

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
REABILITAÇÃO**

Diego Busin

**Efeitos da terapia de
fotobiomodulação associada ao
treinamento aeróbico de moderada e
alta intensidade em indivíduos com
insuficiência cardíaca**

**Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre**

Porto Alegre

2024

Diego Busin

**Efeitos da terapia de
fotobiomodulação associada ao
treinamento aeróbico de moderada e
alta intensidade em indivíduos com
insuficiência cardíaca**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Doutor.

Orientador: Prof. Dr. Ramiro Barcos Nunes

Coorientador: Prof. Dr. Pedro Dal Lago

Porto Alegre

2024

Catálogo na Publicação

Busin, Diego

Efeitos da terapia de fotobiomodulação associada ao treinamento aeróbico de moderada e alta intensidade em indivíduos com insuficiência cardíaca / Diego Busin. -- 2024.

122 p. : graf., tab. ; 30 cm.

Tese (doutorado) -- Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2024.

Orientador(a): Prof. Dr. Ramiro Barcos Nunes ;
coorientador(a): Prof. Dr. Pedro Dal Lago.

1. Terapia de Fotobiomodulação. 2. Treinamento Aeróbico. 3. Insuficiência Cardíaca. 4. Reabilitação Cardíaca. I. Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).

**Efeitos da terapia de fotobiomodulação associada ao
treinamento aeróbico de moderada e alta intensidade em
indivíduos com insuficiência cardíaca**

BANCA AVALIADORA

Dr. Anderson Donelli da Silveira

Departamento de Pós-Graduação em Ciências Cardiovasculares
Hospital de Clínicas de Porto Alegre

Dr. Daniel Umpierre de Moraes

Departamento de Pós-Graduação em Saúde Coletiva
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dr. Luis Henrique Telles da Rosa

Departamento de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação
Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Porto Alegre

2024

Dedico esta conquista a minha mãe Eli, ao meu irmão Andrigo, e a minha esposa Amanda por sempre terem me apoiado.

RESUMO

Introdução: A insuficiência cardíaca (IC) é caracterizada pela redução da capacidade funcional e tolerância ao esforço físico. **Estudo 1:** o objetivo foi analisar e comparar os efeitos treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade (TAI) ou treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TAC) combinados ou não com a terapia de fotobiomodulação (TFBM), no consumo submáximo de oxigênio ($VO_{2\text{ pico}}$), eficiência ventilatória para a eliminação do CO_2 (VE/VCO_2), inclinação da eficiência ventilatória para a eliminação do CO_2 (VE/VCO_2 slope), inclinação da eficiência ventilatória do consumo de oxigênio (OUES), velocidade atingida no Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE), inclinação da esteira atingida no TCPE e tempo do TCPE em indivíduos com IC. Pacientes ($n=49$) com idades entre 45 e 80 anos e fração de ejeção $<49\%$, foram distribuídos em 5 grupos: (GTAC, GTAI, GTACL, GTAIL e GC), e realizaram 10 semanas de intervenção, 3 vezes por semana. A análise estatística usou Equações de Estimativas Generalizadas (GEE) com $\alpha \leq 0,05$. Resultados positivos foram observados para tolerância ao esforço (velocidade – $P=0,05$; inclinação – $P<0,01$). Na análise post-hoc, diferenças foram encontradas na velocidade para GTAC ($P<0,001$), GTAI ($P<0,001$), GTACL ($P=0,02$) e GTAIL ($P = 0,01$). Diferenças na comparação pós-intervenção entre GTAI e GTACL para velocidade foram encontradas (DM: $1,04 \pm 0,27$ [95% IC: 0,26; 1,82 – $P=0,02$]). Para inclinação, diferenças foram observadas no GTAC ($P = 0,02$), GTAI ($P<0,001$) e GTACL ($P=0,009$). Na comparação pós-intervenção, houve diferença entre GTAI e GTACL (DM: $5,20 \pm 1,52$ [95% IC: 0,91; 9,48 – $P<0,01$]). Em conclusão houve interferência da TFBM em parâmetros do TCPE, indicando maior eficácia do TAI em comparação com o GTACL e ausência de diferença para o GTAIL para inclinação. **Estudo 2:** o objetivo foi analisar e comparar os efeitos treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade (TAI) ou do treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TAC) combinados ou não com a aplicação de terapia de fotobiomodulação (TFBM), na Composição Corporal (CCorp) (RCQ, Circunferência da Cintura, % Gordura Corporal e Somatório de Dobras Cutâneas) e na aptidão físico-funcional (AFF) (Timed Up and Go e Sentar e levantar da cadeira em 30 segundos) em indivíduos com IC. Pacientes com média de idade foi de 63 ± 10 anos e fração de ejeção média de $35 \pm 6\%$, foram distribuídos em 5 grupos: (GTAC: 10; GTAI: 10; GTACL: 10; GTAIL: 9; GC: 10), e submetidos a 10 semanas de intervenção, 3 vezes por semana. A análise estatística usou Equações de Estimativas Generalizadas (GEE) com $\alpha \leq 0,05$. Resultados: Na CCorp, o GTAIL apresentou reduções no %G, $\sum DC$, RCQ e CCint ($P<0,05$). GTAI e GTACL reduziram o %G, com o GTAI reduzindo também a $\sum DC$ e CCint ($P<0,05$). O GC aumentou MC, %G, $\sum DC$, RCQ e CCint ($P<0,05$). Na AFF, os grupos com TFBM apresentaram incremento para o TSL-30s (GTACL: $P=0,002$; GTAIL: $P=0,01$). GTAC, GTACL e GTAIL reduziram o tempo do TUG ($P < 0,05$), enquanto o GC aumentou ($P<0,05$). Conclusões: A combinação de um programa de treinamento aeróbico com TFBM melhorou a CCorp e a AFF em pacientes com IC. O GTAIL foi especialmente eficaz na redução do %G, $\sum DC$, RCQ e CCint. Esses resultados sugerem que a TFBM pode potencializar os benefícios do exercício em pacientes com IC.

Palavras-chave: Insuficiência cardíaca; Treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade; Treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada; Terapia de fotobiomodulação.

ABSTRACT

Introduction: Heart failure (HF) is characterized by reduced functional capacity and tolerance to physical effort. Study 1: the objective was to analyze and compare the effects of high-intensity interval aerobic training (HIIT) or moderate-intensity continuous aerobic training (MCAT), combined or not with photobiomodulation therapy (PBMT), on submaximal oxygen consumption (VO_2 peak), ventilatory efficiency for CO_2 elimination (VE/VCO_2), slope of ventilatory efficiency for CO_2 elimination (VE/VCO_2 slope), slope of oxygen consumption ventilatory efficiency (OUES), speed achieved in the Cardiopulmonary Exercise Test (CPET), treadmill incline reached in the CPET and CPET time in individuals with HF. Patients ($n=49$) aged between 45 and 80 years and ejection fraction $<49\%$, were distributed into 5 groups: (MCAT, HIIT, MCAT+PBMT, HIIT+PBMT and CG), and underwent 10 weeks of intervention, 3 times a week. Statistical analysis used Generalized Estimating Equations (GEE) with $\alpha \leq 0.05$. Positive results were observed for effort tolerance (speed – $P=0.05$; inclination – $P<0.01$). In the post-hoc analysis, differences were found in speed for MCAT ($P<0.001$), HIIT ($P<0.001$), MCAT+PBMT ($P=0.02$) and HIIT+PBMT ($P = 0.01$). Differences in the post-intervention comparison between HIIT+PBMT and MCAT+PBMT for speed were found (MD: 1.04 ± 0.27 [95% CI: 0.26; 1.82 – $P=0.02$]). For slope, differences were observed in MCAT ($P = 0.02$), HIIT ($P<0.001$) and MCAT+PBMT ($P=0.009$). In the post-intervention comparison, there was a difference between HIIT and MCAT+PBMT (MD: 5.20 ± 1.52 [95% CI: 0.91; 9.48 – $P<0.01$]). In conclusion, there was interference from PBMT in CPET parameters, indicating greater effectiveness of HIIT compared to MCAT+PBMT and no difference for HIIT+PBMT for inclination. Study 2: the objective was to analyze and compare the effects of high-intensity interval aerobic training (HIIT) or moderate-intensity continuous aerobic training (MCAT) combined or not with the application of photobiomodulation therapy (PBMT), on Body Composition (BC) (WHR, Waist Girth, % Body Fat and Sum of Skinfolds) and physical-functional fitness (PFF) (Timed Up and Go and Sitting and getting up from a chair in 30 seconds) in individuals with HF. Patients with a mean age of 63 ± 10 years and a mean ejection fraction of $35 \pm 6\%$ were distributed into 5 groups: (MCAT, HIIT, MCAT+PBMT, HIIT+PBMT and CG), and underwent 10 weeks of intervention, 3 times a week. Statistical analysis used Generalized Estimating Equations (GEE) with $\alpha \leq 0.05$. Results: In BC, HIIT+PBMT showed reductions in % BF, $\sum SF$, WHR and WG ($P<0.05$). HIIT and MCAT+PBMT reduced % BF, with HIIT also reducing $\sum SF$ and WG ($P<0.05$). CG increased BM, % BF, $\sum SF$, WHR and WG ($P<0.05$). In the PFF, the groups with PBMT showed an increase in 30sSTS (MCAT+PBMT: $P=0.002$; HIIT+PBMT: $P=0.01$). MCAT, MCAT+PBMT and HIIT+PBMT reduced TUG time ($P < 0.05$), while CG increased it ($P < 0.05$). Conclusions: Combining an aerobic training program with PBMT improved BC and PFF in patients with HF. HIIT+PB was especially effective in reducing % BF, $\sum SF$, WHR and WG. These results suggest that PBMT can enhance the benefits of exercise in patients with HF.

Keywords: Chronic heart failure; High-intensity aerobic interval training; Continuous aerobic training of moderate intensity; Photobiomodulation therapy.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de Classificação Funcional da New York Heart Association (NYHA - Class)	16
Tabela 2 – Etiologia da IC.....	19

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVD's Atividades de Vida Diária

ATP Adenosina Trifosfato

CC Circunferência de Cintura

CCO Citocromo c oxidase

CF Capacidade Funcional

CFS Capacidade físico-funcional

DAC Doença Arterial Coronariana

DB Débito Cardíaco

DC Dobras Cutâneas

EA Exercício Aeróbico

EF Exercício Físico

FC Frequência Cardíaca

FCR Frequência Cardíaca de Reserva

FEVE Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo

FPM Força de Preensão Manual

GC Gordura Corporal

HAS Hipertensão Arterial Sistêmica

IC Insuficiência Cardíaca

ICFEP Insuficiência cardíaca com fração de ejeção preservada

ICFER Insuficiência cardíaca com fração de ejeção reduzida

IMC Índice de Massa Corporal

LEDT Light Emission Diode Therapy

LLLT Low-Level Laser Therapy

NADH Coenzima Nicotidamina Adenina Dinucleotídeo

NYHA New York Heart Association

O₂ Oxigênio

OMS Organização Mundial da Saúde

OUES Inclinação da Eficiência de Captação de Oxigênio

PRC Programa de Reabilitação Cardíaca

RC Reabilitação Cardíaca

SNS Sistema Nervoso Simpático

TA Treinamento Aeróbico

TAC Treinamento Aeróbico Contínuo de intensidade Moderada

TAI Treinamento Aeróbico Intervalado de Alta Intensidade

TCPE Teste Cardiopulmonar de Exercício

TSL-30 Teste de Sentar e Levantar em 30 segundos

TUG Timed Up and Go Test

TFBM Terapia de Fotobiomodulação

VE Ventrículo Esquerdo

VE/VCO₂ Ventilação para eliminação do CO₂

VE/VCO₂ slope Inclinação da eficiência para eliminação do CO₂

VO₂ Consumo de Oxigênio

VO₂ PICO Consumo de Oxigênio de pico

VO₂ Máx. Consumo Máximo de Oxigênio

VS Volume Sistólico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	14
2.1 EPIDEMIOLOGIA	14
2.2 DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES DA IC	15
2.3 SINTOMAS E FISIOPATOLOGIA DA IC.....	16
2.4 ETIOLOGIA DA IC	19
2.5 REABILITAÇÃO CARDÍACA NA IC.....	20
2.6 EXERCÍCIO FÍSICO NA IC	21
2.7 EXERCÍCIO AERÓBICO NA IC.....	23
2.8 FOTOTERAPIA OU TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO	25
2.9 TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO E EXERCÍCIO FÍSICO	26
2.10 VARIÁVEIS DO TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO.....	28
2.11 VARIÁVEIS DE CAPACIDADES FÍSICO-FUNCIONAIS	30
2.12 VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL	32
3 OBJETIVOS.....	344
3.1 OBJETIVO GERAL	344
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	344
4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA	355
5 ARTIGO 1	555
6 ARTIGO 2.....	85
7 CONCLUSÃO GERAL	116
8 ASPECTOS POSITIVOS E RELEVANTES DA TESE.....	116
ANEXOS.....	118
ANEXO A PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFCSPA	118

1 INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome multifatorial (PONIKOWSKI et al., 2016), caracterizada pela incapacidade do coração em manter suprimento sanguíneo adequado aos órgãos e tecidos do corpo, culminando em prejuízo na oferta de oxigênio e nutrientes para o metabolismo energético em geral. (NORMAND et al., 2019; SAVARESI et al., 2023). Além disso, anormalidades do sistema músculo esquelético, no que diz respeito à utilização de oxigênio (O₂), devido ao prejuízo no metabolismo mitocondrial (DREXLER et al., 1992), correlacionam-se com a gravidade da doença (BOZKURT et al., 2021), sendo apontada como o principal problema da redução da capacidade funcional (CF) e tolerância ao esforço físico nesta população, contribuindo para as elevadas taxas de mortalidade (DEL BUONO et al., 2019; TUCKER et al., 2018).

Dados recentes de prevalência de doenças globais, definem a IC como uma pandemia global, estimando-se que 64,3 milhões de pessoas sofram desta condição em todo o mundo (SAVARESE, 2023). A prevalência da enfermidade vem aumentando no mundo, e muito se deve pelo melhor tratamento de doenças coronarianas isquêmicas, aumentando a sobrevivência dos pacientes com IC e ao envelhecimento da população (LIU, 2017; POFFO et al., 2017). Diante da crescente prevalência, a IC vem representando um importante problema de saúde pública, necessitando de atenção especial entre os diversos gestores da saúde no que diz respeito à prevenção e tratamento (ROGER, 2021).

Evidências têm estabelecido o exercício físico como uma forma eficaz e segura de tratamento não-farmacológico na terapia adjunta, associando-se a substanciais benefícios aos portadores de IC, constituindo um componente importante das práticas de reabilitação cardíaca (RC) (CONRAADS, BECKERS, 2010; MORRIS, CHEN, 2019; PIEPOLI et al., 2011; PONIKOWSKI et al., 2016). Especificamente, o exercício aeróbico (EA) tem demonstrado resultados significativos na melhoria de diversos parâmetros clinicamente importantes, incluindo capacidade aeróbica (VO₂) (CORNELIS et al., 2016; DOMINELLI et al., 2021; KETEYIAN et al., 2018; VAN TOL et al., 2006; WINGHAM, 2019), qualidade de vida e CF (TAYLOR et al., 2019). Além disso, foram observados incrementos na função do músculo esquelético, por meio do aumento no volume e densidade mitocondrial, aumento da capacidade oxidativa periférica e retardo

do metabolismo anaeróbico (HAMBRECHT et al, 1995). Neste contexto, o treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada (TAC) (DAUSSIN et al., 2008; O'CONNOR et al., 2009; PIEPOLI et al., 2008; VANHEES et al., 2012a) e o treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade (TAI) (BOZKURT et al., 2023; CONRAADS, BECKERS, 2010; EDWARDS et al., 2023; ELLINGSEN et al., 2017; FU et al., 2013; FREYSSIN et al., 2012; HELGERUD et al., 2007; ROGNMO et al., 2004; WISLOFF et al., 2007; YARDLEY et al., 2017) são utilizados como tratamento padrão não-farmacológico na terapia adjunta para os indivíduos com IC.

Ainda assim, dado o papel fundamental do exercício aeróbico na IC, a proposição de novas estratégias de tratamento, torna-se pertinente e necessária para desempenhar um papel adjuvante entre as modalidades de reabilitação usadas em pacientes com IC, especialmente àqueles com maior grau de comprometimento da capacidade funcional. A terapia de fotobiomodulação (TFBM) vem sendo estudada como um recurso ergogênico inovador, não-invasivo e não-farmacológico (VANIN et al., 2018). O seu efeito se dá através da absorção da luz por cromóforos específicos da mitocôndria, o que gera uma série de reações intracelulares culminando em aumento da produção de ATP e do metabolismo celular, dentre outros (FERRARESI et al., 2015a; KARU, 2010). Conseqüentemente, os estudos apontam a TFBM como uma terapia eficaz para a melhora do desempenho físico e da recuperação pós-exercício (FERRARESI; HUANG; HAMBLIN, 2016; VANIN et al., 2018). Outras evidências, confirmam seus efeitos benéficos verificados em estudos em modelo animal (BIASIBETTI et al., 2014; CAPALONGA et al., 2016; FRIGERO et al., 2018; HENTSCHEKE et al., 2012) e em humanos (BARONI et al., 2010; FERRARESI et al., 2011; MIRANDA et al., 2018).

No cenário das doenças cardiovasculares, a TFBM não demonstra eficácia para melhorar a CF de forma aguda em indivíduos submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio (STEIN et al., 2018). No mesmo sentido, sua aplicação não melhora a CF em indivíduos com IC, entretanto, pode melhorar a percepção de esforço (BUBLITZ et al., 2016). Aparentemente, o efeito crônico da TFBM na IC é investigado apenas associado ao treinamento de força em modelo animal, e não ao treinamento aeróbico (TA), demonstrando efeito positivo sobre o VO_2 e tolerância ao esforço (HENTSCHEKE et al., 2017). Diante

disso, torna-se importante investigar os efeitos da TFBM associada ao TA em indivíduos com IC sobre parâmetros de capacidade aeróbica, CF, tolerância ao exercício e composição corporal. Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar se a TFBM é eficaz quando associada ao TAC/TAI, e se possui efeito adicional quando comparada ao TAC/TAI isolados para melhorar os parâmetros relacionados ao Teste Cardiopulmonar de Exercício (TCPE), aptidão física, tolerância ao exercício e composição corporal de indivíduos com IC, participantes de um programa de reabilitação cardíaca (PRC).

2 REVISÃO DE LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 EPIDEMIOLOGIA

A IC é uma doença que vem apresentando aumento na sua incidência à medida que a população envelhece. De acordo com dados recentes de prevalência de doenças globais, a IC é definida como uma pandemia global, estimando-se que 64,3 milhões de pessoas sofram desta condição em todo o mundo (SAVARESE, 2022). Sua prevalência é aproximadamente 1–2% da população adulta em países desenvolvidos, subindo para 25% em maiores de 85 anos (VAN RIET et al., 2016) e para $\geq 10\%$ entre as pessoas com idade média de 70 anos (VAN RIET et al., 2016). Entre as pessoas com 65 anos de idade, apresentando cuidados primários com falta de ar ao esforço, um em cada seis terão IC não reconhecida. (FILIPPATOS, PARISSIS, 2011).

As projeções mostram que a prevalência de IC aumentará 46% até o ano de 2030, resultando em mais de 8 milhões de pessoas acima dos 18 anos de idade com IC (MOZZAFFARIAN et al., 2016; NIEMEIJER, 2018). Na América Latina, com suas peculiaridades sociais, econômicas e culturais, um perfil clínico distinto é encontrado (ALBUQUERQUE et al., 2015). Baixo investimento na saúde, inadequado acesso ao atendimento e acompanhamento insuficiente nos serviços em nível primário ou terciário são potenciais fatores de risco, e, conseqüentemente, inúmeros processos fisiopatológicos favorecem o desenvolvimento da IC. No Brasil, 2 milhões de pessoas são acometidas por essa condição, sendo registrados 240 mil novos casos por ano (ARRUDA et al., 2022). O número de óbitos pela IC no país chegou a 685 mil, durante os anos de 1998 e 2023 (ARRUDA et al., 2022; SOARES et al., 2024). Os registros de internações por IC alcançaram o número de 951.576 entre 2019 e 2023 (SOARES et al., 2024).

Tais registros mostraram como principal causa de retorno a hospitalização a baixa adesão à terapêutica básica para IC, além de elevada taxa de mortalidade intra-hospitalar, posicionando o Brasil entre os países com maior taxa de casos no mundo ocidental. Diante dessa prevalência crescente, a IC vem representando um importante problema de saúde pública, necessitando

de atenção especial entre os diversos gestores da saúde no que diz respeito à prevenção e tratamento.

2.2 DEFINIÇÕES E CLASSIFICAÇÕES DA IC

2.2.1 DEFINIÇÕES DA IC

A IC é definida classicamente como uma síndrome clínica, caracterizada por sintomas como fadiga e dispneia, surgindo a partir de uma desordem cardíaca estrutural e funcional, que compromete a função hemodinâmica do coração (PONIKOWSKI et al., 2016). Sua principal característica está associada à incapacidade do coração em manter adequado suprimento sanguíneo aos órgãos e tecidos do corpo, culminando em prejuízo na oferta de oxigênio e nutrientes para o metabolismo energético em geral (NORMAND et al., 2019). A terminologia principal usada para descrever a IC é histórica e é baseada na medição da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) (LEHRKE, M.; MARX, N, 2017). A diferenciação de pacientes com IC com base na FEVE é importante devido diferentes etiologias subjacentes, demografia, co-morbilidades e resposta às terapias. (AVED BUTLER et al, 2014). Pacientes com insuficiência cardíaca e fração de ejeção preservada (ICFEP), apresentam FEVE $\geq 50\%$, como consequência da disfunção diastólica, devido à redução de complacência do ventrículo esquerdo (ZILE, BRUSTAERT, 2002). Para aqueles com FEVE entre 40% a 49%, descreve-se como FEVE intermediária (HEIDENREICH, 2022), enquanto os pacientes com fração de ejeção reduzida (ICFER), apresentam FEVE $< 40\%$, por disfunção sistólica (HEIDENREICH, 2022).

A IC com FEVE reduzida é responsável pela inapropriada perfusão tecidual, devido a uma disfunção sistólica, caracterizada por uma anormalidade na contratilidade miocárdica, e conseqüentemente redução do débito cardíaco. (UL HAQ et al., 2015). Por outro lado, a IC com FEVE preservada é comumente resultado de uma disfunção diastólica e ocorre devido à uma redução de complacência do VE. (ZILE; BRUTSAERT, 2002). Na IC com disfunção sistólica há um maior comprometimento clínico funcional do que nos pacientes com IC com disfunção diastólica. Em ambas as situações, a intolerância ao exercício é agravada por vários mecanismos fisiopatológicos, sendo apontado como principal

problema incapacitante em pacientes com IC, culminando com elevadas taxas de mortalidade. (ALBUQUERQUE et al., 2015; POLAND et al., 2016).

2.2.2 CLASSIFICAÇÃO FUNCIONAL DA IC

A classificação funcional da NYHA (Tabela 1) foi usada descrever a gravidade dos sintomas e a intolerância ao exercício.

Tabela 1 – Tabela de Classificação Funcional da New York Heart Association (NYHA - Class)

Classe	Sintomas
I	Ausência de sintomas (dispneia) durante atividades cotidianas. A limitação para esforços é semelhante à esperada em indivíduos normais
II	Sintomas desencadeados por atividades cotidianas
III	Sintomas desencadeados por atividades menos intensas que as cotidianas ou pequenos esforços
IV	Sintomas em repouso

Fonte: New York Heart Association (2018)

2.3 SINTOMAS E FISIOPATOLOGIA DA IC

Antes mesmo de aparecerem os primeiros sintomas, algumas alterações já estão presentes. A principal delas é a hiperatividade do sistema nervoso simpático (SNS) associada à redução na atividade parassimpática, o que caracteriza o estado de excitação neuro-humoral, diretamente relacionado à disfunção dos barorreceptores, principais responsáveis pela modulação da frequência cardíaca (FC) e da pressão arterial (PA) momento a momento (BESNIER et al., 2017). Inicialmente, a excitação neuro-humoral pode ser considerada um mecanismo compensatório, a fim de manter a homeostase a curto prazo. Porém, cronicamente, torna-se prejudicial e acelera a progressão da IC, levando ao pior prognóstico (MAY et al., 2013). As alterações estruturais e funcionais cardíacas reduzem as respostas inotrópicas e cronotrópicas, aumentam as pressões intracardíacas, acarretando disfunções sistólica e diastólica com aumento da pós-carga. Como resultado, há um comprometimento na capacidade do coração em responder de forma

adequada em situações de estresse, tanto fisiológicas (exercício físico) quanto patológicas (infarto do miocárdio) (DHARMARAJAN; RICH, 2017). Após serem instalados, esses distúrbios são responsáveis por severas alterações em órgãos vitais, incluindo coração (disfunção hemodinâmica), pulmão (congestão pulmonar que compromete a relação ventilação/perfusão, prejudicando as trocas gasosas) e sistema muscular esquelético, desencadeando os principais sintomas da síndrome da IC, tais como: fadiga, dispneia e intolerância ao exercício (PIEPOLI et al., 2010).

A fisiopatologia da IC, em sua complexidade, envolve a disfunção de vários sistemas orgânicos, incluindo os sistemas cardiovascular, musculoesquelético, renal, neuroendócrino, hemostático e imunológico que, juntos, contribuem para a progressão desta síndrome (ANTÔNIO, 2018). A hiperatividade do sistema nervoso simpático, em resposta a limitada função cardíaca, e as alterações hemodinâmicas compoêm o processo fisiopatológico da IC com marcado desequilíbrio entre um reflexo compensatório adequado e um estímulo adrenérgico excessivo, o que representa um importante prejuízo para a homeostase (FLORAS, 2009). Em resposta a uma perfusão renal prejudicada, também se observa uma hiperativação do sistema renina-angiotensina-aldosterona, com aumento da reabsorção de água e sódio, aumento do volume sanguíneo e um constante estado de congestão, culminando em uma importante sobrecarga do sistema circulatório (DUBE, WEBER, 2011).

Adaptações fisiopatológicas relacionadas a redução da capacidade contrátil do músculo cardíaco, da sobrecarga hemodinâmica excessiva aos ventrículos, ou por ambas as condições. O coração possui três principais mecanismos compensatórios para manutenção de sua função de bomba: 1) o mecanismo de *Frank Starling*, no qual há aumento da pré carga, com alongamento dos sarcômeros para fornecer superposição ótima entre os miofilamentos, melhorando o desempenho contrátil; 2) o aumento da liberação de catecolaminas pela atividade simpática, produzindo efeito inotrópico positivo, aumentando a contratilidade miocárdica; 3) a hipertrofia miocárdica, com ou sem dilatação das câmaras cardíacas, na qual a massa de tecido contrátil está aumentada. Esses três mecanismos compensatórios podem ser inicialmente adequados para manter o desempenho da bomba cardíaca, em nível relativamente normal, embora a

contratilidade miocárdica intrínseca possa ser substancialmente reduzida (YANCY et al., 2013).

Resumidamente, em situações onde se observa a redução do Débito Cardíaco (DC), mecanismos neuro-humorais são ativados com o objetivo de preservar a homeostase circulatória. Apesar de primeiramente ser vista como uma resposta compensatória benéfica, a liberação endógena exacerbada de neuro-hormônios vasoconstritores acaba contribuindo para o desenvolvimento da IC. Assim, a progressão da insuficiência pré-existente se dá às custas da ativação dos sistemas nervoso simpático e renina-angiotensina-aldosterona, aumentando a sobrecarga de volume e a pós-carga do ventrículo esquerdo. Deste modo, a síndrome clínica da IC se estabelece em decorrência das limitações ou falha definitiva desses mecanismos compensatórios (SHARMA et al., 2015).

Essas alterações do controle autônomo do coração e da circulação periférica variam com o modelo e a etiologia da IC, bem como com a natureza e intensidade do estímulo preditor. Em geral, nos estágios iniciais da IC, a ativação do sistema nervoso autônomo atua para manter o débito cardíaco, aumentando a contratilidade miocárdica e elevando a frequência cardíaca. Na IC grave, a vasoconstrição mediada pelo sistema nervoso simpático e pela angiotensina II circulante tende a manter a pressão arterial e desviar o fluxo sanguíneo dos leitos cutâneo, esplâncnico e renal para preservar a perfusão dos leitos coronários e cerebral. Em pacientes com IC moderada, estas alterações ocorrem primariamente durante o esforço. Entretanto, em pacientes com IC grave, essas alterações são observadas mesmo na condição de repouso (NIEMEIJER, 2018).

Outro ajuste compensatório é o aumento do conteúdo de sódio vascular e a pressão intersticial elevada que resultam na retenção de sódio e água e levam ao espessamento e compressão das paredes vasculares sanguíneas, o que impede a resposta vasodilatadora normal durante o esforço. A perfusão inadequada do músculo esquelético, por sua vez, leva à uma utilização mais precoce do metabolismo anaeróbio, podendo haver a ocorrência de acidose láctica, aumento do débito de oxigênio, fraqueza e fadiga. As alterações hemodinâmicas comumente encontradas na IC estão relacionadas à resposta inadequada do débito cardíaco e à elevação das

pressões pulmonar e venosa sistêmica. A venoconstrição e o fluxo sanguíneo reduzido das extremidades, resulta no redirecionamento do fluxo sanguíneo para o coração e pulmões, levando a um extravasamento dos fluídos contido nos vasos capilares e a retenção hídrica, edema pulmonar e periférico (ANTUNES-CORREA et al. 2015; KRETZSCHMAR, 2010).

Como resposta, para portadores de IC a perda da capacidade funcional é consequência destas alterações centrais e periféricas. Sob a ótica central, ocorre incapacidade em se aumentar adequadamente o volume sistólico (VS) e a frequência cardíaca (FC), resultando em menor FEVE e menor DC. Sob o prisma periférico, observa-se diminuição da capacidade oxidativa do músculo esquelético, menor perfusão muscular presença de disfunção endotelial e incidência de acidose metabólica nas fases iniciais do exercício (BORGUI-SILVA et al., 2015; UL HAQ et al., 2015).

2.4 ETIOLOGIA DA IC

Embora a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheça 4 classes primárias de cardiomiopatia, existem muitos tipos específicos que podem ser categorizados por fenótipo ou etiologia subjacente (JOHNSON, 2014). A tabela a seguir, resume as principais etiologias da IC, suas descrições e causas:

Tabela 2 – Etiologia da IC.

Etiologia	Descrição	Causas
Cardiomiopatia Isquêmica (JOHNSON, 2014)	Mais comum nos EUA; caracterizada por hipocinesia regional, aumento e afinamento ventricular; dilatação anular ao longo do tempo.	Doença arterial coronariana oclusiva; predomínio da disfunção sistólica.
Cardiomiopatia Dilatada Idiopática (KAPHINGST; PERSKY; LACHANCE, 2010).	Principal causa de transplante cardíaco. Diagnóstico por exclusão, frequentemente relacionado a eventos genéticos ou inflamatórios.	20%-35% hereditários; remodelação após inflamação aguda; mutações genéticas incomuns.

Continuação da tabela 2 – Etiologia da IC

Doença Cardíaca Hipertensiva (LLOYD-JONES et al., 2009)	Fortemente associada à hipertensão; prevalente em idosos. Hipertrofia ventricular esquerda e disfunção diastólica.	Hipertensão arterial; IC com fração de ejeção ventricular esquerda preservada (FEVE).
Cardiomiopatia Valvar (BENENSTEIN; SARIC, 2012)	Pode ser hereditária ou adquirida; associada a lesões valvares como válvula aórtica bicúspide e mixomatose mitral.	Doenças congênitas, degenerativas ou pós-inflamatórias (febre reumática, endocardite, etc.); estenose aórtica calcificada é a lesão adquirida mais comum.
Cardiomiopatia Familiar (WARE, 2015)	Definida por história familiar de morte súbita ou testes genéticos positivos; frequência estimada de 1 em 500 adultos.	Geralmente herança autossômica dominante; descrita pelos fenótipos da OMS.
Cardiomiopatia Inflamatória (GALLOWAY et al., 2016)	Grupo heterogêneo causado por inflamações no miocárdio, pericárdio ou valvas. Inclui miocardite viral e doenças autoimunes.	Infecção viral, autoimunidade, miocardite alérgica; periparto frequentemente autoimune.
Cardiomiopatia Tóxica (JOHNSON, 2014)	Lesões causadas por álcool, radioterapia, agentes quimioterápicos e outras toxinas.	Exposição a álcool, quimioterápicos (antraciclina, ciclofosfamida, cisplatina); alterações miofibrilares e morte celular.

