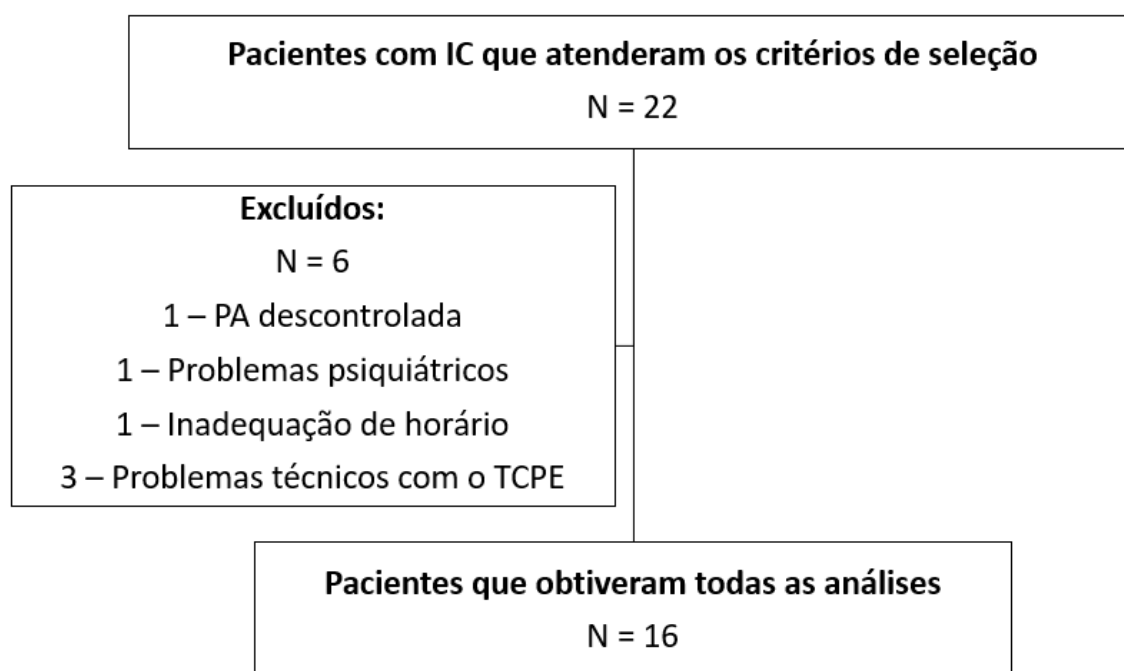
O TCPE, teste de 1 RM, aplicação do *MLHFQ*, avaliação antropométrica e coleta dos dados sociodemográficos foram realizados no Centro de Cardiologia do Exercício (CCEx) do IECAC, local pioneiro e de referência no serviço de ergometria e Reabilitação Cardíaca no Brasil (SERRA, 2014), com o suporte de uma equipe multidisciplinar composta por médicos, fisioterapeutas, professores de Educação Física e técnicos de Enfermagem.

### 6.3.5. Análise estatística

Foi utilizado o programa estatístico Sigmaplot® versão 11 (*for Windows*®) para o tratamento dos dados. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e de homogeneidade (teste de Levene). As variáveis quantitativas contínuas foram expressas em médias e desvio padrão e as variáveis categóricas expressas em valor absoluto e porcentagem. Para verificar se houve correlação entre as variáveis do TCPE, teste de 1 RM de membros superiores, teste de 1 RM de membros inferiores e o escore do *MLHFQ* foram utilizados a correlação e o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância estabelecido foi  $p < 0,05$ . A fórmula de predição do  $V'O_{2pico}$  através do teste de 1 RM para membros superiores foi elaborada por meio da regressão linear entre estas duas variáveis pelo próprio *software* utilizado para análise dos dados.

#### 6.4. Resultados

Foram selecionados para participar deste estudo 22 indivíduos que preencheram os critérios de seleção no período de setembro de 2016 a dezembro de 2017. A figura 1 mostra o fluxograma dos indivíduos da pesquisa, destacando os motivos das perdas no segmento do estudo. Ao final, a população estudada foi composta por 16 indivíduos de ambos os sexos, sendo 11 homens (69%), com idade de  $54 \pm 12$  anos, IMC de  $30,3 \pm 8$  kg/m<sup>2</sup> e FEVE  $37 \pm 7\%$ . A maioria dos indivíduos tinha como etiologia para IC miocardiopatia dilatada (44%) e isquêmica (38%). Os níveis de escolaridade predominantes foram Ensino Médio completo (31%) e Ensino Fundamental incompleto (25%) e a classe econômica majoritária foi D (50%). A tabela 1 apresenta as características clínicas e os dados sociodemográficos dos indivíduos.



