



MINISTÉRIO DA SAÚDE
INSTITUTO NACIONAL DE CARDIOLOGIA
COORDENAÇÃO DE ENSINO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS CARDIOVASCULARES

HILSON AMORIM PARENTE

PROGRAMAS DE TELEMONITORAMENTO NÃO INVASIVO PARA PACIENTES
COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA: Uma revisão sistemática e metanálise
de ensaios clínicos randomizados

RIO DE JANEIRO

2025

HILSON AMORIM PARENTE

PROGRAMAS DE TELEMONITORAMENTO NÃO INVASIVO PARA PACIENTES
COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA: Uma revisão sistemática e metanálise
de ensaios clínicos randomizados

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação do Mestrado
Profissional em Ciências
Cardiovasculares, do Instituto Nacional
de Cardiologia, como requisito à
obtenção do título de Mestre em
Ciências Cardiovasculares.

Orientadora: Fabiula Schwartz de Azevedo.

RIO DE JANEIRO

2025

P228p Parente, Hilson Amorim.

Programas de telemonitoramento não invasivo para pacientes com insuficiência cardíaca crônica: uma revisão sistemática e metanálise de ensaios clínicos randomizados / Hilson Amorim Parente – Rio de Janeiro, 2025.

73 f.

Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Cardiovasculares. Instituto Nacional de Cardiologia – INC

1. Telemonitoramento. 2. Insuficiência cardíaca. 3. Telemedicina I. Título.

HILSON AMORIM PARENTE

PROGRAMAS DE TELEMONITORAMENTO NÃO INVASIVO PARA PACIENTES
COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA CRÔNICA: Uma revisão sistemática e metanálise
de ensaios clínicos randomizados

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-Graduação do Mestrado
Profissional em Ciências
Cardiovasculares, do Instituto Nacional
de Cardiologia, como requisito à
obtenção do título de Mestre em
Ciências Cardiovasculares.

Aprovada em: 28/03/2025

Banca Examinadora:

Prof.^a. Dr.^a. Fabiula Schwartz de Azevedo
Orientadora
Instituto Nacional de Cardiologia

Prof.^a. Dr.^a. Tereza Cristina Fellipe Guimarães
Membro interno
Instituto Nacional de Cardiologia

Prof. Dr. Daniel Arthur Barata Kasal
Membro interno
Instituto Nacional de Cardiologia

Prof.^a. Dr. Carlos Alberto da Silva Magliano
Membro externo
Instituto Nacional de Cardiologia

Prof. Dr. Luiz Fernando Rodrigues Junior
Membro interno (suplente)
Instituto Nacional de Cardiologia

Prof. Dr. Diamantino Salgado de Oliveira
Membro externo (suplente)
Universidade Federal do Rio de Janeiro

AGRADECIMENTOS

A conclusão desta dissertação só foi possível graças ao apoio e à contribuição de diversas pessoas, as quais gostaria de expressar minha mais profunda gratidão;

Primeiramente, agradeço à Sophie Barreto Hornemann, pela sua inestimável ajuda na escrita do artigo e na coleta de dados, sempre dedicada e atenciosa em cada detalhe;

Ao Ismael Magalhães Matos de Faria, por sua fundamental assistência na busca pelos artigos incluídos nesta revisão sistemática, cuja dedicação contribuiu enormemente para o sucesso desta pesquisa;

Deixo também meu sincero agradecimento ao Ph.D. Diamantino Ribeiro Salgado, cujo conhecimento e orientação na avaliação de viés dos artigos foram cruciais para garantir a qualidade metodológica deste trabalho;

Minha gratidão ao Marcelo Goulart Correia, por sua ajuda imprescindível com a parte estatística, sempre pronto para solucionar dúvidas e assegurar a precisão dos resultados;

Por fim, e de forma muito especial, agradeço à minha orientadora, Ph.D. Fabiula Schwartz de Azevedo, por todo o apoio, orientação e paciência ao longo de toda a trajetória deste mestrado. Sua sabedoria e incentivo foram fundamentais para a realização deste trabalho.

A todos, meu mais sincero muito obrigado!

