

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROBERTA CASTRO LOPES

O EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO PERIODIZADO ASSOCIADO AO TREINO MUSCULAR INSPIRATÓRIO (TMI) SOB A VENTILAÇÃO PERIÓDICA: UM ESTUDO DE CASO.

CURITIBA

2023

ROBERTA CASTRO LOPES

O EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO PERIODIZADO ASSOCIADO AO TREINO MUSCULAR INSPIRATÓRIO (TMI) SOB A VENTILAÇÃO PERIÓDICA: UM ESTUDO DE CASO.

Artigo apresentado ao curso de Especialização em Medicina do Exercício Físico na Promoção da Saúde, Setor de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Paraná. Orientador Professor: Dr. Anderson Zampier Ulbrich

CURITIBA

2023

O EFEITO DO TREINAMENTO FÍSICO PERIODIZADO ASSOCIADO AO TREINO MUSCULAR INSPIRATÓRIO (TMI) SOB A VENTILAÇÃO PERIÓDICA: UM ESTUDO DE CASO.

THE EFFECT OF PERIODIZED PHYSICAL TRAINING ASSOCIATED WITH INSPIRATORY MUSCLE TRAINING (IMT) UNDER PERIODIC VENTILATION: A CASE STUDY.

Autore: Roberta Castro Lopes

Email de contato: roh.castro@hotmail.com

RESUMO

Introdução: Alguns achados do teste cardiopulmonar podem estar relacionados diretamente com os desfechos prognósticos da insuficiência cardíaca (IC), especialmente em relação à eficiência ventilatória, neste caso a ventilação periódica, sendo um forte preditor de mau prognóstico na IC e aumento na mortalidade. **Objetivo:** demonstrar o efeito do treinamento muscular ventilatório associado ao treinamento físico prescrito de forma periodizada sob a ventilação periódica. **Metodologia:** Paciente homem (A.S), 76 anos, com diagnóstico de Insuficiência Cardíaca com fração de ejeção do ventrículo esquerdo reduzido (ICFER), foi encaminhado para o programa ambulatorial de Fisioterapia Cardiovascular da Academia do Coração do Hospital Cardiológico Costantini em Curitiba, PR. Realizou sob supervisão médica o teste cardiopulmonar de admissão no programa para definição de carga de treinamento e avaliação da aptidão física. Além disso, sob supervisão do fisioterapeuta que realizou manovacuometria, teste de força muscular localizada de 10 repetições máximas (10 RM) para os grandes grupos musculares e composição corporal por pregas cutâneas. Os resultados demonstraram baixa capacidade funcional, presença de ventilação periódica, obesidade com alto percentual de gordura corporal, e fraqueza muscular localizada. A partir disto foi prescrito um programa de exercícios de forma periodizada, com progressão de carga linear, tanto para os exercícios neuromusculares (periféricos e respiratórios) como para o treino cardiovascular (caminhada em esteira). O programa foi mantido por 6 semanas. Após a conclusão desta fase inicial o paciente foi reavaliado com novo teste cardiopulmonar, novo teste de 10RM e nova avaliação de composição corporal. **Resultados:** Foi observado aumento do VO₂ pico de 10,9 ml/kg/min para 15,1 ml/kg/min (39%), melhora da classe funcional de classe III para II de NYHA, melhora na eficiência ventilatória por diminuição da VE/VCO₂ de 51,2 para 39,1 (-28,5%) e ausência de ventilação periódica e melhora na força muscular periférica e manutenção da composição corporal. **Conclusão:** Um programa de exercícios prescrito de forma periodizada, associando o treino muscular ventilatório ao treino físico mostrou-se eficaz neste caso para o tratamento da insuficiência cardíaca com a presença da ventilação periódica.

Palavras-chave: fisioterapia cardiovascular; insuficiência cardíaca; treinamento físico.

ABSTRACT

Introduction: Some cardiopulmonary test findings may be directly related to the prognostic outcomes of heart failure (HF), especially in relation to ventilatory efficiency, in this case periodic ventilation, being a strong predictor of poor prognosis in HF and increased mortality. **Objective:** to demonstrate the effect of ventilatory muscle training associated with physical training prescribed in a periodized manner under periodic ventilation. **Methodology:** Patient (A.S), 76 year old male with diagnosed of Heart Failure with reduced left ventricular ejection fraction (HFFER), was referred to the Cardiovascular Physiotherapy outpatient program of the Academia do Coração of Hospital Cardiológico Costantini in Curitiba, PR. Under medical supervision, the cardiopulmonary test for admission to the program was performed in order to define the training load and assess physical fitness. In addition, under the supervision of the physiotherapist who performed manovacuometry, a localized muscle strength test of 10 maximum repetitions (10 RM) for large muscle groups and body composition by skinfolds. The results showed low functional capacity, presence of periodic ventilation, obesity with a high percentage of body fat, and localized muscle weakness. From this, an exercise program was prescribed in a periodized manner, with linear load progression, both for neuromuscular exercises (peripheral and respiratory) and for cardiovascular training (walking on a treadmill). The program was maintained for 6 weeks. After completing this initial phase, the patient was reassessed with a new cardiopulmonary test, a new 10RM test and a new body composition assessment. **Results:** There was an increase in peak VO₂ from 10.9 ml/kg/min to 15.1 ml/kg/min (39%), improvement in functional class from NYHA class III to II, improvement in ventilatory efficiency due to a decrease in VE/VCO₂ from 51.2 to 39.1 (-28.5%) and absence of periodic ventilation and improvement in peripheral muscle strength and maintenance of body composition. **Conclusion:** An exercise program prescribed in a periodized manner, associating ventilatory muscle training with physical training, proved to be effective in this case for the treatment of heart failure with the presence of periodic ventilation.