**Figura 1.** Fluxograma dos indivíduos do presente estudo.

IC = Insuficiência Cardíaca; PA = Pressão arterial; TCPE = Teste cardiopulmonar de exercício

**Tabela 1.** Características clínicas e dados sociodemográficos

Variáveis	N = 16
<b>Idade (anos)</b>	54±12
<b>Sexo (Homens)</b>	11 (69%)
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	30,3±8
<b>FEVE (%)</b>	37±7
<b>Etiologia IC</b>	
MCPD	7 (44%)
Isquêmica	6 (38%)
Congênita	1 (6 %)
Idiopática	1 (6 %)
Miocardite	1 (6 %)
<b>Medicamentos</b>	
β-bloqueador	16 (100%)
IECA ou BRA	14 (88%)
Diurético	12 (75%)
AAS	9 (56%)
Estatina	8 (50%)
Clopidogrel	4 (25%)
Metformina/Insulina	3 (19%)
Digoxina	2 (13%)
<b>Renda</b>	
A	0 (0%)
B	2 (13%)
C	3 (19%)
D	8 (50%)
E	3 (19%)
<b>Escolaridade</b>	
Ensino Fundamental incompleto	4 (25%)
Ensino Fundamental completo	1 (6%)
Ensino Médio incompleto	2 (13%)
Ensino Médio completo	5 (31%)
Ensino Superior incompleto	3 (19%)
Ensino Superior completo	1 (6%)

IMC = Índice de Massa Corporal; FEVE = Fração de ejeção do ventrículo esquerdo; IC = Insuficiência cardíaca; MCPD = Miocardiopatia dilatada; IECA = Inibidor da enzima conversora de angiotensina; BRA = Bloqueador do receptor de aldosterona; AAS = Ácido acetilsalicílico. Variáveis numéricas em média ± desvio padrão (DP). Variáveis categóricas em percentual.

O  $V'O_{2\text{pico}}$  foi de  $14,98 \pm 5,4 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ , o  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  foi de  $27,51 \pm 4,37$  e  $OUES$  foi de  $1,58 \pm 0,43$ . A classe funcional (*NYHA*) predominante III (59%), avaliada diretamente pelo TCPE. Como não foi possível identificar o LAV em todos os indivíduos, foram analisados os dados somente dos indivíduos onde ele foi detectado ( $n=9$ ), com o valor de  $12,79 \pm 3,22 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . A carga mobilizada no teste de 1 RM no supino foi de  $38 \pm 16 \text{ kg}$ . O escore do *MLHFQ* foi de  $35 \pm 16$ . Os resultados dos testes realizados estão apresentados na tabela 2.

**Tabela 2.** Resultados dos testes aplicados

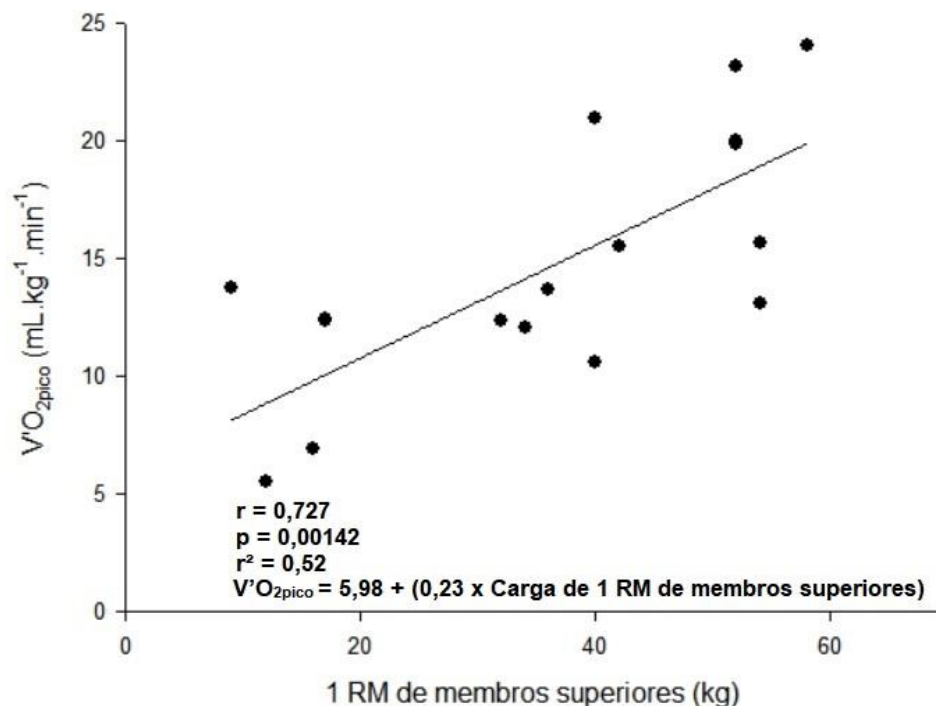
Variáveis	N = 16
<b>TCPE</b>	
V'O <sub>2pico</sub> (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	14,98±5,4
V'E/V'CO <sub>2slope</sub>	27,51±4,37
LAV* (mL.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	12,79±3,22
OUES	1,58±0,43
PuO <sub>2</sub> (mL/bat)	9,92±3,35
PC (mmHg.kg <sup>-1</sup> .min <sup>-1</sup> )	2359±1032
PV (mmHg)	5,93±1,68
COR (seg)	104±22
FCRes (bpm)	55±20
ICr (%)	59±19
RFC (bpm)	18±8
<b>Classe funcional (NYHA)</b>	
I	2 (13%)
II	3 (19%)
III	9 (56%)
IV	2 (13%)
<b>1 RM de membros superiores (kg)</b>	38±16
<b>1 RM de membros inferiores** (kg)</b>	52±17
<b>MLHFQ</b>	34±16

TCPE = Teste cardiopulmonar de exercício; V'O<sub>2pico</sub> = Consumo de oxigênio no pico do esforço; V'E/V'CO<sub>2slope</sub> = Inclinação do equivalente ventilatório do dióxido de carbono; LAV = Limiar anaeróbio ventilatório; OUES = Inclinação da eficiência do consumo de oxigênio; PuO<sub>2</sub> = Pulso de oxigênio; PC = Potência circulatória; PV = Potência ventilatória; COR = Cinética do oxigênio na recuperação; FCRes = Frequência cardíaca de reserva; ICr = Índice cronotrópico; RFC = Recuperação da frequência cardíaca; NYHA = *New York Heart Association*; 1 RM = 1 repetição máxima; MLHFQ = *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*. Variáveis numéricas em média ± desvio padrão. Variáveis categóricas em percentual.

