



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

DANILLA MARIA DO NASCIMENTO

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM PACIENTES
CARDIOPATAS SUBMETIDOS AO TESTE DE ESFORÇO SUBMÁXIMO.**

**RECIFE
2023**

DANILLA MARIA DO NASCIMENTO

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA EM PACIENTES
CARDIOPATAS SUBMETIDOS AO TESTE DE ESFORÇO SUBMÁXIMO.**

Trabalho apresentado à Disciplina de Trabalho de conclusão de curso II, como parte dos requisitos para conclusão do curso de Fisioterapia do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientadora: Daniella Cunha Brandão

**RECIFE
2023**

Análise da variabilidade da frequência cardíaca, em pacientes cardiopatas submetidos ao teste de esforço submáximo.

¹Danilla Maria do Nascimento; MSc. ²Daniella Cunha Brandão.

¹Estudante do Curso de Fisioterapia- CCS – UFPE; ²Docente/pesquisador do Depto de Fisioterapia– CCS – UFPE

Introdução: Pacientes portadores de Insuficiência cardíaca, estão suscetíveis à disfunção simpática, sendo imprescindível a avaliação da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), possibilitando a caracterização da gravidade do quadro clínico destes indivíduos auxiliando no diagnóstico e tratamento de complicações cardiovasculares. **Objetivos:** Avaliar a VFC no período pré e durante o teste de caminhada de seis minutos (TC6), analisar a qualidade de vida e a tolerância ao esforço em pacientes com insuficiência com fração de ejeção reduzida e insuficiência com fração de ejeção melhorada. **Métodos:** Trata-se de um estudo de casos realizado no ambulatório de Reabilitação Cardiorrespiratória e Metabólica do Hospital das Clínicas (UFPE). Foram incluídos indivíduos entre 18-65 anos, de ambos os sexos, com diagnóstico de insuficiência cardíaca de classes funcionais I, II e III. Foram excluídos os indivíduos que apresentavam insuficiência cardíaca descompensada, angina instável, distúrbios respiratórios, déficits neurológicos e os indivíduos de classe funcional IV. Os participantes foram divididos em dois grupos: ICFEr e ICFEm. A VFC foi mensurada através do eletrocardiograma e do monitor de frequência cardíaca, durante cinco minutos pré e durante o teste de caminhada de seis minutos e por fim foi realizada a aplicação do questionário *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*. **Resultados:** Foram incluídos Oito indivíduos nesta série de casos, onde todos os pacientes com ICFEm apresentaram melhor desempenho na realização do teste de caminhada, no grupo de ICFEr um indivíduo da amostra apresentou o menor desempenho com 51,79% da distância prevista. Na avaliação da qualidade de vida, o indivíduo P2 do grupo de ICFEr apresentou a maior porcentagem 76,19%. Nas análises das variáveis houve oscilações significativas durante a realização do TC6, no grupo ICFEr com representação simpato-vagal demonstraram uma redução da VFC e classificando um predomínio do sistema simpático. Já ICFEm durante o TC6 nas variáveis RMSSD; SDNN; PNN50 e LF /HF apontaram aumento significativo, categorizando a prevalência do sistema parassimpático. **Conclusão:** Os pacientes avaliados apresentaram significativas oscilações da frequência cardíaca durante a performance no teste submáximo. A avaliação da VFC demonstrou ser eficaz para o rastreamento e estratificação desses pacientes, sendo uma ferramenta útil para tomada de decisões clínicas, nos centros de reabilitação cardíaca e no tratamento ambulatorial das complicações cardíacas.

Palavras-chave: Variabilidade da frequência cardíaca, Fração de ejeção, Teste de esforço submáximo, Insuficiência Cardíaca.

Abstract

Introduction: Patients with heart failure are susceptible to sympathetic dysfunction, making it essential to evaluate heart rate variability (HRV), enabling the characterization of the severity of their clinical condition, aiding in the diagnosis and treatment of cardiovascular complications. **Objectives:** To evaluate HRV before and during the six-minute walk test (6MWT), analyze the quality of life, and tolerance to exertion in patients with reduced ejection fraction heart failure (HFrEF) and improved ejection fraction heart failure (HFREF). **Methods:** This is a case study conducted at the Cardiorespiratory and Metabolic Rehabilitation outpatient clinic of the Hospital das Clínicas (UFPE). Individuals aged 18-65 years, of both genders, with a diagnosis of heart failure in functional classes I, II, and III were included. Individuals with decompensated heart failure, unstable angina, respiratory disorders, neurological deficits, and those in functional class IV were excluded. Participants were divided into two groups: HFrEF and HFREFim. HRV was measured using an electrocardiogram and heart rate monitor for five minutes before and during the six-minute walk test, followed by the application of the Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. **Results:** Eight individuals were included in this case series. All patients with HFREFim showed better performance in the six-minute walk test. In the HFrEF group, one individual had the lowest performance, covering 51.79% of the predicted distance. In the assessment of quality of life, individual P2 from the HFrEF group had the highest percentage at 76.19%. In the analysis of variables, significant fluctuations occurred during the 6MWT. In the HFrEF group, sympathovagal representation demonstrated a reduction in HRV, classifying sympathetic predominance. In contrast, in the HFREFim group during the 6MWT, RMSSD, SDNN, PNN50, and LF/HF variables showed significant increases, categorizing parasympathetic prevalence. **Conclusion:** Evaluated patients showed significant heart rate fluctuations during submaximal test performance. HRV assessment proved effective for screening and stratification of these patients, being a useful tool for clinical decision-making in cardiac rehabilitation centers and outpatient treatment of heart complications.

Keywords: Heart Rate Variability, Ejection Fraction, Submaximal Exercise Test, Heart Failure.

I. INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares são as principais causas de mortes no país, estima-se que até 2040 haverá aumento de até 250% desses eventos.^[1] Dentre essas doenças está a insuficiência cardíaca (IC) que, refere-se à falha do coração em bombear sangue para suprir as necessidades de todo o organismo e manifesta-se quando há redução do débito cardíaco ou acúmulo de sangue nas veias que chegam aos átrios direito e esquerdo.^[2] Nesse contexto, os sintomas mais comuns da IC são: dispneia aos esforços, ortopneia, dispneia, paroxística noturna, tosse e edema de membros inferiores.^[3]

Na IC a função cardíaca pode estar comprometida por dois mecanismos: (I) a redução da ejeção do sangue sob pressão para a aorta e tronco pulmonar, por depressão da contratilidade miocárdica (diminuição do inotropismo), e (II) pelo esvaziamento inadequado do reservatório venoso que transporta sangue para o coração, por comprometimento do enchimento e relaxamento ventriculares (diminuição da lusitropia).^[4] Além disso, a IC é caracterizada por sinais e sintomas típicos, os quais resultam na redução no débito cardíaco e/ou das elevadas pressões de enchimento no repouso ou no esforço. Assim como também uma redução da função do ventrículo esquerdo que leva a um esvaziamento inadequado dessa câmara e, conseqüentemente, a redução da fração de ejeção (FE).^[5]

Está bem definido na literatura que a patogênese da IC se dá por uma condição clínica complexa e multifatorial.^[3] Neste sentido, a disautonomia simpática exerce um papel relevante nesse processo. Na fase inicial da IC, a ativação do sistema nervoso simpático modula a função de bomba, porém, com o passar do tempo, a sua ação torna-se deletéria, levando ao remodelamento e à reestruturação do miocárdio, com progressivo declínio da função cardíaca.^[6] Nesses indivíduos, a disfunção simpática se caracteriza pela significativa redução da captação pré-sináptica da norepinefrina, com conseqüente elevação de seus níveis séricos e redução da densidade dos β -adrenoreceptores pós-sinápticos.

A IC com fração de ejeção reduzida, produz significativo impacto sobre o sistema respiratório, levando a fenômenos congestivos.^[6] Assim, por intermédio da hiperatividade

simpática e menor ação vagal, ocorre aumento da frequência cardíaca (FC) e vasoconstrição de capilares e veias com redistribuição do fluxo.^[6] Recentemente, outro tipo de IC vem sendo cada vez mais estudada, a chamada IC com FE melhorada (ICFEme), uma classe específica que tem sido bem caracterizada, nos últimos 5 anos, e embora o ICFEme tenha um prognóstico mais favorável que outras categorias de IC, ela ainda, não constitui uma caracterização totalmente benigna, tendo evidências de ativação neuro-hormonal persistente, estresse oxidativo e lesão de cardiomiócitos.^[7]

A nova definição e classificação universal de IC, recomenda o termo IC com fração de ejeção melhorada para pacientes com fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) prévia < 40% e tiveram um aumento de 10 pontos percentuais atingindo taxas acima de 40%. Essa classificação recomenda que seja utilizado o termo “melhorada” ao invés de “recuperada”, o que evidência, como uma classe recente e que ainda necessita de estudos.^[8]

Analisando este cenário, é importante que esses indivíduos sejam avaliados através variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que está relacionada à modulação dos sistemas nervosos simpático e parassimpático, para caracterizar a gravidade dos sintomas nestes doentes com IC, principalmente em seus modelos analíticos e sua aplicação clínica, possibilitando o seu uso no diagnóstico e tratamento de complicações da saúde cardiovascular.^[9] Além disso, a fração de ejeção, apresenta importante papel na prática clínica, refletindo a função cardíaca e a remodelagem. Seu uso em diversas configurações, insuficiência cardíaca infarto do miocárdio e doença cardíaca valvular, tornou-se um dos pilares da cardiologia moderna, permeando as diretrizes e a prática clínica.^[9]

A VFC é uma análise da funcionalidade neurocardíaca de forma completa, com o objetivo de realizar diagnósticos mais precisos e precoces, principalmente em relação à utilização de valores da frequência cardíaca. Classificada como uma alternativa rápida, não invasiva e de baixo custo, realiza avaliação do equilíbrio simpato-vagal, a ação direta do Sistema Nervoso Autônomo, com as modulações das vias parassimpáticas e simpáticas,

atuam no sistema cardíaco, através da liberação de neurotransmissores, ocasionando o aumento e diminuição da frequência cardíaca.^[9]

As oscilações correspondentes a análise da VFC são fundamentais para o estudo do sistema nervoso autônomo, sendo uma estratégia bem-sucedida em termos avaliativos de condições funcionais, físicas e do estado saúde-doença dos indivíduos.^[10] Esta avaliação contribui no planejamento de protocolos multidisciplinares, incluindo os fisioterapêuticos, uma vez que possibilita a avaliação do equilíbrio entre as influências autonômicas no ritmo cardíaco.^[11]

As análises da VFC, podem ser executadas por meio de métodos lineares, em função de dois parâmetros; domínio de tempo e domínio de frequência, assim expressar os resultados em unidade de tempo (milissegundos), os batimentos sinusais são medidos durante determinado intervalo de tempo (intervalo RR).^[12] Ademais, com base em métodos estatísticos ou geométricos (média, desvio padrão e índices do mapa de coordenadas cartesianas dos intervalos RR), calculam-se as flutuações da VFC na duração dos ciclos cardíacos.^[12]

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo analisar a atividade simpática e parassimpática através da VFC, antes e durante o teste de esforço submáximo em indivíduos com ICFEr e ICFEm. Com a finalidade de analisar a qualidade de vida e tolerância ao esforço submáximo, e conseqüentemente, compreender melhor a fisiopatologia da insuficiência cardíaca, para auxiliar na proposta de novos tratamentos terapêuticos e complicações cardiovasculares em cardiopatas com fração de ejeção reduzida e fração de ejeção melhorada.

II. MÉTODOS

2.1 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa submetido na Plataforma Brasil, com o número de parecer 57162422.30000.5208. Todos os indivíduos selecionados, depois de recrutados nos centros de referência, foram esclarecidos quanto à

investigação para a qual a presente proposta se dispõe e o mesmo foi responsável pelo consentimento à participação como voluntário, e então convidados a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), após lido em voz alta para o mesmo, elaborado pelo pesquisador responsável, de acordo com a resolução número 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os pesquisadores ficaram à disposição para esclarecer quaisquer dúvidas sobre todas as etapas do processo, e possíveis riscos e benefícios.

2.2 Desenho do Estudo

Trata-se de uma pesquisa de desenho transversal, apresentada como série de casos cuja avaliação foi realizada no Ambulatório de Reabilitação Cardiorrespiratória e Metabólica do Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Pernambuco (HC/UFPE) e no laboratório cardiopulmonar (LACAP).

2.3 Amostra de participantes

A amostra foi composta por indivíduos com ICFE melhorada e ICFE reduzida, os participantes dessa pesquisa foram recrutados através de uma triagem nos principais centros cardiológicos do Recife: Instituto de Medicina Integral Professor Fernando Figueira (IMIP), Pronto Socorro Cardiológico de Pernambuco Prof. Luiz Tavares (PROCAPE) e Hospital Agamenon Magalhães (HAM), no período de agosto/2022 a maio/2023. A amostra final foi composta por oito indivíduos triados e selecionados durante o período de realização do estudo.