Keywords: cardiovascular physiotherapy; cardiac insufficiency; physical training.

1 INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é caracterizada pela incapacidade do coração em sua forma e estrutura tornando-o ineficaz para suprir as necessidades metabólicas do corpo, gerando ao portador da mesma, limitações físicas (COMITÊ COORDENADOR DA DIRETRIZ DE INSUFICIÊNCIA CARDÍACA, 2018).

As incapacidades físicas da IC foram classificadas pela *New York Heart Association* (NYHA) em 1994 da seguinte forma: Classe Funcional I (nenhuma limitação física), Classe Funcional II (discreta limitação de atividade física), classe funcional III (limitação importante da atividade física - sintomas com atividades mais leves que as habituais) e classe funcional IV (impossibilidade de desempenhar qualquer atividade física sem desconforto - os sintomas de IC os sintomas são presentes mesmo no repouso) (The Criteria Committee of the New York Heart Association., 1994).

Os exames complementares são responsáveis por definir a etiologia, grau de limitação, gravidade e prognóstico na IC. Dentre eles, destaca-se o teste de esforço cardiopulmonar (TECP) que é um método não invasivo capaz de classificar de forma quantitativa e objetiva a capacidade funcional do indivíduo, além de definir de forma prognóstica a evolução da doença por meio das análises de consumo de volume de oxigênio no pico do esforço (VO_2 pico), relação entre ventilação e produção do volume de dióxido de carbono (VE/VCO_2) entre outras, como forma de otimizar medidas terapêuticas farmacológicas, não farmacológicas ou até mesmo o momento certo de intervenção cirúrgica, como transplante cardíaco (ACSM, 2014) (HENDY, RITT, *et al.*, 2016) (CHALELA e MOFFA, 2005).

Alguns achados do TECP podem estar relacionados diretamente com os desfechos prognósticos da IC, como por exemplo, a relação de ineficiência ventilatória, como a ventilação periódica (VP) (BACAL F, 2009) (CHALELA e MOFFA, 2005).

A VP consiste em um aumento na ventilação cíclica e diminuição do volume minuto (VE) . Trata-se de um distúrbio ventilatório, ainda sem causa certa definida, mas possivelmente causado pela diminuição ou atraso circulatório por baixo débito cardíaco, aumento na sinalização metaborreflexa, ou pelo déficit no sistema de feedback da pressão parcial de oxigênio sobre a pressão parcial de dióxido de carbono ($PaO_2/PACO_2$) ergo, mecano e quimiorreceptora, descondicionamento físico e diminuição da força muscular inspiratória, sendo um forte preditor de mau prognóstico

na IC e aumento na mortalidade (MURPHY, SHAH, *et al.*, 2011) (NAKADE, ADACHI, *et al.*, 2019) (AGOSTONI e SALVIONI, 2019) (GOULART, AGOSTONI, *et al.*, 2022).

O tratamento conservador para IC pode ser dividido de duas formas: tratamento farmacológico e tratamento não farmacológico, no qual dentre o não farmacológico destaca-se a Fisioterapia Cardiovascular (FSTCV), como componente de um programa de reabilitação cardíaca. (HERDY, LÓPEZ-JIMENEZ, *et al.*, 2014) A RC por meio do treinamento físico, além de seguro e efetivo, promove aumento de capacidade funcional, melhora da qualidade de vida e diminuição da classe funcional. Quando associado ao treinamento físico, o treino muscular ventilatório (TMV) promove melhora na capacidade funcional, melhora a atividade barorreceptora e capacidade respiratória (C.CALLEGARO, MARTINEZ, *et al.*, 2010).

Tornar um treino periodizado significa organizá-lo de forma lógica em períodos chamados de microciclos a fim de aumentar o potencial muscular e alcançar um desempenho específico promovendo adaptações contínuas evitando platôs de treinamento respeitando os princípios de intensidade, duração, frequência, modo, volume e especificidade de um treino em cada sessão de exercício diminuindo também o *overtraining* (MACEDO, MACEDO, *et al.*, 2018) (HOOVER, VANWYE e JUDGE, 2018) (SOARES, SOARES, *et al.*, 2022). Desta forma, organizar sessões de fisioterapia cardiovascular de forma periodizada torna-se fundamental para o desempenho físico do paciente.

Em pacientes com insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida (ICFER) por apresentarem fraqueza muscular ventilatória, ocorre um aumento da hiperventilação durante o exercício, diminuição do tempo expiratório e redução da complacência pulmonar, por consequência aumento a dispnéia destes indivíduos, sendo assim, o treino muscular ventilatório melhora a tolerância ao exercício destes indivíduos (C.CALLEGARO, MARTINEZ, *et al.*, 2010) (HART, KEARNEY, *et al.*, 2004). No entanto, estudos em paciente que além da IC apresentam VP e que realizaram treinamento físico aeróbico e muscular ventilatório ainda são escassos o que justifica a realização deste estudo.

Neste contexto, o objetivo deste estudo de caso foi demonstrar o efeito do treinamento muscular ventilatório associado ao treinamento físico prescrito de forma periodizada sob a ventilação periódica em um paciente com insuficiência cardíaca.

2 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de um caso clínico, envolvendo um paciente homem (A.S), 76 anos de idade, com antecedentes de: hipertensão arterial Sistêmica (HAS), obeso e dislipidêmico, 1994- Artroplastia Total de Quadril(ATQ) direito, 10/2002- Infarto agudo do miocárdio (IAM) tratado por meio de angioplastia (ATC) em Coronária direita (CD) 1 stent, 12/2002- IAM tratado por ATC de Descendente Anterior (DA) 3 stents, 12/2005 tentativa de ablação de TV sem sucesso, 31/12/2005- implante de cardioversor desfibrilador implantável (CDI), 2007 Fibrilação atrial (FA) crônica- CDI regulado em VVI, 2007 ATQ esquerdo,08/2009 piora da classe funcional.