\*Valor obtido dos indivíduos onde foi possível identificar o LAV (n=9).

\*\*Valor obtido dos indivíduos que realizaram o teste máximo (n=12).

Houve forte correlação do V'O<sub>2pico</sub> com o teste de 1 RM de membros superiores (r= 0,727; p= 0,00142; r<sup>2</sup>= 0,52 – figura 2). Devido ao fato de alguns indivíduos terem realizado o teste de 1 RM para membros inferiores com a carga máxima do aparelho, executando mais de uma repetição, os dados deste teste foram analisados apenas nos indivíduos que realizaram o teste genuinamente máximo (n=12). Não foi identificada correlação do V'O<sub>2pico</sub> com a força muscular máxima de membros inferiores (r= 0,363; p= 0,246). Não houve correlação do V'O<sub>2pico</sub> com a qualidade vida (r=-0,121; p= 0,656).

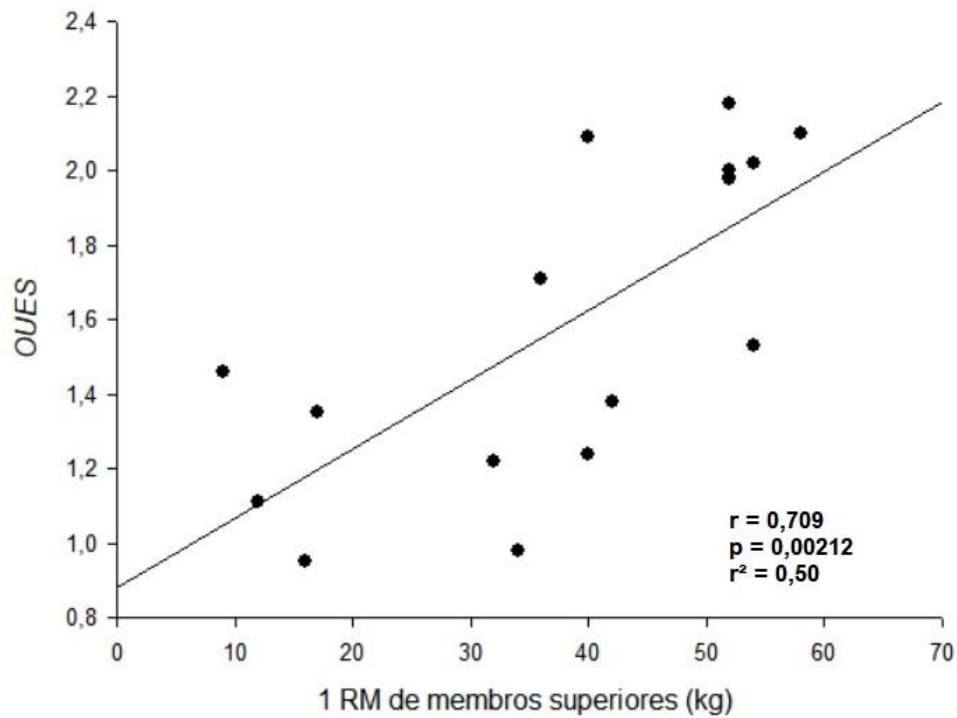


**Figura 2.** Correlação do teste de 1 repetição máxima (1 RM) de membros superiores com o consumo de oxigênio no pico de esforço ( $V'O_{2pico}$ )

A partir da forte correlação entre o  $V'O_{2pico}$  avaliado através TCPE e a carga mobilizada no teste de 1 RM de membros superiores, foi elaborada a seguinte equação de predição do  $V'O_{2pico}$  para indivíduos com IC com FEVE reduzida, onde a carga máxima do teste de 1 RM está em kg:

$$V'O_{2pico} = 5,98 + (0,23 \times \text{Carga de 1 RM de membros superiores})$$

Em relação aos índices de eficiência ventilatória, houve forte correlação do *OUES* com o teste de 1 RM de membros superiores ( $r = 0,709$ ;  $p = 0,00212$ ;  $r^2 = 0,50$  – figura 3). Não houve correlação do *OUES* com a força muscular de membros inferiores ( $r = 0,249$ ;  $p = 0,434$ ) nem com a qualidade de vida ( $r = 0,0627$ ;  $p = 0,818$ ). Por outro lado, não houve correlação do  $V'E/V'CO_{2slope}$  com a força máxima de membros superiores ( $r = -0,147$ ;  $p = 0,587$ ), membros inferiores ( $r = 0,0518$ ;  $p = 0,873$ ) e qualidade de vida ( $r = -0,0158$ ;  $p = 0,954$ ).