Fonte: próprio autor (2024)

2.5 REABILITAÇÃO CARDÍACA NA IC

Apesar dos avanços na terapêutica multidisciplinar e melhor tratamento dessa síndrome, o prognóstico de pacientes idosos com IC continua preocupante em função das múltiplas comorbidades e um grande número de fármacos administrados (LA ROVERE, TRAVERSI, 2019). Diante da representação da IC como um problema de saúde pública, programas multidisciplinares de gerenciamento de doenças são recomendados como tratamento padrão para pacientes com alto risco de hospitalização (INGLIS et al., 2017; MCALISTER et

al., 2004; PONIKOWSKI et al., 2016). Assim, surge o conceito de Reabilitação Cardíaca (RC) que, desde a metade do século XX, é considerado um instrumento valioso, multidimensional, e representa uma intervenção coordenada, integrando os elementos básicos em atividades multidisciplinares e programas de treinamento físico (CORRÃ et al., 2005; LA ROVERE, TRAVERSI, 2019; OYANGUREN et al., 2016;).

As descrições científicas acerca dos programas de RC (PRC), credenciaram nos últimos anos o exercício físico regular para portadores de IC como a principal intervenção nestes processos, apontando melhorias na CF (FREYSSIN et al., 2012; HUNT et al., 2009; MCMURRAY et al., 2012; TAYLOR et al., 2017) e incluindo a redução na morbidade e mortalidade (BELARDINELLI et al., 2012; O'CONNOR et al., 2009; SMART, MARWICK, 2004). Com base nas evidências atuais dos resultados e dos custos clínicos, e de diretrizes internacionais sobre a gestão da IC, incluindo o Colégio Americano de Cardiologia, a Associação Americana do Coração, a Sociedade Europeia de Cardiologia, a Associação Cardiovascular Canadense e o Instituto Nacional de Excelência em Cuidados e Saúde do Reino Unido, existe uma consistente recomendação da utilização do exercício físico como uma intervenção eficaz e segura no tratamento de IC (EZEKOWITZ et al., 2017; KAPHINGST, PERSKY, LACHANCE, 2010; MCMURRAY et al., 2012; PONIKOWSKI et al., 2016; YANCY et al., 2013).

2.6 EXERCÍCIO FÍSICO NA IC

A redução na qualidade de vida dos pacientes com IC está estreitamente relacionada com a intolerância ao exercício, e à fadiga precoce. Esses fatores são determinantes para que o indivíduo consiga realizar suas tarefas cotidianas com independência (PAPATHANASIOU ET AL., 2008). Apesar de na década de 50 já existirem evidências de que o exercício físico (EF) poderia ser um fator protetor para doenças cardiovasculares (MORRIS, CRAWFORD, 1958), até o início da década de 90 não era recomendado que o indivíduo com IC realizasse exercícios físicos, pois se acreditava que àqueles com fração de ejeção reduzida teriam risco aumentado de morbimortalidade relacionado ao EF (SMITH,

BRAUNWALD, KELLY, 1992). O principal marco para essa mudança de paradigma foi o estudo de Sullivan e seus colaboradores (1988), o qual comprovou que o treinamento aeróbico crônico não gerou prejuízos na FEVE, e além disso, resultou em importantes melhoras nos parâmetros relacionados à CF.

Nesse âmbito, o EF surgiu, então, como uma terapia eficaz para a melhora da CF e reinserção à vida social dos pacientes com IC (MORRIS, CHEN, 2019). Diversos estudos randomizados tem sido conduzidos em pacientes com IC (SAGAR et al., 2015) confirmando que o EF quando realizado em pacientes estáveis e com supervisão profissional é uma ferramenta segura e capaz de reduzir, tanto internações hospitalares, quanto o risco de mortalidade (CONNOR et al., 2010).

A segurança do exercício tem sido consistentemente demonstrada em pacientes com numerosos tipos de IC clínica (MORRIS, CHEN, 2019). Um grande estudo (HF –ACTION) investigando os resultados do EF em pacientes com IC e FEVE reduzida, investigou a eficácia e segurança do exercício para esses pacientes. Este foi um estudo multicêntrico, randomizado e controlado que incluiu 2.331 pacientes estáveis com IC e FEVE $\leq 35\%$ e sintomas de Classe II-VI da New York Heart Association (NYHA), além da terapia médica normal por 6 semanas. O treinamento físico demonstrou ser bem tolerado e seguro para esses pacientes (O’CONNOR et al., 2009). Uma metanálise de 33 estudos (incluindo o HF-ACTION), envolvendo 4.740 pacientes com IC e FEVE $<40\%$ e classe II ou III da NYHA, não demonstrou efeitos adversos significativos do exercício nos pacientes (TAYLOR et al., 2017).

Mecanismos que podem levar à diminuição da capacidade de exercício nessa população inclui disfunção cardíaca, anormalidades no fluxo periférico, disfunção endotelial, disfunção muscular esquelética, déficits ventilatórios e anormalidades da função do sistema nervoso autônomo (MCKELVIE, ROBERT, 2008). O aumento da capacidade submáxima ao exercício, associado a modificações na função metabólica, tônus vascular, produção de citocinas e modulação neuro-hormonal, sugere um importante e positivo papel do exercício físico (PAPATHANASIOU et al., 2008; FIUZA-LUCES et al., 2013). Atenuação da atividade simpática, melhora do tônus parassimpático e a consequente melhora na variabilidade da frequência cardíaca durante o exercício foram

verificadas em ensaios randomizados e, recentemente, compilados em revisões sistemáticas (HSU et al. 2015; YAYLALI et al. 2015). A atenuação da hiperativação da angiotensina II, aldosterona e norepinefrina também são fatores associados ao treinamento físico que é capaz de atuar na regulação da disfunção autonômica (ZUCKER et al., 2015).

Apesar de o treinamento físico ser capaz de melhorar a FEVE, com o avanço das pesquisas nessa área, verificou-se que, a intolerância ao exercício observada na IC, pouco se correlaciona com fatores hemodinâmicos. Assim, possivelmente, os prejuízos periféricos da musculatura esquelética tem uma importante participação nas queixas de fadiga precoce (BACURAU et al., 2016; KINUGAWA et al., 2015). Uma série de alterações pode levar à miopatia esquelética, a qual está associada a disfunções metabólicas, tais como mudança do tipo de fibra (GARNIER et al. 2003), menor expressão da PGC-1 α e, conseqüentemente, diminuição na densidade de mitocôndrias. (SOUZA et al., 2014). A resposta da musculatura esquelética ao exercício aeróbico é maior do que terapias farmacológicas isoladas, sendo, portanto, essa estratégia, capaz de reverter a maioria dos distúrbios relacionados à miopatia e contornar a deficiência na produção e utilização de energia, resultando principalmente num aumento no VO₂ de pico (PIEPOLI, 2013).

2.7 EXERCÍCIO AERÓBICO NA IC

Os efeitos benéficos dos programas de treinamento aeróbico (TA) para pacientes com IC foram demonstrados ao longo das últimas décadas (COATS, COATS, 1990; KAPHINGST, PERSKY, LACHANCE, 2010; SAGAR et al., 2015). Entretanto, apesar destas favoráveis informações, ainda se faz necessário avançar no entendimento em relação aos demais benefícios do EF, bem como identificar a intensidade, a frequência e a duração ótimas para maximizar os resultados clínicos (O'CONNOR et al., 2009; RODITIS et al., 2007). Embora seja geralmente concebido que todas as características do TA influenciam nos resultados dos pacientes, ainda não está claro até que ponto elas determinam o efeito separadamente.

2.7.1 Diferentes métodos de treinamento aeróbico e suas particularidades na IC

Apesar dos efeitos positivos bem conhecidos em pacientes com IC, as evidências quanto à supremacia de um método de exercício aeróbico sobre outro não nos permitem a chegar a uma conclusão clara, sendo alvo de discussões (VANHEES et al., 2012a). Os dois métodos mais reconhecidos atualmente são: o contínuo de intensidade moderada (TAC), e o intervalado de alta intensidade (TAI).

O TAC é caracterizado pela manutenção de uma intensidade moderada, por um período estipulado (60% a 80% $VO_{2\text{pico}}$ ou frequência cardíaca reserva) (ERTEK, CÍCERO, 2012; LA ROVERE et al., 2002). O uso de protocolos com velocidade contínua e com intensidade e duração bem definidas são amplamente utilizados em protocolos de RC (ELAHI et al., 2010).

O TAI é baseado no fenômeno de aumento da frequência cardíaca (FC) e débito sistólico durante as pausas após um trabalho relativamente intensivo (80% a 95% $VO_{2\text{pico}}$ ou Frequência cardíaca reserva) (FLETCHER et al., 2001; MEYER et al., 2012). Os pacientes com IC, todavia, em comparação a indivíduos saudáveis, precisam de um maior percentual do seu VO_2 de pico para exercer suas funções cotidianas, visto que, possuem um condicionamento físico prejudicado. Nesse contexto, atualmente tem se discutido o uso de intensidades acima do primeiro limiar ventilatório (LV1). Utilizando-se de intensidades entre 65-90% do $VO_{2\text{pico}}$, no limite entre alta intensidade e intensidade severa, no treinamento de indivíduos com IC sem que haja o risco de situações adversas (VANHEES, et al. 2012b; MEZZANI et al. 2009). Dessa maneira, embora existam recomendações formais para o TAC, um forte interesse clínico emergiu no TAI para pacientes com IC (PIEPOLI et al., 2011; PONIKOWSKI et al., 2016).

Diversos estudos têm surgido a fim de determinar se o TAI é superior ao TAC, tanto em populações saudáveis, quanto em populações especiais. Alguns estudos tem demonstrado resultados promissores, tais como reversão do remodelamento cardíaco, melhora da função endotelial e melhor capacidade aeróbica, com aumento do $VO_{2\text{pico}}$ (ROGNMO et al., 2004; WISLOFF et al., 2007). Entretanto outros delineamentos não verificaram diferenças entre os dois protocolos de treinamento, porém com efeitos positivos de ambos em relação ao grupo controle ou ao *baseline* (BENDA et al., 2015; SMART, STEELE, 2012).

Vale ressaltar que o grande número de possibilidades e protocolos podem estar envolvidos com a heterogeneidade observada nos ensaios clínicos.

Em relação aos benefícios cardiovasculares, estudos meta-analíticos têm demonstrado que o TAI é mais efetivo em gerar aumento no VO_2 pico, tanto em pacientes com doenças cardiovasculares, quanto em indivíduos saudáveis, porém falha em se mostrar superior no aumento da FEVE na população com IC (HAYKOWSKY et al., 2013; MILANOVIC, SPORIS, WESTON, 2015). Na meta-análise de Gomes Neto e seus colaboradores (2018) analisando globalmente os estudos incluídos, o resultado foi favorável ao TAI. Segundo os autores, em resumo, o TAI é mais eficiente do que o TAC para aumentar o VO_2 pico em pacientes com IC e FEVE reduzida, em protocolos de treinamento de curta duração realizados em programas de RC. Entretanto, essa superioridade desapareceu na análise de subgrupos, realizada com protocolos isocalóricos, e no equivalente ventilatório de gás carbônico (VE/VCO₂) e do VE/VCO₂ slope dos pacientes. Sendo uma área de investigação ainda muito recente, mais estudos devem ser realizados.

2.8 FOTOTERAPIA OU TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO

“Terapia de fotobiomodulação” é o termo mais atual e abrangente para descrever a terapia até então conhecida como “fototerapia”, a qual envolve as intervenções com energia proveniente de fontes luminosas com objetivos terapêuticos (ANDERS; LANZAFAME; ARANY, 2015).

A fototerapia ou terapia por fotobiomodulação (TFBM) pode ser aplicada através da terapia laser de baixa intensidade (LLLT) ou terapia por diodos emissores de luz (LEDT) (HEISKANEN; HAMBLIN, 2018). O mecanismo de ação que explica os efeitos da fotobiomodulação baseia-se na ativação de fotorreceptores celulares primários, principalmente a proteína citocromo c oxidase (CCO), presente na membrana mitocondrial atuando como unidade IV na cadeia de transporte de elétrons (KARU, 1999; KARU et al., 2005). Os efeitos terapêuticos da fotobiomodulação podem ser, em algumas circunstâncias, inibitórios, mas os efeitos de estimulação são mais comumente encontrados (HEISKANEN; HAMBLIN, 2018). Comprimentos de onda específicos, variando do vermelho ao infravermelho próximo, promovem aumento do potencial da

membrana mitocondrial, do consumo de oxigênio e dos níveis de ATP. Evidências preliminares sugerem que alguns comprimentos de onda podem ser usados para inibir o transporte de elétrons, o que pode ser útil no tratamento de danos por isquemia-reperfusão (SANDERSON et al., 2018).

Os mecanismos de interação de fótons com receptores específicos nas mitocôndrias, desencadeiam mudanças na expressão gênica, na sinalização celular, no metabolismo celular e na secreção de citocinas (FERRARESI, HAMBLIN, PARIZOTTO, 2012). Consiste na aplicação de luz, com o objetivo de promover a reparação de tecidos, diminuir a inflamação e produzir analgesia. (HUNG et al., 2012). Ela aumenta a função mitocondrial, ATP, RNA, e a síntese de proteínas. Esta interação conduz a um aumento do consumo de oxigênio e o potencial de membrana, além da síntese aumentada de NADH e ATP. Desta forma, conseqüentemente, aumenta o metabolismo celular, possivelmente aumentando a cicatrização de processos inflamatórios. (CARROL, 2009; HU et al., 2007; SILVEIRA et al., 2009). Esta terapia demonstrou também resultados interessantes na recuperação de danos em tecidos musculares, tanto em modelos animais (ZHOU, 2009) quanto em humanos. (BARONI et al., 2010).

Vários pesquisadores utilizam intervenções com a TFBM, para acelerar as mudanças metabólicas e estruturais no músculo, afim de minimizar ou atrasar a fadiga muscular. (CHOW et al., 1897; DOURIS et al., 2009; ENWEMWKA, 2009; IHSAN, 2005; KARU, 1999). Estudos utilizaram esta modalidade terapêutica para aumentar a vasodilatação muscular, melhorar a circulação colateral, aumentar o nível de oxigênio no tecido e aumentar o ATP mitocondrial nos músculos periféricos em diferentes doenças. (IHSAN, 2005; PASSARELLA, 1989). Em particular, resistência à fadiga e a melhoria do metabolismo energético muscular tem sido o foco dessas pesquisas. (LOPES-MARTINS et al., 2006).

2.9 TERAPIA POR FOTOBIMODULAÇÃO E EXERCÍCIO FÍSICO

O primeiro estudo a demonstrar que a aplicação da TFBM em músculos isolados de ratos, previamente a um protocolo de repetidas contrações musculares estimuladas eletricamente, era capaz de amenizar o processo de fadiga e incrementar o desempenho do músculo ao longo do protocolo, foi

realizado por Lopes-Martins e seus colaboradores (2006). Estes achados foram sustentados por estudos posteriores em modelo animal, com diferentes protocolos (FERRARESI et al., 2015a, 2015b; LEAL JUNIOR et al., 2010a). Já em seres humanos, o primeiro estudo a utilizar a TFBM associada ao exercício físico, foi realizado por Leal Júnior e seus colaboradores (2008). Os autores submeteram 12 jogadores profissionais de voleibol, do sexo masculino, a uma aplicação de TFBM, antes da sessão de exercícios físicos, redução da fadiga muscular, associada ao aumento do número de contrações voluntárias máximas.

A partir disso, diversos estudos com resultados positivos foram realizados, utilizando diferentes modalidades de exercício, como por exemplo, exercícios excêntricos (BARONI et al., 2010; BARONI et al., 2015) e protocolos de corrida (DELLAGRANA et al., 2020; MARCHI et al., 2012; PESERICO, ZAGATTO, MACHADO, 2019). Outros ensaios utilizaram a TFBM associada a métodos de treinamento e/ou a população de estudo semelhantes. Bublitz e colaboradores (2016) observaram redução da fadiga muscular percebida, após teste de caminhada incremental, quando a TFBM foi aplicada antes do teste. Quando aplicada antes de teste de resistência isométrica, a TFBM demonstrou resultados positivos (MIRANDA et al., 2014a), bem como, na redução da sensação de dispneia e fadiga dos membros inferiores (MIRANDA et al., 2015) em pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica. No cenário das doenças cardiovasculares, a TFBM não demonstra eficácia para melhorar a CF de forma aguda em indivíduos submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio (STEIN et al., 2018). Em mulheres idosas a aplicação da TFBM antes de protocolos de fadiga de extensão de joelhos com pesos livres gerou aumento no número de repetições (TOMA et al., 2013).

Estudos realizados mostraram um aumento nos níveis de desempenho após a aplicação da TFBM, em Teste Cardiopulmonar de Exercício (AGNES et al., 2014; MARCHI et al., 2012). Contudo, diferentes dispositivos de fotobiomodulação resultam em efeitos diferentes, mesmo com o uso de protocolos de exercícios semelhantes para induzir a fadiga (AGNES et al., 2014; ANTONIALLI, MARCHI, TOMAZONI, 2014; MANFREDINI et al., 2010; MARCHI et al., 2012), o que dificulta a determinação de qual dispositivo deve ser utilizado.

Evidências sugerem que a aplicação da TFBM em indivíduos saudáveis promove mudanças na cinética de VO_2 (DELLAGRANA ET AL., 2020; MIRANDA

et al., 2018). Ademais, não existe diferença na aplicação antes ou após cada sessão de exercício, com efeito positivo em 12 semanas para o tempo até a exaustão e VO_{2pico} (MIRANDA et al., 2018). Ainda, uma metanálise demonstrou efeito favorável da TFBM sobre o desempenho muscular e fadiga, no entanto, com estudos de baixa qualidade metodológica (VANIN et al., 2018).

2.10 VARIÁVEIS DO TESTE CARDIOPULMONAR DE EXERCÍCIO

Como a capacidade de exercício em pacientes com IC está fortemente ligada à sobrevida (ARENA et al., 2010; GUAZZI et al., 2005), os parâmetros de exercício são marcadores valiosos para classificar a gravidade da síndrome e para apoiar decisões de tratamento (por exemplo, transplante cardíaco, suporte circulatório mecânico ou prescrição do exercício) (POLAND et al., 2016). Diante disso, o TCPE tornou-se um técnica bem estabelecida para estratificar o risco cardiovascular e objetivar sintomas a avaliação da IC, mas também para a avaliação da base fisiopatológica da intolerância ao exercício e prescrição de treinamento físico. (INGLE, 2008; MEZZANI et al., 2009; PIEPOLI, SPOLETINI, ROSANO, 2019). Além disso, ele fornece dados de tolerância ao esforço, como tempo até a exaustão, velocidade e inclinação (BUSIN et al., 2021; MANCINI et al., 1991).

O parâmetro mais utilizado para avaliar a capacidade de exercício aeróbico é o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$). Durante o teste de esforço máximo, o $VO_{2m\acute{a}x}$ é a mais alta captação de O_2 obtível, que é evidenciada pelo nivelamento da utilização de O_2 , apesar de aumentos da taxa de excesso de trabalho. No entanto, o $VO_{2m\acute{a}x}$ nem sempre é confirmado pela obtenção de um VO_2 platô, especialmente em pacientes com IC (KETEYIAN et al., 2009), devido a existência de uma falha para alcançar um verdadeiro esforço máximo, ligada à motivação do paciente, falta de coordenação motora, incompetência dos sistemas participantes, a duração e magnitude dos passos do protocolo de exercícios incrementais, ou (falta de) incentivo do observador, comprometendo assim, a interpretação do pico de $\dot{V}O_2$. (ANDREACCI et al., 2010). Portanto, a capacidade de exercício, quantificada pela maior absorção de O_2 nesses pacientes é geralmente expresso como pico de consumo de oxigênio (VO_{2pico}).

(BELARDINELLI, GIORGIOU, CIANCI, 1999; MEZZANI et al., 2009; SMART, MARWICK, 2004; TAYLOR, 2019).

Se os critérios não forem cumpridos, ou quando testes adicionais forem realizados e mal tolerados, ou considerados ineficientes em termos de tempo, a aplicabilidade prática dessas estratégias é limitada. Dessa forma, o interesse em variáveis objetivas de exercício para a avaliação da capacidade de exercício e o prognóstico em pacientes com IC independentes do esforço do paciente está aumentando, possibilitando informações através dessas variáveis, que vão muito além do consumo de oxigênio do pico de exercício ($VO_{2\text{pico}}$) (BOZKURT, 2021).

Além do $VO_{2\text{pico}}$ outras variáveis do TEC possuem semelhante ou até mesmo maior valor na abordagem do prognóstico da ICC. (SERRA, ALOYSIO, 2012). O equivalente ventilatório de gás carbônico, que expressa o quanto é ventilado para eliminar uma dada quantidade de gás carbônico produzido (VE/VCO_2), é uma das variáveis valorizadas na avaliação da eficiência ventilatória no TEC e, conseqüentemente, do prognóstico da doença básica, particularmente nas doenças pulmonares e na IC (SERRA, ALOYSIO, 2012). Habitualmente, utiliza-se também a regressão linear desta relação, inferida através de um valor que representa a ascensão, inclinação ou rampa, ou, em inglês, *slope*. Quanto maior for a ventilação para uma mesma produção de gás carbônico maior será o valor da inclinação ou do *slope* que o representa e, por consequência, menor será a eficiência ventilatória, sendo este, possivelmente, o mais valioso marcador prognóstico na IC. (ARENA et al., 2007; SERRA, ALOYSIO, 2012). Vários mecanismos fisiopatológicos estão associados ao aumento do equivalente ventilatório de gás carbônico (VE/VCO_2) e do VE/VCO_2 slope na ICC, como expressão maior de gravidade e ineficiência ventilatória. Ressalta-se ainda, as descrições dos valores adicionais da potência ventilatória na estratificação do prognóstico do paciente com ICC. Ela é obtida através da razão entre a pressão arterial sistólica no pico do exercício e o VE/VCO_2 slope (SERRA; ALOYSIO; PR, 2012).

Ressalta-se ainda, as descrições dos valores adicionais da inclinação da eficiência de captação de O_2 (OUES), como sendo um importante indicador de eficiência aeróbica (ARENA, et al., 2007; WANG, 2018). O OUES é representado pela taxa de aumento do VO_2 em resposta a VE, e calculada pela medida da

relação entre o VO_2 e o logaritmo da VE. O valor predito para essa variável é obtido, por meio de uma equação descrita (HOLLENBERG, TAGER, 2000).

2.11 VARIÁVEIS DE CAPACIDADES FÍSICO-FUNCIONAIS

Vários sintomas funcionais são comuns nos pacientes com IC, como redução da capacidade aeróbica, diminuição da força muscular e baixa tolerância ao exercício físico, que são acompanhados por sintomas de fadiga e dispneia (KAMINSKY, TUTTLE, 2015; KINUGAWA et al., 2015). Além disso, pacientes com IC apresentam capacidades físico-funcionais prejudicadas e demonstram um declínio na capacidade de realizar suas atividades de vida diária, sofrendo com uma qualidade de vida baixa (KAMINSKY, TUTTLE, 2015; GUTEKUNST, 2016; KINUGAWA et al., 2015). Bona e seus colaboradores (2017), já relataram em seu estudo, que pacientes com IC crônica apresentam velocidade de marcha mais lenta do que indivíduos saudáveis da mesma idade. Da mesma forma, a massa muscular e a força dos membros inferiores também foi relacionada à sobrevivência a longo prazo em pacientes com IC (GUTEKUNST, 2016; HULSMANN et al., 2004). Estudos demonstram uma prevalência de fragilidade de 70% a 90% (VIDAN et al., 2016; KITZMAN, 2021) em pacientes com IC, aumentando o risco de mortalidade, hospitalizações e redução da qualidade de vida (VIDAN et al., 2016). Tais estudos vêm buscando concentrar-se na avaliação da prevalência e reversibilidade da fragilidade em pacientes com IC (JHA et al., 2016; CHUNG et al., 2014).

O teste Timed Up and Go (TUG) pode ser utilizado para avaliar fragilidade física ou funcional em pacientes com IC (DÍES-VILLANUEVA et al., 2019; YANG et al., 2018). A utilidade da velocidade de marcha também demonstrou associação com a perda de independência funcional, doenças cardiovasculares, hospitalização e mortalidade em idosos (STUDENSKI et al., 2011; NEWMAN et al., 2001). Bagnall e seus colaboradores (2013), revelaram que pacientes fragilizados tinham um risco de mortalidade 2 a 4 vezes maior em comparação com pessoas não frágeis, em pacientes após cirurgia de revascularização do miocárdio ou cirurgia aórtica. Desta forma, a utilização da velocidade da marcha, por meio do TUG, parece ser útil para estratificar e determinar o prognóstico de pacientes com IC, com base em seu desempenho físico funcional, e servindo

como uma avaliação de base para o progresso em PRC. (DÍES-VILLANUEVA et al., 2019; HWANG et al., 2016; NEWMAN et al., 2001; SINGH, STEWART, WHITE, 2014; YANG et al., 2018).

A força de preensão manual (FPM), medida com o dinamômetro portátil também fornece um marcador de fragilidade, e está incluído na maioria das diretrizes de pontuação de fragilidade (FRIED et al., 2001; SEARLE et al., 2008). Além disso, tem sido associada à cognição, estado funcional, depressão e mortalidade por todas as causas em indivíduos saudáveis e em populações com doenças específicas, como doença renal crônica e cardíacos (CHANG et al., 2011; LEONG et al., 2015). Em pacientes com IC, a FPM é um marcador de evolução de risco (DAI et al., 2023). Estudos anteriores observaram um risco aumentado de mortalidade entre pacientes com IC e FPM mais baixa no início dos ensaios (IZAWA et al., 2009; JOYCE et al., 2018). O estudo realizado por Kim e seus colaboradores (2020), relatou que a FPM está associada com a capacidade de exercício em doenças coronarianas, e pode ser utilizado para prever o nível de capacidade de exercício nesta população. Em pacientes com DAC a FPM diminui com a idade e é menor em mulheres, pacientes com diabetes e pacientes com VO_2 pico diminuído (MROSZCZYK-MCDONALD, SAVAGE, ADES, 2007).

O movimento de sentar e levantar é considerado pré-requisito fundamental para a mobilidade e a independência funcional, uma vez que esse movimento faz parte de diversas Atividades da Vida Diária (AVDs). O teste de sentar e levantar em 30 segundos (TSL-30) é um teste clínico de capacidade funcional rápido, fácil de usar e de baixo custo, que foi validado em populações vulneráveis, como adultos mais velhos (JONES, RIKLI, VIGA, 2013) ou pacientes oncológicos (BOWMAN et al., 2022). O TSL-30 é uma avaliação baseada no tempo em que os participantes são solicitados a ficar de pé e sentar em uma cadeira tantas vezes quanto possível por 30 segundos com os braços cruzados sobre o peito (JONES, RIKLI, VIGA, 2013). Em geral, o TSL-30 é melhor tolerado do que o TSL de 1 minuto (ZANINI et al., 2015) e o desempenho requer maior resistência cardiorrespiratória do que o STS de 5 repetições (SIM et al., 2021).

Frequentemente utilizado para avaliar a força dos membros inferiores, o TSL-30 é capaz de avaliar a potência e até mesmo o desempenho físico

funcional (BOHANNON, 2011; YEE et al., 2021). Em pacientes com ICFEP, o TSL em 30 segundos foi semelhante ao TSL de 5 repetições na previsão de mau prognóstico e intolerância ao exercício (ZHANG et al., 2018). Em pacientes em hemodiálise, o TSL em 30 segundos foi considerado confiável, associado à capacidade de exercício e aos domínios físicos da qualidade de vida relacionada à saúde (FIGUEIREDO et al., 2021). Em pacientes com COVID longa, o TSL-30 provou ser um teste viável para implementação no ambiente de telessaúde e mostrou relação com fadiga, dispneia, qualidade de vida e dor/desconforto (NÚÑEZ-CORTÉS et al., 2022).

2.12 VARIÁVEIS DE COMPOSIÇÃO CORPORAL

A obesidade é definida pelo excesso de gordura corporal e tem uma relação há muito estabelecida com doenças cardiovasculares e IC (ALEBNA et al., 2024). Estudos de coorte de base populacional identificaram a obesidade como um importante fator de risco para o desenvolvimento de IC (KENCHIAH et al., 2002). Em contraste, em pacientes com IC aguda ou estável, um índice de massa corporal (IMC) mais elevado, está fortemente associado à diminuição da mortalidade (FONAROW et al., 2007; OREOPOULOS et al., 2008), sendo referida como epidemiologia reversa (GUDER et al., 2009) ou “paradoxo da obesidade” (KALANTAR-ZADEH et al., 2004; ROCHA et al., 2018). Desta forma, questiona-se a prática de extrapolação de metas de IMC, em geral para a população com IC. Alguns estudos têm demonstrado relação do excesso de gordura com hipertrofia e remodelamento excêntrico e concêntrico do ventrículo esquerdo (VE), e disfunção diastólica seguida da disfunção sistólica a longo prazo (NEELAND et al., 2013; REIAS et al., 2014), demonstrando a influência direta da composição corporal no sistema cardiovascular.

Nesse contexto, são propostos métodos de avaliação antropométrica e de composição corporal (LIN et al., 2026). A avaliação da espessura de dobras cutâneas (DC) é uma forma de identificar a adiposidade em pacientes com IC. A espessura da DC tricúspital já foi relacionada com o prognóstico da doença (ZUCHINALI et al., 2013), independente de morte cardiovascular ou transplante cardíaco.

Estudo realizado por Borne e seus colaboradores (2012), concluiu após investigar 26 653 indivíduos, com média de idade entre 45 e 73 anos, que o IMC, a circunferência de cintura (CC), a Relação Cintura Quadril (RCQ) ou o % (GC) aumentados aumentam o risco de hospitalização por IC. De acordo com os resultados, a exposição conjunta de IMC, RCQ ou CC elevados, aumentou ainda mais o risco de forma aditiva. A medição da espessura das DC permite estimar o conteúdo de gordura corporal (WOODROW, 2009), enquanto as circunferências dos membros refletem os músculos dos membros e, portanto, o estado nutricional proteico (ZUCHINALI et al., 2013). É importante ressaltar que a espessura da DC mede principalmente a gordura subcutânea e, portanto, é insensível a alterações ou anormalidades na gordura visceral. A densidade corporal e a gordura corporal podem ser estimadas com precisão a partir da soma das medidas de DC (DURNIN, WOMERSLEY, 1974).

Estudos anteriores compararam e validaram diferentes técnicas de composição corporal, como a *dual energy X-ray absorptiometry* (DEXA), para avaliar a massa gorda e demonstraram uma precisão adequada para estimar a massa gorda corporal, tanto para a espessura subescapular quanto para a espessura tricípital (GORAN et al., 1996). Um estudo que comparou a avaliação da composição corporal em 118 pacientes em hemodiálise, relatou que a medição por DC foi um dos parâmetros mais precisos para estimar o % GC total usando DEXA como teste de referência (BROSS et al., 2010).

Como a gordura visceral é mais metabolicamente ativa do que outros tecidos adiposos, diferentes autores têm proposto a utilização da RCQ ou CC, na avaliação de composição corporal de pacientes com IC (CANOY et al., 2008; WINTER et al., 2008). Alguns estudos mostraram que o IMC, a CC, e a RCQ tiveram predição semelhante para a incidência de IC (LOEHR et al., 2009). Outros descobriram que a distribuição de gordura corporal abdominal pode ser um fator de risco mais forte para IC, do que a obesidade geral (LEVITAN et al., 2009; NICKLAS et al., 2006).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Analisar e comparar os efeitos do treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade ou do treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada, combinados ou não com a aplicação de terapia de fotobiomodulação, em pacientes com Insuficiência Cardíaca classe funcional II e III (NYHA), participantes de um programa de Reabilitação Cardíaca, em relação às variáveis de capacidade funcional, eficiência ventilatória, tolerância ao exercício, composição corporal e aptidão físico-funcional.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Como objetivos específicos, pretendemos analisar e comparar os efeitos referentes às intervenções sobre o (a):

- Consumo submáximo de oxigênio ($VO_{2\text{ pico}}$);
- Eficiência ventilatória para a eliminação do CO_2 (VE/VCO_2);
- Inclinação da eficiência ventilatória para a eliminação do CO_2 (VE/VCO_2 slope);
- Inclinação da eficiência ventilatória do consumo de oxigênio (OUES);
- Velocidade atingida no Teste Cardiopulmonar de Exercício;
- Inclinação da esteira atingida no Teste Cardiopulmonar de Exercício;
- Tempo do Teste Cardiopulmonar de Exercício;
- Aptidão físico-funcional (Timed Up and Go e Sentar e levantar da cadeira em 30 segundos);
- Composição corporal (Relação Cintura Quadril, Circunferência da Cintura, % Gordura Corporal e Somatório de Dobras Cutâneas);

4 REFERÊNCIAS DA REVISÃO DE LITERATURA

AGNES, Mariana, Carlos Eduardo Pinfieldi, Luiz Nilsen Neto, Rebeca Palomo Lourenço, Paulo Henrique, and Silva Marques. 2014. "Acute Effects of Low-Level Laser Therapy on Physiologic and Electromyographic Responses to the Cardiopulmonary Exercise Testing in Healthy Untrained Adults." *Lasers Med Sci*. <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1595-3>.