RESUMO

Introdução: A insuficiência cardíaca é uma condição crônica, de alta morbimortalidade e com um número mundial crescente de pacientes acometidos, o que impacta sistemas de saúde públicos e privados devido a recorrentes hospitalizações e à onerosidade do tratamento. Nesse cenário, este estudo aborda o telemonitoramento não invasivo como alternativa frente à problemática do cuidado e morbimortalidade que envolvem esses pacientes. **Objetivos:** O objetivo geral deste estudo foi revisar de forma sistemática a literatura sobre a aplicação do telemonitoramento não invasivo em pacientes com insuficiência cardíaca, a fim de determinar se essas estratégias melhoram os desfechos em comparação com o tratamento usual. Acessoriamente, buscou-se realizar uma metanálise do uso do telemonitoramento não invasivo em pacientes com insuficiência cardíaca crônica e seus desfechos relacionados à mortalidade por todas as causas, hospitalização por insuficiência cardíaca e hospitalização por todas as causas. **Métodos:** Os dados foram coletados de bases como *Medline*, *Embase* e *Cochrane Library* até junho de 2023. A estatística foi aplicada com o uso do modelo de DerSimonian e Laird, com metanálises em grupos e meta-regressões. Neste estudo, a heterogeneidade foi avaliada com o uso do teste Q de Cochran e a estatística I^2 , bem como com o uso de análises de viés estruturadas com gráficos de funil e correlações de Kendall. **Resultados:** Trata-se de uma revisão sistemática e meta-análise aplicada a 34 ensaios clínicos randomizados que, em conjunto, abordaram 16.179 pacientes com insuficiência cardíaca crônica, dos quais 8.259 receberam telemonitoramento. Foi observado que o telemonitoramento foi capaz de reduzir significativamente a mortalidade por todas as causas (redução de 18%, Odds Ratio 0,82, Intervalo de Confiança de 95% 0,71-0,95), oferecendo ainda redução de 20% nas hospitalizações por insuficiência cardíaca (Odds Ratio 0,80, Intervalo de Confiança de 95% 0,69-0,94), sem, contudo, impactar significativamente a hospitalização por todas as causas entre os pacientes analisados (Odds Ratio 0,93, Intervalo de Confiança de 95% 0,82-1,05). No entanto, houve risco de viés na maioria dos estudos incluídos, houve imprecisão nos resultados, com forte suspeita de viés de publicação e análise indireta. **Conclusões:** Programas de telemonitoramento não invasivo para pacientes com insuficiência cardíaca estiveram associados à redução de hospitalizações e possível

redução da mortalidade. No entanto, a certeza geral da evidência foi muito baixa. Assim, os achados devem ser interpretados com cautela, sustentando uma recomendação favorável fraca para o uso do telemonitoramento nessa população.

Palavras-chave: Telemonitoramento. Insuficiência Cardíaca. Telemedicina. Revisão Sistemática. Metanálise.

ABSTRACT

Introduction: Heart failure is a chronic condition with high morbidity and mortality, with a globally increasing number of affected patients, which impacts both public and private healthcare systems due to recurrent hospitalizations and the financial burden of treatment. In this context, this study addresses non-invasive *telemonitoring* as an alternative to tackle the challenges of care and morbidity associated with these patients. **Objectives:** The general objective of this study was to systematically review the literature on the application of non-invasive telemonitoring in heart failure patients, in order to determine whether these strategies improve outcomes compared to usual care. Additionally, the study aimed to conduct a meta-analysis on the use of non-invasive telemonitoring in chronic heart failure patients and its outcomes related to all-cause mortality, heart failure hospitalizations, and all-cause hospitalizations. **Methods:** Data were collected from databases such as Medline, Embase, and the Cochrane Library until June 2023. Statistical analysis was conducted using the DerSimonian and Laird model, with group meta-analyses and meta-regressions. In this study, heterogeneity was assessed using Cochran's Q test and the I^2 statistic, along with structured bias analyses through funnel plots and Kendall correlations. **Results:** This study is a systematic review and meta-analysis applied to 34 randomised clinical trials involving a total of 16,179 chronic heart failure patients, of whom 8,259 received telemonitoring. It was observed that telemonitoring significantly reduces all-cause mortality (by 18%, Odds Ratio 0.82, 95% Confidence Interval 0.71-0.95), and also reduces heart failure hospitalizations by 20% (Odds Ratio 0.80, 95% Confidence Interval 0.69-0.94), without significantly impacting all-cause hospitalizations among the patients analysed (Odds Ratio 0.93, 95% Confidence Interval 0.82-1.05). However, there was a risk of bias due to the low methodological quality of the included studies, heterogeneity among interventions, imprecision of effects, and possible publication bias. Subgroup analysis showed that patients over the age of 70 gained greater benefit from telemonitoring strategies, particularly in reducing hospitalizations due to heart failure. **Conclusions:** Non-invasive telemonitoring programs for patients with heart failure were associated with a reduction in hospitalizations and a possible reduction in mortality. However, the overall certainty of evidence was low, mainly due to risk of bias, imprecision, and possible publication bias. Therefore, these findings should be