**Figura 3.** Correlação do teste de 1 repetição máxima (1 RM) de membros superiores com a inclinação da eficiência do consumo de oxigênio (OUES)

O LAV foi identificado somente em 9 indivíduos deste estudo, com valor de  $12,79 \pm 3,22 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ . Não foi observada correlação estatisticamente significativa com a força máxima de membros superiores ( $r = 0,590$ ;  $p = 0,0941$ ) e inferiores ( $r = -0,247$ ;  $p = 0,637$ ) e qualidade de vida ( $r = -0,322$ ;  $p = 0,399$ ). A tabela 3 apresenta os valores das correlações ( $r$ ) e o nível de significância ( $p$ ) entre as variáveis do TCPE, força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida:

**Tabela 3.** Correlações das variáveis do teste cardiopulmonar de exercício, força muscular máxima de membros superiores e inferiores e qualidade de vida

Variáveis	r	p
V'O <sub>2pico</sub> x 1 RM MMSS (n=16)	0,727	0,00142
V'O <sub>2pico</sub> x QV (n=16)	-0,121	0,656
V'O <sub>2pico</sub> x 1 RM MMII (n=12)	0,363	0,246
1 RM MMII x QV (n=12)	0,307	0,332
1 RM MMSS x QV (n=16)	-0,0980	0,718
OUES x 1 RM MMSS (n=16)	0,709	0,00212
OUES x 1 RM MMII (n=12)	0,249	0,434
OUES x QV (n=16)	0,0627	0,818
V'E/V'CO <sub>2slope</sub> x 1 RM MMSS (n=16)	-0,147	0,587
V'E/V'CO <sub>2slope</sub> x 1 RM MMII (n=12)	0,0518	0,873
V'E/V'CO <sub>2slope</sub> x QV (n=16)	-0,0158	0,954
V'O <sub>2</sub> LAV x 1 RM MMII (n=6)	-0,247	0,637
V'O <sub>2</sub> LAV x 1 RM MMSS (n=9)	0,590	0,0941
V'O <sub>2</sub> LAV x QV (n=9)	-0,322	0,399

V'O<sub>2</sub> = Consumo de oxigênio; 1 RM = 1 repetição máxima; MMSS = Membros superiores; QV = Qualidade de vida; MMII = Membros inferiores; OUES = Inclinação da eficiência do consumo de oxigênio; V'E/V'CO<sub>2slope</sub> = Inclinação do equivalente ventilatório do dióxido de carbono; LAV = Limiar anaeróbio ventilatório.



## 6.7. Discussão

Este é o primeiro estudo realizado até o momento que correlacionou as principais variáveis do TCPE relacionados ao prognóstico da IC ( $V'O_{2\text{pico}}$ ,  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ , *OUES* e LAV), força muscular de membros superiores e inferiores, através do teste de 1 RM e a qualidade de vida, através do *MLHFQ*. Os resultados deste estudo mostram uma forte correlação entre o  $V'O_{2\text{pico}}$  e o *OUES* com a força muscular máxima de membros superiores. Não foram encontradas correlações significativas entre a qualidade de vida e as variáveis do TCPE ou entre a qualidade de vida e a força muscular máxima de membros superiores e inferiores. Não foi identificada correlação das variáveis do TCPE com a força muscular máxima de membros inferiores.

A IC caracteriza-se como uma condição sistêmica que está associada a diversos fatores que vão além da disfunção ventricular, como a má nutrição, hipoxemia crônica inflamação sistêmica e mudança do perfil metabólico das fibras musculares esqueléticas (GOSKER *et al.*, 2000). Desta forma, o indivíduo entra num estado catabólico, ocasionando uma cascata de eventos: fadiga precoce, agravamento da dispneia, aumento da atividade ergorreflexa e hiperatividade simpática, aumento da resistência vascular periférica e da pós-carga do ventrículo esquerdo, favorecendo a disfunção ventricular esquerda. Todos estes mecanismos contribuem para a redução massa muscular periférica e da força muscular periférica, sendo este mais um fator que favorece o processo de declínio da doença (CAHALIN *et al.*, 2013).

No interessante estudo conduzido por Chung *et al.* (2014), onde avaliaram a força de membros superiores em indivíduos com IC grave, foi identificado um maior risco de mortalidade naqueles que apresentaram baixos índices de força. O presente estudo identificou uma forte correlação do  $V'O_{2\text{pico}}$  com a força máxima de membros superiores, através do teste de 1 RM.

Estes dados sugerem que a avaliação da força muscular de membros superiores pode ser um indicativo da gravidade do paciente com IC, pois está diretamente relacionado a baixa capacidade funcional e risco aumentado de morte. Desta forma, a inclusão de um teste de força para membros superiores juntamente com o TCPE em indivíduos com IC, principalmente os mais graves, pode ser uma ótima ferramenta para avaliação da capacidade funcional.

Devido ao fato de o  $V'O_{2\text{pico}}$  apresentar uma forte correlação com a força muscular máxima de membros superiores, avaliada através do teste de 1 RM, foi possível estabelecer uma inédita fórmula de predição. Este fato reforça a importância da utilização do teste de 1 RM para membros superiores na avaliação clínica de indivíduos com IC com FEVE reduzida.

Pelo fato de o esforço máximo ser altamente dependente da colaboração e empenho do indivíduo avaliado, existem outras variáveis do TCPE que refletem a condição do indivíduo sem depender de um esforço plenamente voluntário, entre elas são o  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ , *OUES* e LAV (MARINO, 2016).

Todos os indivíduos deste estudo foram medicados com  $\beta$ -bloqueador. No estudo de Guimarães *et al.* (2007), com objetivo avaliar o efeito do  $\beta$ -bloqueador no valor prognóstico do  $V'O_{2\text{pico}}$  e do  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  em 391 indivíduos com IC, a utilização de fármaco reduziu significativamente o  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$ . Os indivíduos do presente estudo possuíam um  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  de  $27,51 \pm 4,37$ . Podemos especular que o valor reduzido do  $V'E/V'CO_{2\text{slope}}$  nesta população tenha sido influenciado pelo uso de  $\beta$ -bloqueadores, devido à influência na modulação simpática.