ALBUQUERQUE, N. L. S. DE et al. Determinantes sociais em saúde e internações por insuficiência cardíaca no Brasil. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 54, 2020.

ALEBNA, Pamela L. et al. Update on obesity, the obesity paradox, and obesity management in heart failure. **Progress in cardiovascular diseases**, v. 82, p. 34-42, 2024.

ANDERS, J. J.; LANZAFAME, R. J.; ARANY, P. R. Low-Level Light/Laser Therapy Versus Photobiomodulation Therapy. **Photomedicine and Laser Surgery**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 183–184, 2015.

ANDREACCI, J. L. et al. The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. n. July 2011, p. 37–41, 2010.

ANTONIALLI, Fernanda Colella, Thiago De Marchi, and Shaiane Silva Tomazoni. 2014. "Phototherapy in Skeletal Muscle Performance and Recovery after Exercise: Effect of Combination of Super-Pulsed Laser and Light-Emitting Diodes." *Lasers Med Sci*. <https://doi.org/10.1007/s10103-014-1611-7>.

ANTÔNIO, N. Redução da inflamação sistêmica após terapêutica de ressincronização cardíaca: uma nova forma de resposta? **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 37, n. 2, p. 115–116, 2018.

ANTUNES-CORREA, L. M. et al. Cost-effectiveness of supervised exercise therapy in heart failure patients. **Heart Failure Clinics**, v. 11, n. 1, p. S100–S107, 2015.

ARENA, Ross, Jonathan Myers, Leon Hsu, Mary Ann Peberdy, Sherry Pinkstaff, Daniel Bensimhon, Paul Chase, Marco Vicenzi, and Marco Guazzi. 2007. "The Minute Ventilation/Carbon Dioxide Production Slope Is Prognostically Superior to the Oxygen Uptake Efficiency Slope." *Journal of Cardiac Failure* 13 (6): 462–69. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2007.03.004>.

ARENA et al., 2010. "The Prognostic Value of the Heart Rate Response during Exercise and Recovery in Patients with Heart Failure: Influence of Beta-Blockade." *International Journal of Cardiology* 138 (2): 166–73. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2008.08.010>.

ARRUDA, V. L. DE et al. Tendência da mortalidade por insuficiência cardíaca no Brasil: 1998 a 2019. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, v. 25, 2022.

AVED BUTLER, MD, MPH(1), GREGG C. FONAROW, MD(2), MICHAEL R. ZILE, MD(3), CAROLYN S. LAM, MD(4), LOTHAR ROESSIG, MD(5), ERIK B. SCHELBERT, MD, MS(6), SANJIV J. SHAH, MD(7), ALI AHMED, MD(8), ROBERT O. BONOW, MD(7), JOHN GF CLELAND, MD(9), ROBERT J. CODY, M. Developing Therapies for Heart Failure with Preserved Ejection Fraction: Current State and Future Directions. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 2, n. 2, p. 97–112, 2014.

BACURAU, A. V. et al. Aerobic exercise and pharmacological therapies for skeletal myopathy in heart failure: Similarities and differences. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, 2016.

BAGNALL NM, Faiz O, Darzi A, Athanasiou T. What is the utility of preoperative frailty assessment for risk stratification in cardiac surgery? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2013;17(2):398–402.

BARONI, BM, Leal Junior EC, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA (2010) Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *EurJApplPhysiol* 110(4):789–796.doi:10.1007/s00421-010-1562-z.

BARONI, Bruno Manfredini et al. Effect of low-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. *European journal of applied physiology*, v. 115, p. 639-647, 2015.

BELARDINELLI, Romualdo, Demetrios Georgiou, Giovanni Cianci, and Augusto Purcaro. 2012. “10-Year Exercise Training in Chronic Heart Failure: A Randomized Controlled Trial.” *Journal of the American College of Cardiology* 60 (16): 1521–28. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2012.06.036>.

BENDA, N. M. M. et al. Effects of High-Intensity Interval Training versus Continuous Training on Physical Fitness, Cardiovascular Function and Quality of Life in Heart Failure Patients. **PloS one**, v. 10, n. 10, p. e0141256, 30 out. 2015.

BENENSTEIN, R.; SARIC, M. Mitral valve prolapse. **Current Opinion in Cardiology**, p. 1, 2012.

BESNIER, F. et al. Exercise training-induced modification in autonomic nervous system: An update for cardiac patients. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 60, n. 1, p. 27–35, jan. 2017.

BIASIBETTI M, Rojas DB, Hentschke VS, Moura DJ, Karsten M, Wannmacher CM, Saffi J, Dal Lago P (2014). The influence of low-level laser therapy on parameters of oxidative stress and DNA damage on muscle and plasma in rats with heart failure. *LasersMed Sci*29(6):1895–1906.doi:10.1007/s10103-014-1597-1

BOHANNON, R.W. Five-repetition sit-to-stand test: Usefulness for older patients in a home-care setting. *Percept. Mot. Skills* **2011**,112, 803–806.

BONA RL, Bonezi A, da Silva PF, Biancardi CM, de Souza Castro FA, Clausel NO. Effect of walking speed in heart failure patients and heart transplant patients. *Clin Biomech.* 2017;42: 85–91. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.01.008>.

BORNÉ Y, Hedblad B, Essén B, Engström G. Anthropometric measures in relation to risk of heart failure hospitalization: a Swedish populationbased cohort study. *Eur J Public Health.* 2012;24(2):215-20. doi: 10.1093/eurpub/cks161.

BORGHI-SILVA, A. et al. Rehabilitation practice patterns for patients with heart failure: The South American perspective. **Heart Failure Clinics**, v. 11, n. 1, p. 73–82, 2015.

BOWMAN, A.; Denehy, L.; Benjemaa, A.; Crowe, J.; Bruns, E.; Salão, T.; Traill, A.; Edbrooke, L. Viabilidade e segurança do teste sentar-levantar de 30 segundos realizado via telessaúde: um estudo observacional. *PM&R* **2022** , 1–10

BOZKURT, Biykem et al. Cardiac rehabilitation for patients with heart failure: JACC expert panel. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 77, n. 11, p. 1454-1469, 2021.

BROSS R, Chandramohan G, Kovesdy CP, Oreopoulos A, Noori N, Golden S, et al. Comparing body composition assessment tests in long-term hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2010;55(5):885-96.

BUBLITZ, C. et al. Acute effects of low-level laser therapy irradiation on blood lactate and muscle fatigue perception in hospitalized patients with heart failure—a pilot study. **Lasers in Medical Science**, [s. l.], v. 31, n. 6, p. 1203–1209, 2016. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/s10103-016-1965-0>>.

BUSIN D, Lehnen AM, Tairova OS, Comparsi EP, Carneiro D, Potter M, Deresz LF, et al. ContinuousAerobic Training and High IntensityInterval Training IncreaseExerciseTolerance in Heart FailurePatients: A RetrospectiveStudy. *Int. J. Cardiovasc. Sci.* 2021;34(5):508-14.

CANOY D, Boekholdt SM, Wareham N, et al. Body fat distribution and risk of coronary heart disease in men and women in the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition in Norfolk cohort: a population-based prospective study. *Circulation* 2007;116:2933–43.

CAPALONGA, Lucas et al. Light-emitting diode therapy (LEDT) improves functional capacity in rats with heart failure. **Lasers in medical science**, v. 31, p. 937-944, 2016.

CARROL, James D. 2009. "Low Level Laser Therapy (LLLT) Is the Application of Light (Usually a Low Power Laser or LED in the Range of 1mW – 500mW) to a Pathology to Promote Tissue Regeneration, Reduce Inflammation and Relieve Pain. The Light Is Typically of Narrow Spectral Width." *Formerly Nonlinearity in Biology, Toxicology, and Medicine* 7: 358–83. <https://doi.org/10.2203/dose-response.09-027.Hamblin>.

CHANG Y-T, Wu H-L, Guo H-R, Cheng Y-Y, Tseng C-C, Wang M-C, et al. Handgrip strength is an independent predictor of renal outcomes in patients with chronic kidney diseases. *Nephrol Dial Transplant* 2011;26:3588–95.

CHOW, Roberta T, Mark I Johnson, Rodrigo A B Lopes-martins, Jan M Bjordal, São Paulo, and São Paulo. 1897. "Efficacy of Low-Level Laser Therapy in the Management of Neck Pain: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Placebo or Active-Treatment Controlled Trials." *The Lancet* 374 (9705): 1897–1908. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(09\)61522-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(09)61522-1).

CHUNG CJ, Wu C, Jones M, Kato TS, Dam TT, Givens RC, et al. Reduced handgrip strength as a marker of frailty predicts clinical outcomes in patients with heart failure undergoing ventricular assist device placement. *J Card Fail* 2014;20:310–5.

COATS, S, and S Coats. 1990. "Effects of Physical Training in Chronic Heart." *The Lancet* 335: 63–66.

CONNOR, C. M. O. et al. Efficacy and Safety of Exercise Training in Patients With Chronic Heart Failure: HF-ACTION Randomized Controlled Trial. **Jama**, v. 301, n. 14, p. 1439–1450, 2010.

CONRAADS VM, Beckers PJ. Exercise training in heart failure: practical guidance. *Heart*.2010;96:2025–31.

CORRÁ, Ugo, Pantaleo Giannuzzi, Stamatis Adamopoulos, Hans Bjornstad, Birna Bjarnason-Wehrens, Alain Cohen-Solal, Dorian Dugmore, et al. 2005. "Executive Summary of the Position Paper of the Working Group on Cardiac Rehabilitation and Exercise Physiology of the European Society of Cardiology (ESC): Core Components of Cardiac Rehabilitation in Chronic Heart Failure." *European Journal of Preventive Cardiology* 12 (4): 321–25. <https://doi.org/10.1097/01.hjr.0000173108.76109.88>.

CORNELIS J, Beckers P, Taeymans J, Vrints C, Vissers D. Comparing exercise training modalities in heart failure: a systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol.* 2016;221:867–876.

DAI, Kathy Z. et al. Hand grip strength predicts mortality and quality of life in heart failure: insights from the Singapore cohort of patients with advanced heart failure. **Journal of Cardiac Failure**, v. 29, n. 6, p. 911-918, 2023.

DAUSSIN FN, Zoll J, Dufour SP, Ponsot E, Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, Mettauier B, Piquard F, Geny B, Richard R. Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2008 Jul;295(1):R264-72. doi: 10.1152/ajpregu.00875.2007. Epub 2008 Apr 16. PMID: 18417645.

DELLAGRANA, Rodolfo André et al. Effect of photobiomodulation therapy in the 1500 m run: an analysis of performance and individual responsiveness. **Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery**, v. 38, n. 12, p. 734-742, 2020.

DEL BUONO MG, Arena R, Borlaug BA, et al. Exercise intolerance in patients with heart failure: JACC state-of-the-art review. *J Am Coll Cardiol* 2019;73:2209–25

DHARMARAJAN, K.; RICH, M. W. Epidemiology, Pathophysiology, and Prognosis of Heart Failure in Older Adults. **Heart Failure Clinics**, v. 13, n. 3, p. 417–426, jul. 2017.

DÍES-Villanueva P, Arizá-Solé A, Vidán MT, Bonanad C, Formiga F, Sanchis J, et al. Recomendaciones de la Sección de Cardiología Geriátrica de la Sociedad Española de Cardiología Para la valoración de la fragilidad en el anciano con cardiopatía. *Rev Esp Cardiol.* 2019;72(1):63–71.

DOMINELLI PB, Wiggins CC, Roy TK, Secomb TW, Curry TB, Joyner MJ. The oxygen cascade during exercise in health and disease. *Mayo Clin Proc.* 2021;96:1017–1032.

DOURIS, Peter C, D Ed, Chukuka S Enwemeka, and D Ph. 2009. “A Meta-Analysis of the Efficacy of Phototherapy in Tissue Repair.” *Photomedicine and Laser Surgery* 27 (5): 695–702.

DREXLER H., Riede U., Munzel T., König H., Funke E., Just H. Alterations of skeletal muscle in chronic heart failure. *Circulation.* 1992;85(5):1751–9.

DUBE, Preeti, and Karl T. Weber. 2011. “Congestive Heart Failure: Pathophysiologic Consequences of Neurohormonal Activation and the Potential for Recovery: Part I.” *American Journal of the Medical Sciences* 342 (5): 348–51.

<https://doi.org/10.1097/MAJ.0b013e318232750d>.

DURNIN JV, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness: measurements on 481 men and women aged from 16 to 72 years. *Br J Nutr.* 1974;32(1):77-97.

EDWARDS, Jamie et al. Exercise mode in heart failure: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine-Open**, v. 9, n. 1, p. 3, 2023.

ELAHI, M. et al. Current concepts underlying benefits of exercise training in congestive heart failure patients. **Current cardiology reviews**, v. 6, n. 2, p. 104–111, 2010.

ELLINGSEN, Ø. et al. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. **Circulation**, v. 135, n. 9, p. 839–849, 28 fev. 2017.

ENWEMWKA, Chukuka S, and D Ph. 2009. “Intricacies of Dose in Laser Phototherapy for Tissue Repair and Pain Relief.” *Photomedicine and Laser Surgery* 27 (3): 387–93.

ERTEK, S.; CICERO, A. Impact of physical activity on inflammation: effects on cardiovascular disease risk and other inflammatory conditions. *Arch Med Sci.*, v.8, n.5, p.794-804, 2012.

EZEKOWITZ, Justin A., Eileen O’Meara, Michael A. McDonald, Howard Abrams, Michael Chan, Anique Ducharme, Nadia Giannetti, et al. 2017. “2017 Comprehensive Update of the Canadian Cardiovascular Society Guidelines for the Management of Heart Failure.” *Canadian Journal of Cardiology* 33 (11): 1342–1433. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.08.022>.

FERRARESI C, de Brito OT, de Oliveira ZL, de Menezes Reiff RB, Baldissera V, de Andrade Perez SE, Matheucci Junior E, Parizotto NA (2011) Effects of low level laser therapy (808nm) on physical strength training in humans. *Lasers Med Sci* 26 (3):349–358.[doi:10.1007/s10103-010-0855-0](https://doi.org/10.1007/s10103-010-0855-0).

FERRARESI, C., Hamblin, M.R., and Parizotto, N.A. 2012. “Low-Level Laser (Light) Therapy (LLLT) on Muscle Tissue : Performance , Fatigue and Repair Benefited by the Power of Light.” *Photon Lasers Med* 1 (4): 267–86. <https://doi.org/10.1515/plm-2012-0032>.

FERRARESI, C. et al. Time response of increases in ATP and muscle resistance to fatigue after low-level laser (light) therapy (LLLT) in mice. **Lasers in Medical Science**, [s. l.], v. 30, n. 4, p. 1259–1267, 2015a.

FERRARESI, C. et al. Light-emitting diode therapy in exercise-trained mice increases muscle performance, cytochrome c oxidase activity, ATP and cell 23 proliferation. **Journal of Biophotonics**, [s. l.], v. 8, n. 9, p. 740–754, 2015b.

FERRARESI, Cleber; HUANG, Ying-Ying; HAMBLIN, Michael R. Photobiomodulation in human muscle tissue: an advantage in sports performance?. **Journal of biophotonics**, v. 9, n. 11-12, p. 1273-1299, 2016.

FIGUEIREDO, Pedro Henrique Scheidt et al. The reliability and validity of the 30-seconds sit-to-stand test and its capacity for assessment of the functional status of hemodialysis patients. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 27, p. 157-164, 2021.

FILIPPATOS, G.; PARISSIS, J. T. Heart failure diagnosis and prognosis in the elderly: The proof of the pudding is in the eating. **European Journal of Heart Failure**, v. 13, n. 5, p. 467–471, 2011.

FIUZA-LUCES, C. et al. Exercise is the Real Polypill. **Physiology**, v. 28, n. 5, p. 330–358, 2013.

FLETCHER, Gerald F. et al. Exercise standards for testing and training: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association. **Circulation**, v. 104, n. 14, p. 1694-1740, 2001.

FLORAS, J. S. Sympathetic Nervous System Activation in Human Heart Failure. Clinical Implications of an Updated Model. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 54, n. 5, p. 375–385, 2009.

FONAROW GC, Srikanthan P, Costanzo MR, Cintron GB, Lopatin M; ADHERE Scientific Advisory Committee and Investigators. An obesity paradox in acute heart failure: analysis of body mass index and in-hospital mortality for 108 927 patients in the Acute Decompensated Heart Failure National Registry. *Am Heart J*. 2007;153(1):74-81.

FU TC, Wang CH, Lin PS, et al. Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. Int J Cardiol 2013; 167:41–50.

FREYSSIN C, Verkindt C, Prieur F, Benaich P, Maunier S, Blanc P. Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of an 8-week, high-intensity interval training versus continuous training. Arch Phys Med Rehabil 2012;93:1359–64.

FRIED LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001;56:M146–56.TagedEnd

GALLOWAY, D. A. et al. HHS Public Access. v. 52, n. 4, p. 87–92, 2016.

GARNIER, A. et al. Depressed mitochondrial transcription factors and oxidative capacity in rat failing cardiac and skeletal muscles. **Journal of Physiology**, v. 551, n. 2, p. 491–501, 2003.

GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators. Global,

regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 354 diseases and injuries for 195 countries and territories, 1990–2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet* 2018;392:1789–1858.

GOMES Neto, Mansueto, André Rodrigues Durães, Lino Sergio Rocha Conceição, Micheli Bernardone Saquetto, Øyvind Ellingsen, and Vitor Oliveira Carvalho. 2018. “High Intensity Interval Training versus Moderate Intensity Continuous Training on Exercise Capacity and Quality of Life in Patients with Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *International Journal of Cardiology* 261: 134–41. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.02.076>.

GORAN MI, Driscoll P, Johnson R, Nagy TR, Hunter G. Cross-calibration of body-composition techniques against dual-energy X-ray absorptiometry in young children. *Am J Clin Nutr.* 1996;63(3):299-305.

GUAZZI, Marco, Giuseppe Reina, Gabriele Tumminello, and Maurizio D. Guazzi. 2005. “Exercise Ventilation Inefficiency and Cardiovascular Mortality in Heart Failure: The Critical Independent Prognostic Value of the Arterial CO₂ Partial Pressure.” *European Heart Journal* 26 (5): 472–80. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehi060.7>

GUDER G, Frantz S, Bauersachs J, et al. Reverse epidemiology in systolic and nonsystolic heart failure: cumulative prognostic benefit of classical cardiovascular risk factors. *Circ Heart Fail.* 2009;2(6):563-571.

GUTENKUNST DJ. Isokinetic torque timing parameters and ceramides as markers of muscle dysfunction in systolic heart failure. *J Card Fail.* 2016;22(5): 356–357. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2016.03.018>.

HAMBRECHT, R. et al. Physical training in patients with stable chronic heart failure: Effects on cardiorespiratory fitness and ultrastructural abnormalities of leg muscles. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 25, n. 6, p. 1239–1249, 1995.

HAYKOWSKY, M. J. et al. Meta-analysis of aerobic interval training on exercise capacity and systolic function in patients with heart failure and reduced ejection fractions. **American Journal of Cardiology**, v. 111, n. 10, p. 1466–1469, 2013.

HELGERUD, J. et al. Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_{2\max}$ more than moderate training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 4, p. 665–671, 2007.

HEIDENREICH, Paul A. et al. 2022 AHA/ACC/HFSA guideline for the management of heart failure: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 79, n. 17, p.

e263-e421, 2022.

HEISKANEN, V.; HAMBLIN, M. R. Photobiomodulation: Lasers: vs. light emitting diodes? **Photochemical and Photobiological Sciences**, 2018.

HENTSCHKE VS, Jaenisch RB, Schmeing LA, Cavinato PR, Xavier LL, Dal Lago P (2012) Low-level laser therapy improves the inflammatory profile of rats with heart failure. *LasersMedSci*.doi: 10.1007/s10103-012-1190-4

HENTSCHKE, V. S. et al. Maximal oxygen uptake and exercise tolerance are improved in rats with heart failure subjected to low-level laser therapy associated with resistance training. **Lasers in Medical Science**, v. 32, n. 1, 2017.

HU, Wan-ping, Jeh-jeng Wang, Chia-li Yu, Cheng-che E Lan, Gow-shing Chen, and Hsin-su Yu. 2007. "Helium – Neon Laser Irradiation Stimulates Cell Proliferation through Photostimulatory Effects in Mitochondria." *Journal of Investigative Dermatology* 127: 2048–2057. <https://doi.org/10.1038/sj.jid.5700826>.

HOLLENBERG M, Tager IB. Oxygen uptake efficiency slope: An index of exercise performance and cardiopulmonary reserve requiring only submaximal exercise. *J Am Coll Cardiol* [Internet]. 2000;36(1):194–201. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)00691-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(00)00691-4)

HULSMANN M, Quittan M, Berger R, Crevenna R, Springer C, Nuhr M, et al. Muscle strength as a predictor of long-term survival in severe congestive heart failure. *Eur J Heart Fail*. 2004;6(1):101–7.

HUNG, H O O N C, T Ianhong D Ai, S Ulbha K S Harma, Y I N G I N G H Uang, J Ames D C Arroll, and M I chael R H Amblin. 2012. "The Nuts and Bolts of Low-Level Laser (Light) Therapy." *Annals of Biomedical Engineering* 40 (2): 516–33. <https://doi.org/10.1007/s10439-011-0454-7>.

HUNT, Sharon Ann, William T. Abraham, Marshall H. Chin, Arthur M. Feldman, Gary S. Francis, Theodore G. Ganiats, Mariell Jessup, et al. 2009. "2009 Focused Update Incorporated into the ACC/AHA 2005 Guidelines for the Diagnosis and Management of Heart Failure in Adults: A Report of the Aamerican College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines: Develop." *Circulation* 119 (14). <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.109.192065>.

HSU, C.-Y. et al. Effects of Exercise Training on Autonomic Function in Chronic Heart Failure: Systematic Review. **BioMed Research International**, v. 2015, p. 1–8, 2015.

HWANG, Rita et al. Timed up and go test: a reliable and valid test in patients with chronic heart failure. **Journal of cardiac failure**, v. 22, n. 8, p. 646-650, 2016.

IHSAN, FR Mohammed. Low-level laser therapy accelerates collateral circulation and enhances microcirculation. **Photomedicine and Laser Therapy**, v. 23, n. 3, p. 289-294, 2005.

INGLE, L. Prognostic value and diagnostic potential of cardiopulmonary exercise testing in patients with chronic heart failure. **European Journal of Heart Failure**, v. 10, n. 2, p. 112–118, 2008.

INGLIS, Sally C., Robyn A. Clark, Riet Dierckx, David Prieto-Merino, and John G.F. Cleland. 2017. “Structured Telephone Support or Non-Invasive Telemonitoring for Patients with Heart Failure.” *Heart* 103 (4): 255–57. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2015-309191>.

IZAWA KP, Watanabe S, Osada N, Kasahara Y, Yokoyama H, Hiraki K, et al. Handgrip strength as a predictor of prognosis in Japanese patients with congestive heart failure. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 2009;16:21–7

JHA SR, Hannu MK, Chang S, Montgomery E, Harkess M, Wilhelm K, et al. The prevalence and prognostic significance of frailty in patients with advanced heart failure referred for heart transplantation. *Transplantation* 2016;100:429–36.

JOHNSON, F. L. Pathophysiology and Etiology of Heart Failure. **Cardiology Clinics**, v. 32, n. 1, p. 9–19, 2014.

JONES, CJ; Rikli, RE; Viga, WC Um teste de cadeira de 30 segundos como medida da parte inferior do corpo. *Res. P. Exercício. Esporte* 2013 , 70 , 37–41. [[Google Scholar](#)]

JOYCE E, Howell EH, Senapati A, Starling RC, Gorodeski EZ. Prospective assessment of combined handgrip strength and Mini-Cog identifies hospitalized heart failure patients at increased post-hospitalization risk. *ESC Heart Fail* 2018;5:948–52.

KALANTAR-ZADEH K, Block G, Horwich T, Fonarow GC. Reverse epidemiology of conventional cardiovascular risk factors in patients with chronic heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(8):1439-1444.

KAPHINGST, K. A.; PERSKY, S.; LACHANCE, C. NIH Public Access. v. 14, n. 4, p. 384–399, 2010.

KARU, T. Primary and secondary mechanisms of action of visible to near-IR radiation on cells. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 49, n. 1, p. 1–17, mar. 1999.

KARU, T. I. et al. Absorption measurements of a cell monolayer relevant to phototherapy: Reduction of cytochrome c oxidase under near IR radiation. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 81, n. 2, p. 98–106, nov. 2005.

KARU, T. I. Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. **IUBMB life**, [s. l.], v. 62, n. 8, p. 607–10, 2010.

KAMINSKY, LA, Tuttle MS. Functional assessment of heart failure patients. *Heart Fail Clin.* 2015;11(1):29–36. doi: <http://dx.doi.org/https://doi.org/10.1016/j.hfc.2014.08.002>.

KENCHIAH S, Evans J, Levy D, et al. Obesity and the risk of heart failure. *N Engl J Med.* 2002;347(5):305-313.

KETEYIAN, S. J. et al. Investigating Outcomes of exercise training). **NIH Public Access**, v. 102, n. 6, p. 712–717, 2009.

KETEYIAN SJ, Kerrigan DJ, Lewis B, Ehrman JK, Brawner CA (2018) Exercise training workloads in cardiac rehabilitation are associated with clinical outcomes in patients with heart failure. *Am Heart J* 204:76–82

KINUGAWA, S. et al. Skeletal Muscle Abnormalities in Heart Failure. **International Heart Journal**, v. 56, n. 5, p. 475–484, 2015.

KIM, Woohyeun et al. Handgrip strength as a predictor of exercise capacity in coronary heart disease. **Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention**, v. 40, n. 2, p. E10-E13, 2020.

KITZMAN DW, Whellan DJ, Duncan P, Pastva AM, Mentz RJ, Reeves GR, et al. Physical rehabilitation for older patients hospitalized for heart failure. *New Engl J Med* 2021;385:203–16

KRETZSCHMAR, D. Elevated plasma levels of interleukin-16 in patients with acute myocardial infarction. **INTERNATIONAL HEART JOURNAL**, v. 51, n. i, p. 75–81, 2010.

LA ROVERE, M.T.; BERSANO, C.; GNEMMI, M.; SPECCHIA, G.; SCHWARTZ, P.J. Exercise-induced increase in baroreflex sensitivity predicts improved prognosis after myocardial infarction. *Circulation*, v.106, n.8, p.945-9, 2002.

LA ROVERE, Maria Teresa; TRAVERSI, Egidio. Role and efficacy of cardiac rehabilitation in patients with heart failure. **Monaldi Archives for Chest Disease**, v. 89, n. 1, 2019.

LAVIE CJ, Osman AF, Milani RV, Mehra MR. Body composition and prognosis in chronic systolic heart failure: the obesity paradox. *Am J Cardiol.* 2003;91(7):891-4.

LEAL JUNIOR, Ernesto Cesar Pinto et al. Effect of 655-nm low-level laser therapy on exercise-induced skeletal muscle fatigue in humans. **Photomedicine and laser surgery**, v. 26, n. 5, p. 419-424, 2008.

LEAL JUNIOR, E. C. P. et al. Effect of low-level laser therapy (GaAs 904 nm) in skeletal muscle fatigue and biochemical markers of muscle damage in rats. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 108, n. 6, p. 1083–

1088, 2010.

LEHRKE, M.; MARX, N. Diabetes Mellitus and Heart Failure. **The American Journal of Cardiology**, v. 120, n. 1, p. S37–S47, jul. 2017.

LEONG DP, Teo KK, Rangarajan S, Lopez-Jaramillo P, Avezum A, Orlandini A Jr, et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. *Lancet* 2015;386:266–73.

LEVITAN EB, Yang AZ, Wolk A, et al. Adiposity and incidence of heart failure hospitalization and mortality: a population-based prospective study. *Circ Heart Fail* 2009;2:202–8.

LIN H, Zhang H, Lin Z, Li X, Kong X, Sun G. Review of nutritional screening and assessment tools and clinical outcomes in heart failure. *Heart Fail Rev*. 2016;21(5):549.

LIU L. Heart failure: Epidemiology and research methods. Elsevier; 2017

LLOYD-JONES, D. et al. Heart disease and stroke statistics--2009 update: a report from the American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. **Circulation**, v. 119, n. 3, 2009.

LOEHR LR, Rosamond WD, Poole C, et al. Association of multiple anthropometrics of overweight and obesity with incident heart failure: the Atherosclerosis Risk in Communities study. *Circ Heart Fail* 2009;2:18–24.

LOPES-MARTINS, B, Rodrigo Labat Marcos, Sardinha Leonardo, Carlos Prianti, Marcelo Nicolas Muscara, Flavio Aimbire, Vegard V Iversen, et al. 2006. "Effect of Low-Level Laser (Ga-Al-As 655 Nm) on Skeletal Muscle Fatigue Induced by Electrical Stimulation in Rats." *J Appl Physiol* 900: 283–88. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.01318.2005>.

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. 778–787, 1989.

MANCINI D, Eisen H, Kussmaul W, Mull R, Edmunds LH, Wilson JR. Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation* 1991;83:778–86.

MARCHI, Thiago De, Ernesto Cesar, Pinto Leal, Rodrigo Álvaro Brandão Lopes-martins, and Mirian Salvador. 2012. "Low-Level Laser Therapy (LLLT) in Human Progressive-Intensity Running : Effects on Exercise Performance , Skeletal Muscle Status , and Oxidative Stress." *Lasers Med Sci* 27: 231–36. <https://doi.org/10.1007/s10103-011-0955-5>.

MAY, C. N. et al. Cardiac sympathoexcitation in heart failure. **Autonomic Neuroscience**, v. 175, n. 1–2, p. 76–84, abr. 2013.

MCALISTER, Finlay A., Simon Stewart, Stefania Ferrua, and John J.J.V. McMurray. 2004. "Multidisciplinary Strategies for the Management of Heart Failure Patients at High Risk for Admission: A Systematic Review of Randomized Trials." *Journal of the American College of Cardiology* 44 (4): 810–19. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2004.05.055>.

MCKELVIE, Robert S. Exercise training in patients with heart failure: clinical outcomes, safety, and indications. **Heart Failure Reviews**, v. 13, p. 3-11, 2008.

MCMURRAY, John J.V., Stamatis Adamopoulos, Stefan D. Anker, Angelo Auricchio, Michael Böhm, Kenneth Dickstein, Volkmar Falk, et al. 2012. "ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure 2012." *European Journal of Heart Failure* 14 (8): 803–69. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfs105>.

MEYER, Philippe, Eve Normandin, Mathieu Gayda, Guillaume Billon, Thibaut Guiraud, Laurent Bosquet, Annick Fortier, Martin Juneau, Michel White, and Anil Nigam. 2012. "High-Intensity Interval Exercise in Chronic Heart Failure: Protocol Optimization." *Journal of Cardiac Failure* 18 (2): 126–33. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2011.10.010>.

MEZZANI, A. et al. Standards for the use of cardiopulmonary exercise testing for the functional evaluation of cardiac patients: a report from the Exercise Physiology Section of the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. **European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, v. 16, n. 3, p. 249–267, 2009.

MILANOVIĆ, Z.; SPORIŠ, G.; WESTON, M. **Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO₂max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials** *Sports Medicine*, 2015.

MIRANDA, Eduardo Foschini et al. Acute effects of light emitting diodes therapy (LEDT) in muscle function during isometric exercise in patients with chronic obstructive pulmonary disease: preliminary results of a randomized controlled trial. **Lasers in medical science**, v. 29, n. 1, p. 359-365, 2014.

MIRANDA, Eduardo Foschini et al. Phototherapy with combination of super-pulsed laser and light-emitting diodes is beneficial in improvement of muscular performance (strength and muscular endurance), dyspnea, and fatigue sensation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. **Lasers in medical science**, v. 30, p. 437-443, 2015.

MIRANDA, Eduardo Foschini et al. When is the best moment to apply photobiomodulation therapy (PBMT) when associated to a treadmill endurance-training program? A randomized, triple-blinded, placebo-controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 33, p. 719-727, 2018.