interpreted with caution, supporting a weak favorable recommendation for the use of telemonitoring in this population.

Keywords: Telemonitoring. Heart Failure. Telemedicine. Systematic Review.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de elaboração da revisão sistemática e meta-análise	24
Figura 2 - Mortalidade por todas as causas em estratégias de TM versus tratamento usual (desfecho primário de interesse de mortalidade), usando o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian e Laird para examinar Odds Ratio (OR)	27
Figura 3 - Hospitalização por IC em estratégias de TM versus tratamento usual (desfecho primário hospitalização por IC), usando o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian e Laird para examinar OR.....	28
Figura 4 - Hospitalização por todas as causas em estratégias de TM versus tratamento usual (desfecho primário hospitalização por todas as causas), usando o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian e Laird para examinar OR	29
Figura 5 - Análise de subgrupos todas as causas de mortalidade	30
Figura 6 - Análise de subgrupos hospitalização por IC.....	31
Figura 7 - Análise de subgrupos todas as causas de hospitalização	31
Figura 8 - Gráfico de bolhas mostrando a inclinação da regressão estimada da meta-regressão no logaritmo da razão de chances de mortalidade por todas as causas, sobre o efeito do A) acompanhamento (em meses); B) idade média (em anos).....	32
Figura 9 - Gráfico de bolhas mostrando a inclinação da regressão estimada da meta-regressão no logaritmo da razão de chances de hospitalização por IC, sobre o efeito C) do acompanhamento (em meses) e D) idade média (em anos).....	32
Figura 10 - Gráfico de bolhas mostrando a inclinação de regressão estimada da meta-regressão, no logaritmo da razão de chances de hospitalização por todas as causas, sobre o efeito do E) acompanhamento (em meses); F) da idade média (em anos)	33
Figura 11 - Gráfico de funil referente a mortalidade.....	36
Figura 12 - Gráfico de funil referente a hospitalização por IC	36
Figura 13 - Gráfico de funil referente a hospitalização por todas as causas.....	37
Figura 14 - Gráfico de floresta incluindo apenas artigos com baixo risco de viés, realizando análise de sensibilidade em relação à mortalidadeFonte: o autor (2024)	38
Figura 15 - Gráfico de floresta incluindo apenas artigos com baixo risco de viés, realizando análise de sensibilidade em relação à hospitalização por IC	39
Figura 16 - Gráfico de floresta incluindo apenas artigos com baixo risco de viés, realizando análise de sensibilidade em relação à hospitalização por todas as causas.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estratégia de busca bibliográfica	18
Tabela 2 - Características Básicas dos Estudos Incluídos na Meta-Análise de Programas de Telemonitoramento Não Invasivo para Pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica.....	25
Tabela 3 - Meta-regressão sobre o efeito do acompanhamento (meses) e da idade média (anos) no logaritmo da razão de chances de mortalidade por todas as causas, hospitalização por IC e hospitalização por todas as causas	33
Tabela 4 - Teste de correlação de postos e teste de regressão para a assimetria do gráfico de funil em relação à mortalidade, hospitalização por Insuficiência Cardíaca (IC) e hospitalização por todas as causas.	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACC	American College of Cardiology
AM	Adesão à Medicação
AMoT	Aplicativo Móvel ou Tablet
ANCOVA	Análise de Covariância
BNP	<i>Brain Natriuretic Peptide</i>
CC	Composição Corporal
CINAHL	<i>Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature</i>
CU	Cuidados Usuais
DP	Desvio Padrão
ECG	Eletrocardiograma
ECA	Enzima Conversora de Angiotensina
ECCN-R	Ensaio Clínico Controlado Não-Randomizado
ECR	Ensaio Clínico Randomizado
EHFScBS	<i>European Heart Failure Self-Care Behavior Scale</i>
EMBASE	<i>Excerpta Medica Database</i>
EMD	Equipamento de Monitoramento Domiciliar
ES	Exames de Sangue
FC	Frequência Cardíaca
FEVE	Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo
GRADE	<i>Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation</i>
GSES	<i>General Self-Efficacy Scale</i>
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
HFSA	Heart Failure Society of America
IC	Insuficiência Cardíaca