Os indivíduos deste estudo apresentaram um valor de *OUES* de  $1,58 \pm 0,43$ , bem acima do ponto de corte de mau prognóstico estabelecido por Davies *et al.* (2006) e com forte correlação com o teste de 1 RM para membros superiores. Este importante achado corrobora com o fato de haver forte correlação do  $V'O_{2\text{pico}}$  com a força muscular máxima de membros superiores e pode indicar a eficiência de utilização de  $O_2$  pela musculatura periférica.

O LAV foi identificado somente em 9 indivíduos, com valor de  $12,79 \pm 3,22$  mL.kg<sup>-1</sup>.min<sup>-1</sup>, indicando baixo risco. Contudo, o LAV de 7 indivíduos não foi identificado, o que pode indicar maior chance de desfechos adversos (morte, hospitalização e transplante cardíaco) (AGOSTINI *et al.*, 2013). Não foi observada correlação estatisticamente significativa do LAV com a força de membros superiores e inferiores e qualidade de vida. É provável que o número reduzido de indivíduos analisados tenha contribuído para estes achados.

A RFC dos indivíduos foi de  $18 \pm 8$  bpm, o que indica uma adequada modulação parassimpática (COLE *et al.*, 1999). Este achado deve ser consequência do fato de estes indivíduos estarem com a medicação otimizada, pelo uso de  $\beta$ -bloqueador (Tabela 1).

A solicitação de membros inferiores para as atividades do cotidiano (caminhar, subir escadas, sentar e levantar da cadeira), mesmo que em menores níveis, pode, de certa forma, manter a musculatura de membros inferiores com algum nível de condicionamento, fato qual não acontece com a musculatura de membros superiores, que podem por muitas vezes, pelo desuso, reduzir a capacidade de realizar mínimos esforços (empurrar um carrinho de compras, segurar um cesto de roupas), tornando tarefas que seriam simples em atividades árduas por conta do descondicionamento (NOLTE *et al.*, 2015). Desta forma, a avaliação da força de membros superiores poderia refletir de forma mais precisa a disfunção muscular periférica do paciente com IC.

No presente estudo, não foram encontradas correlações significativas da qualidade de vida utilizando o *MLHFQ* com variáveis do TCPE nem com a força muscular máxima de membros superiores e inferiores. Nogueira *et al.* (2010) realizaram uma correlação entre a qualidade de vida, utilizando tanto o *36-item Short-Form Health Survey (SF-36)* como o *MLHFQ*, e a "capacidade funcional", através do TCPE e do TC6', em 46 indivíduos com IC e observaram correlações de fraca a moderada do escore total do *MLHFQ* com o  $V'O_{2\text{pico}}$  e o LAV.

É possível que o perfil socioeconômico da população deste estudo tenha influenciado no resultado. Renda familiar, local de residência e estado civil podem estar associados com dimensões emocionais e sociais do *MLHFQ* e impactar negativamente na avaliação do questionário como um todo. O nível de escolaridade e a capacidade de interpretação e compreensão do questionário também pode ser outro fator que contribuiu para este resultado.

Além disso, o estudo de Ahmeti *et al.* (2017) com 118 indivíduos com IC, divididos em FEVE preservada e FEVE reduzida que tinha como objetivo avaliar a relação do *MLHFQ* com a tolerância ao esforço, avaliada pelo TC6', concluiu que a qualidade de vida está correlacionada com a capacidade de exercício somente naqueles indivíduos com a FEVE preservada. Este resultado está de acordo com o do presente estudo, que não encontrou correlação significativa do  $V'O_{2\text{pico}}$  com a qualidade de vida em indivíduos com FEVE reduzida, utilizando o mesmo instrumento para avaliar a qualidade de vida, embora a tolerância ao esforço tenha sido analisada através do TCPE

## 6.6. Limitações

A principal limitação deste estudo foi o reduzido número de indivíduos que completou todas as análises, devido a problemas operacionais (equipamento em manutenção e redução do número de pessoal técnico para execução do TCPE). Embora o presente estudo tratar-se de um modelo transversal, foram realizadas diversas coletas de dados em vários dias, fato que pode ter dificultado a assiduidade de alguns indivíduos que atendiam aos critérios de seleção, mas não tiveram possibilidades de participar do estudo. Ainda assim, foi possível identificar uma forte correlação do  $V'O_{2\text{pico}}$  e do *OUES* com a força máxima de membros superiores.

Outra limitação importante deste estudo foi a idade e o sexo dos indivíduos que participaram deste estudo. A amostra foi composta por indivíduos jovens e idosos e, já é sabido, que ocorre uma perda natural da massa muscular com a idade, independente de qualquer patologia (sarcopenia). Além disso, homens e mulheres, fisiologicamente, possuem níveis de força diferentes para mesma faixa etária. Desta forma, ambos os fatores podem ter influenciado nos resultados e interpretação dos testes de 1 RM e TCPE, pois estão relacionados diretamente a quantidade de massa muscular do indivíduo.

Por fim, devido ao fato de o aparelho para avaliação da força máxima de membros inferiores (*leg press* horizontal) possuir carga limitada, alguns indivíduos (n=4) realizaram mais de uma repetição no teste de 1 RM para este segmento, não sendo possível analisar os dados destes indivíduos.