Na história da moléstia atual (momento da inclusão no programa de fisioterapia cardiovascular), o paciente referia dispneia aos mínimos esforços, sintoma persistente havia 1 ano. Já apresentava previamente limitação aos moderados esforços e enquadrava-se na Classe funcional II: limitação importante da atividade física, sintomas com atividades mais leves que as habituais.

As medicações em uso pelo paciente na época: candesartana 8 mg/d, espironolactona 25mg/d, indapamida SR 1,5 mg/d, mg/d e crestor sotalol mg x ao dia, clopidogrel mg/dia.

A critério do médico assistente, foi realizado como exame complementar uma cintilografia de perfusão miocárdica (CPM) (14/09/09) que apresentava no eletrocardiograma a frequência cardíaca comandada pelo cardioversor desfibrilador implantável (CDI) em VVI garantia de FC mínima (60bpm), na conclusão apresentando hipoperfusão póstero-inferior com fração de ejeção- Simpson (FEVE):34%.

2.1 AVALIAÇÃO

Antes de iniciar o programa de Fisioterapia Cardiovascular da Academia do Coração, conforme recomendação da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) o paciente passou por uma avaliação médica, composta por exame físico e realização do teste cardiopulmonar, para avaliação da capacidade funcional e definição das cargas de treinamento aeróbio. Em seguida passou por uma avaliação com o fisioterapeuta, que realizou uma manovacuometria, teste de 10 RM e de composição corporal com pregas cutâneas e circunferências (HERDY, LÓPEZ-JIMENEZ, *et al.*, 2014) (CARVALHO, MILANI, *et al.*, 2020).

2.1.1 Avaliação médica

Foi realizada por um médico cardiologista o qual definiu a classe funcional de acordo com a classificação da NYHA, realizou a estratificação de risco para o exercício de acordo com a American Heart Association (AHA), encaminhou o paciente para o TECP e definiu a intensidade de treino de acordo com os limiares ventilatórios. (The Criteria Committee of the New York Heart Association., 1994) (GHORAYEB, COSTA, *et al.*, 2013) (CARVALHO, MILANI, *et al.*, 2020) (HENDY, RITT, *et al.*, 2016) O teste de esforço cardiopulmonar foi realizado em esteira rolante pelo protocolo de RAMPA em velocidade constante, sem aumento da inclinação, e na vigência de todas as medicações orientadas pelo médico assistente.

As variáveis de troca gasosas foram medidas por respiração à respiração por meio de uma máscara orofacial, pelo analisador de gases Metalyzer da CORTEX (Brasil), uma esteira INBRAMED (Porto Alegre, Brasil) com velocidade máxima de 22km/h, o sistema da Micromed de avaliação cardiovascular. A monitorização eletrocardiográfica foi constante, usando o intervalo de R-R de um eletrocardiograma de 12 derivações, sendo utilizados os eletrodos (3M) e o um esfigmomanômetro e estetoscópio marca BD para aferição da pressão arterial a cada 2 minutos e em fase de recuperação pós teste.

Para determinação dos limiares ventilatórios foi utilizado o método computadorizado V-Slope por meio de uma análise visual através da intersecção entre os equivalentes ventilatórios de oxigênio (VE/VO_2) e dióxido de carbono (VE/VCO_2) chamado de turning point para determinar o primeiro limiar ventilatório (limiar anaeróbio). Já para o segundo limiar ventilatório ou ponto de compensação ventilatória a descontinuidade da relação VE/VCO_2 . O VO_2 pico ou consumo máximo de oxigênio foi determinado pela descontinuidade da elevação ou platô do VO_2 mesmo com elevação da carga de trabalho. As curvas e oscilações ventilatórias foram quantificadas de forma linear utilizando os dados do teste de esforço cardiopulmonar. Onde a ventilação periódica se caracterizou por oscilações regulares durante 60% do período do esforço as quais estavam ausentes no período pré-esforço. (MURPHY, SHAH, *et al.*, 2011).

2.1.2 Avaliação com fisioterapeuta

Após a liberação do médico cardiologista, o paciente foi encaminhado para avaliação com fisioterapeuta responsável para realizar a avaliação da função

pulmonar: espirometria e manovacuometria; a avaliação da aptidão músculo esquelética: teste de 10 repetições máximas de Membros inferiores (MMII): quadríceps, isquiotibiais, adutores e abdutores, e, membros superiores (MMSS): peitoral, costas, bíceps e tríceps, fazendo uso de caneleiras (tabela 1) e a avaliação da composição corporal: foi realizada plicometria por meio de dobras cutâneas com adipometro da marca Cescorf. Realizou-se a medição em 4 dobras (tricipital, subescapular, supra íliaca e subescapular e abdominal). Foram medidas 3 vezes a mesma dobra cutânea, posteriormente fez-se a média de cada uma delas. Além disso, realizou-se a medição de 6 circunferências: perna, coxa, pelve, abdômen, antebraço e braço, como determina o protocolo de Faulkner. (FAULKNER , 1968)