2.4 Critérios de elegibilidade

Foram incluídos indivíduos adultos, de ambos os sexos, com faixa etária entre 18 e 65 anos com diagnóstico de insuficiência cardíaca crônica com fração de ejeção reduzida FEVE <40% comprovada por meio de ecocardiograma realizado em até 30 dias antes da avaliação funcional. e indivíduos com diagnóstico de insuficiência cardíaca crônica com fração de ejeção melhorada comprovada por meio de um ecocardiograma prévio com FEVE <40% e um

ecocardiograma com FEVE >40% realizados em até 30 dias antes da avaliação funcional e pertencentes às Classes funcionais I, II, III conforme as recomendações da *New York Heart Association* (NYHA).

Foram excluídos do estudo indivíduos que apresentavam insuficiência cardíaca crônica descompensada; angina instável; infarto do miocárdio ou cirurgia cardíaca até três meses antes do início do estudo; gestantes, indivíduos com distúrbios respiratórios, fumantes ou ex-fumantes, indivíduos com déficits neurológicos, ortopédico, auditivo ou visual que impeçam a realização da avaliação e pertencentes a Classe funcional IV.

2.5 Instrumentos de avaliação

2.5.1 Etapas do processo de avaliação

Os indivíduos foram submetidos primeiramente à análise da VFC, cinco minutos antes do teste de caminhada de seis minutos (TC6) , em seguida a VFC foi analisada durante o teste de esforço submáximo e por fim, a aplicação do questionário de qualidade de vida: *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*.

2.5.2 Análise da VFC

Durante a análise da VFC a variação que ocorre nos intervalos de duração do complexo QRS normais da despolarização sinusal tem como índices matemáticos as variáveis: *Standard Deviation of all normal NN interval* (SDNN), desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo; *Root-Mean of square sucessive NN interval difference* (RMSSD) que trata-se da raiz quadrada da média das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo.^[13]

Além das variáveis, que caracteriza a porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferenças de duração maior que 50ms, referente à *Percent of normal-normal NN intervals whose difference exceeds 50 ms* (PNN50).^[13] Assim, as variáveis SDNN ,RMSSD e PNN50 refletem a atividade parassimpática, já a *High Frequency* (HF) com influência à modulação respiratória e é um indicador da atuação do nervo vago sobre o sistema cardíaco; por outro

lado a *Low Frequency* (LF) está relacionada a ação conjunta dos componentes parassimpático e simpático sobre o coração, com predominância do simpático.^[14]

Nesse contexto a Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi mensurada através do eletrocardiograma (ECG) (método padrão-ouro) foram utilizados o ECG através do monitor de frequência cardíaca Polar V800® (Polar Electro Oy, Kempele, Finland). Foram seguidas as recomendações da *Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology*. O tempo de monitoramento da VFC foi de cinco minutos antes do TC6 e durante o teste.

A mensuração da VFC ocorreu com os indivíduos na posição sentada e com os pés apoiados. Toda a coleta ocorreu no período da manhã normatizando assim o ciclo circadiano para todos os pacientes, como também sob as mesmas condições de temperatura. Os pacientes receberam instruções sobre procedimentos em relação ao posicionamento e a importância do repouso durante a avaliação. A cinta elástica e o sensor de FC do Polar V800® foram fixados no tórax do paciente, na altura do apêndice xifóide e a atividade elétrica cardíaca registrada através do Polar V800®.

Após retirar os artefatos, as gravações de R-R foram feitas em repouso, sentados no início da avaliação, e durante o processo do teste. Os dados foram colocados no programa Polar FlowSync® e convertidos em texto para a avaliação visual em uma planilha utilizando o Excel 2010® (Excel 2010, Microsoft Office, Redmond, EUA). As repercussões das variáveis coletadas através do frequencímetro Polar V800® foram analisadas pelo programa Kubios.

2.5.3 Teste de caminhada de seis minutos

Todos os indivíduos recrutados foram avaliados pelo Teste de Caminhada de Seis Minutos (TC6) que tem por finalidade avaliar a tolerância ao exercício promovendo assim uma análise global dos sistemas respiratório, cardíaco e metabólico. O teste foi realizado de acordo com as normas da *American Thoracic Society*.^[15] Os indivíduos foram instruídos a percorrerem a maior distância possível em um corredor de 30 metros dentro de um intervalo

de seis minutos. O percurso é marcado a cada 3 metros e há cones demarcando os locais de retorno.

Todo o teste foi monitorado previamente e a cada 1 minuto foi observado a frequência cardíaca (FC), a saturação periférica de oxigênio (SPO2), frequência respiratória (FR), índice de dispneia pela Escala de Borg modificada. e antes e após o teste a pressão arterial sistólica e diastólica (PAS e PAD). Ao final do teste, foi registrada a distância percorrida pelos indivíduos e analisadas posteriormente com a equação desenvolvida por Enright e Sherrill.^[16], diferenciada pelo sexo, estabelecidas as seguintes fórmulas: DP: $(7,57 \times \text{estatura em cm}) - (5,02 \times \text{idade anos}) - (1,76 \times \text{peso kg}) - 309$, sexo masculino. DP: $(2,11 \times \text{estatura em cm}) - (2,19 \times \text{peso kg}) - (5,78 \times \text{idade anos}) + 667$, sexo feminino.