MORRIS, J. N.; CRAWFORD, M. D. Coronary Heart Disease And Physical Activity of Work. **British Medical Journal**, n. 5111, p. 1486–1495, 1958.

MORRIS JH, Chen L. Exercise training and heart failure: a review of the literature. *Card Fail Rev.* 2019;5:57.

MOZAFFARIAN, D. et al. **AHA Statistical Update Heart Disease and Stroke Statistics — 2016 Update A Report From the American Heart Association WRITING GROUP MEMBERS.** [s.l: s.n.].

MROSZCZYK-MCDONALD, Alex; SAVAGE, Patrick D.; ADES, Philip A. Handgrip strength in cardiac rehabilitation: normative values, interaction with physical function, and response to training. **Journal of cardiopulmonary rehabilitation and prevention**, v. 27, n. 5, p. 298-302, 2007.

NEELAND IJ, Gupta S, Ayers CR, Turer AT, Rame JE, Das SR, et al. Relation of regional fat distribution to left ventricular structure and function. *Circ Cardiovasc Imaging.* 2013;6(5):800-7. doi: 10.1161/ CIRCIMAGING.113.000532.

NEWMAN AB, Gottdiener JS, McBurnie MA, et al. Associations of subclinical cardiovascular disease with frailty. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2001;56: M158–66.

NIEMEIJER, V. M. **Skeletal muscle characteristics and exercise intolerance in chronic heart failure**, 2018.

NICKLAS BJ, Cesari M, Penninx BW, et al. Abdominal obesity is an independent risk factor for chronic heart failure in older people. *J Am Geriatr Soc* 2006;54:413–20.

NORMAND, Camilla, David M. Kaye, Thomas J. Povsic, and Kenneth Dickstein. 2019. “Beyond Pharmacological Treatment: An Insight into Therapies That Target Specific Aspects of Heart Failure Pathophysiology.” *The Lancet* 393 (10175): 1045–55. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32216-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32216-5).

NÚÑEZ-CORTÉS, Rodrigo et al. Feasibility of the 30 s Sit-to-stand test in the telehealth setting and its relationship to persistent symptoms in non-hospitalized patients with long COVID. **Diagnosics**, v. 13, n. 1, p. 24, 2022.

O'CONNOR CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; **301**(14): 1439-50.

OREOPOULOS A, Padwal R, Kalantar-Zadeh K, Fonarow G, McAlister F. Body mass index and mortality in heart failure: a meta-analysis. *Am Heart J.* 2008;156(1):13-22.

OYANGUREN, Juana, Pedro María Latorre García, Jesús Torcal Laguna, Iñaki Lekuona Goya, Susana Rubio Martín, Elena Maull Lafuente, and Gonzalo Grandes. 2016. “Effectiveness and Factors Determining the Success of

Management Programs for Patients With Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Revista Española de Cardiología (English Edition)* 69 (10): 900–914. <https://doi.org/10.1016/j.rec.2016.05.012>.

PAPATHANASIOU, George et al. Beneficial effects of physical training and methodology of exercise prescription in patients with heart failure. **Hellenic J Cardiol**, v. 49, n. 4, p. 267-77, 2008.

PASSARELLA, S. 1989. “(5) Laser Irradiation Generates New Mitochondrial Conformations as Revealed by Electron Microscopy Studies [61 . (6) The Rate of DNA , RNA and Protein Synthesis by Mitochondria Appears to Be Enhanced by Laser Irradiation as Judged by Measuring the In.” *J Photochem Photobiol* 3 (4): 642–43.

PESERICO, Cecília Segabinazi; ZAGATTO, Alessandro Moura; MACHADO, Fabiana Andrade. Effects of endurance running training associated with photobiomodulation on 5-km performance and muscle soreness: a randomized placebo-controlled trial. **Frontiers in physiology**, v. 10, p. 211, 2019.

PIEPOLI, MF, Dimopoulos K, Concu A, Crisafulli A. Cardiovascular and ventilatory control during exercise in chronic heart failure: role of muscle reflexes. *Int J Cardiol* 2008;130:3–10.

PIEPOLI, M. F. et al. Exercise intolerance in chronic heart failure: mechanisms and therapies. Part I. **European Journal of Cardiovascular Prevention & Rehabilitation**, v. 17, n. 6, p. 637–642, dez. 2010

PIEPOLI, M. F. et al. Exercise training in heart failure: From theory to practice. A consensus document of the Heart Failure Association and the European Association for Cardiovascular Prevention and Rehabilitation. **European Journal of Heart Failure**, v. 13, n. 4, p. 347–357, 2011.

PIEPOLI, M. F. Exercise training in chronic heart failure: Mechanisms and therapies. **Netherlands Heart Journal**, v. 21, n. 2, p. 85–90, 2013.

PIEPOLI, Massimo F.; SPOLETINI, Ilaria; ROSANO, Giuseppe. Monitoring functional capacity in heart failure. **European heart journal supplements**, v. 21, n. Supplement_M, p. M9-M12, 2019.

POFFO MR, Assis AV de, Fracasso M, Londero Filho OM, Alves SM de M, Bald AP, et al. Profile of patients hospitalized for heart failure in tertiary care hospital. *International Journal of Cardiovascular Sciences* [Internet]. 2017; Available from: <http://dx.doi.org/10.5935/2359-4802.20170044>

POLAND, P. P. CHAIRPERSON et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure The Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC) Developed with the special contribution of. **European Heart Journal**, p. 891–975, 2016.

PONIKOWSKI, P. et al. 2016 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. **European Heart Journal**, v. 37, n. 27, p. 2129–2200m, 2016.

REIS JP, Allen N, Gibbs BB, Gidding SS, Lee JM, Lewis CE, et al. Association of the degree of adiposity and duration of obesity with measures of cardiac structure and function: the CARDIA Study. *Obesity (Silver Spring)*. 2014;2(11):2434-40. doi: 10.1002/oby.20865.

ROCHA, Daniela de Oliveira et al. Accuracy and concordance of anthropometric indicators and body composition in heart failure. **International Journal of Cardiovascular Sciences**, v. 32, p. 143-151, 2018.

RODITIS, Petros, Stavros Dimopoulos, Dimitrios Sakellariou, Serafim Sarafoglou, Elissavet Kaldara, John Venetsanakos, John Vogiatzis, Maria Anastasiou-Nana, Charis Roussos, Serafim Nanas. 2007. "The Effects of Exercise Training on the Kinetics of Oxygen Uptake in Patients with Chronic Heart Failure." *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 14: 304–11.

ROGER, Véronique L. Epidemiology of heart failure: a contemporary perspective. **Circulation research**, v. 128, n. 10, p. 1421-1434, 2021.

ROGNMO, Ø. et al. High intensity aerobic interval exercise is superior to moderate intensity exercise for increasing aerobic capacity in patients with coronary artery disease. **European Journal of Cardiovascular Prevention and Rehabilitation**, v. 11, n. 3, p. 216–222, 2004.

SAGAR, V. A. et al. Exercise-based rehabilitation for heart failure: systematic review and meta-analysis. **Open Heart**, v. 2, n. 1, p. e000163, 2015.

SANDERSON, T. H. et al. Inhibitory modulation of cytochrome c oxidase activity with specific near-infrared light wavelengths attenuates brain ischemia/reperfusion injury. **Scientific Reports**, v. 8, n. 1, p. 3481, 22 dez. 2018

SAVARESE, Gianluigi et al. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. **Cardiovascular research**, v. 118, n. 17, p. 3272-3287, 2023.

SEARLE SD, Mitnitski A, Gahbauer EA, Gill TM, Rockwood K. A standard procedure for creating a frailty index. *BMC Geriatr* 2008;8:24

SERRAS, Salvador, *Cardiologia Aloysio*, and Hospital Pr. 2012. "ARTIGO O Valor Da Eficiência" 18 (3): 74–76.

SILVEIRA, Paulo C L, Luciano Acordi, Daiane B Fraga, Tiago P Freitas, Emilio L Streck, and Ricardo Pinho. 2009. "Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology Evaluation of Mitochondrial Respiratory Chain Activity in Muscle Healing by Low-Level Laser Therapy." *Journal of Photochemistry & Photobiology, B: Biology* 95 (2): 89–92. <https://doi.org/10.1016/j.jphotobiol.2009.01.004>.

SIM, XS; Ng, YS; Allen, JC; Latib, A.; Tay, EL; Abu Bakar, HM; Ho, CYJ; Koh, CMI; Kwek, HHT; Tay, L. Desempenho em testes de sentar e levantar em relação a medidas de aptidão funcional e diagnóstico de sarcopenia em idosos residentes na comunidade. *EUR. Rev. Envelhecimento Phys. Agir.* **2021** , 18 , 1

SINGH M, Stewart R, White H. Importance of frailty in patients with cardiovascular disease. *Eur Heart J.* 2014;35:1726–31

SHARMA, A. et al. Insuficiência cardíaca congestiva: visão atual e perspectivas futuras. **Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado de São Paulo**, v. 25, n. 2, p. 1–60, 2015.

SMART, N. A.; STEELE, M. A Comparison of 16Weeks of Continuous vs Intermittent Exercise Training in Chronic Heart Failure Patients. **Congestive Heart Failure**, v. 18, n. 4, p. 205–211, 2012.

SMART, Neil, and Thomas H. Marwick. 2004. "Exercise Training for Patients with Heart Failure: A Systematic Review of Factors That Improve Mortality and Morbidity." *American Journal of Medicine* 116 (10): 693–706. <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2003.11.033>.

SMITH TW, Braunwald E, Kelly RA. 1992. "The Management of Heart Failure." In *Heart Disease – a Textbook of Cardiovascular Medicine*, 464–519.

SOARES, Felipe Leal et al. Perfil epidemiológico das internações por Insuficiência Cardíaca no Brasil entre 2019 e 2023. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 6, n. 4, p. 887-896, 2024.

SOUZA, R. W. A. et al. Aerobic exercise training prevents heart failure-induced skeletal muscle atrophy by anti-catabolic, but not anabolic actions. **PLoS ONE**, v. 9, n. 10, 2014.

STEIN, Cinara et al. Acute effects of low-level laser therapy on patients' functional capacity in the postoperative period of coronary artery bypass graft surgery: a randomized, crossover, placebo-controlled trial. *Photomedicine and Laser Surgery*, v. 36, n. 3, p. 122-129, 2018.

STUDENSKI S, Perera S, Kushang P, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA.* 2011;305(1):50–8.

SULLIVAN, M. J.; HIGGINBOTHAM, M. B.; COBB, F. R. Exercise training in patients with severe left ventricular dysfunction. Hemodynamic and metabolic effects. **Circulation**, v. 78, p. 506–515, 1988a.

TAYLOR Rs, Sagar Va, Davies Ej, S Briscoe, Coats Ajs, H Dalal, F Lough, K Rees, Singh Sj, and Mordi Ir. 2017. "Exercise-Based Rehabilitation for Heart Failure (Review)." *Cochrane Database of Systematic Reviews*, no. 4. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD003331.pub4>. www.cochranelibrary.com.

TAYLOR, Rod S. et al. Impact of exercise rehabilitation on exercise capacity and quality-of-life in heart failure: individual participant meta-analysis. **Journal of the**

American College of Cardiology, v. 73, n. 12, p. 1430-1443, 2019.

TOMA, R. L. et al. Effect of 808 nm low-level laser therapy in exercise-induced skeletal muscle fatigue in elderly women. **Lasers in Medical Science**, [s. l.], v. 28, n. 5, p. 1375–1382, 2013.

TUCKER, Wesley J. et al. Impaired exercise tolerance in heart failure: role of skeletal muscle morphology and function. *Current heart failure reports*, v. 15, p. 323-331, 2018.

UL HAQ, M. A. et al. Clinical utility of exercise training in heart failure with reduced and preserved ejection fraction. **Clinical Medicine Insights: Cardiology**, v. 9, p. 1–9, 2015.

VAN RIET, E. E. S. et al. Epidemiology of heart failure: The prevalence of heart failure and ventricular dysfunction in older adults over time. A systematic review. **European Journal of Heart Failure**, v. 18, n. 3, p. 242–252, 2016.

VAN TOL BAF, Huijsmans RJ, Kroon DW, Schothorst M, Kwakkel G. Effects of exercise training on cardiac performance, exercise capacity and quality of life in patients with heart failure: a meta-analysis. *Eur J Heart Fail*. 2006;8:841–50.

VANIN AA, Verhagen E, Barboza SD, et al (2018) Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. *Lasers Med Sci* 33:181–214. <https://doi.org/10.1007/s10103-017-2368-6>.

VANHEES, L. et al. Importance of characteristics and modalities of physical activity and exercise in the management of cardiovascular health within the general population : Recommendations from the EACPR (Part I). 2012^a.

VANHEES, L, J De Sutter, N Geladas, Frank Doyle, E Prescott, V Cornelissen, E Kouidi, et al. 2012b. “Importance of Characteristics and Modalities of Physical Activity and Exercise in the Management of Cardiovascular Health within the General Population : Recommendations from the EACPR (Part I).”

VIDAN MT, Blaya-Novakova V, Sanchez E, Ortiz J, Serra- Rexach JA, Bueno H. Prevalence and prognostic impact of frailty and its components in non-dependent elderly patients with heart failure. *Eur J Heart Fail* 2016;18:869–75

WANG, Jong-shyan. 2018. “Effect of Exercise Training on Exercise Capacity and Quality of Life in Patients with Heart Failure.” *International Journal of Cardiology* 261: 144–45. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.03.065>.

WARE, S. M. Evaluation of genetic causes of cardiomyopathy in childhood. **Cardiology in the Young**, v. 25, n. S2, p. 43–50, 2015.

WINGHAM J (2019) The cost effectiveness of REACH-HF and home-based cardiac rehabilitation compared with the usual medical care for heart failure with reduced ejection fraction: a decision model-based analysis. *Euro J Prev Cardiol* 26:1252–1261.

WINTER Y, Rohrmann S, Linseisen J, et al. Contribution of obesity and abdominal fat mass to risk of stroke and transient ischemic attacks. *Stroke* 2008;39:3145–51.

WISLOFF, U. et al. Superioridade dos Efeitos Cardiovasculares Obtidos Através do Treinamento com Exercício Aeróbico Intenso Intervalado em Comparação ao Treinamento com Exercício Moderado com Característica Contínua em Pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica . Um Estud. p. 9–10, 2007.

WOODROW G. Body composition analysis techniques in the aged adult: indications and limitations. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*. 2009;12(1):8-14.

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. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 62, n. 16, p. e147–e239, 2013.

YANG X, Lupón J, Vidán MT, Ferguson C, Gastelurrutia P, Newton PJ, et al. Impact of frailty on mortality and hospitalisation in chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(23):e008251.

YARDLEY, M. et al. Long-term effects of high-intensity interval training in heart transplant recipients: A 5-year follow-up study of a randomized controlled trial. **Clinical transplantation**, v. 31, n. 1, p. e12868, jan. 2017.

YAYLALI, Y. T. et al. The effects of baseline heart rate recovery normality and exercise training protocol on heart rate recovery in patients with heart failure. **The Anatolian Journal of Cardiology**, v. 15, n. 9, p. 727–734, 2015.

YEE, X.S.; Ng, Y.S.; Allen, J.C.; Latib, A.; Tay, E.L.; Abu Bakar, H.M.; Ho, C.Y.J.; Koh, W.C.C.; Kwek, H.H.T.; Tay, L. Performance on sit-to-stand tests in relation to measures of functional fitness and sarcopenia diagnosis in community-dwelling older adults. *Eur. Rev. Aging Phys. Act*. **2021**, 18, 1–8.

ZANINI, A.; Aiello, M.; Cherubino, F.; Zampogna, E.; Azzola, A.; Chetta, A.; Spanevello, A. O teste de uma repetição máxima e o teste de sentar e levantar na avaliação de um programa específico de reabilitação pulmonar na força muscular periférica em pacientes com DPOC. *Internacional J. Obst. Crônica. Pulma. Dis*. **2015**, 10, 2423–2430.

ZHANG, Q.; Li, Y.X.; Li, X.L.; Yin, Y.; Li, R.L.; Qiao, X.; Li, W.; Ma, H.F.; Ma, W.H.; Han, Y.F.; et al. A comparative study of the five-repetition sit-to-stand test and the 30-second sit-to-stand test to assess exercise tolerance in COPD Patients. *Int. J. COPD* **2018**, 13, 2833–2839.

ZHOU, Yong-jian. 2009. "Effects of Low-Level Laser Irradiation on Rat Skeletal." *Photomedicine and Laser Surgery* 27 (6): 863–69.

ZILE, M. R.; BRUTSAERT, D. L. New concepts in diastolic dysfunction and diastolic heart failure: Part II. Causal mechanisms and treatment. **Circulation**, v. 105, n. 12, p. 1503–1508, 2002.

ZUCHINALI P, Souza GC, Donner Alves F, Sanches K, D 'Almeida M, Goldraich LA, et al. Triceps skinfold as a prognostic predictor in outpatient heart failure. *Arq Bras Cardiol.* 2013;101(5):434–41.

ZUCKER, I. H. et al. Modulation of angiotensin II signaling following exercise training in heart failure. **American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology**, v. 308, n. 8, p. H781–H791, 2015.

5 ARTIGO 1

Efeitos da terapia de fotobiomodulação associada ao treinamento aeróbico de moderada e alta intensidade sobre parâmetros do teste cardiopulmonar de exercício em indivíduos com insuficiência cardíaca

Diego Busin¹, Pedro Dal Lago¹ e Ramiro Barcos Nunes¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA – Porto Alegre (RS), Brasil

Resumo

Introdução: O treinamento aeróbico (TA), tanto de moderada (TAC) quanto de alta intensidade (TAI), é amplamente empregado na reabilitação cardiovascular, com efeitos bem estabelecidos. Embora a terapia de fotobiomodulação (TFBM) tenha demonstrado eficácia em melhorar o desempenho atlético, seus efeitos em indivíduos com insuficiência cardíaca (IC) são escassos. Diante disso, é crucial investigar se a TFBM possui efeito adicional ao TA em variáveis do teste cardiopulmonar de exercício (TCPE). **Objetivo:** Avaliar os efeitos do TAC e TAI associados à TFBM sobre parâmetros do TCPE em pacientes com IC. **Métodos:** Ensaio clínico não randomizado com cinco grupos: GTAC, GTAI, GTACL (TAC com TFBM), GTAIL (TAI com TFBM) e Controle (GC). Foram incluídos pacientes com IC (idade 45-80 anos, fração de ejeção <40%) pertencentes a um programa de reabilitação cardiovascular de uma universidade do Sul do Brasil. Variáveis do TCPE (VO_2pico , $\text{VE}/\text{VCO}_2\text{slope}$ e OUES) e tolerância ao esforço (tempo, velocidade e inclinação) foram analisadas. A análise estatística usou Equações de Estimativas Generalizadas, com $\alpha \leq 0,05$. **Resultados:** 49 pacientes foram incluídos (GTAC: 10; GTAI: 10; GTACL: 10; GTAIL: 9; GC: 10), com média de idade de $62,73 \pm 10,05$ anos e fração de ejeção média de $35,24 \pm 6,46$. Resultados positivos foram observados para desfechos relacionados à tolerância ao esforço (velocidade – $P = 0,05$; inclinação – $P < 0,01$). Na análise post-hoc, diferenças significativas foram encontradas na velocidade para GTAC ($P < 0,001$), GTAI ($P < 0,001$), GTACL ($P = 0,02$) e GTAIL ($P = 0,01$). Diferenças significativas na comparação pós-intervenção entre GTAI e GTACL para velocidade foram encontradas (diferença média: $1,04 \pm 0,27$ [95% IC: 0,26; 1,82 – $P = 0,02$]). Para inclinação, diferenças significativas foram observadas no GTAC ($P = 0,02$), GTAI ($P < 0,001$) e GTACL ($P = 0,009$). Na comparação pós-intervenção, houve diferença entre GTAI e GTACL (diferença média: $5,20 \pm 1,52$ [95% IC: 0,91; 9,48 – $P < 0,01$]). **Conclusões:** Os achados sugerem uma possível interferência da TFBM em parâmetros do TCPE, indicando maior eficácia do TAI em comparação com o GTACL e ausência de diferença para o GTAIL para inclinação. Esses resultados também corroboram uma maior eficácia do TAI sobre o TAC. Essas conclusões reforçam a necessidade de estudos adicionais e a importância clínica dessas intervenções na IC.

Palavras-chave: Treinamento aeróbico; Fotobiomodulação; Insuficiência cardíaca; Teste cardiopulmonar de exercício.

Abstract

Introduction: Aerobic training (AT), both, moderate (MCT) and high intensity (HIIT), is widely employed in cardiovascular rehabilitation with well-established effects. Although photobiomodulation therapy (PBMT) has demonstrated efficacy in improving athletic performance, nonetheless its effects on heart failure (HF) are unknown. Therefore, it is crucial to investigate whether PBMT has an additional effect to AT on cardiopulmonary exercise testing (CPET) variables.

Objective: To evaluate the effects of MCT and HIIT associated with PBMT on CPET parameters in patients with HF.

Methods: Non-randomized clinical trial with five groups: MCT, HIIT, MCT-PBMT (MCT with PBMT), HIIT-PBMT (HIIT with PBMT), and Control (CG). Patients with HF (age 45-80 years, ejection fraction <40%) enrolled in a cardiovascular rehabilitation program at a university in Southern Brazil were included. CPET variables (peak oxygen consumption, ventilator efficiency, oxygen uptake efficiency slope) and exercise tolerance (time, speed, incline) were analyzed. Statistical analysis used Generalized Estimating Equations, with $\alpha \leq 0.05$.

Results: 49 patients were included (MCT group: 10; HIIT group: 10; MCT-PBMT group: 10; HIIT-PBMT group: 9; CG: 10), with a mean age of 62.73 ± 10.05 years and mean ejection fraction of 35.24 ± 6.46 . Positive results were observed for outcomes related to exercise tolerance (speed – $P = 0.05$; incline – $P < 0.01$). In post-hoc analysis, significant differences were found in speed for MCT group ($P < 0.001$), HIIT group ($P < 0.001$), MCT-PBMT group ($P = 0.02$), and HIIT-PBMT group ($P = 0.01$). Significant differences in post-intervention comparison between HIIT and MCT-PBMT for speed were found (mean difference: 1.04 ± 0.27 [95% CI: 0.26; 1.82 – $P = 0.02$]). For incline, significant differences were observed in MCT group ($P = 0.02$), HIIT group ($P < 0.001$), and MCT-PBMT group ($P = 0.009$). In post-intervention comparison, there was a difference between HIIT and MCT-PBMT (mean difference: 5.20 ± 1.52 [95% CI: 0.91; 9.48 – $P < 0.01$]).

Conclusions: The findings suggest a potential interference of PBMT in CPET parameters, indicating greater efficacy of HIIT compared to MCT-PBMT, and no difference for HIIT-PBMT regarding incline. These results also support the greater efficacy of HIIT over MCT. These conclusions reinforce the need for additional studies and the clinical importance of these interventions in HF.

Keywords: Aerobic training; Photobiomodulation; Heart failure; Cardiopulmonary exercise testing.

Introdução

A insuficiência cardíaca é considerada uma pandemia global, estimando-se que 64,3 milhões de pessoas sofram desta condição em todo o mundo (Savarese, 2023). Pacientes com insuficiência cardíaca (IC) podem apresentar prejuízo na capacidade funcional (CF), medida pelo consumo de oxigênio de pico (VO_{2pico}) (Bozkurt et al., 2021). O teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) é considerado padrão ouro para essa avaliação (Guazzi et al., 2017; Konstantinides et al., 2020). Além disso, ele fornece dados de tolerância ao esforço, como tempo até a exaustão, velocidade e inclinação (Mancini et al., 1991). A limitação ao esforço pode ser devido a mecanismos periféricos, sendo a incapacidade de extrair O_2 do tecido muscular, uma das principais limitações observadas na IC (Bozkurt et al., 2021). Tal incapacidade ocorre devido ao prejuízo no metabolismo mitocondrial, o qual promove fadiga precoce (Drexler et al., 1992).

Uma maneira eficaz de aprimorar o metabolismo mitocondrial é através do treinamento aeróbico (TA), seja contínuo de intensidade moderada (TAC) (Daussin et al., 2008; Piepoli et al., 2008) ou intervalado de alta intensidade (TAI) (Fu et al., 2013; Freyssin et al., 2012; Wisloff et al., 2007). Além disso, intervenções terapêuticas direcionadas ao tecido muscular, como a terapia de fotobiomodulação (TFBM), podem ser exploradas como uma possível adição benéfica ao TAC/TAI. Uma extração mais eficaz de O_2 periférico pode resultar em uma possível melhora na CF. A TFBM pode promover um aumento na liberação de ATP, devido à maior eficiência na cinética de VO_2 .

Evidências sugerem que a aplicação da TFBM em indivíduos saudáveis promove mudanças na cinética de VO_2 (Miranda et al., 2018). Ademais, não existe diferença na aplicação antes ou após cada sessão de exercício, com efeito positivo em 12 semanas para o tempo até a exaustão e VO_{2pico} (Miranda et al., 2018). Ainda, uma metanálise demonstrou efeito favorável da TFBM sobre o desempenho muscular e fadiga, no entanto, com estudos de baixa qualidade metodológica (Vanin et al., 2018). No cenário das doenças cardiovasculares, a TFBM não demonstra eficácia para melhorar a CF de forma aguda em indivíduos submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio (Stein et al., 2018). No mesmo sentido, sua aplicação não melhora a CF em indivíduos com IC, entretanto, pode melhorar a percepção de esforço (Bublitz et al., 2016).

Aparentemente, o efeito crônico da TFBM na IC é investigado apenas associado ao treinamento de força em modelo animal, e não ao TA, demonstrando efeito positivo sobre o VO_2 e tolerância ao esforço (Hentschke et al., 2017). Diante disso, torna-se importante investigar os efeitos da TFBM associado ao TA em indivíduos com IC sobre parâmetros relacionados ao TCPE. Portanto, o objetivo primário do presente estudo foi investigar se a TFBM é eficaz quando associada ao TAC/TAI, e se possui efeito adicional quando comparada ao TAC/TAI isolados para aumentar o VO_{2pico} em indivíduos com IC. Além disso, o objetivo secundário foi avaliar seus efeitos sobre demais variáveis relacionadas ao TCPE, bem como tolerância ao esforço. Nossa hipótese é que a TFBM associada ao TAC/TAI apresentará maior eficácia nos desfechos analisados quando comparado ao TAC/TAI realizados isoladamente.

Métodos

Desenho do Estudo

Este estudo é um ensaio clínico não randomizado, onde os indivíduos foram selecionados por conveniência e incluídos aleatoriamente após assinarem o termo de consentimento. Os participantes foram divididos em cinco grupos: GTAC, GTAI, GTACL (contínuo de moderada intensidade com TFBM), GTAIL (intervalado de alta intensidade com TFBM) e Controle (GC).

A presente pesquisa foi conduzida na Unidade de Medicina do Esporte do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul (CECLIN – entre 2017 e 2018). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (6.273.174). As avaliações contaram com um único avaliador cegado para as intervenções. Conduzimos nossa pesquisa em conformidade com as definições éticas do *International Journal of Sports Medicine* (Harriss, Atkinson, 2015).

Participantes

Os pacientes foram recrutados através do ingresso no Programa de Reabilitação Cardíaca (PRC) do CECLIN. Todos indivíduos são encaminhados via Sistema Único de Saúde já com diagnóstico clínico de IC. Assim que o paciente era encaminhado ao PRC, ele recebia o convite para participação no estudo. Àqueles que não quisessem participar do PRC, ainda assim eram

convidados a compor o GC. A elegibilidade dos indivíduos foram: 1) apresentar FE < 40%; 2) idade superior a 18 anos; 3) classe funcional entre II e III pelo *New York Heart Association*; 4) clinicamente estável há 3 meses com tratamento otimizado; 5) sem internações nos últimos 6 meses; 6) sem a ocorrência de acidente vascular cerebral isquêmico ou hemorrágico, ou de qualquer outra doença neurológica que afete a marcha; 7) sem participação em programas de exercícios físicos sistematizados.

Programa de Intervenção

Todos os pacientes encaminhados ao PRC realizaram uma anamnese clínica. Na sequência eles também realizaram avaliações físicas. A distribuição dos pacientes para cada grupo se deu na proporção 1:1:1:1, ou seja, cada participante era alocado a um grupo diferente do anterior, menos para o GC. A intervenção ocorreu três vezes por semana com duração total de 10 semanas de seguimento.

Protocolos de Intervenção – TAC/TAI/TACL/TAIL

O TAC consistiu em sessões de exercício físico com intensidade moderada (entre 70-75% da frequência cardíaca de reserva – FCreserva), com duração de 47 minutos. O TAI contemplou sessões com alta intensidade, (90-95% FCreserva), no entanto, com um aquecimento prévio de 10 minutos entre 50-60% da FCreserva. Os intervalos principais foram quatro séries de quatro minutos na intensidade alvo. Cada série foi intercalada com uma pausa ativa de três minutos (caminhada leve). Na parte final, os indivíduos reduziam a intensidade com três minutos a 50% FCreserva. Os grupos TACL/TAIL realizaram os mesmos protocolos de intervenção que os respectivos grupos TAC/TAI, no entanto, associado a TFBM. O protocolo de treinamento foi baseado no estudo de Wisloff et al. (2007). Foi utilizado oxímetro de dedo (NoninOnix 9500, Reino Unido) para monitorar a FC durante o treinamento. As intensidades foram ajustadas continuamente para garantir que cada sessão fosse realizada da FC alvo.

Protocolo de TFBM

Foi utilizado um aparelho de laser GaAlAs (ISO:13485, modelo 2779, ChettanoogaGroup - Intellect® Mobile Laser, Austin, Texas, EUA). Para a TFBM, utilizamos laser de baixa intensidade (LLLT de 810 nm), com aplicação bilateral, contato direto e com leve pressão sobre a pele. Foram utilizados seis pontos de irradiação por membro inferior: vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral, semitendinoso, gastrocnêmio lateral e gastrocnêmio medial. Os parâmetros técnicos utilizados, seguiram as recomendações clínicas e científicas para a utilização da TFBM, na melhora da performance e recuperação pós-exercício, publicados no Jornal Brasileiro de Fisioterapia (Leal-Junior, 2019), e estão descritos no material suplementar (S1). Após aplicação da TFBM os pacientes foram encaminhados para a realização da sessão de TAC ou TAI, conforme sua alocação.

Coleta de Dados e Análise

Variáveis do TCPE

Após um período de aquecimento de 10 minutos, o TCPE foi conduzido utilizando o analisador de gases VO2000 (Medical GraphicsDiagnostics Corporation, EUA) em conjunto com uma esteira Super ATL 300 (Inbramed, Porto Alegre, RS, Brasil). O protocolo adotado foi do tipo rampa, começando a 3 km/h sem inclinação. A cada minuto de esforço, a velocidade aumentava em 0,3 km/h, e a inclinação 1,6%, continuando assim até o participante atingir o ponto de exaustão. A cada intervalo de 20 segundos, os gases expirados foram quantificados para obtenção dos fluxos e volumes ventilatórios.

Durante a avaliação, foram monitorizados parâmetros como pressão arterial, FC, ventilação minuto (VE), VO₂, produção de dióxido de carbono (VCO₂), razão de troca respiratória (R), bem como os equivalentes ventilatórios para oxigênio (VE/VO₂) e dióxido de carbono (VE/VCO₂). Com base nesses dados, foram determinados o VO₂pico, o primeiro limiar ventilatório (LV1), o segundo limiar ventilatório (LV2), entre outras medidas ventilatórias e metabólicas (Sue, 2011). Além disso, foram coletados dados de tolerância ao esforço, como tempo até a exaustão, velocidade e inclinação máximas atingidas durante o teste.

Análise Estatística

Os dados nominais descritivos foram apresentados em frequência absoluta (n) e relativa (%), enquanto as variáveis categóricas descritivas foram expressas em média e desvio padrão. Para comparar os dados no baseline, utilizamos um teste de ANOVA.

Na análise dos dados, empregamos as Equações de Estimativas Generalizadas (GEE) e realizamos um teste poshoc de Bonferroni para comparar as variáveis dependentes, avaliando os efeitos principais de grupo e tempo. Adotamos três estratégias de fatores para as análises: I) grupo, tempo e interação grupo*tempo; II) grupo exercício (GTAC com ou sem TFBM e GTAI com ou sem TFBM), tempo e suas respectivas interações; III) grupo com e sem TFBM independente da modalidade de exercício – GTAC/GTAI e GTACL/GTAIL.