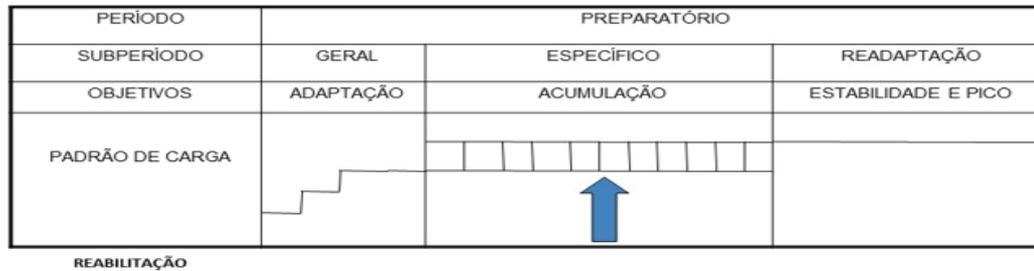
A pressão inspiratória máxima (Pimax) foi medida com um transdutor de pressão (modelo GER AR, Curitiba, Brasil) calibrado em cmH₂ O, com limite operacional de -200 a +200 cmH₂ O, escala variando de 10 em 10 cmH₂ O, equipado com um adaptador de bucais com orifício de aproximadamente 2 mm de diâmetro, com a finalidade de evitar a contração dos músculos. Foi solicitado ao paciente realizar uma inspiração profunda com a via aérea superior ocluída por um clip nasal e a Pimax foi medida por um manômetro ,como descreve a American Thoracic Society (ATS), desta forma retirou-se 30%da Pimax do valor máximo para realização do treino muscular ventilatório. (ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing, 2002).

2.1.3 Organização das cargas de trabalho, periodização e organização das séries

Como se tratava de um paciente de baixa capacidade funcional, o modelo periodizado proposto foi de acúmulo de carga, sendo mantida a intensidade (treino muscular ventilatório, treino muscular localizo e treino aeróbio) ao longo das 6 semanas. A figura 01 apresenta o modelo periodizado de acúmulo de carga da Academia do Coração.

Figura 1- Modelo periodizado de acúmulo de carga da Academia do Coração.

**ORGANIZAÇÃO DAS CARGAS DE TRABALHO
PERIODIZAÇÃO**

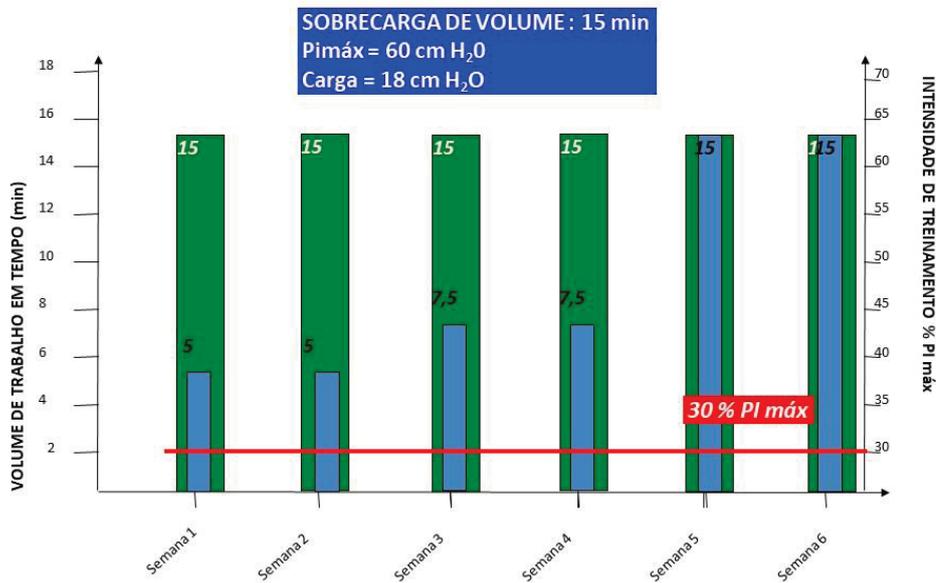


Fonte: a autora (2023).

A organização das cargas de trabalho foi dividida em treino muscular ventilatório, treino localizado e treino aeróbio de forma periodizada em relação ao tempo e volume.

O Treino muscular ventilatório foi prescrito de forma progressiva, no qual, da 1 a 2 semana foi realizado 5 minutos com 30% da Pimax; da 3 a 4 semana foi realizado 7,5 minutos com 30% da Pimax; da 5 a 6 semana foi realizado 15min com 30 % da Pimax (figura 2).

Figura 2- Modelo de periodização do treino muscular ventilatório.

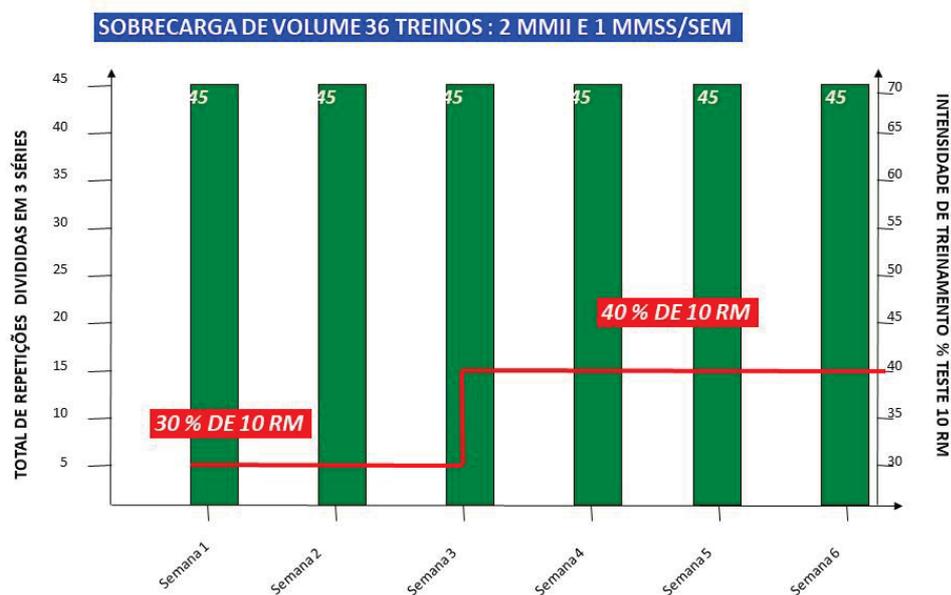


TMV: treino muscular ventilatório; Pimax: pressão inspiratória máxima; cmH₂O:centímetro de água.