## 6.7. Conclusão

O presente estudo identificou uma forte correlação do  $V'O_{2\text{pico}}$  e do *OUES* com a força máxima de membros superiores, sendo possível estabelecer uma fórmula de predição do  $V'O_{2\text{pico}}$  através do teste de 1 RM para membros superiores em indivíduos com IC com FEVE reduzida. Desta forma, a força muscular máxima de membros superiores pode refletir de forma mais precisa a disfunção muscular periférica nestes indivíduos. Sendo assim, o teste de 1 RM de membros superiores poderia ser incluído na rotina clínica de avaliação de indivíduos com IC, não somente para avaliar a força, mas também para estimar o  $V'O_{2\text{pico}}$ , principalmente nos locais que não possuem disponível o TCPE.

## 6.8. Referências

- AGOSTINI, P. *et al.* Prognostic value of indeterminable anaerobic threshold in heart failure. *Circ Heart Fail*, v. 6, p. 977-987, 2013.
- AHMETI, A. *et al.* Quality of life questionnaire predicts poor exercise capacity only in HFpEF and not in HFrEF. *BMC Cardiovascular Disorders*, v. 268, n. 7, p. 1-10, 2017.
- CAHALIN, L. P. *et al.* Inspiratory muscle training in heart disease and heart failure: a review of the literature with a focus on method of training and outcomes. *Expert Rev Cardiovasc Ther*, v.11, n. 2, p. 161-77, 2013.
- CARVALHO, V. O. *et al.* Validação da Versão em Português do Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 93, n. 1, p. 39-44, 2009.
- CHUNG, C. J. *et al.* Reduced Handgrip Strength as a Marker of Frailty Predicts Clinical Outcomes in Patients With Heart Failure Undergoing Ventricular Assist Device Placement. *Journal of Cardiac Failure.*, v. 20, n. 5, p. 310-315, 2014.
- COSTA, R. V. C. *et al.* Influência da massa muscular esquelética sobre as variáveis ventilatórias e hemodinâmicas ao exercício em pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 81, n. 6, p. 576-580, 2003.
- DAVIES, L. C. *et al.* Enhanced prognostic value from cardiopulmonary exercise testing in chronic heart failure by non-linear analysis: oxygen uptake efficiency slope. *Eur Heart J.*, v. 27, n. 6, p. 684-690, 2006.
- GOSKER, H. R. *et al.* Skeletal muscle dysfunction in chronic obstructive pulmonary disease and chronic heart failure: underlying mechanisms and therapy perspectives. *Am J Clin Nutr.*, v. 71, n. 5, p. 1033-47, 2000.
- GUIMARÃES, G. V. *et al.* VO<sub>2</sub> Pico e Inclinação VE/VCO<sub>2</sub> na Era dos Betabloqueadores na Insuficiência Cardíaca: uma Experiência Brasileira. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 88, n. 6, p. 624-628, 2007.
- HÜLSMANN, M. *et al.* Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *The European Journal of Heart Failure*, v. 6, p. 101-107, 2004.
- JOSIAK, K. *et al.* Skeletal myopathy in patients with chronic heart failure: significance of anabolic-androgenic hormones. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, v. 5, p. 287-296, 2014.
- KRAEMER, W. J. *et al.* Strength training: development and evaluation of methodology. In: Physiological assessment of human fitness. Eds: MAUD, P. J.; FOSTER, C.. Champaign, IL: *Human Kinetics*, 2006.

LEMOS, J. M.. Faixas salariais x Classe Social – Qual a sua classe social? Disponível em: <<https://josemarciolemos.wordpress.com/2016/07/22/faixas-salariais-x-classe-social-qual-a-sua-classe-social-2/>>. Acesso em: 13 de dezembro de 2017, às 00:41h.

MALHOTRA, R. *et al.* *Cardiopulmonary Exercise Testing in Heart Failure. J Am Coll Cardiol HF*, v. 4, p. 607-616, 2016.

MANCINI, D. M. *et al.* Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation*, v. 83, p. 778-786, 1991.

MARINO, P.. Quando o teste cardiopulmonar de exercício faz a diferença? *Rev DERC*, v. 22, n. 2., p. 46-49, 2016.

NOGUEIRA, I. D. B. *et al.* Correlação entre Qualidade de Vida e Capacidade Funcional na Insuficiência Cardíaca. *Arq. Bras. Cardiol.*, v. 95, n. 2, p. 238-243, 2010.

NOLTE, K. *et al.* Effects of exercise training on different quality of life dimensions in heart failure with preserved ejection fraction: the Ex-DHF-P trial. *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 22, n. 5, p. 582-593, 2015.

POLLOCK, M. L.; WILMORE, J. H.. Exercícios na Saúde e na Doença: Avaliação e Prescrição para prevenção e reabilitação. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2009.

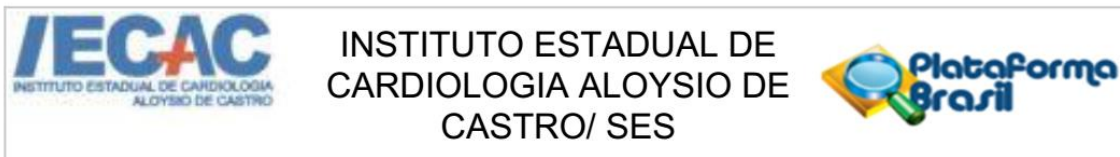
PU, C. T. *et al.* Randomized trial of progressive resistance training to counteract the myopathy of chronic heart failure. *J App Physiol*, v. 90, p. 2341-2350, 2001.