Todos os dados nas comparações foram expressos em média e erro padrão (EP), incluindo os valores de diferença média (DM) e EP com intervalo de confiança (IC) de 95%. O valor de alfa (α) definido foi $\leq 0,05$ para indicar significância estatística. Entretanto, analisamos os testes poshoc quando houve uma tendência ($\leq 0,10$) para as interações grupo*tempo. Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software SPSS, versão 20.0 (IBM; ARMONK, NY, USA).

Resultados

Apenas um participante não completou o protocolo de intervenção por motivos pessoais (GTAIL, n= 9). A amostra final foi composta 49 indivíduos, sendo 67% do sexo masculino (n= 33, P= 0,32). Os resultados relacionados à caracterização da amostra na linha basal estão sumarizados na tabela 1. A média de idade foi diferente entre o GTAIL e o GTAC (P = 0,04). A média geral de idade foi de $62,73 \pm 10,05$ anos. Os resultados referentes às comparações entre os grupos estão apresentados na tabela 2. Na tabela 3 está disponibilizado os valores de P do teste de efeitos de modelo da GEE. A tabela 4 apresenta os resultados da subanálise referente a comparação entre as modalidades de exercício GTAC/GTACL com GTAI/GTAIL. A tabela 5 é referente aos valores de P do teste de efeitos de modelo da GEE. Na tabela 6 pode ser visualizado os resultados da subanálise entre grupo com e sem TFBM independente da

modalidade de exercício – GTAC/GTAI e GTACL/GTAIL, e na tabela 7 o teste de efeitos de modelo referentes a essa análise.

Análise Poshoc entre os Cinco Grupos

Velocidade

Houve diferença na comparação pré e pós intervenção para o GTAC (DM: $0,65 \pm 0,12$; 95% IC: 0,40 a 0,89; $P < 0,001$), GTAI (DM: $0,90 \pm 0,20$; 95% IC: 0,50 a 1,29; $P < 0,001$), GTACL (DM: $0,53 \pm 0,23$; 95% IC: 0,07 a 0,98; $P = 0,02$) e GTAIL (DM: $0,55 \pm 0,22$; 95% IC: 0,11 a 1,00; $P = 0,01$). Além disso, encontramos diferença na comparação entre o GTAI e GTACL para o momento pós (DM: $1,04 \pm 0,27$; 95% IC: 0,26 a 1,82; $P=0,02$) favorável ao GTAI.

Inclinação

Foram encontradas diferenças na comparação entre os momentos de intervenção para o GTAC (DM: $1,74 \pm 0,76$; 95% IC: 0,25 a 3,23; $P = 0,02$), GTAI (DM: $5,00 \pm 1,05$; 95% IC: 2,93 a 7,06; $P < 0,001$), GTACL (DM: $1,45 \pm 0,55$; 95% IC: 0,36 a 2,53; $P=0,009$) e GC (DM: $0,70 \pm 0,32$; 95% IC: 0,62 a 1,33; $P=0,03$). Também houve diferença na comparação do momento pós intervenção entre o GTAI e GTACL ($5,20 \pm 1,52$; 95% IC: 0,91 a 9,48; $P < 0,01$) favorável ao GTAI.

Análise Poshoc entre as Modalidades de Exercício

A comparação do VO_{2pico} entre o período de intervenção apresentou diferença para o GTAI/GTAIL (DM: $1,80 \pm 0,59$; 95% IC: 0,65 a 2,96; $P = 0,002$). Embora a FC 1º LV tenha apresentado interação significativa para Grupo*Tempo ($P=0,04$), as comparações com Bonferroni não confirmaram diferenças entre os grupos. Houve diferença na comparação pré e pós para a variável tempo até a exaustão no GTAI/GTAIL (DM: $94,63 \pm 40,18$; 95% IC: 15,87 a 173,39; $P=0,01$) e GC ($38,60 \pm 13,57$; 95% IC: 11,99 a 65,21; $P < 0,01$). Também encontramos diferença entre os momentos para velocidade em ambos os grupos de intervenção (GTAC/GTACL DM: $0,59 \pm 0,13$; 95% IC: 0,33 a 0,85; $P < 0,01$ e GTAI/GTAIL DM: $0,73 \pm 0,15$; 95% IC: 0,43 a 1,04; $P < 0,01$). Na comparação entre os grupos, foram encontradas diferenças no pré entre o GTAC/GTACL e GC (DM: $-0,89 \pm 0,34$; 95% IC: -1,73 a -0,62; $P=0,03$) e na comparação pós entre o GTAI/GTAIL e GTAC/GTACL (DM: $0,75 \pm 0,31$; 95% IC: 0,005 a 1,50; $P=0,04$)

favorável ao GTAI/GTAIL. Por fim, para a variável inclinação, houve diferenças para todos os grupos (GTAC/GTACL, $P=0,001$; GTAI/GTAL, $P<0,001$; GC, $P=0,03$). Além disso, a comparação pós intervenção apresentou uma tendência entre o GTAI/GTAIL e GTAC/GTACL (DM: $2,95 \pm 1,25$; 95% IC: -0,05 a 5,97; $P=0,056$) favorável ao GTAI/GTAIL.

Análise Poshoc entre Grupos com e sem TFBM

De modo geral, não foram observadas diferenças na maioria das variáveis do presente estudo. Entretanto, ambos os grupos GTAC/GTAL como GTACL/GTAIL apresentaram diferença significativa após o período de intervenção para velocidade e inclinação, que podem ser observadas na tabela 6. Cabe salientar que, embora o GTAC/GTAL tenha apresentado aumento significativo para inclinação 1º LV (DM: $2,15 \pm 0,41$; 95% IC: 1,33 a 2,96; $P<0,01$) e para o GTACL/GTAIL não tenha acontecido o mesmo comportamento, destacamos que houve uma diferença significativa na comparação entre os grupos para o momento pré intervenção (GTAC/GTAL: $3,8 \pm 0,3$ e GTACL/GTAIL: $5,5 \pm 0,5$; $P=0,04$). Além disso, o GTAC/GTAL aumentou de maneira significativa a inclinação no 2º LV (DM: $2,92 \pm 0,69$; 95% IC: 1,56 a 4,28; $P<0,01$).

Discussão

Até onde sabemos, este é o primeiro estudo a investigar se a TFBM é eficaz quando associada ao TAC/TAI, e se possui efeito adicional quando comparada ao TAC/TAI isolados, para aumentar o VO_{2pico} e demais variáveis do TCPE, bem como tolerância ao esforço em indivíduos com IC. Nosso principal achado foi que todos os grupos submetidos ao protocolo de intervenção manifestaram um incremento na tolerância ao esforço, demonstrado pela velocidade e inclinação do teste. Na perspectiva do efeito da modalidade de exercício, o GTAI/GTAIL foi eficaz para aumentar o VO_{2pico} e tempo até a exaustão. Além disso, para velocidade e inclinação, ambos os grupos (GTAC/GTACL e GTAI/GTAIL) apresentaram melhora após o período de intervenção, com efeito favorável para o GTAI/GTAIL na comparação pós. Por fim, vale ressaltar que na comparação entre grupos com e sem TFBM, não houve efeito adicional nas variáveis do presente estudo, confirmado pela análise poshoc.

Nossa hipótese era que a TFBM associada ao TAC/TAI, apresentaria maior eficácia nos desfechos analisados quando comparado ao TAC/TAI, realizados isoladamente. A TFBM promove absorção de energia luminosa por cromóforos específicos nas mitocôndrias, a qual leva a uma série de reações intracelulares que aumentam a produção de ATP e o metabolismo celular, o que poderia potencializar os benefícios oriundos do TA (Karu, 2010). Essa hipótese não foi confirmada, visto que ambas intervenções apresentaram melhoras para as variáveis relacionadas à tolerância ao esforço. Embora a hipótese não tenha sido confirmada, cabe salientar que os resultados encontrados indicam um substancial efeito clínico para indivíduos com IC.

A associação da TFBM ao TAC parece ter maior eficácia em melhorar o VO_2 pico e tempo até a exaustão em indivíduos saudáveis, quando comparado ao TAC isolado (Miranda et al., 2018). Esses resultados contrastam com nossos achados, e algumas divergências podem ser atribuídas à técnica utilizada. Miranda et al. 2018, empregaram a combinação de laser, LED infravermelho e LED vermelho com alta carga (2040 J), enquanto nosso estudo empregou apenas laser com uma carga expressivamente menor (360 J). A discrepância no número de pontos de irradiação também é relevante, com 17 pontos em comparação com os 6 utilizados em nossa investigação. Importante notar que as populações estudadas são distintas (saudáveis versus IC), além do fato de que eles se limitaram ao uso exclusivo de TAC.

Ainda em saudáveis, a TFBM demonstra efeitos positivos sobre variáveis relacionadas à performance e/ou fadiga, principalmente com a utilização de onda de 655/950 nm (60/300J) e potência máxima de 200 mW por diodo, quando aplicada antes do exercício (Vanin et al., 2018). Esses parâmetros se assemelham aos utilizados em nosso estudo, embora haja grande heterogeneidade e baixo nível de qualidade de evidência na presente metanálise, esses resultados contrastam a necessidade de altas doses de LLLT como sugerem outros estudos (Miranda et al., 2018). Essas divergências reafirmam a necessidade de maior exploração dessa terapia, principalmente na IC, onde existe uma carência de estudos.

Quanto às diferentes amostras utilizadas em investigações que envolveram a TFBM, estudos pré-clínicos identificaram efeitos positivos da LLLT em ratos com IC (Biasibetti et al., 2014; Hentschke et al., 2012). Em indivíduos

saudáveis, diversos resultados positivos foram encontrados, após aplicação de LLLT em diferentes indicadores de capacidade funcional e performance (Baroni et al., 2010; Baroni et al., 2015; Da Silva Alves et al., 2014; De Marchi et al., 2012). No entanto, em investigações conduzidas em indivíduos com doença cardiovascular e IC, não foram observados incrementos agudos na CF, quando a LLLT foi aplicada antes das avaliações (Bublitz et al., 2016; Stein et al., 2018). Em nossa investigação empregamos a TFBM, por LLLT, antes de cada sessão de exercício, durante 10 semanas, e ainda assim, não identificamos efeitos adicionais nos desfechos avaliados, de forma que, o volume de aplicações parece não ser determinante.

Os parâmetros do TCPE não apenas possuem valor diagnóstico e prognóstico na IC, mas também oferecem informações essenciais sobre a tolerância ao esforço (Busin et al., 2021). Nós observamos que o TA, sobretudo quando utilizado o TAI, combinado ou não com a TFBM, mostrou-se eficaz para proporcionar melhora no VO_{2pico} e tolerância ao esforço, verificada através da velocidade e inclinação da esteira. Esses resultados corroboram com estudos anteriores, que demonstraram benefícios substanciais do TAI na capacidade cardiorrespiratória, bem como na tolerância ao esforço em pacientes com IC (Bozkurt et al., 2021; Busin et al., 2021; Fu et al., 2013; Freysson et al., 2012; Wisloff et al., 2007).

As diferenças observadas no VO_{2pico} , em nosso estudo, são menores do que os $6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ observados por Wisloff et al. (2007). Por outro lado, o GTAIL demonstrou aumento superior (13,5%) aos 11,2% para alta intensidade referentes ao estudo de Ulbrich et al. (2016). Além disso, os achados neste indicador do GTAI e GTAIL, mostram-se clinicamente relevantes, uma vez que são maiores que $1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, considerado importante para autonomia e desempenho de atividades da vida diária (Keteyian et al., 2016). Ainda, os resultados encontrados nos valores de VO_{2pico} de todos os grupos, embora não tenham apresentado diferença significativa, são ligeiramente superiores que $0,6 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ reportados no *HF-ACTION* (O'Connor et al., 2009). O incremento de 6% neste indicador foi relacionado a redução de 8% no risco de hospitalização por IC, e 7% no risco de mortalidade por todas as causas (Swank et al., 2012).

Algumas limitações para o presente estudo precisam ser apontadas. Uma delas foi a não utilização do *breath-by-breath* na análise dos gases, uma vez

que, o TCPE foi conduzido utilizando-se o aparelho VO2000. Além disso, o impacto clínico de nossos achados pode ter sido limitado pela ausência de um grupo de indivíduos tratados isoladamente com TFBM (sem treinamento físico). Outra limitação importante é o tamanho amostral, que pode ter sido um fator determinante na ausência de diferença significativa nas comparações pré e pós período de intervenção. Outro aspecto a ser considerado é a ausência de um grupo placebo, que utilizasse os mesmos protocolos de TA, sem a irradiação da LLLT. Por fim, a não randomização da amostra também deve ser considerada como uma limitação.

Ainda assim, identificam-se aspectos positivos relevantes. O desenho desenvolvido por nossa investigação é viável de ser aplicado na prática clínica. Além disso, forneceu resultados confiáveis quanto a CF, uma vez que, os indicadores utilizados para as avaliações foram extraídos do TCPE, considerado padrão ouro na investigação de saúde cardiorrespiratória. Para nosso conhecimento, fomos o primeiro estudo a investigar a associação da TFBM, a dois métodos distintos de TA. Ademais, este parece ser o primeiro estudo a empregar a TFBM de longo prazo em pacientes com IC, participantes de um PRC. A fim de trazer nossos resultados promissores para o cenário clínico, nosso ensaio proporciona avanços nos conhecimentos referentes à aplicação da TFBM associada ao TA como inovação das intervenções adjuntas a terapia não farmacológica na IC, sendo seguro e eficaz tanto quanto ao TA isolado.

Conclusão

Concluimos que a TFBM, por LLLT associada ao TAC/TAI, não apresentou maior eficácia nos desfechos analisados quando comparado ao TAC/TAI realizados isoladamente. Diante disso, dados os potenciais benefícios da TFBM, sugerimos que futuras investigações sejam conduzidas, implementando diferentes parâmetros da terapia, a fim de agregar possibilidades não farmacológicas no tratamento de pacientes com IC.

Referências

Baroni BM, Leal Junior EC, De Marchi T, Lopes AL, Salvador M, Vaz MA (2010) Low level laser therapy before eccentric exercise reduces muscle damage markers in humans. *Eur J Appl Physiol.* 110(4):789–796.doi:10.1007/s00421-010-1562-z.

Baroni, Bruno Manfredini et al. Effect flow-level laser therapy on muscle adaptation to knee extensor eccentric training. **European journal of applied physiology**, v. 115, p. 639-647, 2015.

Biasibetti, Micheli et al. The influence of flow-level laser therapy on parameters of oxidative stress and DNA damage on muscle and plasma in rats with heart failure. **Lasers in medical science**, v. 29, p. 1895-1906, 2014.

Bozkurt, Biykem et al. Cardiac rehabilitation for patients with heart failure: JACC expert panel. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 77, n. 11, p. 1454-1469, 2021.

Bublitz, Caroline et al. Acute effects of flow-level laser therapy irradiation on blood lactate and muscle fatigue perception in hospitalized patients with heart failure—a pilot study. **Lasers in medical science**, v. 31, p. 1203-1209, 2016.

Busin D, Lehnen AM, Tairova OS, Comparsi EP, Carneiro D, Potter M, Deresz LF, et al. Continuous Aerobic Training and High Intensity Interval Training Increase Exercise Tolerance in Heart Failure Patients: A Retrospective Study. *Int. J. Cardiovasc. Sci.* 2021;34(5):508-14.

Daussin FN, Zoll J, Dufour SP, Ponsot E, Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, Mettauier B, Piquard F, Geny B, Richard R. Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2008 Jul;295(1):R264-72. doi: 10.1152/ajpregu.00875.2007. Epub 2008 Apr 16. PMID: 18417645.

Da Silva Alves, Mariana Agnes et al. Acute effects of low-level laser therapy on physiologic and electromyographic responses to the cardiopulmonary exercise testing in healthy untrained adults. **Lasers in Medical Science**, v. 29, p. 1945-1951, 2014.

De Marchi T, Leal Junior EC, Bortoli C, Tomazoni SS, Lopes-Martins RA, Salvador M. Low-level laser therapy (LLLT) in human progressive-intensity running: effects on exercise performance, skeletal muscle status, and oxidative stress. *Lasers Med Sci*. 2012 Jan;27(1):231-6. doi: 10.1007/s10103-011-0955-5. Epub 2011 Jul 8. PMID: 21739259.

Drexler H., Riede U., Munzel T., König H., Funke E., Just H. Alterations of skeletal muscle in chronic heart failure. *Circulation*. 1992;85(5):1751-9.

Fu TC, Wang CH, Lin OS, et al. Aerobic interval training improves oxygen uptake efficiency by enhancing cerebral and muscular hemodynamics in patients with heart failure. *Int J Cardiol* 2013;167:41-50.

Freyssin C, Verkindt C, Prieur F, Benaich P, Maunier S, Blanc P, Cardiac Rehabilitation in chronic heart failure: effect of a 8-week, high intensity interval training versus continuous training. *Arch Phys Med Rehabil* 2012;93:1359-64.

Guazzi M, Bandera F, Ozemek C, Systrom D, Arena R. Cardiopulmonary exercise testing: what is its value? *J Am Coll Cardiol* 2017;70(13):1618-36.

Harriss DJ, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2016 update. *Int J Sports Med* 2015; 36: 1121-1124.

Hentschke VS, Jaenisch RB, Schmeing LA, Cavinato PR, Xavier LL, Dall'Aglio P (2012) Low-laser therapy improves the inflammatory profile of rats with heart failure. *Lasers Med Sci*. doi 10.1007/s10103-012-1190-4.

Hentschke VS, Capalunga L, Rossato DD, Perini JL, Alves JP, Stefani GP, Karsten M, Pontes M, Lago PD. Maximal oxygen uptake and exercise tolerance are

improved in rats with heart failure subjected to low-level laser therapy associated with resistance training. *Lasers Med Sci*. 2017 Jan;32(1):73-85. doi: 10.1007/s10103-016-2088-3. Epub 2016 Nov 17. PMID: 27858257.

Karu, T. I. Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. *IUBMB life*, [s. l.], v. 62, n. 8, p. 607–10, 2010.

Keteyian SJ, Patel M, Kraus WE, Brawner CA, McConnell TR, Pina IL et al. Variables Measured During Cardiopulmonary Exercise Testing as Predictors of Mortality in Chronic Systolic Heart Failure. *J Am Coll Cardiol* 2016; 67(7): 780-9.

Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, Bueno H, Geersing G-J, Harjola V-P, et al. ESC Scientific Document Group 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS). *Eur Heart J* 2020;41(4):543–603.

Leal-Junior, Ernesto Cesar Pinto; LOPES-MARTINS, Rodrigo Álvaro Brandão; BJORDAL, Jan Magnus. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 23, n. 1, p. 71-75, 2019.

Mancini D, Eisen H, Kussmaul W, Mull R, Edmunds LH, Wilson JR. Value of peak exercise oxygen consumption for optimal timing of cardiac transplantation in ambulatory patients with heart failure. *Circulation* 1991;83:778–86.

Miranda, Eduardo Foschini et al. When is the best moment to apply photobiomodulation therapy (PBMT) when associated to a treadmill endurance-training program? A randomized, triple-blinded, placebo-controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 33, p. 719-727, 2018.

O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; **301**(14): 1439-50.

Piepoli MF, Dimopoulos K, Concu A, Crisafulli A. Cardiovascular and ventilatory control during exercise in chronic heart failure: role of muscle reflexes. *Int J Cardiol* 2008; **130**:3-10.

Savarese, Gianluigi et al. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. **Cardiovascular research**, v. 118, n. 17, p. 3272-3287, 2023.

Stein, Cinara et al. Acute effects of low-level laser therapy on patients' functional capacity in the postoperative period of coronary artery bypass graft surgery: a randomized, crossover, placebo-controlled trial. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 36, n. 3, p. 122-129, 2018.

Sue DY. Excess ventilation during exercise and prognosis in chronic heart failure. *Am J Respir Crit Care Med* 2011; **183**(10): 1302-10.

Swank, Ann M. et al. Modest increase in peak VO₂ is related to better clinical outcomes in chronic heart failure patients: results from heart failure and a controlled trial to investigate outcomes of exercise training. **Circulation: Heart Failure**, v. 5, n. 5, p. 579-585, 2012.

Ulbrich A, Angartena V, Netto A, Sties S, Bündchen D, de Mara L et al. Comparative effects of high intensity interval training versus moderate intensity continuous training on quality of life in patients with heart failure: Study protocol for a randomized controlled trial. 2016; **13**: 21-8.

Vanin, Adriane Aver et al. Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. **Lasers in medical science**, v. 33, p. 181-214, 2018.

Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum O, Haram PM et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus

moderatecontinuous training in heartfailurepatients: a randomizedstudy.
Circulation 2007; **115**(24): 3086-94.

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra para os cinco grupos do estudo.

Caracterização da Amostra	GTAC (n=10)	GTAI (n=10)	GTACL (n=10)	GTAIL (n=9)	GC (n=10)	P-Valor
Sexo (M/F), n	8/2	7/3	4/6	7/2	7/3	0,32
Idade (anos)	68,70 ± 9,97*	63,10 ± 8,22	62,10 ± 11,42	54,55 ± 7,92*	64,50 ± 8,55	0,04
Fração de Ejeção (%)	37,70 ± 7,35	38,70 ± 4,78#	33,90 ± 7,01	31,11 ± 5,60#	34,40 ± 5,37	0,04
Massa Corporal (kg)	73,49 ± 15,56	77,28 ± 9,49	67,13 ± 20,16	84,44 ± 12,25	74,66 ± 16,23	0,16
IMC (kg/m ²)	26,27 ± 3,94	28,94 ± 5,53	25,53 ± 6,38	32,03 ± 6,80	27,77 ± 5,58	0,68
Fatores de Risco						
Dislipidemia, n (%)	4 (40)	6 (60)	7 (70)	7 (77,8)	4 (40)	0,32
Hipertensão, n (%)	7 (70)	7 (70)	9 (90)	6 (66,7)	10 (100)	0,25
Tabagismo, n (%)	4 (40)	6 (60)	3 (30)	4 (44,4)	5 (50)	0,73
Sobrepeso, n (%)	5 (50)	7 (70)	2 (20)	6 (66,7)	6 (60)	0,17
Diabetes, n (%)	1 (10)	3 (30)	2 (20)	3 (33,3)	1 (10)	0,58
Histórico Familiar DCV, n (%)	7 (70)	6 (60)	1 (10)	1 (11,1)	1 (10)	0,003
Medicamentos						
Anticoagulante, n (%)	10 (100)	10 (100)	8 (80)	8 (88,9)	9 (90)	0,43
Vasodilatador, n (%)	6 (60)	5 (50)	7 (70)	6 (66,7)	8 (80)	0,69
Inibidor ECA, n (%)	6 (60)	6 (60)	3 (30)	2 (22,2)	4 (40)	0,32
Antiarrítmico, n (%)	5 (50)	2 (20)	3 (30)	1 (11,1)	4 (40)	0,36
Antilipêmicos, n (%)	8 (80)	8 (80)	6 (60)	8 (88,9)	7 (70)	0,63

Digoxina, n (%)	3 (30)	0 (0)	1 (10)	1 (11,11)	1 (10)	0,27
Betabloqueador, n (%)	7 (70)	10 (100)	9 (90)	7 (77,8)	10 (100)	0,15
Diurético, n (%)	6 (60)	9 (90)	8 (80)	6 (66,7)	7 (70)	0,58
Antiglicêmicos n (%)	1 (10)	4 (40)	2 (20)	2 (22,2)	2 (20)	0,60
Antianginoso, n (%)	1 (10)	3 (30)	1 (10)	0 (0)	2 (20)	0,39
Condições						
CRM, n (%)	3 (30)	3 (30)	2 (20)	0 (0)	2 (20)	0,48
Valvopatia, n (%)	0 (0)	0 (0)	1 (10)	1 (11,1)	0 (0)	0,50
Angioplastia, n (%)	9 (90)	8 (80)	5 (50)	8 (88,9)	8 (80)	0,20
IAM, n (%)	7 (70)	6 (60)	6 (60)	5 (55,6)	3 (30)	0,45
DAC, n (%)	8 (80)	9 (90)	6 (60)	5 (55,6)	5 (50)	0,26
Angina, n (%)	2 (20)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,23
Miodilatada, n (%)	0 (0)	4 (40)	1 (10)	2 (22,2)	4 (40)	0,12
FA, n (%)	3 (30)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,01
CDI, n (%)	2 (20)	0 (0)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	0,23
Aneurisma Aorta, n (%)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,40
Marcapasso, n (%)	2 (20)	1 (10)	1 (10)	0 (0)	2 (20)	0,65
Arritmia, n (%)	3 (30)	0 (0)	1 (10)	0 (0)	1 (10)	0,16

Notas: GTAC – grupo treinamento aeróbico contínuo; GTAI – grupo treinamento aeróbico intervalado; GTACL – grupo treinamento aeróbico contínuo com laser; GTAIL – grupo treinamento aeróbico intervalado com laser; GC – grupo controle; IMC – índice de massa corporal; DCV – doença cardiovascular; ECA – enzima conversora da angiotensina; CRM – cirurgia de revascularização do miocárdio; IAM – infarto agudo do miocárdio; DAC – doença arterial coronariana; FA – fibrilação atrial; CDI – cardiodesfibrilador implantável; P-valor – valor geral do teste de Kruscal-Wallis.

Tabela 2. Resultados do desfecho primário e desfechos secundários nas comparações pré e pós intervenção entre os cinco grupos.

Variável	GTAC (n=10)		GTAI (n=9)		GTACL (n=10)		GTAIL (n=10)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
VO₂pico (ml/kg/min)	16,2 ± 1,7 (12,7; 19,6)	17,2 ± 1,7 (13,7; 20,7)	18,5 ± 0,8 (16,9; 20,1)	19,7 ± 0,9 (17,9; 21,6)	16,4 ± 1,3 (13,7; 19,1)	17 ± 1,1 (14,7; 19,4)	16 ± 1,4 (13,1; 18,9)	18,5 ± 1,3 (15,9; 21,1)	19,2 ± 1,3 (16,6; 21,9)	19,5 ± 1,4 (16,7; 22,3)
VO₂ 1º LV (ml/kg/min)	11,1 ± 1,2 (8,7; 13,6)	11,1 ± 1,1 (9; 13,3)	13,3 ± 0,6 (11,9; 14,6)	14,2 ± 0,6 (12,9; 15,4)	11,4 ± 1,3 (8,7; 14,2)	12,2 ± 1,3 (9,5; 14,8)	13,4 ± 1,4 (10,6; 16,2)	12,9 ± 0,5 (11,8; 14)	12,5 ± 1,1 (10,2; 14,7)	13,5 ± 1 (11,5; 15,6)
VO₂ 2º LV (ml/kg/min)	14,5 ± 1,8 (10,9; 18,1)	14,9 ± 1,4 (12; 17,8)	15,8 ± 0,6 (14,5; 17,2)	17,1 ± 0,7 (15,6; 18,6)	12,6 ± 1,3 (9,9; 15,3)	14,3 ± 1,2 (11,9; 16,8)	15 ± 1,3 (12,4; 17,6)	16,6 ± 0,9 (14,8; 18,4)	16,6 ± 1,4 (13,8; 19,5)	18 ± 1,3 (15,4; 20,6)
FC pico (bpm)	115,9 ± 9,2 (97,7; 134)	113 ± 7,2 (98,7; 127,2)	119,3 ± 3,2 (112,9; 125,6)	129 ± 4,8 (119,5; 138,4)	119 ± 6,7 (105,7; 132,2)	125,5 ± 5,4 (114,8; 136,1)	126 ± 8,4 (109,4; 142,6)	123,2 ± 4,1 (115,1; 131,3)	120,7 ± 5,2 (110,3; 131)	127,1 ± 7,2 (112,8; 141,3)
FC 1º LV (bpm)	94,8 ± 6,4 (82; 107,5)	97,9 ± 6,2 (85,7; 110,1)	98,2 ± 4,7 (88,8; 107,5)	93,7 ± 4,2 (85,4; 101,9)	91,5 ± 6,6 (78,3; 104,6)	101,2 ± 6,1 (89,1; 113,2)	105 ± 7 (91,2; 118,7)	97,1 ± 5,5 (86,1; 108)	98,6 ± 3,8 (98; 106,1)	102,9 ± 6 (91; 114,7)
FC 2º LV (bpm)	105,5 ± 6 (93,6; 117,4)	108 ± 6,6 (95; 120,9)	107,6 ± 4,3 (99; 116,1)	111,7 ± 4,8 (102,2; 121,1)	111 ± 5,9 (99,4; 122,5)	115,6 ± 5,2 (105,3; 125,8)	114,7 ± 4,9 (105,1; 124,3)	112,8 ± 4,1 (104,6; 121)	107,3 ± 4,8 (97,7; 116,8)	113,1 ± 6,5 (100,2; 125,9)
VE/VC02n o pico	30,1 ± 1,9 (26,3; 33,9)	29,8 ± 1,7 (26,4; 33,2)	25,1 ± 0,8 (23,5; 26,8)	26,1 ± 1 (24; 28,2)	28,8 ± 1,2 (26,3; 31,3)	28,7 ± 1,9 (24,9; 32,4)	31 ± 2,3 (26,4; 35,5)	29,5 ± 1,9 (25,7; 33,3)	28,9 ± 2,1 (24,7; 33,1)	26,9 ± 1,1 (24,6; 29,2)
VE/VC02sl ope	26,6 ± 2,6 (21,3; 31,8)	23,1 ± 1,3 (20,4; 25,8)	21,9 ± 0,9 (20; 23,8)	21,7 ± 1,5 (18,6; 24,8)	23,6 ± 1,6 (20,5; 26,8)	23,5 ± 2,2 (19,1; 27,9)	28 ± 3,5 (20,9; 35)	26,3 ± 1,3 (23,7; 28,8)	33,1 ± 4,4 (24,4; 41,8)	33,4 ± 5,3 (23; 43,8)
OUES	1,5 ± 0,1 (1,2; 1,8)	1,8 ± 0,1 (1,5; 2)	2,1 ± 0,1 (1,8; 2,5)	1,9 ± 0,2 (1,4; 2,4)	1,7 ± 0,1 (1,4; 2,1)	1,7 ± 0,1 (1,5; 1,9)	1,8 ± 0,2 (1,3; 2,3)	2,1 ± 0,2 (1,6; 2,7)	2,2 ± 0,3 (1,6; 2,9)	1,9 ± 0,2 (1,5; 2,4)
Pulso O2	13,8 ± 1,4 (10,9; 16,7)	15 ± 1,4 (12,1; 18)	15,2 ± 0,8 (13,5; 16,9)	16,2 ± 0,8 (14,6; 17,8)	13,4 ± 1 (11,4; 15,3)	14 ± 0,6 (12,7; 15,3)	13,1 ± 1,5 (10,1; 16,2)	15,3 ± 1 (13,2; 17,3)	14,2 ± 1 (12,2; 16,2)	14,6 ± 0,5 (13,5; 15,8)

	GTAC (n=10)		GTAI (n=9)		GTACL (n=10)		GTAIL (n=10)		GC (n=10)	
Variável	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Tempo de Teste	402,2 ± 51,9 (300,4; 503,9)	391,2 ± 42,1 (308,5; 473,8)	358,8 ± 27,1 (305,5; 412,0)	499,9 ± 53,5 (394,9; 604,8)	332 ± 27,7 (277,6; 386,3)	340,4 ± 29,1 (283,3; 397,4)	357,7 ± 34,9 (289,2; 426,3)	400,7 ± 41,3 (319,6; 481,8)	364,6 ± 36,2 (293,5; 435,6)	403,2 ± 35,1 (334,3; 472)
Tempo 1º LV	136,1 ± 23 (90,9; 181,2)	195,4 ± 18,9 (158,2; 232,5)	142,5 ± 15,1 (112,8; 172,1)	252,6 ± 24,1 (205,2; 300)	163,6 ± 22,3 (119,7; 207,4)	224,1 ± 26,6 (171,8; 276,3)	214,2 ± 20,1 (174,7; 253,7)	250,5 ± 26,6 (198,3; 302,7)	182,4 ± 24,2 (134,8; 229,9)	220,3 ± 23 (175,1; 265,4)
Tempo 2º LV	298,2 ± 47,9 (204,1; 392,2)	333,4 ± 32,1 (270,3; 396,4)	254,2 ± 22,3 (210,4; 297,9)	421,4 ± 52,5 (318,4; 524,3)	224,6 ± 20,5 (184,3; 264,8)	287,1 ± 26,5 (235,1; 339)	293 ± 30,8 (232,4; 353,5)	374,2 ± 23,7 (327,7; 420,7)	331,3 ± 29,5 (273,3; 389,2)	380,2 ± 25,8 (329,6; 430,7)
Veloc. Teste	4,3 ± 0,4 (3,4; 5,2)	4,9 ± 0,4 (4; 5,8) *	4,9 ± 0,2 (4,5; 5,3)	5,8 ± 0,1 (5,5; 6,1) * †	4,2 ± 0,3 (3,6; 4,9)	4,8 ± 0,2 (4,3; 5,2) * †	4,8 ± 0,2 (4,4; 5,5)	5,4 ± 0,3 (4,8; 6) *	5,2 ± 0,2 (4,8; 5,5)	5,3 ± 0,2 (4,8; 5,8)
Veloc. 1º LV	2,8 ± 0,2 (2,3; 3,3)	3,7 ± 0,2 (3,1; 4,2)	3,5 ± 0,1 (3,2; 3,8)	4,2 ± 0,1 (3,9; 4,5)	2,8 ± 0,3 (2; 3,5)	4 ± 0,2 (3,4; 4,5)	3,9 ± 0,1 (3,7; 4,2)	4,3 ± 0,1 (3,9; 4,6)	3,4 ± 0,2 (2,9; 3,9)	4,2 ± 0,2 (3,7; 4,6)
Veloc. 2º LV	3,9 ± 0,4 (3; 4,7)	4,7 ± 0,4 (3,9; 5,5)	4,4 ± 0,2 (3,9; 4,9)	5,4 ± 0,1 (5; 5,8)	3,7 ± 0,3 (3,1; 4,4)	4,7 ± 0,4 (3,9; 5,5)	4,4 ± 0,2 (3,9; 4,9)	5,1 ± 0,1 (4,7; 5,4)	4,6 ± 0,1 (4,2; 5)	5,1 ± 0,2 (4,6; 5,7)
Inclinação do Teste	9,2 ± 1,1 (7; 11,4)	11 ± 1,5 (7,9; 14) *	9,4 ± 0,8 (7,6; 11,1)	14,4 ± 0,9 (12,5; 16,2) * †	7,7 ± 1,3 (5,1; 10,3)	9,2 ± 1,1 (6,8; 11,5) * †	10,9 ± 0,7 (9,4; 12,4)	11,5 ± 0,9 (9,6; 13,4)	10,9 ± 1,1 (8,7; 13,1)	12,9 ± 1,3 (10,3; 15,5) *
Inclinação 1º LV	3,4 ± 0,4 (2,4; 4,3)	5,2 ± 0,8 (3,6; 6,7)	4,3 ± 0,4 (3,3; 5,3)	6,8 ± 0,4 (6; 7,6)	4,1 ± 0,6 (2,7; 5,4)	5 ± 0,8 (3,4; 6,6)	7,1 ± 0,6 (5,8; 8,4)	6,9 ± 0,9 (5; 8,8)	4,8 ± 0,7 (3,4; 6,2)	7,3 ± 1 (5,3; 9,2)
Inclinação 2º LV	6,8 ± 0,9 (5; 8,6)	8,7 ± 1,3 (6,1; 11,3)	7,3 ± 0,7 (5,8; 8,8)	11,3 ± 0,6 (10; 12,5)	6 ± 0,9 (4,2; 7,8)	7,4 ± 0,9 (5,5; 9,2)	9,3 ± 0,7 (7,8; 10,8)	9,8 ± 0,9 (8; 11,7)	8,7 ± 1 (6,7; 10,6)	10,3 ± 1,1 (7,9; 12,6)

Notas: GTAC – grupo treinamento aeróbico contínuo; GTAI – grupo treinamento aeróbico intervalado; GTACL – grupo treinamento aeróbico contínuo com laser; GTAIL – grupo treinamento aeróbico intervalado com laser; LV – limiar ventilatório; OUES - *oxygen uptake efficiency slope*; * indica diferença entre o momento pré e pós para o mesmo grupo (< 0,05); † indica diferença entre grupos para o momento pós (< 0,05).