Fonte: a autora (2023).

Já o treino muscular localizado foi dividido em 2 treinos de MMII e 1 treino de MMSS por semana com a progressão feita da seguinte forma: 30% de 10 RM na 1ª a 3ª semana e 40% de 10 RM na 4ª a 6ª semana (figura 3) (MACEDO, MACEDO, *et al.*, 2018) (BECKERS, DENOLLET, *et al.*, 2008).

Figura 3- Modelo de periodização do treino localizado.

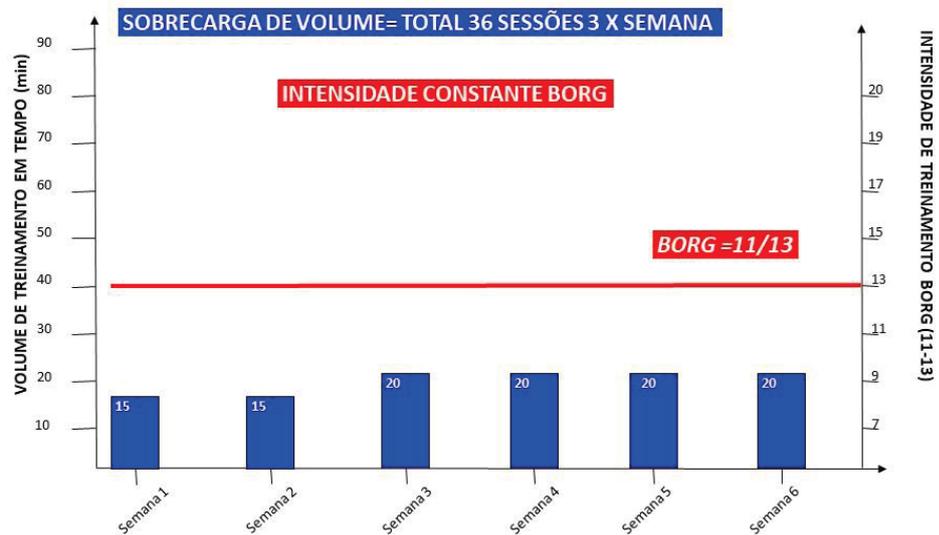


RM: repetição máxima. MMII: membros inferiores; MMSS: membros superiores; SEM: semana.

Fonte: a autora (2023).

Em relação ao treino aeróbio, como o paciente apresentou ritmo de condução do marca passo durante o esforço a intensidade de treino foi definida de acordo com a percepção de esforço do paciente, sendo limitada a de Borg 13 (ligeiramente cansativo), com progressão de volume de 15 min na 1° e 2° semana e da 3° a 6° semana 20 min com aumento gradual de velocidade de 1,8km/hr e para 3,0 km/hr com escala de Borg constante, onde 11 é fácil /13 ligeiramente cansativo (figura 4) (BORG, 1982) (BECKERS, DENOLLET, *et al.*, 2008).

Figura 4- Modelo de periodização do treino aeróbico.



Borg: escala de Borg; min: minutos

Fonte: a autora (2023).

3 RESULTADOS

A tabela 1 demonstra a composição corporal do paciente antes e após o treino de 6 semanas, e a tabela 2 demonstra os resultados dados obtidos no teste de 1RM feitos no dia da avaliação, com aumento na força muscular.

Tabela 1- Características físicas do indivíduo pré e pós reabilitação.

Composição corporal	Pré participação	Pós participação
PESO (kg)	110	110
ESTATURA (metros)	1,82	1,82
Dobras cutâneas		
Tríceps (mm)	13	13
Subescapular (mm)	45	45
Supra ilíaca (mm)	35	35
Abdominal (mm)	45	45
Perímetros		
Perna (cm)	39	37
Coxa (cm)	58	58

Pelve (cm)	119	119
Abdominal (cm)	122	122
Antebraço (cm)	29	29
Braço (cm)	32	32
Resultados		
% de gordura (kg)	26,9	26,9
% livre de gordura (kg)	73,1	73,1
% ideal de gordura (kg)	21,2	21,2
%gordura sobrando (kg)	5,7	5,7
Peso de gordura (kg)	29,6	29,6
Peso magro (kg)	80,4	80,4
Peso ideal (kg)	102,0	102,0

kg: quilograma; cm: centímetros; mm: milímetros Fonte: Os autores (2023).

Tabela 2- Teste de força muscular (10RM) e pressão inspiratória máxima pré e pós reabilitação.

Teste de força-10 RM	Pré participação	Pós participação
Tríceps- braço (kg)	5	10
Bíceps- braço(kg)	5	10
Adutores- coxa (kg)	0	10
Abdutores- coxa (kg)	0	10
Peitorais (kg)	10	15
Desenvolvimentos costas (kg)	0	10
Quadríceps (kg)	5	10
Ísquios (kg)	5	15
Total (kg)	30	90 (200%)
Manovacuometria		
Pimax (cmH2O)	60	60

10RM: 10 repetições máximas; kg: quilograma; Pimax: pressão inspiratória máxima; cmH2O: centímetros de água. Fonte: Os autores (2023).

A tabela 3 demonstra os resultados obtidos no teste cardiopulmonar realizados pré e pós treinamento físico. Observa-se alterações significativas após o treinamento na capacidade funcional alcançada, no VO₂ pico e no VO₂ para o LV1 e o LV2 aumento de 39% no VO₂ pico (de 10,9ml/kg/min para 15,1ml/kg/min), além disso, também apresentou diminuição de 46,5% na VE/VCO₂ Slope (de 63,6 para 43,4).