A escala borg. de 10 pontos, foi utilizada para medir o grau de dispneia durante o teste submáximo TC6, sendo graduada por meio de uma escala numérica. Cada número é mostrado com uma descrição sobre a intensidade da dispneia, que vai desde nenhuma até a máxima falta de ar. À medida que a intensidade da dispneia aumenta, os valores numéricos descritos aumentam da mesma forma, assim o indivíduo é orientado a informar o grau de dispneia, durante o esforço submáximo, através de uma escala de Borg.^[17]

2.5.4 Questionário: *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*:

Para avaliação da qualidade de vida foi utilizado o questionário "*Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*" (MLHFQ), instrumento utilizado e validado para a população de insuficiência cardíaca, pois avalia a capacidade física e a qualidade de vida, tendo sido validado para a versão em português em 2009.^[18] Todos os pacientes da pesquisa responderam ao questionário após o teste de caminhada de seis minutos. O questionário é composto por 21 perguntas referentes aos problemas causados pela IC no último mês, cada questão possui seis respostas possíveis que devem ser respondidas com sim ou não, quando sim há uma escala gradativa que varia de 1 a 5, sendo 1 classificado afetou pouco e 5 afetou muito, para as respostas negativas são atribuídas a pontuação referente a 0.^[19]

O escore total trata-se do resultado da soma total das respostas, que fica entre 0 a 105 pontos, sendo a interpretação do resultado, quanto menor a pontuação, melhor a relação qualidade de vida do paciente e quanto maior a pontuação pior a relação com a qualidade de vida em pacientes portadores de insuficiência cardíaca. [20] Além disso, o MLHFQ é dividido em três domínios no questionário: físico, emocional e geral. As perguntas de (1 a 7, 12 e 13), correspondem a dimensão física, as de (17 a 21), ao emocional e as demais (8, 9, 10, 11, 14, 15 e 16), são perguntas gerais que não possuem um padrão usual de resposta.[18]

2.6 Análise Estatística

A caracterização das variáveis analisadas durante o estudo foi apresentada por meio da média e desvio padrão calculadas através do software statistical Package for Social Science for Windows e os dados armazenados em planilhas do excel. O comportamento foi descrito individualmente de acordo com as frações de ejeção reduzida e melhorada com o objetivo de analisar o comportamento dos indivíduos conforme a repercussão da VFC analisada por cada grupo.

III. Resultados

Ao total foram selecionados 56 pacientes, 19 pacientes atenderam aos critérios de elegibilidade, entretanto, 11 pacientes desistiram ao longo do estudo, transcrevendo um total de oito pacientes para o estudo de caso. Quatro destes pacientes apresentavam insuficiência cardíaca com fração de ejeção melhorada (ICFEm) e quatro fração de ejeção reduzida (ICFEr). Sequência do processo de triagens e estudo, representado no fluxograma da figura-1 abaixo.

Ambos os grupos foram analisados de acordo com as repercussões das variáveis: SDNN, RMDSS, PNN50 e LF/HF. Na análise da qualidade de vida dos indivíduos houve uma variação de 10-80 pontos entre os grupos. A tabela -1 a seguir, contém as características clínicas e antropométricas dos indivíduos, assim como características individuais dos grupos

analisados. Sendo o grupo de fração de ejeção reduzida P1 a P4 e o grupo fração de ejeção melhorada do P5 a P8.

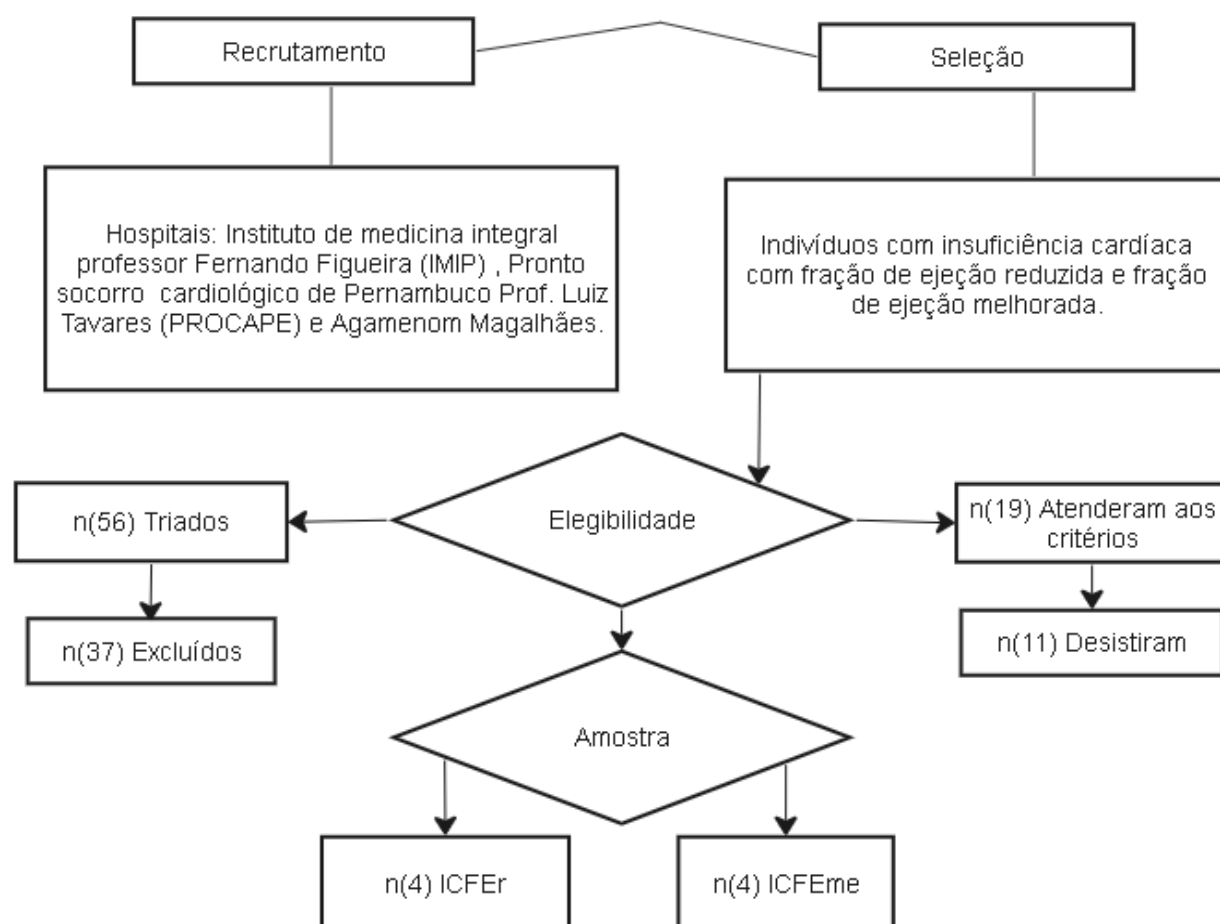


Figura 1: Fluxograma do processo de triagens e estudo.

Tabela 1- Caracterização da amostra de todos os pacientes com insuficiência cardíaca separados em grupos de fração de ejeção reduzida e fração de ejeção melhorada.