IQR	Intervalo Interquartil
KCCQ	<i>Kansas City Cardiomyopathy Questionnaire</i>
MLWHFQ	<i>Minnesota Living with Heart Failure Questionnaire</i>
MT	Multicêntrico
NHS	<i>National Health Service</i>
NYHA	<i>New York Heart Association</i>
OMS-5	Índice de Bem-Estar da Organização Mundial da Saúde
OR	<i>Razão de Chances (Odds Ratio)</i>
PA	Pressão Arterial
PROSPERO	Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas
RCF	Resumo do Componente Físico
RCM	Resumo do Componente Mental
RevMan	Cochrane Review Manager
RR	Risco Relativo
RRi	Razão de Risco
SF-12	Questionário Curto de 12 Itens
SF-36	Instrumento de avaliação de qualidade de vida SF-36 (<i>Short Form Health Survey</i>)
SpO2	Saturação de Oxigênio no Sangue
TM	Telemonitoramento
VV	Visitas Virtuais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO	14
3 OBJETIVOS	17
3.1 OBJETIVO GERAL.....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4 MÉTODOS	18
4.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA E CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO	18
4.2 MEDIDAS DE RESULTADOS	20
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	21
4.4 AVALIAÇÃO DA CERTEZA.....	23
5 RESULTADOS	24
5.1 ANÁLISE DE SUBGRUPOS E META-REGRESSÃO	30
5.2 AVALIAÇÃO DO VIÉS DE PUBLICAÇÃO E RISCO DE VIÉS.....	35
5.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	37
5.4 CERTEZA DAS EVIDÊNCIAS	40
6 DISCUSSÃO	41
7 CONCLUSÃO.....	47
8 CONFLITOS DE INTERESSES.....	48
REFERÊNCIAS.....	49
APÊNDICES.....	55

1 INTRODUÇÃO

A insuficiência cardíaca (IC) é amplamente reconhecida como um problema de saúde pública de grande relevância, devido às elevadas taxas de morbidade e mortalidade associadas, mesmo diante dos avanços terapêuticos alcançados nas últimas décadas. Essa condição clínica apresenta características de uma pandemia global, afetando mais de 64,3 milhões de pessoas em todo o mundo, segundo estimativas recentes.¹⁻³

Com o advento da pandemia de COVID-19, a importância da prestação de cuidados de saúde domiciliares tornou-se ainda mais evidente, como destacado em publicações recentes, diretrizes atualizadas e documentos de consenso.⁴⁻⁶ Nesse contexto, o telemonitoramento emergiu como uma ferramenta permitindo aos profissionais de saúde acompanhar variáveis fisiológicas dos pacientes em ambiente domiciliar. Essa abordagem possibilita uma supervisão contínua de pacientes com IC, com potencial para a reduzir hospitalizações.⁷

Evidências provenientes de meta-análises indicam que o manejo estruturado da IC, incluindo o uso de telemonitoramento, pode melhorar os resultados clínicos, como a redução de hospitalizações e mortalidade.⁸⁻¹⁵ No entanto, muitas dessas análises se baseiam em dados desatualizados ou incluem estudos observacionais, o que pode introduzir viés. Além disso, os benefícios do telemonitoramento não têm sido consistentemente demonstrados em estudos conduzidos na última década.¹⁶⁻²¹

Diante dessas incertezas, realizamos uma revisão sistemática com meta-análise, incluindo exclusivamente ensaios clínicos randomizados (RCTs), com o objetivo de avaliar a eficácia do telemonitoramento não invasivo em pacientes com IC crônica. A pergunta central do estudo é: Programas de telemonitoramento não invasivo são eficazes na redução da mortalidade e das hospitalizações de pacientes com insuficiência cardíaca crônica comparado ao tratamento usual?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O telemonitoramento (TM) não invasivo refere-se ao acompanhamento remoto domiciliar de parâmetros clínicos relevantes, coletados sem a necessidade de dispositivos implantáveis. Esse modelo utiliza tecnologias como balanças digitais, esfigmomanômetros eletrônicos, oxímetros de pulso, eletrocardiogramas portáteis e aplicativos móveis para monitorar sinais vitais como peso, pressão arterial (PA), frequência cardíaca, saturação de oxigênio e sintomas autorreferidos. Os dados são transmitidos eletronicamente para equipes de saúde, que podem intervir de forma proativa diante de alterações significativas.