Tabela 3. Resultados do teste de efeitos de modelo.

Variável	Grupo	Tempo	Grupo*Tempo
VO₂pico (ml/kg/min)	0,30	<0,01	0,22
VO₂ 1º LV (ml/kg/min)	0,16	0,10	0,10
VO₂ 2º LV (ml/kg/min)	0,14	<0,01	0,89
FC pico (bpm)	0,85	0,11	0,17
FC 1º LV (bpm)	0,89	0,68	0,15
FC 2º LV (bpm)	0,82	0,16	0,87
VE/VCO₂no pico	0,04	0,34	0,46
VE/VCO₂slope	<0,01	0,48	0,87
OUES	0,16	0,93	0,30
Pulso O₂	0,41	0,02	0,79
Tempo de Teste	0,15	0,01	0,21
Tempo 1º LV	0,08	<0,01	0,32
Tempo 2º LV	0,03	<0,01	0,35
Velocidade Teste	0,05	<0,01	0,05
Velocidade 1º LV	0,01	<0,01	0,15
Velocidade 2º LV	0,31	<0,01	0,44
Inclinação do Teste	0,17	<0,01	<0,01
Inclinação 1º LV	0,01	<0,01	0,15
Inclinação 2º LV	0,05	<0,01	0,21

Notas: LV – limiar ventilatório; OUES – *oxygen uptake efficiency slope*.

Tabela 4. Subanálise do efeito da modalidade de exercícios sobre os desfechos do estudo.

Variável	GTAC/GTACL (n=20)		GTAI/GTAIL (n=19)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
VO₂pico (ml/kg/min)	16,3 ± 1,1 (14,1; 18,5)	17,1 ± 1 (15; 19,2)	17,7 ± 0,8 (15,6; 19)	19,1 ± 0,8 (17,5; 20,7) *	19,2 ± 1,3 (16,6; 21,9)	19,5 ± 1,4 (16,7; 22,3)
VO₂ 1º LV (ml/kg/min)	11,3 ± 0,9 (9,5; 13,1)	11,6 ± 0,8 (9,9; 13,4)	13,3 ± 0,7 (11,8; 14,8)	13,6 ± 0,4 (12,7; 14,5)	12,5 ± 1,1 (10,2; 14,7)	13,5 ± 1 (11,5; 15,6)
VO₂ 2º LV (ml/kg/min)	13,6 ± 1,1 (11,3; 15,8)	14,6 ± 0,9 (12,7; 16,5)	15,5 ± 0,7 (14; 16,9)	16,8 ± 0,5 (15,7; 18)	16,6 ± 1,4 (13,8; 19,5)	18 ± 1,3 (15,4; 20,6)
FC pico (bpm)	117,4 ± 5,7 (106,1;128,7)	119,2 ± 4,7 (109,9; 128,5)	122,4 ± 4,4 (113,8; 131,1)	126,2 ± 3,2 (119,8; 132,6)	120,7 ± 5,2 (110,3; 131)	127,1 ± 7,2 (112,8; 141,3)
FC 1º LV (bpm)	93,1 ± 4,6 (83,9; 102,3)	99,5 ± 4,3 (90,9; 108,1)	101,4 ± 4,2 (93,1; 109,7)	95,3 ± 3,4 (88,5; 102,1)	98,6 ± 3,8 (98; 106,1)	102,9 ± 6 (91; 114,7)
FC 2º LV (bpm)	108,2 ± 4,2 (99,8; 116,6)	111,8 ± 4,3 (103,3; 120,2)	111,1 ± 3,3 (104,4; 117,5)	112,2 ± 3,2 (105,9; 118,5)	107,3 ± 4,8 (97,7; 116,8)	113,1 ± 6,5 (100,2; 125,9)
VE/VC02 no pico	29,4 ± 1,1 (27,2; 31,7)	29,2 ± 1,3 (26,7; 31,8)	27,9 ± 1,3 (25,2; 30,6)	27,7 ± 1,1 (25,5; 30)	28,9 ± 2,1 (24,7; 33,1)	26,9 ± 1,1 (24,6; 29,2)
VE/VC02 slope	25,1 ± 1,5 (22; 28,2)	23,3 ± 1,3 (20,7; 25,8)	24,8 ± 1,9 (21,1; 28,5)	23,9 ± 1,1 (21,6; 26,1)	33,1 ± 4,4 (24,4; 41,8)	33,4 ± 5,3 (23; 43,8)
OUES	1,6 ± 0,1 (1,4; 1,9)	1,7 ± 0,1 (1,6; 1,9)	2 ± 0,1 (1,7; 2,3)	2 ± 0,1 (1,6; 2,4)	2,2 ± 0,3 (1,6; 2,9)	1,9 ± 0,2 (1,5; 2,4)
Pulso O2	13,6 ± 0,8 (11,8; 15,3)	14,5 ± 0,8 (12,9; 16,1)	14,2 ± 0,8 (12,5; 16)	15,8 ± 0,6 (14,5; 17)	14,2 ± 1 (12,2; 16,2)	14,6 ± 0,5 (13,5; 15,8)

Variável	GTAC/GTACL (n=20)		GTAI/GTAIL (n=19)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Tempo de Exaustão	367,1 ± 30,4 (307,3; 426,8)	365,8 ± 26,2 (314,3; 417,2)	358,3 ± 21,8 (315,4; 401,2)	452,9 ± 36,1 (382; 523,8) *	364,6 ± 36,2 (293,5; 435,6)	403,2 ± 35,1 (334,3; 472) *
Tempo 1º LV	149,8 ± 16,3 (117,7; 181,9)	209,7 ± 16,6 (177; 242,4)	176,4 ± 14,9 (147,2; 205,6)	251,6 ± 17,9 (216,5; 286,7)	182,4 ± 24,2 (134,8; 229,9)	220,3 ± 23 (175,1; 265,4)
Tempo 2º LV	261,4 ± 27,3 (207,7; 315)	310,2 ± 21,4 (268,1; 352,3)	272,5 ± 19,2 (234,7; 310,3)	399 ± 30,3 (339,6; 458,4)	331,3 ± 29,5 (273,3; 389,2)	380,2 ± 25,8 (329,6; 430,7)
Velocidade Teste	4,3 ± 0,2 (3,7; 4,8) ‡	4,9 ± 0,2 (4,3; 5,4) * †	4,9 ± 0,1 (4,6; 5,2)	5,6 ± 0,1 (5,3; 6) * †	5,2 ± 0,2 (4,8; 5,5) ‡	5,3 ± 0,2 (4,8; 5,8)
Velocidade 1º LV	2,8 ± 0,2 (2,3; 3,2)	3,8 ± 0,2 (3,4; 4,2)	3,7 ± 0,1 (3,5; 3,9)	4,2 ± 0,1 (4; 4,4)	3,4 ± 0,2 (2,9; 3,9)	4,2 ± 0,2 (3,7; 4,6)
Velocidade 2º LV	3,8 ± 0,2 (3,3; 4,3)	4,7 ± 0,2 (4,1; 5,2)	4,4 ± 0,1 (4,1; 4,8)	5,2 ± 0,1 (5; 5,5)	4,6 ± 0,1 (4,2; 5)	5,1 ± 0,2 (4,6; 5,7)
Inclinação do Teste	8,5 ± 0,8 (6,7; 10,2)	10 ± 1 (8,1; 12) * †	10,1 ± 0,6 (8,9; 11,3)	13 ± 0,7 (11,5; 14,5) * †	10,9 ± 1,1 (8,7; 13,1)	11,6 ± 1,1 (9,3; 14) *
Inclinação 1º LV	3,7 ± 0,4 (2,9; 4,5)	5,1 ± 0,5 (4; 6,2)	5,6 ± 0,5 (4,6; 6,6)	6,8 ± 0,5 (5,9; 7,8)	4,8 ± 0,7 (3,4; 6,2)	7,3 ± 1 (5,3; 9,2)
Inclinação 2º LV	6,4 ± 0,6 (5,1; 7,7)	8 ± 0,8 (6,4; 9,6)	8,3 ± 0,5 (7,1; 9,4)	10,6 ± 0,5 (9,4; 11,7)	8,7 ± 1 (6,7; 10,6)	10,3 ± 1,1 (7,9; 12,6)

Notas: GTAC/GTACL – modalidade de exercício aeróbico contínuo com e sem laser; GTAI/GTAIL – modalidade de exercício aeróbico intervalado com e sem laser; LV – limiar ventilatório; OUES – *oxygen uptake efficiency slope*; * indica diferença entre o momento pré e pós para o mesmo grupo ($\leq 0,05$); † indica diferença entre grupos para o momento pós ($\leq 0,05$); ‡ indica diferença entre grupos para o momento pré ($\leq 0,05$).

Tabela 5. Resultados do teste de efeitos de modelo para subanálise.

Variável	Grupo	Tempo	Grupo*Tempo
VO₂pico (ml/kg/min)	0,27	<0,01	0,09
VO₂ 1º LV (ml/kg/min)	0,10	0,21	0,63
VO₂ 2º LV (ml/kg/min)	0,10	<0,01	0,94
FC pico (bpm)	0,59	0,10	0,75
FC 1º LV (bpm)	0,77	0,50	0,04
FC 2º LV (bpm)	0,93	0,11	0,72
VE/VCO₂no pico	0,59	0,22	0,52
VE/VCO₂slope	0,09	0,68	0,90
OUES	0,05	0,70	0,65
Pulso O₂	0,65	0,03	0,61
Tempo de Teste	0,52	<0,01	0,06
Tempo 1º LV	0,16	<0,01	0,42
Tempo 2º LV	0,08	<0,01	0,14
Veloc. Teste	0,06	<0,01	0,03
Velocidade 1º LV	<0,01	<0,01	0,15
Velocidade 2º LV	0,12	<0,01	0,26
Inclinação do Teste	0,07	<0,01	0,02
Inclinação 1º LV	<0,01	<0,01	0,39
Inclinação 2º LV	0,02	<0,01	0,74

Notas: LV – limiar ventilatório; OUES – *oxygen uptake efficiency slope*.

Tabela 6. Subanálise do efeito da fotobiomodulação sobre os desfechos do estudo.

Variável	GTAC/GTAI (n=20)		GTACL/GTAIL (n=19)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
VO₂pico (ml/kg/min)	17,3 ± 1 (15,4; 19,3)	18,5 ± 1 (16,4; 20,5)	16,2 ± 1 (14,3; 18,2)	17,7 ± 0,9 (15,9; 19,5)	19,2 ± 1,3 (16,6; 21,9)	19,5 ± 1,4 (16,7; 22,3)
VO₂ 1º LV (ml/kg/min)	12,2 ± 0,7 (10,7; 13,7)	12,6 ± 0,7 (11,2; 14,1)	12,4 ± 1 (10,4; 14,4)	12,5 ± 0,7 (11; 14)	12,5 ± 1,1 (10,2; 14,7)	13,5 ± 1 (11,5; 15,6)
VO₂ 2º LV (ml/kg/min)	15,2 ± 0,9 (13,2; 17,1)	16 ± 0,8 (14,3; 17,7)	13,8 ± 0,9 (11,8; 15,7)	15,4 ± 0,8 (13,8; 17)	16,6 ± 1,4 (13,8; 19,5)	18 ± 1,3 (15,4; 20,6)
FC pico (bpm)	117,6 ± 4,9 (107,9;127,2)	121 ± 4,7 (111,7; 130,2)	122,3 ± 5,4 (111,6; 132,9)	124,4 ± 3,4 (117,6; 131,2)	120,7 ± 5,2 (110,3; 131)	127,1 ± 7,2 (112,8; 141,3)
FC 1º LV (bpm)	96,5 ± 4 (88,5; 104,4)	95,8 ± 3,7 (88,3; 103,2)	97,8 ± 5 (87,9; 107,8)	99,2 ± 4,2 (91; 107,4)	98,6 ± 3,8 (98; 106,1)	102,9 ± 6 (91; 114,7)
FC 2º LV (bpm)	106,5 ± 3,7 (99,2; 113,8)	109,8 ± 4,1 (101,7; 117,9)	112,7 ± 3,9 (105,1; 120,4)	114,3 ± 3,4 (107,6; 120,9)	107,3 ± 4,8 (97,7; 116,8)	113,1 ± 6,5 (100,2; 125,9)
VE/VC02 no pico	27,6 ± 1,1 (25,3; 30)	28 ± 1,1 (25,8; 30,1)	29,8 ± 1,3 (27,3; 32,4)	29,1 ± 1,3 (26,4; 31,8)	28,9 ± 2,1 (24,7; 33,1)	26,9 ± 1,1 (24,6; 29,2)
VE/VC02 slope	24,3 ± 1,5 (21,3; 27,2)	22,4 ± 1 (20,3; 24,5)	25,7 ± 1,9 (21,8; 29,5)	24,8 ± 1,3 (22,1; 27,5)	33,1 ± 4,4 (24,4; 41,8)	33,4 ± 5,3 (23; 43,8)
OUES	1,8 ± 0,1 (1,5; 2,1)	1,8 ± 0,1 (1,5; 2,1)	1,8 ± 0,1 (1,5; 2,1)	1,9 ± 0,1 (1,6; 2,2)	2,2 ± 0,3 (1,6; 2,9)	1,9 ± 0,2 (1,5; 2,4)
Pulso O2	14,5 ± 0,8 (12,8; 16,2)	15,6 ± 0,8 (13,9; 17,3)	13,3 ± 0,9 (11,5; 15)	14,6 ± 0,6 (13,4; 15,8)	14,2 ± 1 (12,2; 16,2)	14,6 ± 0,5 (13,5; 15,8)

Variável	GTAC/GTAI (n=20)		GTACL/GTAIL (n=19)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Tempo de Exaustão	380,5 ± 29,7 (322,2; 438,7)	445,5 ± 36,1 (374,6; 516,4)	344,2 ± 22,2 (300,5; 387,8)	369 ± 25,8 (318,3; 419,6)	364,6 ± 36,2 (293,5; 435,6)	403,2 ± 35,1 (334,3; 472)
Tempo 1º LV	139,3 ± 13,8 (112,2; 166,3)	224 ± 16,6 (191,3; 256,6)	187,5 ± 16,2 (155,7; 219,4)	236,6 ± 19,1 (199,1; 274,1)	182,4 ± 24,2 (134,8; 229,9)	220,3 ± 23 (175,1; 265,4)
Tempo 2º LV	276,2 ± 26,9 (223,4; 328,9)	377,4 ± 32,3 (314; 440,7)	257 ± 19,8 (218,1; 295,8)	328,3 ± 20,5 (288,1; 368,5)	331,3 ± 29,5 (273,3; 389,2)	380,2 ± 25,8 (329,6; 430,7)
Velocidade Teste	4,6 ± 0,2 (4,1; 5,1)	5,4 ± 0,2 (4,9; 5,9) *	4,5 ± 0,2 (4,1; 4,9)	5,1 ± 0,2 (4,7; 5,5) *	5,2 ± 0,2 (4,8; 5,5)	5,3 ± 0,2 (4,8; 5,8)
Velocidade 1º LV	3,1 ± 0,1 (2,8; 3,5)	3,9 ± 0,1 (3,6; 4,3)	3,3 ± 0,2 (2,8; 3,8)	4,1 ± 0,1 (3,7; 4,4)	3,4 ± 0,2 (2,9; 3,9)	4,2 ± 0,2 (3,7; 4,6)
Velocidade 2º LV	4,2 ± 0,2 (3,6; 4,7)	5 ± 0,2 (4,6; 5,5)	4 ± 0,2 (3,6; 4,5)	4,8 ± 0,2 (4,4; 5,3)	4,6 ± 0,1 (4,2; 5)	5,1 ± 0,2 (4,6; 5,7)
Inclinação do Teste	9,3 ± 0,7 (7,9; 10,7)	12,6 ± 0,9 (10,7; 14,6) *	9,2 ± 0,8 (7,5; 10,9)	10,3 ± 0,8 (8,7; 11,9) *	10,9 ± 1,1 (8,7; 13,1)	11,6 ± 1,1 (9,3; 14) *
Inclinação 1º LV	3,8 ± 0,3 (3,1; 4,5) ‡	6 ± 0,4 (5; 6,9) *	5,5 ± 0,5 (4,3; 6,7) ‡	5,9 ± 0,6 (4,6; 7,2)	4,8 ± 0,7 (3,4; 6,2)	7,3 ± 1 (5,3; 9,2) *
Inclinação 2º LV	7,1 ± 0,5 (5,9; 8,2)	10 ± 0,7 (8,4; 11,5) *	7,6 ± 0,7 (6,2; 9)	8,5 ± 0,7 (7,1; 10)	10,9 ± 1,1 (8,7; 13,1)	11,6 ± 1,1 (9,3; 14) *

Notas: GTAC/GTAI – contínuo e intervalado sem fotobiomodulação; GTACL/GTAIL – contínuo e intervalado com fotobiomodulação; LV – limiar ventilatório; OUES – *oxygen uptake efficiency slope*; * indica diferença entre o momento pré e pós para o mesmo grupo ($\leq 0,05$); † indica diferença entre grupos para o momento pós ($\leq 0,05$); ‡ indica diferença entre grupos para o momento pré ($\leq 0,05$).

Tabela 7. Resultados do teste de efeitos de modelo para subanálise.

Variável	Grupo	Tempo	Grupo*Tempo
VO₂pico (ml/kg/min)	0,33	<0,01	0,19
VO₂ 1º LV (ml/kg/min)	0,89	0,21	0,63
VO₂ 2º LV (ml/kg/min)	0,22	<0,01	0,73
FC pico (bpm)	0,74	0,10	0,80
FC 1º LV (bpm)	0,72	0,49	0,62
FC 2º LV (bpm)	0,52	0,11	0,76
VE/VCO₂no pico	0,56	0,22	0,36
VE/VCO₂slope	0,04	0,68	0,89
OUES	0,44	0,71	0,67
Pulso O₂	0,54	0,03	0,71
Tempo de Teste	0,25	<0,01	0,65
Tempo 1º LV	0,24	<0,01	0,17
Tempo 2º LV	0,13	<0,01	0,36
Velocidade Teste	0,31	<0,01	0,01
Velocidade 1º LV	0,63	<0,01	0,98
Velocidade 2º LV	0,37	<0,01	0,24
Inclinação do Teste	0,43	<0,01	<0,01
Inclinação 1º LV	0,28	<0,01	0,04
Inclinação 2º LV	0,53	<0,01	0,07

Notas: LV – limiar ventilatório; OUES – *oxygen uptake efficiency slope*.

Material Suplementar 1. Parâmetros utilizados na TFBM.

Terapia com laser de baixa intensidade (LLLT)	GaAlAs (810 nm)
Número de diodos de laser	5
Comprimento de onda	810 nm (infravermelho)
Frequência	saída contínua
Saída óptica	200 mW cada diodo (total de 1.000 mW)
Tamanho do ponto	0,0364 cm ² cada ponto
Densidade da potência	5,495 W / cm ² (para cada ponto de laser)
Protocolo	Imediatamente antes do exercício aeróbico
Locais de irradiação por aplicação	5 (simultaneamente)
Regiões de irradiação por membro inferior (região anterior da coxa)	2 (vasto lateral e vasto medial)
Regiões de irradiação por membro inferior (região posterior da coxa)	2 (bíceps femoral e semitendinoso)
Regiões de irradiação por membro inferior (região posterior da perna)	2 (gastrocnêmios – 1 lateralmente e 1 medialmente)
Densidade de energia	164,85 J / cm ² (para cada ponto de laser)
Energia	30 J em cada ponto (6 J em cada local)
Tempo de aplicação	5s em cada ponto (30s de tempo total cada membro inferior) (60s de tempo total de tratamento)
Número de pontos de irradiação por perna	6
Energia total fornecida por perna	180 J

6 ARTIGO 2

Efeitos da terapia de fotobiomodulação associada ao treinamento aeróbico de moderada e alta intensidade sobre parâmetros de composição corporal e aptidão físico-funcional em indivíduos com insuficiência cardíaca

Diego Busin¹, Pedro Dal Lago¹ e Ramiro Barcos Nunes¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação – Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA – Porto Alegre (RS), Brasil

Resumo

Introdução: Pacientes com insuficiência cardíaca (IC) frequentemente apresentam prejuízo na composição corporal (CCorp), bem como na aptidão físico-funcional (AFF), o que impacta negativamente em suas atividades de vida diária. Um programa de reabilitação cardíaca (PRC) pode ajudar no tratamento desses pacientes, enquanto terapias adjuntas como a fotobiomodulação (TFBM) podem proporcionar efeitos positivos adicionais a esses parâmetros em comparação com o PRC isoladamente. **Objetivo:** Avaliar os efeitos de um PRC associado à TFBM sobre a CCorp e AFF em pacientes com IC. **Métodos:** Estudo quasi-experimental com cinco grupos: GTAC (treinamento aeróbico contínuo moderado), GTAI (treinamento intervalado de alta intensidade), GTACL (TAC com TFBM), GTAIL (TAI com TFBM) e Controle (GC). Incluímos pacientes com IC (idade 45-80 anos, fração de ejeção <50%) de um PRC da Universidade de Caxias do Sul. Avaliamos a CCorp por meio do percentual de gordura (%G), soma das dobras cutâneas (Σ DC), relação cintura/quadril (RCQ), circunferência de cintura (CCint) e AFF por meio de testes funcionais específicos, como o teste de sentar e levantar em 30 segundos (TSL-30s) e o teste de *Timed Up and Go* (TUG). A análise estatística usou Equações de Estimativas Generalizadas, com alfa $\leq 0,05$. **Resultados:** A amostra foi composta por 49 pacientes (GTAC: 10; GTAI: 10; GTACL: 10; GTAIL: 9; GC: 10), com média de idade de 63 ± 10 anos, fração de ejeção média de $35 \pm 6\%$. Na CCorp, o GTAIL apresentou reduções significativas no %G, Σ DC, RCQ e CCint ($P < 0,05$). GTAI e GTACL também reduziram significativamente o %G, mas o GTAI reduziu também a Σ DC e CCint ($P < 0,05$). O GC aumentou MC, %G, Σ DC, RCQ e CCint ($P < 0,05$). Na AFF, apenas os grupos com TFBM apresentaram incremento significativo para o TSL-30s (GTACL: $P = 0,002$; GTAIL: $P = 0,01$). Além disso, GTAC, GTACL e GTAIL reduziram o tempo do TUG ($P < 0,05$), enquanto o GC aumentou ($P < 0,05$). **Conclusões:** A combinação de um PRC com TFBM melhorou a CCorp e a AFF em pacientes com IC. O GTAIL foi especialmente eficaz na redução do %G, Σ DC, RCQ e CCint. O tempo do TUG melhorou em todos os grupos de treinamento, exceto no GTAI. Esses resultados sugerem que a TFBM pode potencializar os benefícios de um PRC em pacientes com IC.

Palavras-chave: Treinamento aeróbico; Fotobiomodulação; Insuficiência cardíaca; Composição corporal; Aptidão físico-funcional.

Abstract

Introduction: Patients with heart failure (HF) often experience impairments in body composition (BC) and physical-functional fitness (PFF), which negatively impact their activities of daily living. Cardiac rehabilitation programs (CRP) can assist in treating these patients, while alternative therapies such as photobiomodulation (PBMT) may provide additional positive effects on these parameters compared to CRP alone. **Objective:** To evaluate the effects of a CRP combined with PBMT on BC and PFF in patients with HF. **Methods:** Quasi-experimental study with five groups: moderate continuous aerobic training group (MCAT), high-intensity interval training group (HIIT), MCAT with PBMT (MCAT+PBMT), HIIT with PBMT (HIIT+PBMT), and Control (CG). We included HF patients (aged 45-80 years, ejection fraction <50%) from a CRP at the University of Caxias do Sul. We assessed BC using percentage of body fat (%BF), sum of skinfolds (\sum SF), waist-to-hip ratio (WHR), waist circumference (WC), and PFF using specific functional tests such as the 30-second sit-to-stand test (30sSTS) and Timed Up and Go (TUG) test. Statistical analysis used Generalized Estimating Equations, with $\alpha \leq 0.05$. **Results:** The sample comprised 49 patients (MCAT: 10; HIIT: 10; MCAT+PBMT: 10; HIIT+PBMT: 9; CG: 10), with a mean age of 63 ± 10 years and mean ejection fraction of $35 \pm 6\%$. Regarding BC, HIIT+PBMT showed significant reductions in %BF, \sum SF, WHR, and WC ($P < 0.05$). HIIT and MCAT+PBMT also significantly reduced %BF, with HIIT additionally reducing \sum SF and WC ($P < 0.05$). CG increased %BF, \sum SF, WHR, and WC ($P < 0.05$). For AFF, only the groups with PBMT showed a significant increase for the 30sSTS (MCAT+PBMT: $P = 0.002$; HIIT+PBMT: $P = 0.01$). Furthermore, MCAT, MCAT+PBMT and HIIT+PBMT reduced TUG time ($P < 0.05$), while GC increased it ($P < 0.05$). **Conclusions:** Combining CRP with PBMT improved body composition and physical-functional fitness in patients with HF. HIIT+PBMT was particularly effective in reducing %BF, \sum SF, WHR, and WC. TUG time improved in all training groups except HIIT. These findings suggest that PBMT may enhance the benefits of CR in HF patients.

Keywords: Aerobic training; Photobiomodulation; Heart failure; Body composition; Physical-functional fitness.

Introdução

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome complexa caracterizada por um desempenho ineficiente do miocárdio (Savarese, 2023). Esse prejuízo pode gerar uma repercussão negativa em diferentes parâmetros, onde usualmente está presente fadiga e dispneia, reduzindo a capacidade de tolerar o esforço (Kaminsky, Tuttle, 2015; Kinugawa et al., 2015). A redução na tolerância ao esforço vem acompanhada de uma redução nas atividades de vida diária (AVDs), aumentando expressivamente os fatores de risco para a doença, como por exemplo, piorando parâmetros relacionados a composição corporal (CCorp) (Alebná et al., 2024; Borné et al., 2012; Zuchinalli et al., 2013) e aptidão físico-funcional (AFF) (Díes-Villanueva et al., 2019; Hwang et al., 2016; Yang et al., 2018). Nesse sentido, a redução de fatores de risco com um manejo efetivo dessas comorbidades são cruciais para reduzir a morbimortalidade associada a IC.

Podemos destacar parâmetros de CCorp como percentual de gordura (%G) (Borné et al., 2012), soma das dobras cutâneas (Σ DC) (Ackland, Stewart, 2014), relação cintura/quadril (RCQ) (Yusuf et al., 2005) e circunferência de cintura (CCint) (Canoy et al., 2007). Além disso, temos como parâmetro de AFF alguns testes funcionais, tais como o teste de sentar e levantar em 30 segundos (TSL-30s) (De Moraes et al., 2019) e o teste de *Timed Up and Go* (TUG) (Mesquita, 2013). O TUG avalia especificamente mobilidade e agilidade, sendo que o TSL-30s avalia resistência ou força muscular de membros inferiores. É fundamental que o paciente com IC receba uma intervenção eficaz para melhorar todos esses parâmetros, o que resultará na redução dos fatores de risco. Uma das maneiras mais eficazes para isso é utilizar o treinamento físico (TF), ferramenta comprovada cientificamente por promover inúmeros benefícios para essa população. (Bozkurt et al., 2021; Davies et al., 2010; O'Connor et al., 2009; Taylor et al., 2019).

Nesse sentido, o que se busca atualmente é alguma intervenção que possa adicionar benefício ao que já está bem estabelecido na literatura. Diante disso, intervenções terapêuticas direcionadas ao tecido muscular, como a terapia de fotobiomodulação (TFBM), podem ser exploradas como uma possível adição benéfica ao TF (Miranda et al., 2018; Vanin et al., 2018). A TFBM promove absorção de energia luminosa por cromóforos específicos nas

mitocôndrias, a qual leva a uma série de reações intracelulares que aumentam a produção de ATP e o metabolismo celular, o que poderia potencializar os benefícios oriundos do TF (Karu, 2010). Evidências sugerem que há um efeito adicional da TFBM comparado ao TF isolado sobre a CCorp, no entanto, em indivíduos saudáveis e sem dados relativos a AFF (Miranda et al., 2017, De Paiva et al., 2020). Em indivíduos com IC, aparentemente não há resultados relativos a CCorp ou AFF, apenas demonstrando que sua adição de maneira aguda pode melhorar a percepção de esforço (Bublitz et al., 2016).

Supostamente, o efeito crônico da TFBM associado ao TF na IC é investigado apenas em modelo animal, demonstrando efeito positivo sobre a tolerância ao esforço (Hentschke et al., 2017), sem dados relacionados a CCorp e AFF. Diante disso, torna-se importante investigar os efeitos da TFBM associado ao TF em indivíduos com IC sobre parâmetros relacionados a CCorp e AFF. Portanto, o objetivo primário do presente estudo foi investigar se a TFBM é eficaz quando associada ao TF (treinamento aeróbico contínuo moderado ou intervalado de alta intensidade – TAC/TAI), e se possui efeito adicional quando comparada ao TAC/TAI isolados para melhorar a CCorp e AFF em indivíduos com IC. Nossa hipótese é que a TFBM associada ao TAC/TAI apresentará maior eficácia nos desfechos analisados quando comparado ao TAC/TAI realizados isoladamente.