Variáveis	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	ICFER(n=4) Média (DP)	ICFEm(n=4) Média (DP)	P(Valor) das Médias
Sexo	1	2	2	1	1	1	1	1			
idade (anos)	56	61	35	64	51	56	59	48	54 (11,33)	53,05 (4,27)	0,088
Peso (Kg)	81	61	83	68	64,9	70	85	69	73,25 (9,12)	72,23 (7,61)	0,774
Altura (m)	1,65	1,53	1,54	1,68	1,64	1,7	1,76	1,69	1,59 (0,065)	1,69 (0,042)	0,492
IMC (kg /m²)	29,75	26,05	34,9	24,09	24,1	26,9	27,44	24,07	28,69 (4,11)	25,62 (1,55)	0,143
FEVE	36,80%	19%	30%	35%	48%	53%	42%	42%	0,325(0,069)	0,462 (0,046)	0,519

Fonte: dados da pesquisa

Legenda: Desvio Padrão: DP; fração de ejeção do ventrículo esquerdo: FEVE; homem: 1; mulher: 2; IC com fração de ejeção reduzida: ICER; IC com fração de ejeção melhorada: ICERme; índice de massa corporal: IMC; Desvio Padrão: DP.

Os pacientes com fração de ejeção reduzida, observamos que 50% são mulheres, todo o grupo apresenta um índice de massa corporal (IMC) com a média 28,69 (4,11) caracterizando um sobrepeso entre os participantes, além de faixa etária menor que 60 anos. E a P2 apresenta a menor fração de ejeção do grupo com 19%. Já entre os indivíduos com fração de ejeção melhorada (P5, P6; P7 e P8) houve uma predominância do sexo masculino como uma média de IMC igual a 25,62 (1,55) sendo inferior ao grupo com fração de ejeção reduzida, mas ainda sim foram classificados com sobrepeso. Além disso, tendo a FEVE uma média 0,462 (0,0460) e P6 incluído como a maior fração de ejeção melhorada do grupo com 53%.

Tabela 2- Valores individuais dos pacientes com fração de ejeção reduzida e com fração de ejeção melhorada referentes ao TC6, à distância percorrida, e ao questionário *Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire*.

VARIÁVEIS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
FC REP	64	62	93	70	61	66	81	82
PAS	110	80	130	80	100	100	131	102
PAD	70	60	90	60	60	70	76	75
SPO2	96	98	97	97	98	98	98	98
DIST PERC TC6	300	434	353	373	377	480	467	463
DIST ESP	579,3	557,06	599,57	521,8	562,2	619	474,4	607,9
DIST ESP %	51,79%	77,91%	58,88%	71,4%	67,05%	77,55%	33,34%	76,1%
Quest (MLHFQ)	38,09%	76,19%	47,61%	57,14%	9,52%	14,28%	19,04%	28,57%

Fonte: Dados da pesquisa

Legenda: Distância percorrida no teste de caminhada de 6 minutos: DIST Perc TC6; distância esperada :DIST Esp; porcentagem da distância esperada: DIST Esp %; frequência cardíaca em repouso: FC rep; pressão arterial sistólica em repouso: PAS rep; pressão diastólica em repouso: PDA rep; saturação em repouso:SPO2 rep; Questionário Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire:Quest (MLHFQ); Teste de caminhada de seis minutos: TC6.

Em relação à distância percorrida no TC6, observado na Tabela-2, na amostra com ICFeR, verificamos que o indivíduo P2 registrou a maior percentagem entre o grupo com a distância prevista em 77,91%, já P1 alcançou a menor percentagem da distância prevista com 51,79% percorrendo 300 metros. Todos os indivíduos obtiveram uma saturação média de repouso de 97% e a classificação de pressão arterial sistólica e diastólica de repouso foram enquadradas dentro da faixa de normalidade tanto no grupo de ICFeR, quanto ICFeMe.

No que se refere a distância percorrida no TC6 como observado na Tabela- 2, os indivíduos com ICFeMe, observa-se que o indivíduo P6 registou a maior percentagem entre o grupo com a distância prevista em 77,55%. Todos os pacientes obtiveram uma saturação de repouso de 98%.

A partir dos resultados obtidos sobre a qualidade de vida, por meio do questionário MLHFQ, os indivíduos com ICFeR, na Tabela-2, P2 apresentou a maior pontuação, 80 pontos dos 105 pontos do questionário, com percentagem de 76,19%; já P1, P3 e P4 pontuaram 40

,50 e 60 pontos com porcentagens respectivamente: 38,09%, 47,61% e 57,14%. Todos os indivíduos com ICFEr apresentaram repercussões significativas na qualidade de vida, sendo P2 com 80 pontos o mais acometido no grupo de fração de ejeção reduzida.

No que tange a qualidade de vida e o questionário MLHFQ dos indivíduos com ICFEm P6 apresentou uma pontuação de 15 pontos dos 105 pontos no questionário obtendo porcentagem de 14,28%; P8 pontuou 30 pontos e uma porcentagem de 28,57%; e P5 obteve melhor desempenho na qualidade de vida, com a classificação de 10 pontos e com menor porcentagem, com 9,52%.

Conforme podemos observar na Tabela- 3, a análise da VFC antes do TC6 nos pacientes com ICFEr, o paciente P1 apresentou maiores índices de desvio padrão na variável SDNN, que é representado em milissegundos com 33ms; além de uma maior diferença na raiz quadrada da média das diferenças entre os intervalos RR, na variável RMSSD com 48,1 ms, como também uma porcentagem significativa no grupo de 31,07% dos intervalos RR na variável PNN50. Por outro lado, o participante P2, demonstrou um aumento significativo na variável LF/HF com 2,121hz e P3 a menor porcentagem nos intervalos RR da variável PNN50 com 0%.

No tocante a repercussão das variáveis analisadas da VFC em pacientes com ICFEr durante o TC6, na Tabela- 3 nas variáveis SDNN, RMSSD e PNN50 todos os indivíduos da amostra de fração de ejeção reduzida, registraram uma diminuição de desvio padrão, raiz quadrada e de porcentagem PNN50, caracterizando uma predominância do sistema simpático e menor atuação vagal.

Nas variáveis de baixa e alta frequência LF/HF, durante o teste de esforço submáximo toda a amostra apresentou uma redução com os respectivos valores de P1: 0,143hz, P2: 1,494hz, P3: 0,124hz e P4 com 0,124 hz caracterizando a maior atuação do sistema simpático e menor tolerância ao esforço, além de índices suscetíveis às complicações cardiovasculares.

Tabela 3 - Caracterização dos pacientes com fração de ejeção reduzida e as variáveis da VFC analisadas antes e durante o teste de caminhada de 6 minutos.