Entre os modelos mais comuns, destacam-se os sistemas baseados em aplicativos para smartphones ou tablets, equipamentos de monitoramento domiciliar conectados a plataformas digitais e suporte telefônico estruturado. A frequência do monitoramento pode variar de diária a semanal, e a complexidade das intervenções também difere: desde simples alertas automáticos até protocolos de resposta coordenados por equipes multiprofissionais. Essa diversidade de abordagens contribui para a heterogeneidade dos resultados observados nos estudos clínicos.¹⁰⁻¹⁴

Entre as condições que permitem a incorporação do TM, a IC apresenta uma linha mundial ascendente de casos, impulsionada por fatores como maior expectativa de vida e incidência precoce de doenças crônicas. A síndrome é caracterizada pelo insuficiente bombeamento cardíaco para atender às demandas metabólicas e funcionais do organismo. Em geral, a Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE) é utilizada para a classificação da IC, como reduzida, levemente reduzida ou preservada. A FEVE de pacientes com ejeção levemente reduzida varia entre 41% e 49%, o que permite que sejam beneficiados com os medicamentos primários que servem ao tratamento de pacientes com ejeção reduzida, como inibidores da Enzima Conversora de Angiotensina (IECA) e antagonistas de receptores de mineralocorticoides, entre outros. A IC requer acompanhamento médico contínuo para redução da mortalidade e de hospitalizações recorrentes, e mesmo pacientes com fração de ejeção reduzida que obtiveram melhora na FEVE devem manter o tratamento.^{2, 5}

Há alta morbimortalidade associada à IC, com importante ônus social e econômico. O conhecimento epidemiológico da condição é considerado fundamental,

contudo, em países em desenvolvimento, seu mapeamento é precário. Como demanda cuidados de longo prazo e gera eventual onerosidade ligada ao tratamento, sobretudo internações reiteradas, a IC reforça a necessidade de modelagem dos sistemas de saúde à crescente carga não fatal de atendimentos decorrentes de doenças crônicas cardíacas.^{2,3}

Sobre a incorporação do TM no tratamento da IC, é importante observar que o TM não é recente, mas a pandemia de Covid-19 ampliou seu uso no tratamento de pacientes com doenças crônicas, como essa condição. Antes cuidados predominantemente de forma ambulatorial, os pacientes com IC tiveram seu cuidado continuado na última pandemia em um novo modelo, formado por encontros síncronos por áudio e vídeo, as Visitas Virtuais (VV). Esses encontros logo apresentaram redução importante de tempo e custos de deslocamento, e houve ampliação de sua aplicação decorrente da maior abertura a políticas de flexibilização do reembolso e privacidade que ocorreram no período.⁴

Na IC, o TM contribui com a tempestividade do conhecimento do estado do paciente e do avanço da doença, que pode se dá praticamente em tempo real. Com o uso das tecnologias de comunicação, os dados de monitoramento do paciente são enviados a servidores seguros, analisados e convertidos em relatórios de atendimento ou alertas a profissionais de saúde, caso sejam identificadas alterações importantes. O TM não elimina a necessidade de visitas presenciais, mas pode reduzir sua frequência.⁶

O TM permite monitorar e controlar algumas das principais variáveis relevantes do paciente com IC, como peso, PA e parâmetros eletrocardiográficos, entre outros. Eventuais deteriorações clínicas são rapidamente identificadas, sendo possível aplicar ajustes tempestivos aos tratamentos ou indicativos de agravamento, o que melhora a resposta interventiva. A literatura não é uniforme quanto à capacidade do TM de reduzir efetivamente as taxas de readmissão hospitalar e mortalidade por todas as causas. No entanto, estudos que afirmam positivamente a esse respeito indicam a possibilidade de redução de até 21% e 20%, respectivamente, com ganhos adicionais relacionados à qualidade de vida, adesão ao tratamento, conhecimento sobre a doença e autocuidado. Observa-se, no entanto, que as evidências que sinalizam esses benefícios possuem poucos ensaios multicêntricos e controlados, o que dificulta uma definição mais ajustada do custo-eficácia do TM.⁷⁻¹⁰