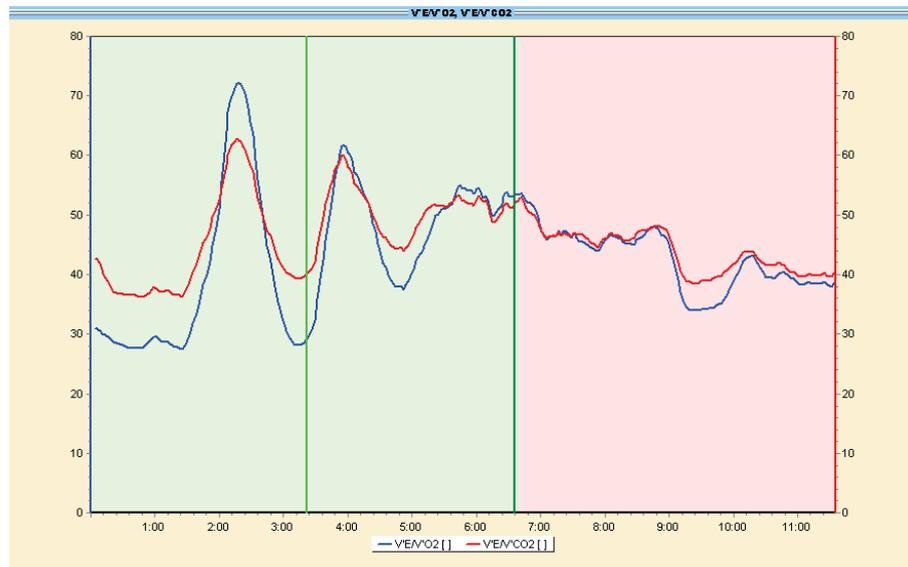
Tabela 3- Resultado do teste de esforço cardiopulmonar realizado pré (dia 05/10/2009) e pós(dia 16/12/2009), com 6 semanas de treinamento físico supervisionado.

Parâmetro	LA	VO2pico (1)	LA(2)	VO2pico (2)
VO2(ml/kg/min)	9,3	10,9	12,77 (37%)	15,1 (39%)
VO2 (l/min)	1,022	1,196	1,405 (37%)	1,661 (39%)
VO2 (%max pred)	45,4	56,2	62,5 (37,6%)	73,8 (31,4%)
RER	0,73	1,02	0,80 (10%)	1,02 (0%)
VE/VCO2	40,2	51,2	35,9 (-12%)	39,1 (-28,5%)
Vel (kph)	2,80	3,60	3,60 (30%)	4,20 (16,9%)
Inc (%)	3,0	6,0	6,0 (100%)	9,0 (50%)
VE/VCO2 Slope		63,6		43,4 (-46,5%)

LA: limiar anaeróbio.; VO2pico:consumo máximo de oxigênio; VO2:consumo máximo de oxigênio no limiar anaeróbio; RER: razão de troca respiratória VE/VCO2:ventilação minuto/consumo de oxigênio Vel: velocidade Inc: inclinação VE/VCO2 Slope: ventilação minuto/ produção de dióxido de carbono ml/kg/min: mililitros por quilograma por minuto; l/min: litros por minuto; %max pred: percentagem do máximo predito para a idade; kph: quilometro por hora Fonte: Os autores (2023)

As figuras 4 e 5 representam respectivamente a relação entre VE/VCO2 do primeiro e segundo TECP, nas quais, no primeiro teste apresentou oscilações regulares durante 60% do período do esforço as quais estavam ausentes no período pré-esforço, diferente do segundo teste que não observou-se o mesmo fenômeno.

Figura 4- Relação de VE/VCO2 no teste de esforço cardiopulmonar pré-treinamento físico.



Onde: Apresenta 1 dos 9 gráficos de análise dos resultados do teste cardiopulmonar (VE/VO2 e VE/VCO2). A linha em azul representa o comportamento da ventilação e do consumo de O2 durante a realização do exercício. A linha em vermelha representa a ventilação e a produção de CO2 ao longo do exercício, delimitada pelos retângulos em verde, atrás das linhas. O retângulo em vermelho representa a fase de recuperação do exercício. Nota-se na fase de exercícios, uma oscilação cíclica, presente em aproximadamente 60% do período de esforço. Esse é um dos critérios de Ventilação Periódica.*MURPHY, R. M. et al. Exercise Oscillatory Ventilation in Systolic Heart Failure. **Circulation**, Boston, 2011 (MURPHY, SHAH, et al., 2011). Fonte: Os autores (2023).

Figura 5- Relação de VE/VCO2 do segundo teste de esforço cardiopulmonar pós treinamento físico.



Onde: Apresenta 1 dos 9 gráficos de análise dos resultados do teste cardiopulmonar (VE/VO2 e VE/VCO2). A linha em azul representa o comportamento da ventilação e do consumo de O2 durante a realização do exercício. A linha em vermelha representa a ventilação e a produção de CO2 ao longo do exercício, delimitada pelos retângulos em verde, atrás das linhas. O retângulo em vermelho representa a fase de recuperação do exercício. Nota-se agora, pós treinamento, ausência da oscilação cíclica, durante o período de esforço. Fonte: os autores (2023).

4 DISCUSSÃO

Após 6 semanas de treinamento físico periodizado, o paciente evoluiu com aumento do VO_2 pico de 10,9 ml/kg/min para 15,1 ml/kg/min (39%), melhora da classe funcional de classe III para II na NYHA, melhora na eficiência ventilatória por diminuição da VE/VCO_2 de 51,2 para 39,1 (-46,5%) e ausência de ventilação periódica e melhora da força muscular periférica (200%).