Métodos

Desenho do Estudo

Este estudo é um ensaio clínico não randomizado, onde os indivíduos foram selecionados por conveniência e incluídos aleatoriamente após assinarem o termo de consentimento. Os participantes foram divididos em cinco grupos: GTAC, GTAI, GTACL (contínuo de moderada intensidade com TFBM), GTAIL (intervalado de alta intensidade com TFBM) e Controle (GC).

A presente pesquisa foi conduzida na Unidade de Medicina do Esporte do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul (CECLIN – entre 2017 e 2018). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (6.273.174). As avaliações contaram com um único avaliador cegado para as intervenções. Conduzimos

nossa pesquisa em conformidade com as definições éticas do *International Journal of Sports Medicine* (Harriss, Atkinson, 2015).

Participantes

Os pacientes foram recrutados através do ingresso no Programa de Reabilitação Cardíaca (PRC) do CECLIN. Todos indivíduos são encaminhados via Sistema Único de Saúde já com diagnóstico clínico de IC. Assim que o paciente era encaminhado ao PRC, ele recebia o convite para participação no estudo. Àqueles que não quisessem participar do PRC, ainda assim eram convidados a compor o GC. A elegibilidade dos indivíduos foram: 1) apresentar FE < 50%; 2) idade superior a 18 anos; 3) classe funcional entre II e III pelo *New York Heart Association*; 4) clinicamente estável há 3 meses com tratamento otimizado; 5) sem internações nos últimos 6 meses; 6) sem a ocorrência de acidente vascular cerebral isquêmico ou hemorrágico, ou de qualquer outra doença neurológica que afete a marcha; 7) sem participação em programas de exercícios físicos sistematizados.

Programa de Intervenção

Todos os pacientes encaminhados ao PRC realizaram uma anamnese clínica. Na sequência eles também realizaram avaliações físicas. A distribuição dos pacientes para cada grupo se deu na proporção 1:1:1:1, ou seja, cada participante era alocado a um grupo diferente do anterior, menos para o GC. A intervenção ocorreu três vezes por semana com duração total de 10 semanas de seguimento.

Protocolos de Intervenção – TAC/TAI/TACL/TAI

O TAC consistiu em sessões de exercício físico com intensidade moderada (entre 70-75% da frequência cardíaca de reserva – FCreserva), com duração de 47 minutos. O TAI contemplou sessões com alta intensidade, (90-95% FCreserva), no entanto, com um aquecimento prévio de 10 minutos entre 50-60% da FCreserva. Os intervalos principais foram quatro séries de quatro minutos na intensidade alvo. Cada série foi intercalada com uma pausa ativa de três minutos (caminhada leve). Na parte final, os indivíduos reduziam a intensidade com três minutos a 50% FCreserva. Os grupos TACL/TAI

realizaram os mesmos protocolos de intervenção que os respectivos grupos TAC/TAI, no entanto, associado a TFBM. O protocolo de treinamento foi baseado no estudo de Wisloff et al. (2007). Foi utilizado oxímetro de dedo (NoninOnix 9500, Reino Unido) para monitorar a FC durante o treinamento. As intensidades foram ajustadas continuamente para garantir que cada sessão fosse realizada na FC alvo.

Protocolo de TFBM

Foi utilizado um aparelho de laser GaAIs (ISO:13485, modelo 2779, ChettanoogaGroup - Intellect® Mobile Laser, Austin, Texas, EUA). Para a TFBM, utilizamos laser de baixa intensidade (LLLT de 810 nm), com aplicação bilateral, contato direto e com leve pressão sobre a pele. Foram seis pontos de irradiação por membro inferior: vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral, semitendinoso, gastrocnêmio lateral e gastrocnêmio medial. Os parâmetros técnicos empregados, seguiram as recomendações clínicas e científicas para a utilização da TFBM, na melhora da performance e recuperação pós-exercício, publicados no *Jornal Brasileiro de Fisioterapia* (Leal-Junior, 2019), e estão descritos no material suplementar (S1). Após aplicação da TFBM os pacientes foram encaminhados para a realização da sessão de TAC ou TAI, conforme sua alocação.

Coleta de Dados e Análise

Variáveis da Composição Corporal

Todas as avaliações da CCorp foram realizadas pelo mesmo técnico (nível I da *International Society for the Advancement of Kinanthropometry* – ISAK), utilizando procedimentos padronizados (Marfell, 2006). A estatura, massa corporal, perímetros e dobras cutâneas dos participantes foram medidos para avaliar o percentual de gordura corporal (%G), a soma das dobras cutâneas (Σ DC), a relação cintura/quadril (RCQ) e a circunferência de cintura (CCint). A RCQ foi calculada dividindo a CCint pela circunferência do quadril (ambas em centímetros) (Heyward, Stolarczyk, 1996). O cálculo do %G dos participantes foi realizado utilizando a equação proposta por Jackson e Pollock (1978), a partir da medida das DC: subescapular, peitoral, tricípital, axilar média, supra ilíaca,

abdominal e coxa, enquanto a Σ DC, foi realizada por meio da soma das medidas das dobras cutâneas encontradas (Ackland, Stewart, 2014).

Variáveis da Aptidão Físico-Funcional

Teste de sentar e levantar em 30 segundos

O TSL-30s foi padronizado utilizando a referência de Rikli e Jones (1999). O teste iniciou com o participante sentado em uma cadeira com encosto rígido e altura de 43 centímetros, com as costas retas e os pés apoiados no chão. Os braços ficaram cruzados contra o tórax. Ao sinal, “Atenção! Já!”, o avaliado se levantou, ficando totalmente em pé e então retornou a uma posição completamente sentada. O avaliado foi encorajado a sentar-se completamente o maior número possível de repetições em 30 segundos. O escore do teste foi fornecido pelo número de vezes, no período de 30 segundos, em que o indivíduo conseguiu se erguer completamente da posição sentada com os braços cruzados sobre o tórax.

Timed Up and Go – TUG

O TUG foi realizado com os indivíduos sentados em uma cadeira de encosto rígido e altura de 43 centímetros, junto à parede, com as mãos nos quadris. Foi solicitado que se levantassem e caminhassem o mais rápido possível, sem correr, até um cone posicionado a 3 m de distância e retornassem à posição inicial sentada. O tempo começou com o comando, “vai”, e terminou quando os sujeitos tocaram o dorso no encosto da cadeira (Podsiadlo e Richardson 1991). Os voluntários realizaram três tentativas, com intervalo de 2 minutos entre as tentativas, e o menor valor foi registrado como válido.

Análise Estatística

Os dados nominais descritivos foram apresentados em frequência absoluta (n) e relativa (%), enquanto as variáveis categóricas descritivas foram expressas em média e desvio padrão. Para comparar os dados no baseline, utilizamos um teste de ANOVA.

Na análise dos dados, empregamos as Equações de Estimativas Generalizadas (GEE) e realizamos um teste poshoc de Bonferroni para comparar as variáveis dependentes, avaliando os efeitos principais de grupo e

tempo. Adotamos três estratégias de fatores para as análises: I) grupo, tempo e interação grupo*tempo; II) grupo exercício (GTAC com ou sem TFBM e GTAI com ou sem TFBM), tempo e suas respectivas interações; III) grupo com e sem TFBM independente da modalidade de exercício – GTAC/GTAI e GTACL/GTAIL. Além disso, para calcular o tamanho de efeito (TE), utilizamos o g de Hedges, com a diferença média (DM) e o desvio padrão (DP) da DM para cada grupo, sempre em comparação com o GC (Espírito Santo, Daniel, 2017). Consideramos um TE pequeno entre 0,20 – 0,49, médio entre 0,50 - ,79, grande entre 0,80 – 1,29 e muito grande $> 1,30$ (Espírito Santo, Daniel, 2017).

Todos os dados nas comparações foram expressos em média e erro padrão (EP), incluindo os valores de DM e EP com intervalo de confiança (IC) de 95%. O valor de alfa (α) definido foi $\leq 0,05$ para indicar significância estatística. Todas as análises estatísticas foram conduzidas no software SPSS, versão 20.0 (IBM; ARMONK, NY, USA).

Resultados

Apenas um participante não completou o protocolo de intervenção por motivos pessoais (GTAIL, $n= 9$). A amostra final foi composta 49 indivíduos, sendo 67% do sexo masculino ($n= 33$, $P= 0,32$). Os resultados relacionados à caracterização da amostra na linha basal estão sumarizados na tabela 1. A média de idade foi diferente entre o GTAIL e o GTAC ($P = 0,04$). A média geral de idade foi de $62,73 \pm 10,05$ anos. Os resultados referentes às comparações entre os grupos estão apresentados na tabela 2. Na tabela 3 está disponibilizado os valores de P do teste de efeitos de modelo da GEE. A tabela 4 apresenta os resultados da subanálise referente a comparação entre as modalidades de exercício GTAC/GTACL com GTAI/GTAIL. A tabela 5 é referente aos valores de P do teste de efeitos de modelo da GEE. Na tabela 6 pode ser visualizado os resultados da subanálise entre grupo com e sem TFBM independente da modalidade de exercício – GTAC/GTAI e GTACL/GTAIL, e na tabela 7 o teste de efeitos de modelo referentes a essa análise. A tabela 8 disponibiliza os TE calculados para cada grupo em comparação com GC, além de disponibilizarmos as DM para efeito de comparação com o TE.

Análise Posthoc entre os Cinco Grupos

CCorp

Foi encontrada diferença na comparação entre o momento pré e pós para a variável %G em quatro grupos: GTAI (DM: $-1,04 \pm 0,31$; 95% IC: -1,66 a -0,42; $P = 0,001$); GTACL (DM: $-0,56 \pm 0,16$; 95% IC: -0,88 a -0,24; $P = 0,001$); GTAIL (DM: $-1,60 \pm 0,41$; 95% IC: -2,42 a -0,78; $P < 0,001$); GC (DM: $0,93 \pm 0,24$; 95% IC: 0,45 a 1,42; $P < 0,001$). Em relação a ΣDC , houve redução significativa para dois grupos, GTAI (DM: $-8,66 \pm 3,71$; 95% IC: -15,93 a -1,38; $P = 0,02$) e GTAIL (DM: $-5,20 \pm 2,20$; 95% IC: -9,51 a -0,88; $P = 0,01$), sendo que o GC apresentou aumento significativo (DM: $3,43 \pm 1,22$; 95% IC: 1,02 a 5,83; $P = 0,005$). Para a variável RCQ, apenas um grupo de intervenção apresentou melhora significativa (GTAIL – DM: $-0,03 \pm 0,007$; 95% IC: -0,05 a -0,02; $P < 0,001$), além disso, o GC apresentou piora significativa para essa variável (DM: $0,02 \pm 0,006$; 95% IC: 0,01 a 0,03; $P < 0,001$). Para a variável CCint, apenas um grupo não apresentou melhoras significativas (GTACL – $P = 0,14$). O GTAC apresentou DM: $-1,15 \pm 0,45$; 95% IC: -2,03 a -0,26; $P = 0,01$), GTAI apresentou DM: $-2,57 \pm 1,10$; 95% IC: -4,73 a -0,40; $P = 0,02$), GTAIL com DM: $-2,50 \pm 0,56$; 95% IC: -3,60 a -1,39; $P < 0,001$), tendo o GC com aumento significativo (DM: $1,27 \pm 0,33$; 95% IC: 0,61 a 1,92; $P < 0,001$).

AFF

Para as variáveis relacionadas a AFF, encontramos um incremento significativo para TSL-30s apenas para os grupos com TFBM (GTACL – DM: $1,40 \pm 0,45$; 95% IC: 0,51 a 2,29; $P = 0,002$; GTAIL – DM: $1,43 \pm 0,60$; 95% IC: 0,25 a 2,61; $P = 0,01$). Além disso, o GC apresentou uma piora significativa (DM: $-0,70 \pm 0,31$; 95% IC: -1,32 a -0,08; $P = 0,02$). Em relação a variável TUG, o único grupo que não apresentou melhora significativa foi o GTAI ($P = 0,38$). O GTAC apresentou uma DM de $-0,83 \pm 0,29$; 95% IC: -1,42 a -0,24; $P = 0,005$. O GTACL teve uma redução de $-0,70 \pm 0,09$; 95% IC: -0,90 a -0,51; $P < 0,001$, e o GTAIL de $-1,39 \pm 0,48$; 95% IC: -2,34 a -0,43; $P = 0,005$. Além disso, o GC apresentou aumento significativo (DM: $0,22 \pm 0,08$; 95% IC: 0,05 a 0,40; $P = 0,01$).

Análise Poshoc entre as Modalidades de Exercício

CCorp

Para %G, ambos os grupos de intervenção apresentaram reduções significativas (GTAC/GTACL – DM: $-0,46 \pm 0,16$; 95% IC: -0,78 a -0,15; $P = 0,004$; GTAI/GTAIL – DM: $-1,31 \pm 0,26$; 95% IC: -1,83 a -0,78; $P < 0,001$). Em relação a ΣDC , apenas o GTAI/GTAIL apresentou reduções significativas (DM: $-7,02 \pm 2,25$; 95% IC: -11,43 a -2,61; $P = 0,002$). Encontramos o mesmo comportamento para RCQ (DM: $-0,03 \pm 0,01$; 95% IC: -0,05 a -0,01; $P = 0,001$). Já para CCint, ambos os grupos de intervenção melhoraram (GTAC/GTACL – DM: $-1,10 \pm 0,42$; 95% IC: -1,94 a -0,26; $P < 0,001$; GTAI/GTAIL – DM: $-2,53 \pm 0,64$; 95% IC: -3,79 a -1,28; $P < 0,001$).

AFF

Na subanálise sobre efeito da modalidade de exercício independente da TFBM para as variáveis da AFF encontramos efeitos positivos para ambas TSL-30s e TUG nos dois grupos de intervenção. TSL-30s para GTAC/GTACL (DM: $0,90 \pm 0,36$; 95% IC: 0,19 a 1,61; $P = 0,01$) e GTAI/GTAIL (DM: $1,24 \pm 0,42$; 95% IC: 0,40 a 2,08; $P = 0,004$). Para TUG, GTAC/GTACL apresentou DM de $-0,76 \pm 0,15$; 95% IC: -1,08 a -0,45; $P < 0,001$, e o GTAI/GTAIL DM de $-0,66 \pm 0,27$; 95% IC: -1,19 a -0,13; $P = 0,01$.

Análise Poshoc entre Grupos com e sem TFBM

CCorp

Para efeito da TFBM independente da modalidade de exercício, encontramos reduções significativas para ambos os grupos na variável %G (GTAC/GTAI – DM: $-0,70 \pm 0,22$; 95% IC: -1,14 a -0,27; $P = 0,001$; GTACL/GTAIL – DM: $-1,05 \pm 0,24$; 95% IC: -1,54 a -0,57; $P < 0,001$). Para a variável ΣDC , encontramos efeito positivo apenas para o grupo sem TFBM (GTAC/GTAI – DM: $-4,80 \pm 2,15$; 95% IC: -9,02 a -0,58; $P = 0,02$). Além disso, para essa variável, foi encontrada diferença na comparação entre o GTAC/GTAI com o GC no momento pós (DM: $-58,59 \pm 23,19$; 95% IC: -114,11 a -3,07; $P = 0,03$, favorável ao grupo intervenção). Para RCQ e CCint, ambos os grupos com ou sem TFBM apresentaram melhoras significativas (RCQ: GTAC/GTAI – $P = 0,04$;

GTACL/GTAIL – $P = 0,03$; CCint: GTAC/GTAI – $P = 0,003$; GTACL/GTAIL – $P < 0,001$).

AFF

Na comparação para TSL-30s, apenas o grupo com TFBM apresentou incrementos significativos (GTACL/GTAIL – DM: $1,41 \pm 0,36$; 95% IC: 0,70 a 2,12; $P < 0,001$). Já a variável TUG apresentou reduções significativas para ambos os grupos, independente com ou sem TFBM (GTAC/GTAI – $P = 0,009$; GTACL/GTAIL – $P < 0,001$). Aqui cabe destacar que encontramos diferença entre o GTACL/GTAIL e GC na comparação durante o momento pós (DM: $-1,08 \pm 0,43$; 95% IC: -2,13 a -0,03; $P = 0,04$, favorável ao grupo intervenção).

Tamanho de Efeito versus Diferença Média para os Cinco Grupos

Na tabela 8 estão apresentados os valores do TE juntamente com os valores da DM para ilustrar o exato efeito clínico que cada intervenção teve em comparação com o GC, demonstrando que a DM isoladamente pode trazer subestimação ou superestimação dos resultados. Por exemplo, para % G, os GTAI, GTACL e GTAIL apresentaram DM diferentes, no entanto, obtiveram TE muito semelhantes. Até mesmo o GTAC, que apresentou uma DM pequena sem diferença significativa, apresentou um TE considerado muito grande. Para $\sum DC$, GTAI obteve uma DM de -8,66 e o GTAIL de -5,20. Quando observamos os TE, o GTAIL apresentou um valor maior (1,42 versus 1,37). O mesmo comportamento ocorreu para CCint, onde o GTAC apresentou uma DM de -1,15 e um TE de 1,79, sendo que o GTAI, que apresentou maior DM (-2,57), apresentou um TE de 1,48, menor que o GTAC. Nessa variável, o GTAIL foi o que apresentou maior TE (2,38), com uma DM de -2,50.

Para as variáveis de AFF, GTACL e GTAIL foram os que apresentaram maior DM. Embora o GTAIL tenha apresentado maior DM que o GTACL, foi o GTACL que apresentou um TE muito grande (1,57 versus 1,29), demonstrando a importância de observar o TE. Para o TUG, algo semelhante aconteceu, onde o GTAC não foi o grupo que apresentou maior DM, no entanto, apresentou maior TE (2,92). Curiosamente, o GTAC apresentou maior TE que o GTAIL (1,40 versus 1,30), mesmo que o GTAIL tenha sido o grupo com maior DM (-1,39).

Discussão

Este estudo é, ao que sabemos, o primeiro a explorar a eficácia da TFBM em combinação com o TAC/TAI, além de avaliar seus efeitos adicionais quando comparada ao TAC/TAI isolados, na CCorp e na AFF de indivíduos com IC. Nosso principal achado foi que o GTAIL apresentou reduções significativas no %G, Σ DC, RCQ e CCint. Além disso, GTAI e GTACL também reduziram significativamente o %G, com GTAI reduzindo também a Σ DC e CCint. Em contraste, o GC aumentou o %G, Σ DC, RCQ e CCint. Na AFF, apenas os grupos com associação da TFBM apresentaram incremento significativo para o TSL-30s. Por outro lado, GTAC, GTACL e GTAIL reduziram o tempo do TUG enquanto o GC aumentou.

A nossa hipótese inicial era que a TFBM associada ao TAC/TAI teria uma maior eficácia nos desfechos analisados em comparação ao TAC/TAI realizados de forma isolada. A TFBM atua diretamente no metabolismo mitocondrial, por meio da absorção de energia luminosa em cromóforos específicos (Karu, 2010). Consequentemente, poderia haver uma melhora no desempenho muscular, a qual poderia ser atribuída ao aumento da produção de energia através do metabolismo aeróbico (Bublitz et al., 2016). Sendo assim, nossa hipótese foi confirmada, visto que os grupos com TFBM apresentaram melhores resultados em comparação àqueles sem TFBM, tanto para CCorp quanto para AFF.

Já está bem estabelecido que o TAI apresenta eficácia para reduzir parâmetros de CCorp, inclusive sendo mais eficaz em comparação ao TAC em cardiopatas isquêmicos (Gonçalvez et al., 2024, Dun et al., 2019). Uma redução no %G, por exemplo, é fundamental para reduzir o risco de hospitalizações por IC, visto que a obesidade tem uma relação direta com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Borné et al., 2012, Alebna et al., 2024). Para nosso conhecimento, não existem estudos que comparem o efeito da TFBM associada ao TAI, o que temos são estudos com associação ao TAC. Nesse sentido, a TFBM associada ao TAC parece ser eficaz para reduzir %G em comparação ao TAC isolado (De Paiva et al., 2020; Miranda et al., 2018). Interessantemente, se observarmos os resultados do nosso estudo, o grupo que possuiu mais desfechos positivos em relação a CCorp foi o TAI associado a TFBM.

Aparentemente, o TAI possui uma maior capacidade de oxidar gordura devido a diferentes mecanismos que se complementam. É viável que a geração

de catecolaminas pela alta intensidade possa influenciar o metabolismo de gordura. Além disso, essa oxidação pode ocorrer como resultado da necessidade de remoção de lactato e ressíntese de glicogênio. A oxidação de gordura também contribui com energia na recuperação do exercício, ou nos períodos de descanso entre as atividades (Hargreaves, Spriet, 2020). Ao adicionarmos a TFBM, a via final de ação é a degradação de triglicerídeos, a qual leva a uma degradação de ácido graxo e glicerol (Avci et al., 2013). No entanto, também pode ocorrer um aumento nas catecolaminas circulantes, as quais se ligam aos receptores β_3 adrenérgicos presentes nos adipócitos, garantindo o fornecimento de lipídeo como fonte de energia durante o exercício físico (Duarte et al., 2015; Lima-Silva et al., 2006).

Nesse sentido, diferentes autores também têm demonstrado que a TFBM, associada ao exercício físico, parece reduzir os níveis de lactato sanguíneo e aumentar a oferta de oxigênio (Duarte et al., 2015). Diante disso, temos um melhor desempenho na velocidade de recuperação ao dano muscular. Além disso, sugere-se que haja um potencial efeito da TFBM sobre a capacidade oxidativa mitocondrial (De Brito Vieira et al., 2014; Ferraresi et al., 2015). Portanto, podemos indicar que a associação da TFBM ao TAI possivelmente promova diferentes benefícios, seja por uma recuperação muscular mais rápida, ou por um efeito sinérgico na degradação de triglicerídeos no tecido adiposo, o que pode explicar os resultados encontrados no presente estudo.

De fato, indivíduos com IC podem desenvolver fatores de risco relacionados a CCorp muitas vezes devido ao sedentarismo, que por sua vez pode ser consequência da piora em parâmetros fisiopatológicos. Nesse sentido, somado a piora da CCorp, esses indivíduos também podem apresentar prejuízo na AFF. Já sabemos que o exercício físico é capaz de melhorar parâmetros relacionados à AFF nessa população. No entanto, existe uma lacuna na literatura sobre os possíveis efeitos da TFBM associada ao TAC/TAI. No presente estudo, podemos destacar a eficácia dos grupos com TFBM para o TSL-30s. Esse resultado pode ser devido ao fato de que a TFBM foi aplicada nos membros inferiores e antes de cada sessão, podendo gerar um efeito agudo e consequentemente crônico de aumento no desempenho muscular.

Embora o GTAC tenha melhorado o desempenho no TUG, precisamos destacar o efeito positivo para ambos os grupos com TFBM, visto que o GTAI

não apresentou um resultado benéfico. A aplicação de TFBM nos membros inferiores pode gerar um aumento na microcirculação local, promovendo uma maior oferta de oxigênio. No entanto, de modo geral, os mecanismos de ação que promovem maiores benefícios na AFF são semelhantes aos explicados anteriormente para a CCorp. Entretanto, podemos destacar que o principal mecanismo para melhorar o desempenho muscular é pelo aumento na atividade da citocromo c oxidase, que resulta em uma maior síntese de ATP. Portanto, isso pode suportar os resultados encontrados para o presente estudo (De Brito Vieira et al., 2014; Ferraresi et al., 2015).

É fundamental que se aponte e discuta as principais limitações de um estudo. Nesse sentido, precisamos destacar a ausência de um grupo placebo, mesmo que no presente estudo tivéssemos um GC. Salientamos isso, pois pode existir um efeito “*Hawthorne*” sobre a aplicação da TFBM, onde o indivíduo tem consciência de que aquela intervenção possa promover um benefício. Infelizmente essa estratégia não foi planejada a priori, o que pode ter interferido nos resultados. Outras duas limitações que podemos destacar são a ausência de cálculo amostral e o desenho experimental do estudo, visto que um ensaio clínico randomizado poderia controlar uma série de vieses.

No entanto, também é importante destacar os pontos positivos do presente estudo. A opção em trazer o TE para se identificar o real efeito clínico de cada intervenção é um dos pontos a se destacar. Embora os grupos com TFBM tenham apresentado mais resultados significativos em comparação aos grupos sem TFBM, devemos destacar que, ao observar o TE, ocorre uma distribuição de efeitos positivos semelhante para todos os grupos. Acreditamos que isso direciona os resultados do presente estudo para o lado da efetividade, seja utilizando ou não a TFBM. Também é importante salientar que o custo de um aparelho de TFBM possa inviabilizar sua implementação em um PRC, não sendo custo-efetivo por exemplo. Por fim, do ponto de vista prático, se um PRC possuir um aparelho de TFBM, indicamos seu uso. Caso contrário, não recomendamos sua aquisição, visto que, baseado nos resultados encontrados referentes ao TE para o presente estudo, as intervenções possuem resultados clinicamente semelhantes.

Conclusão

Concluimos que a TFBM, quando associada a um PRC, apresentou maior eficácia na melhora da CCorp e da AFF em pacientes com IC, em comparação ao PRC realizado isoladamente. O GTAIL mostrou-se especialmente eficaz na redução do %G, Σ DC, RCQ e CC, enquanto o tempo do TUG melhorou em todos os grupos de treinamento, exceto no GTAI. Com base nesses resultados, sugerimos que futuras investigações sejam realizadas para explorar diferentes parâmetros da TFBM e suas possíveis aplicações como intervenção não farmacológica no tratamento de pacientes com IC.

Referências

Ackland, T. R.; Stewart, A. D. **Assessing Body Composition**. The Encyclopaedia of Sports Medicine: an IOC Medical Commission Publication, v. 19, p.88-101, 2014.

Alebna, Pamela L. et al. Update on obesity, the obesity paradox, and obesity management in heart failure. **Progress in cardiovascular diseases**, v. 82, p. 34-42, 2024.

Avci, Pinar et al. Low-level laser therapy for fat layer reduction: a comprehensive review. **Lasers in surgery and medicine**, v. 45, n. 6, p. 349-357, 2013.

Borné Y, Hedblad B, Essén B, Engström G. Anthropometric measures in relation to risk of heart failure hospitalization: a Swedish populationbased cohort study. *Eur J Public Health*. 2012;24(2):215-20. doi: 10.1093/eurpub/cks161.

Bozkurt, Biykem et al. Cardiac rehabilitation for patients with heart failure: JACC expert panel. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 77, n. 11, p. 1454-1469, 2021.

Bublitz, Caroline et al. Acute effects of low-level laser therapy irradiation on blood lactate and muscle fatigue perception in hospitalized patients with heart failure—a pilot study. **Lasers in medical science**, v. 31, p. 1203-1209, 2016.

Canoy D, Boekholdt SM, Wareham N, et al. Body fat distribution and risk of coronary heart disease in men and women in the European Prospective Investigation Into Cancer and Nutrition in Norfolk cohort: a population-based prospective study. *Circulation* 2007;116:2933–43.

De Brito Vieira, Wouber Héricksen et al. Use of low-level laser therapy (808 nm) to muscle fatigue resistance: a randomized double-blind crossover trial. **Photomedicine and Laser Surgery**, v. 32, n. 12, p. 678-685, 2014.

De Moraes, Kellyanne Alves et al. Respostas cardiovasculares agudas frente a diferentes testes funcionais em idosos. **Revista Kairós-Gerontologia**, v. 22, n. 1, p. 109-122, 2019.

De Paiva, Paulo Roberto Vicente et al. Does the combination of photobiomodulation therapy (PBMT) and static magnetic fields (sMF) potentiate the effects of aerobic endurance training and decrease the loss of performance during detraining? A randomised, triple-blinded, placebo-controlled trial. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 12, p. 1-11, 2020.

Díes-Villanueva P, Arizá-Solé A, Vidán MT, Bonanad C, Formiga F, Sanchis J, et al. Recomendaciones de la Sección de Cardiología Geriátrica de la Sociedad Española de Cardiología Para la valoración de la fragilidad en el anciano con cardiopatía. *Rev Esp Cardiol*. 2019;72(1):63–71.

Duarte, Fernanda Oliveira et al. Can low-level laser therapy (LLLT) associated with an aerobic plus resistance training change the cardiometabolic risk in obese women? A placebo-controlled clinical trial. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 153, p. 103-110, 2015.

Dun, Yaoshan et al. High-intensity interval training in cardiac rehabilitation: impact on fat mass in patients with myocardial infarction. In: **Mayo Clinic Proceedings**. Elsevier, 2019. p. 1718-1730.

Espirito Santo, Helena; DANIEL, Fernanda. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (2): Guia para reportar a força das relações [Calculating and reporting effect sizes on scientific papers (2): Guide to report the strength of relationships]. **Portuguese Journal of Behavioral and Social Research**, v. 3, n. 1, p. 53-64, 2017.

Espirito Santo, Helena; DANIEL, Fernanda. Calcular e apresentar tamanhos do efeito em trabalhos científicos (1): as limitações do $P < 0,05$ na análise de diferenças de médias de dois grupos (Calculating and Reporting Effect Sizes on Scientific Papers (1): $P < 0.05$ Limitations in the Analysis of Mean Differences of Two Groups). **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, v. 1, n. 1, p. 3-16, 2017.

Ferraresi, Cleber et al. Time response of increases in ATP and muscle resistance to fatigue after low-level laser (light) therapy (LLLTL) in mice. **Lasers in medical science**, v. 30, p. 1259-1267, 2015.

Gonçalves, Catarina et al. Effects of High-Intensity Interval Training vs Moderate-Intensity Continuous Training on Body Composition and Blood Biomarkers in Coronary Artery Disease Patients: A Randomized Controlled Trial. **Reviews in Cardiovascular Medicine**, v. 25, n. 3, p. 102, 2024.

Hargreaves, Mark; Spriet, Lawrence L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. **Nature metabolism**, v. 2, n. 9, p. 817-828, 2020.

Harriss DJ, Atkinson G. Ethical standards in sport and exercise science research: 2016 update. *Int J Sports Med* 2015; 36: 1121–1124.

Hentschke VS, Capalonga L, Rossato DD, Perini JL, Alves JP, Stefani GP, Karsten M, Pontes M, Lago PD. Maximal oxygen uptake and exercise tolerance are improved in rats with heart failure subjected to low-level laser therapy associated with resistance training. *Lasers Med Sci*. 2017 Jan;32(1):73-85. doi: 10.1007/s10103-016-2088-3. Epub 2016 Nov 17. PMID: 27858257.

Heyward, V. H., Storlarczyk, L. M. Body composition and children. In: _____. *Applied body composition assessment*. Champaign, IL: Human Kinetics 1996. p. 90-98.

Hwang, Rita et al. Timed up and go test: a reliable and valid test in patients with chronic heart failure. **Journal of cardiac failure**, v. 22, n. 8, p. 646-650, 2016.

Jackson, A. S.; Pollock, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *The British Journal of Nutrition*. Vol. 40. Num. 3. 1978. p. 497-504.

Karu, T. I. Multiple roles of cytochrome c oxidase in mammalian cells under action of red and IR-A radiation. *IUBMB life*, [s. l.], v. 62, n. 8, p. 607–10, 2010.

Kaminsky, L.A, Tuttle M.S. Functional assessment of heart failure patients. *Heart Fail Clin.* 2015;11(1):29–36.

Kinugawa, S. et al. Skeletal Muscle Abnormalities in Heart Failure. **International Heart Journal**, v. 56, n. 5, p. 475–484, 2015.

Leal-Junior, Ernesto Cesar Pinto; Lopes-Martins, Rodrigo Álvaro Brandão; Bjordal, Jan Magnus. Clinical and scientific recommendations for the use of photobiomodulation therapy in exercise performance enhancement and post-exercise recovery: current evidence and future directions. **Brazilian journal of physical therapy**, v. 23, n. 1, p. 71-75, 2019.

Lima-Silva, Adriano Eduardo et al. Fat metabolism during exercise: mechanisms of regulation. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 8, n. 4, p. 106-114, 2006.

Marfell, M. et al. International standards for anthropometric assessment. **Potchefstroom: International Society for the Advancement of Kinanthropometry**, 2006.

Miranda, Eduardo Foschini et al. When is the best moment to apply photobiomodulation therapy (PBMT) when associated to a treadmill endurance-training program? A randomized, triple-blinded, placebo-controlled clinical trial. **Lasers in Medical Science**, v. 33, p. 719-727, 2018.