VARIÁVEIS	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
SDNN Antes TC6	33 ms	16,2ms	11,5ms	25,2ms	12,6 ms	6,8ms	23 ms	24ms
RMSSD Antes TC6	48,1ms	14,2ms	18,1 ms	30,4 ms	12,6 ms	4,8 ms	25,4 ms	25,8ms
PNN50 Antes TC6	31,07%	0,23%	0%	2,77%	0,66%	0%	3,83%	3,84%
LF/HF Antes TC6	0,263 hz	2,121hz	0,217hz	1,643 hz	1,504 hz	2,727hz	0,472hz	0,474hz
SDNN Durante TC6	26,1 ms	6,8 ms	10,6 ms	21,1ms	23,3 ms	9,8 ms	47 ms	29 ms
RMSSD Durante TC6	42,8 ms	10,3 ms	16,3 ms	23 ms	26,7 ms	11,4 ms	33 ms	27,9 ms
PNN50 Durante TC6	25,36%	0,10%	0,1%	1,72%	5,94%	0,20%	12,60%	5,93%
IF/HF durante TC6	0,143 hz	1,494 hz	0,124 hz	0,215 hz	1,749 hz	0,859 hz	2,076 hz	0,789 hz

Fonte : Dados da pesquisa.

Legenda: Teste de caminhada de 6 minutos: TC6; desvio padrão de todos os intervalos RR normais gravados no intervalo de tempo: SDNN; a raiz quadrada da média das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes, no intervalo de tempo: RMSSD; porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferenças de duração maior que 50ms: PNN50; baixa frequência / alta frequência :LF/HF

Em relação a VFC dos indivíduos com ICFEm apresentadas, antes do TC6 na amostra, o P5 iguala as variáveis de desvio padrão e raiz quadrada entre os intervalos RR, mas em termos de baixa e alta frequência, correspondente às variáveis LF/HF; o P7 se classifica como menor desempenho e P8 com maior porcentagem da variável PNN50. Já P6 tem uma porcentagem de 0% em PNN50 e 6,8 ms na variável SDNN, classificando-o como pior desempenho, mesmo considerando ser o ICFEm com maior porcentagem na fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) correspondente a 53%.

Na análise da VFC durante o TC6, dos pacientes com ICFEm apresentadas na Tabela- 3 respectivamente a amostra P5, P6, P7 e P8 classificam-se com um aumento dos valores em relação à antes do teste em todas as variáveis, tanto SDNN, RMSSD, quanto da

variável PNN50 e variável de baixa e alta frequência LF/HF. Contudo, apenas P6 obteve uma queda no balanço simpato-vagal da LF/HF com uma queda para 0,859hz, caracterizando uma leve influência do sistema simpático. No entanto, a tolerância ao exercício durante o teste de caminhada de seis minutos em pacientes com ICFE_{me} têm predominância parassimpática.

IV. DISCUSSÃO

São escassos os estudos envolvendo as repercussões da VFC em pacientes com ICFE_{me} e pacientes com ICFE_r, antes e durante o TC6. Sendo assim, o presente estudo foi construído com o objetivo de analisar o impacto da VFC no TC6 em pacientes com ICFE_r e ICFE_{me} além da associação com a qualidade de vida desses pacientes através do questionário MLHFQ. Observou-se que os indivíduos com fração de ejeção reduzida apresentaram a diminuição da variabilidade da frequência cardíaca e uma predominância do sistema simpático, assim como uma intolerância ao esforço físico, e impactos restritivos na qualidade de vida quando comparados aos indivíduos com fração de ejeção melhorada, sendo a VFC um essencial marcador que reflete a atividade do SNA no nódulo sinusal.

Em relação a distância percorrida o grupo de ICFE_{me} teve um melhor desempenho no TC6 em comparação ao de ICFE_r. correlacionado a isso, um estudo mostra a relação da distância percorrida e os riscos cardiovasculares, sendo distância percorrida em teste de caminhada de seis minutos (DTC6) <468m correlacionada a uma taxa de hospitalização mais elevada e o TC6 recomendado para acompanhar a evolução da doença e avaliar a eficácia das intervenções. ^[20] Assim, os resultados obtidos nessa pesquisa evidenciaram que pacientes com ICFE_r estão mais suscetíveis a um risco de hospitalização, uma vez que todos os participantes alcançaram uma distância inferior a 468m.

No que concerne à qualidade de vida (QV), ambos os grupos apresentaram impactos restritivos na rotina em aspectos físicos, sendo o grupo de ICFE_r com pontuações mais elevadas em relação aos de ICFE_{me}. Esses resultados sugerem que um estilo de vida não ativa associada à redução da FEVE traz complicações na QV e tolerância aos esforços. ^[21]

Além disso, os resultados enfatizam que indivíduos com ICFE_{me}, ainda são impactados na QV mesmo com uma FEVE superior, esse fato deve-se a um objeto de estudo complexo da IC e a QV que ainda não está totalmente estabelecido, pois muitos aspectos de vida que podem influenciar a avaliação.^[22] uma vez que, a ICFE_{me} trata-se de uma classificação recente entre as insuficiências cardíacas, e está relacionada ao desconhecimento de inúmeros desfechos clínicos incluindo implicações na qualidade de vida.^[23]

Com os resultados obtidos antes do TC6, por meio da análise das variáveis da VFC: SDNN, RMSSD e PNN50 podemos observar que os grupos de ICFE_r e ICFE_{me} apresentam um domínio do sistema parassimpático, ou seja, maior oscilação na variabilidade. No entanto, os pacientes com ICFE_{me} apresentam os menores valores da variável SDNN, em comparação com os pacientes com ICFE_r. Somado a isso, indivíduos de ambas as frações de ejeção apresentaram dados fora da normalidade nessa variável, isto é, o aumento aos índices de complicações cardiovasculares e a vulnerabilidade da proteção autonômica contra arritmias ventriculares.^[24] Já na variável RMSSD o grupo com ICFE_r apresenta melhor desempenho antes do teste de esforço submáximo. E tanto ICFE_r quanto ICFE_{me} permanecem dentro da faixa de normalidade e com predominância do sistema parassimpático.