Como o descrito por Mancini et al (1991), quanto maior o VO_2 pico, maior a sobrevida, da mesma forma o contrário. (MANCINI, EISEN, *et al.*, 1991). Sendo assim, segundo a II diretriz brasileira de transplante cardíaco (2010), que classifica e traz critérios para transplante cardíaco, dentre esses critérios está o VO_2 pico \leq de 10 ml/kg/min, como o caso descrito neste estudo devido a sua baixa capacidade física. (BACAL F, 2009) Além disso, Naso et al (2011) descreveram que quanto maior a classe funcional, menor a qualidade de vida. (NASO, PEREIRA, *et al.*, 2011) (GOULART, AGOSTONI, *et al.*, 2022).

Alguns estudos têm colocado a VP como uma disfunção ventilatória ocasionada por baixo débito cardíaco que acarreta uma hiperventilação causando diminuição excessiva do CO_2 , reduzindo a ação do centro respiratório e aumentando a atividade simpática dos quimiorreceptores seguidas de uma ausência ou parada do centro respiratório, acionando o mesmo, com o aumento da $PaCO_2$. Desta forma, durante o exercício devido ao baixo débito cardíaco, leva a um atraso ou diminuição de sinais químicos de $PaCO_2$. (AGOSTONI e SALVIONI, 2019) (C.CALLEGARO, MARTINEZ, *et al.*, 2010) (NAKADE, ADACHI, *et al.*, 2019) No entanto, Castro et al. (2010) fizeram um relato de caso de um homem com reversão total da VP com exercício físico sem mudança de fração de ejeção ou pico de pulso de oxigênio que reflete diretamente no débito cardíaco. (CASTRO, ANTUNES-CORREA, *et al.*, 2010).

Já Dall'alo et al. (2006), observou que o treinamento muscular ventilatório reduz a VE/VCO_2 inclinação e oscilações ventilatórias. (DALL' LAGO, CHIAPPA, *et al.*, 2006) Assim como Callegaro et al. (2010) realizaram um estudo com 19 pacientes com IC com e sem fraqueza muscular ventilatória, concluiu que os pacientes com fraqueza de musculatura inspiratória têm aumento de quimiorreflexo periférico e aumento de oscilação ventilatória durante o exercício, corroborando com os resultados de nosso estudo, que viu uma ausência da ventilação periódica após a melhora da força muscular inspiratória. (C.CALLEGARO, MARTINEZ, *et al.*, 2010) Chiappa et al. (2008) também demonstrou que o treino muscular ventilatório é capaz

de melhorar a perfusão sanguínea de membros inferiores tanto ao exercício quanto ao repouso gerando maior capacidade ao exercício. (CHIAPPA, ROSEGUINI, *et al.*, 2008) Já Borghi-Silva (2008) usou ventilação não invasiva durante o cicloergômetro e viu que os pacientes tiveram melhor desempenho devido a melhora na perfusão da musculatura respiratória e redistribuição para músculos motores. (BORGHI-SILVA, CARRASCOSA, *et al.*, 2008).

Zurek *et al.* (2012), verificaram em 37 pacientes após 3 meses de treinamento físico com exercício aeróbio e exercício de força, também a reversão da ventilação periódica, concluindo assim que a melhora deste fenômeno seria devido a melhoria da eficiência ventilatória e hemodinâmica central, já que em paciente que não realizaram exercícios não obtivera esse mesmo efeito. (ZUREK, CORRA, *et al.*, 2012) Em um estudo feito por Castro *et al.* (2017) relacionando homens sedentários e atletas, observaram que homens sedentários tem aumento na VE/VCO₂, concluindo que o treinamento físico melhora a eficiência ventilatória, bem como o visto neste caso clínico, uma diminuição da VE/VCO₂ após 6 semanas de treinamento. (CASTRO, LIMA, *et al.*, 2017).

O treinamento físico promove angiogênese, melhora na microcirculação, melhora na capacidade de vasodilatação, melhora na função endotelial e mitocondrial, aumento da capacidade ventilatórias e cardiorrespiratórias, refletindo diretamente na capacidade funcional e na eficiência ventilatória de um indivíduo. (PANAGOPOULOU, KARATZANOS, *et al.*, 2017) (FLEG, COOPER, *et al.*, 2015) Além disso, o efeito dose resposta ao exercícios em indivíduos descondicionados, como neste caso, o treino de força periodizado oferecendo estímulos contínuos organizados em mesociclos com base do teste de 1RM promove melhor desempenho físico e melhor adaptação neurofisiológica, como consequência aumento da força muscular em comparação com treino não periodizado. (GENTILE, FABIANI e EMDIN, 2022) (MOESGAARD, BECK, *et al.*, 2022) (SOARES, SOARES, *et al.*, 2022).

5 CONCLUSÃO

Neste estudo de caso, observou-se que um programa de exercícios prescrito de forma periodizada, associando o treino muscular ventilatório ao treinamento físico mostrou-se eficaz para o tratamento da ICFER. Além disso, notou-se o desaparecimento da ventilação periódica em segundo teste realizado. Não se sabe o que motivou o não aparecimento das oscilações cíclicas de ventilação no segundo

teste, mas fica evidente a melhora dos marcadores funcionais do paciente, o que reduz sua mortalidade e comorbidades.

REFERÊNCIAS

ACSM. **Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

AGOSTONI , P.; SALVIONI, E. Respiração regular de esforço na dor cardíaca: manipulação e técnicas clínicas. **Clin Chest Med**, v. 40, p. 449–457, 2019.

ATS/ERS Statement on Respiratory Muscle Testing. **AMERICAN JOURNAL OF RESPIRATORY AND CRITICAL CARE MEDICINE**, v. 166, p. 518–624, 2002. Disponível em: <<https://www.thoracic.org/statements/resources/respmuscle.pdf>>.