Mesquita, Rafael et al. Within-day test-retest reliability of the Timed Up & Go test in patients with advanced chronic organ failure. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 94, n. 11, p. 2131-2138, 2013.

O'Connor CM, Whellan DJ, Lee KL, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ et al. Efficacy and safety of exercise training in patients with chronic heart failure: HF-ACTION randomized controlled trial. *JAMA* 2009; **301**(14): 1439-50.

Podsiadlo, Diane; Richardson, Sandra. The timed “Up & Go”: a test of basic functional mobility for frail elderly persons. **Journal of the American geriatrics**

Society, v. 39, n. 2, p. 142-148, 1991.

Rikli, Roberta E.; Jones, C. Jessie. Functional fitness normative scores for community-residing older adults, ages 60-94. **Journal of aging and physical activity**, v. 7, n. 2, p. 162-181, 1999.

Savarese, Gianluigi et al. Global burden of heart failure: a comprehensive and updated review of epidemiology. **Cardiovascular research**, v. 118, n. 17, p. 3272-3287, 2023.

Taylor RS, Walker S, Ciani O, et al. Exercise-based cardiac rehabilitation for chronic heart failure: the EXTRAMATCH II individual participant data meta-analysis. *Health Technol Assess* 2019.

Vanin, Adriane Aver et al. Photobiomodulation therapy for the improvement of muscular performance and reduction of muscular fatigue associated with exercise in healthy people: a systematic review and meta-analysis. **Lasers in medical science**, v. 33, p. 181-214, 2018.

Yang X, Lupón J, Vidán MT, Ferguson C, Gastelurrutia P, Newton PJ, et al. Impact of frailty on mortality and hospitalisation in chronic heart failure: a systematic review and meta-analysis. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(23):e008251.

Yusuf S, Hawken S, Ounpuu S, Bautista L, Franzosi MG, Commerford P, et al and the INTERHEART Study Investigators. Obesity and the risk of myocardial infarction in 27,000 participants from 52 countries: a case-control study. *Lancet*. 2005; 366:1640-9.

Zuchinali P, Souza GC, Donner Alves F, Sanches K, D 'Almeida M, Goldraich LA, et al. Triceps skinfold as a prognostic predictor in outpatient heart failure. *Arq Bras Cardiol*. 2013;101(5):434-41.

Wisloff U, Stoylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum O, Haram PM et al. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation* 2007; **115**(24): 3086-94.

Tabela 1. Dados de caracterização da amostra para os cinco grupos do estudo.

Caracterização da Amostra	GTAC (n=10)	GTAI (n=10)	GTACL (n=10)	GTAIL (n=9)	GC (n=10)	P-Valor
Sexo (M/F), n	8/2	7/3	4/6	7/2	7/3	0,32
Idade (anos)	68,70 ± 9,97*	63,10 ± 8,22	62,10 ± 11,42	54,55 ± 7,92*	64,50 ± 8,55	0,04
Fração de Ejeção (%)	37,70 ± 7,35	38,70 ± 4,78#	33,90 ± 7,01	31,11 ± 5,60#	34,40 ± 5,37	0,04
Massa Corporal (kg)	73,49 ± 15,56	77,28 ± 9,49	67,13 ± 20,16	84,44 ± 12,25	74,66 ± 16,23	0,16
IMC (kg/m ²)	26,27 ± 3,94	28,94 ± 5,53	25,53 ± 6,38	32,03 ± 6,80	27,77 ± 5,58	0,68
Fatores de Risco						
Dislipidemia, n (%)	4 (40)	6 (60)	7 (70)	7 (77,8)	4 (40)	0,32
Hipertensão, n (%)	7 (70)	7 (70)	9 (90)	6 (66,7)	10 (100)	0,25
Tabagismo, n (%)	4 (40)	6 (60)	3 (30)	4 (44,4)	5 (50)	0,73
Sobrepeso, n (%)	5 (50)	7 (70)	2 (20)	6 (66,7)	6 (60)	0,17
Diabetes, n (%)	1 (10)	3 (30)	2 (20)	3 (33,3)	1 (10)	0,58
Histórico Familiar DCV, n (%)	7 (70)	6 (60)	1 (10)	1 (11,1)	1 (10)	0,003
Medicamentos						
Anticoagulante, n (%)	10 (100)	10 (100)	8 (80)	8 (88,9)	9 (90)	0,43
Vasodilatador, n (%)	6 (60)	5 (50)	7 (70)	6 (66,7)	8 (80)	0,69
Inibidor ECA, n (%)	6 (60)	6 (60)	3 (30)	2 (22,2)	4 (40)	0,32
Antiarrítmico, n (%)	5 (50)	2 (20)	3 (30)	1 (11,1)	4 (40)	0,36
Antilipêmicos, n (%)	8 (80)	8 (80)	6 (60)	8 (88,9)	7 (70)	0,63

Digoxina, n (%)	3 (30)	0 (0)	1 (10)	1 (11,11)	1 (10)	0,27
Betabloqueador, n (%)	7 (70)	10 (100)	9 (90)	7 (77,8)	10 (100)	0,15
Diurético, n (%)	6 (60)	9 (90)	8 (80)	6 (66,7)	7 (70)	0,58
Antiglicêmicos n (%)	1 (10)	4 (40)	2 (20)	2 (22,2)	2 (20)	0,60
Antianginoso, n (%)	1 (10)	3 (30)	1 (10)	0 (0)	2 (20)	0,39
Condições						
CRM, n (%)	3 (30)	3 (30)	2 (20)	0 (0)	2 (20)	0,48
Valvopatia, n (%)	0 (0)	0 (0)	1 (10)	1 (11,1)	0 (0)	0,50
Angioplastia, n (%)	9 (90)	8 (80)	5 (50)	8 (88,9)	8 (80)	0,20
IAM, n (%)	7 (70)	6 (60)	6 (60)	5 (55,6)	3 (30)	0,45
DAC, n (%)	8 (80)	9 (90)	6 (60)	5 (55,6)	5 (50)	0,26
Angina, n (%)	2 (20)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,23
Miodilatada, n (%)	0 (0)	4 (40)	1 (10)	2 (22,2)	4 (40)	0,12
FA, n (%)	3 (30)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,01
CDI, n (%)	2 (20)	0 (0)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	0,23
Aneurisma Aorta, n (%)	1 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0,40
Marcapasso, n (%)	2 (20)	1 (10)	1 (10)	0 (0)	2 (20)	0,65
Arritmia, n (%)	3 (30)	0 (0)	1 (10)	0 (0)	1 (10)	0,16

Notas: GTAC – grupo treinamento aeróbico contínuo; GTAI – grupo treinamento aeróbico intervalado; GTACL – grupo treinamento aeróbico contínuo com laser; GTAIL – grupo treinamento aeróbico intervalado com laser; GC – grupo controle; IMC – índice de massa corporal; DCV – doença cardiovascular; ECA – enzima conversora da angiotensina; CRM – cirurgia de revascularização do miocárdio; IAM – infarto agudo do miocárdio; DAC – doença arterial coronariana; FA – fibrilação atrial; CDI – cardiodesfibrilador implantável; P-valor – valor geral do teste de Kruscal-Wallis.

Tabela 2. Resultados de composição corporal e testes funcionais nas comparações pré e pós intervenção entre os cinco grupos.

Variável	GTAC (n=10)		GTAI (n=9)		GTACL (n=10)		GTAIL (n=10)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Percentual Gordura	22,2 ± 2,5 (17,3; 27,1)	21,8 ± 2,4 (17; 26,6)	25,2 ± 2,7 (19,8; 30,5)	24,1 ± 2,6 (18,9; 29,3)*	26,6 ± 2,2 (22,2; 31,1)	26,1 ± 2,1 (21,8; 30,4)*	29,3 ± 2,5 (24,3; 34,2)	27,7 ± 2,3 (23; 32,3)*	27,7 ± 2,3 (23,2; 32,3)	28,7 ± 2,4 (23,8; 33,6)*
Soma Dobras	117,4 ± 15,7 (86,5; 148,4)	116,5 ± 15,5 (86,1; 146,9)	140,4 ± 17,9 (105,1; 175,6)	131,7 ± 16,3 (99,7; 163,7)*	129,1 ± 16,3 (97; 161,3)	133 ± 15,9 (101,8; 164,2)	162,5 ± 11,9 (139; 185,9)	157,3 ± 11 (135,5; 179)*	179,3 ± 19,1 (141,8; 216,7)	182,7 ± 20,2 (143,1; 222,3)*
RCQ	0,94 ± 0,02 (0,89; 1)	0,93 ± 0,02 (0,88; 0,99)	0,95 ± 0,03 (0,88; 1,01)	0,92 ± 0,02 (0,86; 0,97)	0,90 ± 0,04 (0,80; 0,99)	0,89 ± 0,04 (0,81; 0,98)	0,97 ± 0,01 (0,93; 1)	0,93 ± 0,01 (0,90; 0,96)*	0,95 ± 0,03 (0,89; 1,02)	0,98 ± 0,03 (0,91; 1,05)*
Circunferência Cintura	91,8 ± 4,3 (83,3; 100,3)	90,7 ± 4,3 (82,1; 99,2)*	96 ± 3,1 (89,8; 102,2)	93,4 ± 2,6 (88,2; 98,7)*	83 ± 4,7 (73,5; 92,2)	81,9 ± 4,4 (73,1; 90,6)	97,2 ± 2,1 (93,1; 101,4)	94,7 ± 2,1 (90,6; 98,9)*	88,8 ± 4,1 (80,1; 96,9)	90,1 ± 4,3 (81,7; 98,5)*
Senta e Levanta	11,9 ± 0,8 (10,1; 13,6)	12,3 ± 0,5 (11,1; 13,4)	13,8 ± 0,9 (11,8; 15,7)	14,9 ± 1 (12,7; 17)	14,1 ± 0,8 (12,4; 15,7)	15,5 ± 0,8 (13,8; 17,1)*	13,2 ± 1,3 (10,6; 15,9)	14,7 ± 0,8 (13; 16,3)*	13,8 ± 0,6 (12,4; 15,1)	13,1 ± 0,8 (11,4; 14,7)*
TUG	7,9 ± 0,8 (6,2; 9,6)	7,1 ± 0,6 (5,8; 8,3)*	6,5 ± 0,3 (5,8; 7,1)	6,3 ± 0,3 (5,6; 7)	6,6 ± 0,2 (6,2; 7)	5,9 ± 0,2 (5,5; 6,3)*	7,5 ± 0,9 (5,7; 9,2)	6,1 ± 0,4 (5,2; 7)*	6,8 ± 0,3 (6,2; 7,5)	7,1 ± 0,3 (6,3; 7,8)*

Notas: GTAC – grupo treinamento aeróbico contínuo; GTAI – grupo treinamento aeróbico intervalado; GTACL – grupo treinamento aeróbico contínuo com laser; GTAIL – grupo treinamento aeróbico intervalado com laser; RCQ – relação cintura quadril; TUG – *time up and go*; * indica diferença entre o momento pré e pós para o mesmo grupo ($\leq 0,05$).

Tabela 3. Resultados do teste de efeitos de modelo.

Variável	Grupo	Tempo	Grupo*Tempo
% Gordura	0,31	<0,01	<0,01
Soma Dobras	0,05	0,40	<0,01
RCQ	0,75	0,03	<0,01
Circunferência Cintura	0,07	<0,01	<0,01
Senta e Levanta	0,11	<0,01	<0,01
TUG	0,29	<0,01	<0,01

Notas: RCQ – relação cintura quadril; TUG – *timed up and go*.

Tabela 4. Subanálise do efeito da modalidade de exercícios sobre composição corporal e testes funcionais.

Variável	GTAC/GTACL (n=20)		GTAI/GTAIL (n=19)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Percentual Gordura	24,4 ± 1,7 (23,2; 32,3)	23,9 ± 1,7 (20,6; 27,3) *	27,1 ± 1,9 (23,3; 29,4)	25,8 ± 1,8 (22,2; 29,4) *	27,7 ± 2,3 (23,2; 32,3)	28,7 ± 2,4 (23,8; 33,6) *
Soma Dobras	123,3 ± 11,4 (100,8; 145,7)	124,7 ± 11,2 (102,6; 146,8)	150,8 ± 11,3 (128,6; 173)	143,8 ± 10,4 (123,2; 164,4) *	179,3 ± 19,1 (141,8; 216,7)	182,7 ± 20,2 (143,1; 222,3) *
RCQ	0,92 ± 0,02 (0,86; 0,98)	0,91 ± 0,02 (0,86; 0,96)	0,96 ± 0,01 (0,92; 0,99)	0,92 ± 0,01 (0,89; 0,95) *	0,95 ± 0,03 (0,89; 1,02)	0,98 ± 0,03 (0,91; 1,05) *
Circunferência Cintura	87,4 ± 3,3 (80,8; 94)	86,3 ± 3,2 (79,9; 92,7) *	96,6 ± 1,9 (92,8; 100,4)	94 ± 1,7 (90,6; 97,5) *	88,8 ± 4,1 (80,8; 96,9)	90,1 ± 4,3 (81,7; 98,5) *
Senta e Levanta	13 ± 0,6 (11,7; 14,2)	13,9 ± 0,6 (12,6; 15,1) *	13,5 ± 0,7 (12; 15,1)	14,8 ± 0,7 (13,4; 16,2) *	13,8 ± 0,6 (12,4; 15,1)	13,1 ± 0,8 (11,4; 14,7) *
TUG	7,3 ± 0,4 (6,3; 8,2)	6,5 ± 0,3 (5,8; 7,2) *	6,9 ± 0,4 (6; 7,7)	6,2 ± 0,2 (5,7; 6,8) *	6,8 ± 0,3 (6,2; 7,5)	7,1 ± 0,3 (6,3; 7,8) *

Notas: GTAC/GTACL – modalidade de exercício aeróbico contínuo com e sem laser; GTAI/GTAIL – modalidade de exercício aeróbico intervalado com e sem laser; RCQ – relação cintura quadril; TUG – *time up and go*; * indica diferença entre o momento pré e pós para o mesmo grupo ($\leq 0,05$).

Tabela 5. Efeitos de modelo para subanálise modalidade de exercício.

Variável	Grupo	Tempo	Grupo*Tempo
Percentual Gordura	0,36	0,03	<0,01
Soma Dobras	0,03	0,64	<0,01
RCQ	0,52	0,31	<0,01
Circunferência Cintura	0,05	<0,01	<0,01
Senta e Levanta	0,68	0,02	<0,01
TUG	0,70	<0,01	<0,01

Notas: RCQ – relação cintura quadril; TUG – timed up and go.

Tabela 6. Subanálise do efeito da terapia de fotobiomodulação sobre composição corporal e testes funcionais.

Variável	GTAC/GTAI (n=20)		GTACL/GTAIL (n=19)		GC (n=10)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Percentual Gordura	23,7 ± 1,8 (20; 27,4)	23 ± 1,8 (19,4; 26,5) *	27,9 ± 1,7 (24,5; 31,3)	26,8 ± 1,6 (23,7; 30) *	27,7 ± 2,3 (23,2; 32,3)	28,7 ± 2,4 (23,8; 33,6) *
Soma Dobras	128,9 ± 12,2 (104,9; 152,9)	124,1 ± 11,3 (101,8; 146,4) * †	144,9 ± 11 (123,3; 166,5)	144,5 ± 10,2 (124,3; 164,6)	179,3 ± 19,1 (141,8; 216,7)	182,7 ± 20,2 (143,1; 222,3) * †
RCQ	0,94 ± 0,02 (0,90; 0,99)	0,92 ± 0,01 (0,88; 0,96) *	0,93 ± 0,02 (0,88; 0,99)	0,91 ± 0,02 (0,86; ,96) *	0,95 ± 0,03 (0,89; 1,02)	0,98 ± 0,03 (0,91;1,05) *
Circunferência Cintura	93,9 ± 2,7 (88,6; 99,3)	92,1 ± 2,5 (87; 97,1) *	89,7 ± 3,1 (83,6; 95,9)	88 ± 2,9 (82,2; 93,8) *	88,8 ± 4,1 (80,8; 96,9)	90,1 ± 4,3 (81,7; 98,5) *
Senta e Levanta	12,8 ± 0,6 (11,5; 14,2)	13,6 ± 0,6 (12,2; 14,9)	13,7 ± 0,7 (12,3; 15,2)	15,1 ± 0,6 (13,9; 16,4) *	13,8 ± 0,6 (12,4; 15,1)	13,1 ± 0,8 (11,4; 14,7) *
TUG	7,2 ± 0,4 (6,2; 8,1)	6,7 ± 0,3 (6; 7,4) *	7 ± 0,4 (6,2; 7,8)	6 ± 0,2 (5,5; 6,4) * †	6,8 ± 0,3 (6,2; 7,5)	7,1 ± 0,3 (6,3; 7,8) * †

Notas: GTAC/GTAI – aeróbico contínuo e intervalado de alta intensidade sem laser; GTACL/GTAIL – aeróbico contínuo e intervalado com laser; RCQ – relação cintura quadril; TUG – *time up and go*; * indica diferença entre o momento pré e pós para o mesmo grupo ($\leq 0,05$); † indica diferença entre grupos para o momento pós ($\leq 0,05$).

Tabela 7. Efeitos de modelo para subanálise da terapia de fotobiomodulação.

Variável	Grupo	Tempo	Grupo*Tempo
Percentual Gordura	0,16	0,04	<0,01
Soma Dobras	0,05	0,71	<0,01
RCQ	0,57	0,35	<0,01
Circunferência Cintura	0,54	<0,01	<0,01
Senta e Levanta	0,37	0,02	<0,01
TUG	0,51	<0,01	<0,01

Notas: RCQ – relação cintura quadril; TUG – timed up and go.

Tabela 8. Tamanho de efeito e diferença média entre os grupos de intervenção.

Variável		GTAC	GTAI	GTACL	GTAIL
%G	DM	-0,37 (-0,91 a 0,16)	-1,04 (-1,66 a -0,42)	-0,56 (-0,88 a -0,24)	-1,60 (-2,42 a -0,78)
	TE	1,49 (0,50 a 2,48)	2,15 (1,02 a 3,28)	2,12 (1,03 a 3,22)	2,19 (1,08 a 3,30)
ΣDC	DM	-0,95 (-3,55 a 1,65)	-8,66 (-15,93 a - 1,38)	3,85 (-11,22 a 18,92)	-5,20 (-9,51 a -0,88)
	TE	1,01 (0,08 a 1,94)	1,37 (0,37 a 2,37)	-0,02 (-0,90 a 0,85)	1,42 (0,44 a 2,40)
RCQ	DM	-0,009 (-0,021 a 0,003)	-0,031 (-0,066 a 0,004)	-0,006 (-0,037 a 0,025)	-0,036 (-0,051 a - 0,022)
	TE	1,61 (0,61 a 2,62)	1,41 (0,41 a 2,42)	0,78 (-0,13 a 1,68)	1,52 (0,52 a 2,51)
CCint	DM	-1,15 (-2,03 a -0,26)	-2,57 (-4,73 a -0,40)	-1,06 (-2,47 a 0,35)	-2,50 (-3,60 a -1,39)
	TE	1,79 (0,75 a 2,83)	1,48 (0,46 a 2,49)	1,21 (0,25 a 2,16)	2,38 (1,24 a 3,53)
TSL-30s	DM	0,40 (-0,61 a 1,41)	1,10 (-0,06 a 2,26)	1,40 (0,51 a 2,29)	1,43 (0,25 a 2,61)
	TE	0,75 (-0,16 a 1,66)	1,17 (0,20 a 2,14)	1,57 (0,56 a 2,57)	1,29 (0,33 a 2,26)
TUG	DM	-0,83 (-1,42 a -0,24)	-0,15 (-0,51 a 0,19)	-0,70 (-0,90 a -0,51)	-1,39 (-2,34 a -0,43)
	TE	1,40 (0,42 a 2,38)	0,10 (-0,81 a 1,00)	2,92 (1,66 a 4,18)	1,34 (0,37 a 2,31)

Nota: GTAC – grupo treinamento aeróbico contínuo; GTAI – grupo treinamento aeróbico intervalado; GTACL – grupo treinamento aeróbico contínuo com laser; GTAIL – grupo treinamento aeróbico intervalado com laser; DM – diferença média (intervalo de confiança); TE – tamanho de efeito (intervalo de confiança); %G – percentual de gordura; ΣDC – somatório das dobras cutâneas; RCQ – relação cintura-quadril; CCint circunferência de cintura; TSL-30s – teste de sentar e levantar em 30 segundos; TUG – *timed up and go*.

Material Suplementar 1. Parâmetros utilizados na TFBM.

Terapia com laser de baixa intensidade (LLLT)	GaAlAs (810 nm)
Número de diodos de laser	5
Comprimento de onda	810 nm (infravermelho)
Frequência	saída contínua
Saída óptica	200 mW cada diodo (total de 1.000 mW)
Tamanho do ponto	0,0364 cm ² cada ponto
Densidade da potência	5,495 W / cm ² (para cada ponto de laser)
Protocolo	Imediatamente antes do exercício aeróbico
Locais de irradiação por aplicação	5 (simultaneamente)
Regiões de irradiação por membro inferior (região anterior da coxa)	2 (vasto lateral e vasto medial)
Regiões de irradiação por membro inferior (região posterior da coxa)	2 (bíceps femoral e semitendinoso)
Regiões de irradiação por membro inferior (região posterior da perna)	2 (gastrocnêmios – 1 lateralmente e 1 medialmente)
Densidade de energia	164,85 J / cm ² (para cada ponto de laser)
Energia	30 J em cada ponto (6 J em cada local)
Tempo de aplicação	5s em cada ponto (30s de tempo total cada membro inferior) (60s de tempo total de tratamento)
Número de pontos de irradiação por perna	6
Energia total fornecida por perna	180 J

7 CONCLUSÃO GERAL

Com base nos inúmeros estudos sobre os efeitos do treinamento aeróbico de moderada ou alta intensidade em pacientes com IC, acreditamos que este é o momento de investigar a exploração de novas estratégias, que gerem efeitos adicionais em importantes indicadores nesta população. Surge então, a terapia de fotobiomodulação, como estratégia adjuvante, principalmente para os pacientes com maior grau de comprometimento funcional. Dessa forma, poderemos ampliar as possibilidades e recursos terapêuticos, proporcionando benefícios significativos aos pacientes com IC, participantes de programas de reabilitação cardíaca.

Por meio dos resultados do primeiro estudo, demonstramos uma possível interferência da TFBM em parâmetros do TCPE, com maior eficácia do grupo que realizou o treinamento de alta intensidade, em comparação com o grupo de moderada intensidade. O segundo estudo, nos possibilitou observar que a TFBM, quando associada ao treinamento de alta intensidade foi eficaz em indicadores de composição corporal dos pacientes com IC.

Seguiremos com pesquisas que busquem agregar possibilidades não farmacológicas no tratamento de pacientes com IC, participantes de programas de reabilitação cardíaca. Nosso desafio será analisar os efeitos da TFBM combinada com treinamento aeróbico de moderada e alta intensidade, em marcadores bioquímicos, no que tange a perfil inflamatório e estresse oxidativo.

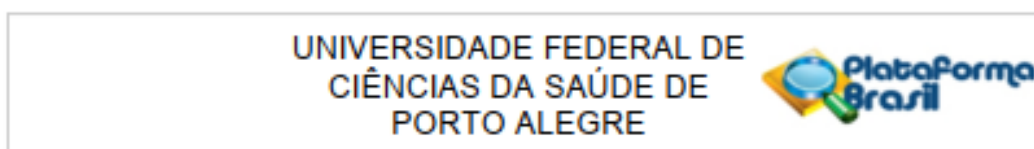
8 ASPECTOS POSITIVOS RELEVANTES DA TESE

Este estudo apresenta uma abordagem pioneira e inovadora ao empregar a TFBM de longo prazo em pacientes com IC. Além de ser o primeiro a investigar a associação entre a TFBM e dois métodos distintos de TA, o trabalho destaca-se por desenhar protocolos viáveis e aplicáveis à prática clínica. Os resultados

confiáveis demonstram avanços significativos na tolerância ao exercício, capacidade aeróbica e eficiência ventilatória, evidenciados por avaliações rigorosas realizadas por meio do TCPE, com análises cegadas. Sendo assim, esse estudo contribui de forma relevante para o aprimoramento das intervenções não farmacológicas na IC, posicionando a TFBM como uma estratégia promissora para potencializar os benefícios do TA em pacientes com essa condição.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer de aprovação do Comitê de Ética da UFCSPA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Fototerapia combinada com treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada ou Intervalado de alta intensidade na insuficiência cardíaca

Pesquisador: Ramiro Barcos Nunes

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 69202423.9.0000.5345

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.273.174

Apresentação do Projeto:

Trata-se de uma resposta ao parecer 6.120.698 emitido em 15 de Junho de 2023. As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do documento Informações Básicas da Pesquisa.

Atualmente, existe incerteza sobre os padrões de prescrição de treinamento aeróbico combinados ou não a fototerapia para portadores de insuficiência cardíaca crônica, em participantes de programas de reabilitação cardíaca. Diante disso, o objetivo do presente estudo é analisar e comparar os dados dos registros referentes aos efeitos do treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade ou do treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada, combinados ou não com a aplicação de terapia com laser em pacientes com insuficiência cardíaca crônica classe funcional II e III (NYHA), participantes de um programa de Reabilitação Cardíaca, em relação às variáveis de capacidade funcional, eficiência ventilatória, tolerância ao exercício, composição corporal e aptidão física. Para isso, serão consultados os dados de 40 pacientes que realizaram, durante 10 semanas, treinamento aeróbico intervalado de alta intensidade ou treinamento aeróbico contínuo de intensidade moderada, combinados ou não à terapia com laser de baixa intensidade. Os dados serão expressos em valores de medida de tendência central e dispersão dos dados. A normalidade dos dados será avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. As análises serão realizadas de acordo com o número de categorias e com a repetição dos dados, conforme a necessidade. Os dados serão expressos em média e desvio padrão. Será utilizado o Anova de duas

Endereço: Rua Sarmiento Leite, 245, prédio 03, sala 605
 Bairro: Sarmiento CEP: 90.050-170
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3303-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 6.273.174

vias e o teste de post hoc de fisher com Least Significant Difference para comparar os grupos. A comparação dos dados de cinética de recuperação de VO₂ e FC entre os minutos 1, 2 e 3 Intra-grupos será realizada por meio da Anova para medidas repetidas e entre os grupos, utilizando-se Anova de duas vias. O programa GraphPad Prism 6 (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA) será usado como ferramenta computacional para a análise de dados, sendo considerado significativo $P < 0,05$.

Objetivo da Pesquisa:

Informações retiradas da plataforma Brasil.

Objetivo Primário:

Analisar e comparar os dados dos registros referentes aos efeitos do treinamento aeróbico Intervalado de alta Intensidade ou do treinamento aeróbico contínuo de Intensidade moderada, combinados ou não com a aplicação de terapia com laser em pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica classe funcional II e III (NYHA), participantes de um programa de Reabilitação Cardíaca, em relação às variáveis de capacidade funcional, eficiência ventilatória, tolerância ao exercício, composição corporal e aptidão física.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Informações retiradas da plataforma Brasil.

Riscos: A presente pesquisa oferece riscos mínimos aos participantes, por se tratar de uma análise de registros dos dados, extraídos dos prontuários dos pacientes do programa de reabilitação cardíaca. Estes riscos se referem a segurança dos prontuários, a divulgação de informações quando houver acesso aos dados de identificação, a invasão de privacidade e a divulgação de dados confidenciais. Para minimizar estes riscos, os pesquisadores garantirão o sigilo e farão tudo ao seu alcance para mantê-lo, assegurando a confidencialidade e a privacidade, a proteção da imagem e a não estigmatização, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de autoestima, de prestígio e/ou econômico – financeiro. Garantirão ainda, a não violação e a integridade dos documentos (danos físicos, cópias, rasuras) e limitarão o acesso aos prontuários apenas pelo tempo, quantidade e qualidade das informações específicas para a pesquisa. Benefícios: A hipótese inicial do trabalho é de que a síndrome da insuficiência cardíaca em pacientes, induz modificações periféricas com prejuízo do metabolismo energético da musculatura esquelética, além das alterações centrais e hemodinâmicas, culminando na redução da capacidade funcional aeróbia. Neste estudo, esperamos que a terapia com laser e o exercício físico realizados no programa de reabilitação cardíaca representem estratégias para reverter os prejuízos promovidos pela doença.

Endereço: Rua Sarmento Leite, 245, prédio 03, sala 605
 Bairro: Sarmento CEP: 90.050-170
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3303-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 6.273.174

Ademais, esse estudo pode estabelecer e consolidar as abordagens terapêuticas utilizadas em programas de reabilitação cardíaca como a utilização da combinação da terapia com laser associada ao treinamento aeróbio com o objetivo de otimizar os efeitos destas intervenções e melhorando os aspectos relacionados a fisiopatologia da insuficiência cardíaca

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa será realizada, por meio de um estudo retrospectivo de coorte observacional, com uma abordagem analítica dos registros dos dados coletados referentes às avaliações, reavaliações e sessões de treinamento de pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica classes funcionais II e III (NYHA), participantes do Programa de Reabilitação Cardíaca da Unidade de Medicina do Esporte do Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul – RS, durante os anos de 2017 e 2018. Para a realização do estudo, serão resgatados e consultados os dados registrados das fichas individuais de controle de cada paciente que realizou o treinamento aeróbio contínuo de intensidade moderada ou treinamento aeróbio intervalado de alta intensidade, combinado ou não com fototerapia, 3 vezes por semana, durante 10 semanas consecutivas. Estas fichas são usadas no cotidiano da clínica, para registrar as informações e os dados referentes às avaliações, reavaliações e sessões de treinamento dos pacientes. Dessa forma, será realizada a tabulação dos dados, transferindo os registros (das variáveis investigadas) constantes nas fichas para um banco de dados que será criado no programa Excel 2013 (Microsoft Office).

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A dispensa do TCLE foi solicitada visto que a pesquisa apresenta caráter retrospectivo, por se tratar de levantamento de dados junto a banco de dados ou similar, os quais serão mantidos em sigilo, em conformidade com o que prevê os termos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde e do Termo de Anuência Prévia autorizado pelo Centro Clínico da Universidade de Caxias do Sul, onde a pesquisa será realizada. Todos os membros da equipe assinaram o TCUD.

Recomendações:

Observar o cronograma, as coletas devem iniciar somente aprovação pelo CEP.

Caso haja necessidade de prorrogação de cronograma, deve ser realizado via emenda antes do término do estudo.

Endereço: Rua Sarmiento Leite, 245, prédio 03, sala 605
 Bairro: Sarmiento CEP: 90.050-170
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3303-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE**



Continuação do Parecer: 6.273.174

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Após avaliação das alterações efetuadas no estudo acima descrito, o presente Comitê não encontrou óbices quanto à implementação das mesmas, pois a pesquisa encontra-se de acordo com a Norma vigente Resolução 466/12 para pesquisa em seres humanos. Término do projeto, informado pelo pesquisador responsável, em 29/12/2023.

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o parecer do relator.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2076922.pdf	07/07/2023 12:42:40		Aceito
Outros	Termo_de_Compromisso_de_Utilizacao_de_Dados_assinado.pdf	07/07/2023 12:41:24	DIEGO BUSIN	Aceito
Outros	Carta_resposta.docx	07/07/2023 12:40:36	DIEGO BUSIN	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_completo_alteracoes.docx	07/07/2023 12:40:13	DIEGO BUSIN	Aceito
Outros	Termo_responsabilidade_orientador_convidado.pdf	01/05/2023 10:15:19	DIEGO BUSIN	Aceito
Outros	Termo_compromisso_entrega_relatorio_semestral_final.doc	26/04/2023 13:38:35	DIEGO BUSIN	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_completo.docx	26/04/2023 13:33:52	DIEGO BUSIN	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	07/03/2023 18:36:11	DIEGO BUSIN	Aceito
Outros	Termo_de_anuencia_institucional.pdf	19/01/2023 16:44:49	DIEGO BUSIN	Aceito
Outros	Termo_de_sigilo_e_confidencialidade.docx	18/01/2023 16:39:25	DIEGO BUSIN	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Justificativa_ausencia_termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido.docx	18/01/2023 16:38:00	DIEGO BUSIN	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Endereço: Rua Sarmento Leite, 245, prédio 03, sala 605
 Bairro: Sarmento CEP: 90.050-170
 UF: RS Município: PORTO ALEGRE
 Telefone: (51)3303-8804 E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 6.273.174

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PORTO ALEGRE, 31 de Agosto de 2023

Assinado por:

Fernanda Bordignon Nunes
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Sarmento Leite, 245, prédio 03, sala 605

Bairro: Sarmento CEP: 90.050-170

UF: RS Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (51)3303-8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br