Sobre a classificação PNN50, os indivíduos P6 e P3 apresentaram altos índices de risco de morte súbita, sendo inferiores aos valores de normalidade de 0,75. No entanto mesmo P6 com a maior fração de ejeção entre os indivíduos incluídos com FEVE igual a 53% apresenta uma porcentagem de 0% nessa variável antes do teste, isto é, uma característica do sistema simpático mesmo sendo do grupo de ejeção melhorada. No que tange às variáveis LF/HF os indivíduos ICFE_r foram classificados com a predominância do sistema simpático ainda na fase de repouso, isto é, que reflete as alterações relativas e absolutas entre os componentes simpático antes de iniciar o teste de esforço submáximo, em comparação com os indivíduos com ICFE_{me}.^[25]

Assim, mesmo antes do TC6 houve oscilações da VFC entre os pacientes de ambas as frações de ejeção. Um estudo revela que a liberação de neurotransmissores, como a acetilcolina nas terminações vagais e a norepinefrina nas terminações simpáticas, desempenham um papel crucial nesse processo o que resulta em diferenças na velocidade de transmissão nas vias colinérgicas (vagais) e adrenérgicas (simpáticas) e na modulação da variabilidade mesmo que o indivíduo esteja submetido a um repouso.^[26] Com isso, a análise da VFC na fase de repouso é essencial, pois é capaz de subsidiar informações cruciais sobre os riscos cardíacos que incentivam a investigação de marcadores quantitativos da modulação autonômica cardíaca.^[27]

Durante o TC6, pacientes com ICFEr apresentaram uma diminuição nas variáveis LF/HF, considerando características do sistema nervoso simpático e acentuando uma intolerância ao esforço submáximo. Os pacientes com ICFEm, nas variáveis SDNN, influenciado pelo tônus simpático-vagal, RMSSD e PNN50 correspondente ao tônus apenas vagal, classificaram uma relevância do sistema parassimpático com o aumento da VFC demonstrando maior tolerância ao esforço submáximo mesmo com oscilações nas variáveis LF/HF com propriedades do sistema simpático, pois há uma predominância vagal.^[28]

Um estudo recente demonstra que mesmo os pacientes com ICFEm possuindo um prognóstico mais favorável que outras categorias de IC, ele não constitui uma entidade benigna, tendo evidências de ativação neuro-hormonal persistente, estresse oxidativo e lesão de cardiomiócitos.^[29] Diante dos resultados obtidos nesta pesquisa, foi corroborado que os pacientes com ICFEr estão mais suscetíveis a um desequilíbrio acentuado e sobrecarga do sistema simpático em relação aos ICFEm com predominância do sistema parassimpático, mesmo que seus desdobramentos sejam poucos conhecidos.^[30]

Os resultados apontam que a utilização da ferramenta de análise da VFC durante a reabilitação cardíaca pode ser especialmente benéfica para indivíduos com IC, o que permitiria a individualização do exercício físico e da adaptação das intervenções terapêuticas com base na análise da VFC. O estudo desse desequilíbrio na regulação do sistema nervoso

autônomo pode colaborar nos prognósticos e maximizar os benefícios do treinamento cardiovascular.^[31]

V.CONCLUSÃO

Este estudo torna-se importante para motivar novas pesquisas mais detalhadas, com uma amostra maior e que leve em consideração a repercussão da VFC em pacientes com insuficiência cardíaca. Os resultados fortaleceram a necessidade da avaliação da VFC, como uma ferramenta importante no prognóstico, uma vez que fornece informações quantitativas e qualitativas sobre a resposta do paciente ao exercício, a função cardíaca global, tolerância ao esforço, capacidade funcional e na percepção sobre a qualidade de vida. Apesar do limitado número de participantes, através dos dados obtidos no presente estudo pode-se afirmar que a análise da VFC possibilita auxiliar no direcionamento da reabilitação cardíaca e no tratamento das complicações cardíacas em pacientes com IC.

VI.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] SBC. Sociedade Brasileira de Cardiologia.[S.l.] medicina. Mortes por doenças cardiovasculares crescem 7% no 1º semestre . [S.l.] . SBC , 2021 ,[https ://www .medicinasa.com.br/mortes- cardiovasculares/](https://www.medicinasa.com.br/mortes-cardiovasculares/). [Acesso em 5 maio de 2023].
- [2] Forgiarini, Junior; Rubleski, Angélica; Garcia, Douglas, Tieppo, Juliana; Vercelino, Rafael; Bosco, Adriane et. al. Avaliação da força muscular respiratória e da função pulmonar em pacientes com insuficiência cardíaca. Arq Bras Cardiol, Porto Alegre - RS, v. 89, n. 1, pág: 36-41, 2007.
- [3] Viecili, P., P., P. R. N.; Bundchen, D. C.; DIPP, T. Relação entre o Exercício Físico e a Otimização do Tratamento da Isquemia Miocárdica: relato de caso. Revista da Sociedade de Cardiologia do Estado do Rio de Janeiro, v. 22, p. 404-407, Dez. 2009.
- [4] Corrêa, G.L. et al. Alterações Autonômicas na Insuficiência Cardíaca: benefícios do exercício físico. Revista Socerj, v. 21, p.106-111, Abr. 2008.
- [5] Beck da silva L, Mielniczuk L, Laberge M, Anselm A, Fraser M, Williams K et al. Persistent orthopnea and the prognosis of patients in the heart failure clinic. Congest Heart Fail 2004; 10: 177-80.
- [6] Leung RS, Bradley TD. Respiratory modulation of heart rate and blood pressure during CheyneStokesrespiration.JElectrocardiol.2003;36Suppl:2137.doi:10.1016/j.jelectrocard.2003.09.062. PMID:1471663.
- [7] Marwick TH. Ejection Fraction Pros and Cons: Jacc State-of-the-Art Review. J Am Coll Cardiol. 2018 Nov 6;72(19):2360-2379. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2162. PMID: 30384893.
- [8] Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, et al. Universal definition and classification of heart failure: a report of the Heart Failure Society of America, Heart Failure Association of the European Society of Cardiology, Japanese Heart Failure Society and Writing Committee of the Universal Definition of Heart Failure: Endorsed by the Canadian Heart Failure Society, Heart Failure Association of India, Cardiac Society of Australia and New Zealand, and Chinese Heart Failure Association. *Eur J Heart Fail*. 2021;23(3):352-380. doi:10.1002/ejhf.2115.