SERRA, S.. História, Evolução e Premência da Necessidade de Multiplicação e Valorização dos Serviços de Reabilitação Cardiopulmonar e Metabólica. *Rev DERC*, v. 20, n. 1, p. 29-30, 2014.

SIMÕES, R. P. *et al.* Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, v. 24, n. 5, p. 1313-1320, 2010.

YANCY, C.W. *et al.* 2013 ACCF/AHA Guideline for the management of heart-failure: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Circulation*, v. 128, p. e240-e327, 2013.

**Anexo I**  
**Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética e Pesquisa**



**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Análise do impacto de diferentes tipos de exercício físico na tolerância ao esforço e qualidade de vida em indivíduos com Insuficiência Cardíaca

**Pesquisador:** Wallace Machado Magalhães de Souza

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 57922516.8.0000.5265

**Instituição Proponente:** Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Castro/ SES

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.646.086

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_760308.pdf	18/07/2016 09:32:34		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_IC_TF_TA_CCEX.doc	18/07/2016 09:32:08	Wallace Machado Magalhães de Souza	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	18/07/2016 09:30:21	Wallace Machado Magalhães de Souza	Aceito
TCLE / Termos de	TCLE_IC.doc	15/07/2016	Wallace Machado	Aceito
Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_IC.doc	15:50:51	Magalhães de Souza	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 24 de Julho de 2016

\_\_\_\_\_  
**Assinado por:**  
**Lílian Soares da Costa**  
**(Coordenador)**

**Endereço:** Rua Davi Campista 326- 9º andar-

**Bairro:** Humaitá

**CEP:** 22.260-010

**UF:** RJ

**Município:** RIO DE JANEIRO

**Telefone:** (21)2332-1586

**Fax:** (21)2332-1586

**E-mail:** cep@iecac.fundacaosaude.rj.gov.br

## Anexo II

### *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire – versão em português:*

**Durante o último mês seu problema cardíaco o impediu de viver como você queria por quê?**

1. Causou inchaço em seus tornozelos e pernas ( )
2. Obrigando você a sentar ou deitar para descansar durante o dia ( )
3. Tornando sua caminhada ou subida de escadas difícil ( )
4. Tornando seu trabalho doméstico difícil ( )
5. Tornando suas saídas de casa difícil ( )
6. Tornando difícil dormir bem a noite ( )
7. Tornando seus relacionamentos ou atividades com familiares e amigos difícil ( )
8. Tornando seu trabalho para ganhar a vida difícil ( )
9. Tornando seus passatempos, esportes e diversão difícil ( )
10. Tornando sua atividade sexual difícil ( )
11. Fazendo você comer menos as comidas que você gosta ( )
12. Causando falta de ar ( )
13. Deixando você cansado, fatigado ou com pouca energia ( )
14. Obrigando você a ficar hospitalizado ( )
15. Fazendo você gastar dinheiro com cuidados médicos ( )
16. Causando a você efeito colaterais da medicação ( )
17. Fazendo você sentir-se um peso para familiares e amigos ( )
18. Fazendo você sentir uma falta de auto controle da sua vida ( )
19. Fazendo você se preocupar ( )
20. Tornando difícil você concentrar-se ou lembrar-se das coisas ( )
21. Fazendo você sentir-se deprimido ( )

NÃO

MUITO  
POUCO

DEMAIS

0

1

2

3

4

5



## **Apêndice I**

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

O documento a seguir foi baseado na Resolução Nº 466, de 12 de dezembro de 2012, que trata sobre as Diretrizes e Normas Regulamentadoras de Pesquisas envolvendo Seres Humanos da Comissão Nacional de Ética e Pesquisa/Conselho Nacional de Saúde (CONEP/CNS):

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa com o título **“Análise do impacto de diferentes tipos de exercício físico na tolerância ao esforço e qualidade de vida em indivíduos com Insuficiência Cardíaca”**.

O objetivo central do estudo é verificar o impacto do exercício aeróbio (ex: caminhada) e do exercício de força (ex: “musculação”) na capacidade de tolerância ao esforço e na qualidade de vida de pessoas portadoras de Insuficiência Cardíaca (IC). Para tal, os pacientes selecionados serão alocados em um grupo, sem que haja interferência dos pesquisadores, através de um programa de computador (randomizados), que realizará o programa de Reabilitação Cardíaca, baseado em exercício aeróbio e de força – comparando seus resultados entre os grupos antes e após o período de intervenção do estudo.

Sua participação é voluntária e, desta forma, em qualquer momento, você poderá recusar-se a participar de qualquer etapa do estudo ou desistir de participar, sem sofrer qualquer tipo de punição ou constrangimento. É importante ressaltar que, caso você não aceite participar como voluntário para esta pesquisa, NÃO será vedada sua participação no programa regular de Reabilitação Cardíaca oferecido pelo setor, caso haja recomendação médica.

Sua participação se dará por meio da realização dos procedimentos para coleta de dados, a saber: 1) assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; 2) coleta de dados antropométricos (peso, estatura, índice de massa corporal e percentual de gordura); 3) realização do teste cardiopulmonar, ecocardiograma, teste de 1 RM, teste de resistência muscular, exame de sangue; 4) responder um questionário que avalia a qualidade de vida em indivíduos com IC - *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire (MLHFQ)*

– versão em português; 5) participação no protocolo de treinamento; 6) realização do treinamento proposto 3 vezes por semana, durante 16 semanas.