BACAL F, S.-N. J. F. A. M. J. M.-B. F. M. S. E. A. II Diretriz Brasileira de Transplante Cardíaco. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 94, n. 1 supl 1, p. 16-73, 2009.

BECKERS, J. et al. Combined endurance-resistance training vs. endurance training in patients with chronic heart failure: a prospective randomized study. **European Heart Journal**, v. 29, p. 1858–1866, agosto 2008.

BORG, G. Bases psicofísicas do esforço percebido. **Medicina e Ciência em Esportes e Exercícios**, v. 14, p. 377-381, 1982.

BORGHI-SILVA, et al. Effects of respiratory muscle unloading on leg muscle oxygenation and blood volume during high-intensity exercise in chronic heart failure. **American Journal of Physiology**, v. 294, p. H2465–H2472, 2008.

C.CALLEGARO, C. et al. Augmented peripheral chemoreflex in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 171, p. 31-35, 2010.

CARVALHO, T. D. et al. Diretriz Brasileira de Reabilitação Cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Rio de Janeiro, p. 114(5):943-987, 2020.

CASTRO, R. R. T. et al. Reversal of periodic breathing after aerobic training in heart failure. **European Respiratory Journal**, p. 1409-1411, 2010.

CASTRO, R. T. D. et al. A variabilidade da Ventilação durante Teste Cardiopulmonar de Exercício é Maior em Homens Sedentários do que em Atletas. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, Niteroi, v. 109, n. 3, p. 185-190, 2017.

CHALELA, W. A.; MOFFA, P. J. **Cardiologia do Exercício**. 1. ed. Barueri: Manole, 2005.

CHIAPPA, G. R. et al. Inspiratory Muscle Training Improves Blood Flow to Resting and Exercising Limbs in Patients With Chronic Heart Failure. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 51, n. 17, p. 1663-1671, 2008.

COMITÊ COORDENADOR DA DIRETRIZ DE INSUFICIÊNCIA CARDÍACA. Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, p. 111(3):436-539, 2018.

DALL' LAGO, P. et al. Inspiratory muscle training in patients with heart failure and inspiratory muscle weakness: a randomized trial. **Journal American College of Cardiology**, v. 47, n. 4, p. 757-63, 2006.

FAULKNER, J. A. **Physiology of swimming and diving. Exercise Physiology**. [S.l.]: Baltimore: Academic Press, 1968.

FLEG, J. L. et al. Exercise Training as Therapy for Heart Failure. **Circulation: Heart Failure**, v. 8, p. 209–220, 2015.

GENTILE, ; FABIANI, ; EMDIN,. Exercise oscillatory ventilation in heart failure and brain–lung–heart–muscle crosstalk. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 29, n. 12, p. 1689–1691, 2022.

GHORAYEB, N. et al. Diretriz em Cardiologia do Esporte e do Exercício da Sociedade Brasileira de Cardiologia e da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. **Arquivos brasileiros de Cardiologia**, rio de janeiro, v. 100, p. 1-41, 2013.

GOULART, C. D. L. et al. Exercise oscillatory breathing in heart failure with reduced ejection fraction: clinical implication. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 29, n. 12, p. 1692–1698, 2022.

HART, N. et al. Inspiratory muscle load and capacity in chronic heart failure. **Thorax**, London, v. 59, p. 477-482, 2004.

HENDY, A. H. et al. Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, Florianópolis, v. 107, n. 5, p. 467-481, 2016.

HERDY, A. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia; Diretriz Sul-Americana de Prevenção e Reabilitação Cardiovascular. **Arquivos brasileiros de Cardiologia**, v. 103, n. 2 Supl 1, p. 1-31, 2014.

HOOVER, L.; VANWYE, R.; JUDGE, W. Periodization and physical therapy: Bridging the gap between training and rehabilitation. **Physical Therapy in Sport**, v. 18, p. 1-20, 2018.

MACEDO, M. D. et al. Superior Cardiovascular Effect of the Periodized Model for Prescribed Exercises as Compared to the conventional one in coronary diseases. **Internacional Journal of Cardiovascular Sciences**, p. 393-404, 2018.

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, n. 3, 1991.

MOESGAARD, et al. Effects of Periodization on Strength and Muscle Hypertrophy in Volume-Equated Resistance Training Programs: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 52, p. 1647–1666, 2022.

MURPHY, R. M. et al. Exercise Oscillatory Ventilation in Systolic Heart Failure. **Circulation**, Boston, 2011.

NAKADE, et al. Relationship Between Exercise Oscillatory Ventilation Loop and Prognosis of Heart Failure. **Circulation Journal**, v. 83, n. 8, p. 1718-1725, 2019.

NASO, C. D. et al. A classe da NYHA tem relação com a condição funcional e qualidade de vida na insuficiência cardíaca. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, p. 157-163, 2011.

PANAGOPOULOU, et al. Exercise training improves characteristics of exercise oscillatory ventilation in chronic heart failure. **European Journal of Preventive Cardiology**, v. 24, n. 8, p. 825-832, 2017.

SOARES, W. F. et al. Effects of Two Different Exercise Training Programs Periodization on Anthropometric and Functional Parameters in People Living with HIV: A Randomized Clinical Trial. **Internacional Journal of Exercise Science**, v. 15, n. 3, p. 733–746, 2022.

THE Criteria Committee of the New York Heart Association. 9. ed. Little Brown : Boston, 1994.

ZUREK, et al. Exercise training reverses exertional oscillatory ventilation in heart failure patients. **EUROPEAN RESPIRATORY JOURNAL**, Switzerland, v. 40, n. 5, p. 1238–1244, 2012.