- [9] Marães, V.R.F.S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. Elsevier, Revista Andaluza de Medicina Desportiva, ed. Nº1, p.33-42, 2010. Disponível em: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-frecuencia-cardiac-a-e-sua-variabilidade-X1888754610478033>. Acesso em: 6 jul. 2023.
- [10] Teixeira DS, Areias GD, Reis HV, Vilela GC, Reis MS. Variabilidade da Frequência cardíaca com Mudança Postural na Insuficiência Cardíaca Crônica. Rev Soc Cardiol; Estado São Paulo 1 mar 2017 [citado 10 set 2023] ;27 (1): 29- 33. <https://doi.org/10.2938/0103-8559/280172701s29-33>.
- [11] Hiss MDBS, Neves VR, Hiss FC, Silva E, Silba AB, Catai AM. Segurança da intervenção fisioterápica precoce após o infarto agudo do miocárdio. Fisioter. Mov. 2012;25(1): 153–63.
- [12] Vanderlei LCM, Pastre CM, Hoshi RA, Carvalho TD de, Godoy MF de. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. Braz J Cardiovasc Surg 2009Apr;24(2):205–17. <https://doi.org/10.1590/S0102-76382009000200018>.
- [13] Lopes, P. F. F., Oliveira, M. I. B. de, André, S. M. de S., Nascimento, D. L. A. do, Silva, C. S. de S., Rebouças, G. M., Felipe, T. R., Albuquerque Filho, N. J. B. de, & Medeiros, H. J. de. (2013). Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. *Revista Neurociências*, 21(4), 600–603. <https://doi.org/10.34024/rnc.2013.v21.8171>
- [14] Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation*. 1996;93(5):1043-1065.
- [15] Recomendações da ATS para o teste de marcha de 6 minutos, Revista Portuguesa de Pneumologia [S.L], v.8, n.5, p.479-481, set. 2002. Elsevier BV., [https://dx.doi.org/10.1016/S0873-2159\(15\)30780-7](https://dx.doi.org/10.1016/S0873-2159(15)30780-7).
- [16] Enright PL, Sherril DL. Reference equations for the six-minute walk in healthy adults. *J Respir Crit Care Med*. 1998; 158:1384-87
- [17] Brunetto, A.F.; Paulin, E. Yamaguti, W.P.S. (2002). Comparação entre a escala de Borg modificada e a escala de Borg modificada análogo visual aplicadas em pacientes com dispneia. *Revista Brasileira de Fisioterapia*. v, 6, p. 41-45. n.1.

- [18] Carvalho VO, Guimarães GV, Carrara D, Bacal F, Bocchi EA. Validação da versão em português do Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire. *Arq Bras Cardiol.* 2009 jul; 93(1):39–44. <https://doi.org/10.1590/S0066-782X2009000700008>
- [19] Fotos NV, Giakoumidakis K, Kollia Z, et al. Health-related quality of life of patients with severe heart failure. A cross-sectional multicentre study. *Scand J Caring Sci.* 2013;27(3):686-694. doi:10.1111/j.1471-6712.2012. 01078.x
- [20] Giannitsi S, Bougiakli M, Bechlioulis A, Kotsia A, Michalis LK, Naka KK. 6-minute walking test: a useful tool in the management of heart failure patients. *Ther Adv Cardiovasc Dis.* 2019;13:1753944719870084. doi:10.1177/1753944719870084
- [21] Negrão C.E. Baretto, A.C.P. *Cardiologia do Exercício: Do Atleta ao Cardiopata.* 4º ed. Barueri Manole; 2010.
- [22] FIGUEIREDO JHC, et al. Efeito Sinérgico da Gravidade da Doença, de Sintomas de Ansiedade e da Idade Avançada sobre a Qualidade de Vida de Pacientes Ambulatoriais com Insuficiência Cardíaca. *Arq. Bras. de Cardio.*, 2019.
- [23] Marcondes-Braga FG, Moura LAZ, Issa VS, Vieira JL, Rohde LE, Simões MV, Fernandes Silva MM, et al. Atualização de Tópicos Emergentes da Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca – 2021. *Arq. Bras. Cardiol.* 2021;116(6):1174-212.
- [24] Reis, M. S. et al. Controle autonômico da frequência cardíaca de pacientes com doenças cardiorrespiratórias crônicas e indivíduos saudáveis em repouso e durante a manobra de acentuação da arritmia sinusal respiratória. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 14, n. 2, p. 106–113, abr. 2010.
- [25] Catharina M. C. Scassola. *Avaliação do Controle Autonômico Baseada na Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca.* [S.I.] Editora Dialética, 2022.
- [26] Marães, V.R.F.S. Frequência cardíaca e sua variabilidade: análises e aplicações. Elsevier, *Revista Andaluza de Medicina Desportiva*, ed. Nº 1, p. 33-42, 2010. Disponível em: <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-andaluza-medicina-del-deporte-284-articulo-frecuencia-cardiaca-e-sua-variabilidade-X1888754610478033>. Acesso em: 6 jul. 2023.

- [27] Lopes, P. F. F., Oliveira, M. I. B. de, André, S. M. de S., Nascimento, D. L. A. do, Silva, C. S. de S., Rebouças, G. M., Felipe, T. R., Albuquerque Filho, N. J. B. de, & Medeiros, H. J. de. (2013). Aplicabilidade Clínica da Variabilidade da Frequência Cardíaca. *Revista Neurociências*, 21(4), 600–603. <https://doi.org/10.34024/rnc.2013.v21.8171>
- [28] Braga LM, Prado GF, Umeda II, et al. Reproducibility for Heart Rate Variability Analysis during 6-Min Walk Test in Patients with Heart Failure and Agreement between Devices. *PLoS One*. 2016;11(12):e0167407. Published 2016 Dec 9. doi:10.1371/journal.pone.0167407.
- [29] Marwick TH. Ejection Fraction Pros and Cons: JACC State-of-the-Art Review. *J Am Coll Cardiol*. 2018 Nov 6;72(19):2360-2379. doi: 10.1016/j.jacc.2018.08.2162. PMID: 30384893.
- [30] Marcondes-Braga FG, Moura LAZ, Issa VS, Vieira JL, Rohde LE, Simões MV, Fernandes-Silva MM, et al. Atualização de Tópicos Emergentes da Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca – 2021. *Arq. Bras. Cardiol*. 2021;116(6):1174-212. doi: 10.36660/abc.20210367. PMID: 34133608; PMCID: PMC8288520.
- [31] Adamson PB, Smith AL, Abraham WT, et al. Continuous autonomic assessment in patients with symptomatic heart failure: prognostic value of heart rate variability measured by an implanted cardiac resynchronization device. *Circulation*. 2004;110(16):2389-2394. doi:10.1161/01.CIR.0000139841.42454.78