Em relação aos testes a serem realizados e seus objetivos: I) Teste cardiopulmonar: determinar o consumo máximo de oxigênio e limiares ventilatórios; II) Ecocardiograma: avaliar a função sistólica e diastólica do coração; III) Teste de 1 RM: avaliar a força máxima de membros superiores e inferiores; IV) Teste de resistência muscular: avaliar a resistência muscular de membros superiores e inferiores; V) Exame de sangue: analisar perfil lipídico, glicemia de jejum, BNP e PC-R. Os exames solicitados neste projeto fazem parte da rotina hospitalar de investigação de IC.

O treinamento será realizado no CCEX / IECAC, em paralelo a rotina do serviço de Reabilitação Cardíaca que já acontece no setor, atendendo a diversos pacientes com diferentes tipos de doença cardiovascular, que realizam o treinamento 2 a 3 vezes por semana, de acordo com a gravidade da doença. O treinamento será supervisionado por uma equipe composta por médicos, professores de Educação Física e fisioterapeutas.

As datas para realização da coleta de dados serão agendadas previamente com todos os indivíduos que aceitarem participar do estudo. A coleta de dados será realizada em três momentos do estudo (antes da intervenção, 8 e 16 semanas), durante sua visita habitual ao serviço de Reabilitação Cardíaca. Os horários das sessões de treinamento serão de acordo com a disponibilidade do paciente, respeitando o horário de funcionamento do setor. Sua participação no estudo se dará de forma facultativa, sem qualquer tipo pagamento, patrocínio, financiamento ou reembolso dos custos associados a sua participação no estudo (passagem de meio de transporte, combustível, alimentação, etc.).

Será garantida a confidencialidade das informações por você prestadas, e para isso não serão divulgados os nomes dos participantes nos resultados apresentados. Você terá livre acesso aos seus dados coletados durante e após a pesquisa, sem nenhum ônus. É importante ressaltar que os dados coletados neste trabalho poderão ser utilizados para publicação em revistas científicas, isentando os autores do trabalho de acrescentar o nome dos voluntários da

coleta de dados deste estudo, desde que sua participação fique restrita ao fornecimento de dados para o estudo.

O benefício da sua participação neste estudo está relacionado com as adaptações proporcionadas pela prática regular de exercício físico como melhora do condicionamento físico, aumento da força muscular, melhora da qualidade de vida, colaborando para a produção de evidências científicas para a prescrição de exercícios que podem auxiliar no tratamento da Insuficiência Cardíaca e para a produção de conhecimento inerente a resposta de cada modalidade de treinamento na IC. O risco associado nesta pesquisa é a possibilidade de lesão musculoesquelética, desmaio ou mal súbito durante a realização da coleta de dados e do treinamento. A fim de minimizar estes riscos, em todo o momento você contará com uma equipe médica atenta e capacitada para qualquer imprevisto. Será fornecida assistência hospitalar imediata, caso necessário, sem qualquer ônus. Caso necessário para esclarecimentos éticos em relação a qualquer etapa da pesquisa, o Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) do IECAC está ciente e disponível para esclarecimentos.

Desde já agradecemos sua participação!

Este termo está redigido em duas vias, sendo uma para você e outra para o pesquisador responsável. Todas as páginas estão numeradas e as que não forem assinadas deverão ser rubricadas por você e pelo pesquisador responsável.

Você poderá tirar suas dúvidas sobre a pesquisa e sua participação a qualquer momento:

**Pesquisador responsável:** Wallace Machado Magalhães de Souza

**E-mail:** wallacemachado@ufrj.br

**Comitê de Ética e Pesquisa:** CEP-IECAC

**E-mail:** cep@iecac.fundacaosaude.rj.gov.br

**Endereço:** Instituto Estadual de Cardiologia Aloysio de Casto - Rua Davi Campista, 326 – 9º andar – Humaitá, Rio de Janeiro – RJ, 22260-010

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2016.

**Declaro que entendi os objetivos e condições de minha participação na pesquisa e concordo em participar.**

---

**Participante da pesquisa**

---

**Pesquisador responsável**

## Apêndice II

### Avaliação antropométrica e entrevista

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_ / \_\_\_ / 20\_\_\_

Gênero: (1) Masculino (2) Feminino Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Bairro/Município: \_\_\_\_\_ Estado civil: \_\_\_\_\_

Meio de transporte até o IECAC: \_\_\_\_\_

**Grau de escolaridade:**

(a) Educação Fundamental 1 incompleto      (e) Ensino Médio incompleto

(b) Educação Fundamental 1 completo      (f) Ensino Médio completo

(c) Educação Fundamental 2 incompleto      (g) Superior incompleto

(d) Educação Fundamental 2 completo      (h) Superior completo

Profissão: \_\_\_\_\_ (a) ativo (b) aposentado

**Renda Familiar:**

(A) R\$ 15.760,01 ou mais      (D) De R\$ 1.576,01 a R\$ 3.152,00

(B) De R\$ 7.880,01 a R\$ 15.760,00      (E) Até R\$ 1.576,00

(C) De R\$ 3.152,01 a R\$ 7.880,00

AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA		
Data:	Índice:	Classificação:
Peso (kg):		
Estatura (cm):		
IMC (kg/m <sup>2</sup> ):		

**Histórico de prática de atividade física:**

---



---