Há evidências que associam o *TM* a maior bem-estar psicológico dos pacientes com *IC*, com redução de sintomas de ansiedade e depressão, acompanhada de melhoria na classificação da *IC* da *New York Heart Association* (NYHA) e menores níveis plasmáticos de *Brain Natriuretic Peptide* (BNP).¹¹

Em contrapartida, há evidências com resultados conflitantes em relação a essa equiparação do cuidado.^{13-15, 18, 21-27} Em estudos que afirmam a capacidade do *TM* de reduzir a mortalidade de pacientes com *IC* e/ou benefícios como redução de custos e reinternações, há frequente menção ao *TM* com equipe multidisciplinar. Nos casos em que a mortalidade não é afetada pela técnica de monitoramento, em geral são destacados benefícios como menor incidência de eventos não fatais e readmissões.^{13,14}

Os principais fatores presentes no *TM* ligados à possíveis reduções da mortalidade por todas as causas e internações cardiovasculares derivam dos sinalizadores e alertas preventivos ou tempestivos, indicadores de agravamento dos casos. A melhor gestão psicossocial da condição pelo paciente pode refletir indiretamente em maior bem-estar e capacidade de autocuidado, pelo maior conhecimento da doença pelo paciente e da sua evolução ou condição pela equipe de cuidado.^{18, 21, 22, 24} Os benefícios do *TM* podem ser mais percebidos entre pacientes com *IC* classe III ou IV NYHA, socialmente isolados e com pelo menos 70% de adesão aos protocolos do *TM*. O monitoramento por esse recurso pode melhorar a intervenção e eficácia médica, sobretudo na prevenção de eventos graves, podendo oferecer uma gestão mais eficiente da saúde, com maior segurança e conforto aos pacientes.²³⁻²⁵

A maior parte dos estudos sobre telemonitoramento em *IC* foi conduzida em países de alta renda, como Estados Unidos, Alemanha, Reino Unido, Canadá, Israel e Japão, cujos sistemas de saúde e infraestrutura tecnológica diferem significativamente da realidade de países de baixa e média renda. Essas diferenças impactam diretamente na viabilidade, adesão e efetividade do telemonitoramento, tornando essencial a interpretação crítica dos resultados e sua transferibilidade para contextos com menor acesso digital, menor escolaridade média e barreiras econômicas mais acentuadas. Assim, o nível sociocultural da população estudada, incluindo grau de instrução, acesso à tecnologia e suporte familiar, pode influenciar de maneira importante os desfechos observados.¹⁰

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Realizar uma revisão sistemática com meta-análise sobre programas de telemonitoramento não invasivo em pacientes com insuficiência cardíaca crônica comparadas ao tratamento usual, avaliando seu impacto nos desfechos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o impacto do telemonitoramento não invasivo no desfecho mortalidade por todas as causas em pacientes com IC crônica comparado ao tratamento usual.
- Analisar os efeitos do telemonitoramento não invasivo no desfecho hospitalizações específicas por insuficiência cardíaca comparado ao tratamento usual.
- Avaliar a influência do telemonitoramento não invasivo no desfecho hospitalizações por todas as causas em pacientes com IC crônica comparado ao tratamento usual.

4 MÉTODOS

4.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA E CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Foi realizada uma busca abrangente nas bases eletrônicas Medline, Excerpta Medica Database (EMBASE) - Elsevier, Cochrane Library (*Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature* - CINAHL), incluindo apenas estudos publicados em língua inglesa e ensaios clínicos randomizados, desde os registros mais antigos disponíveis até 1º de junho de 2023. Para a busca de publicações, foram utilizados os seguintes termos relacionados à condição clínica e à intervenção de interesse, adaptados a cada base de dados conforme necessário: “heart failure”, “heart decompensation”, “cardiac failure”, “telemonitoring”, “remote monitoring”, “home monitoring”, “mortality”, “hospitalization”, “admission”, “patient admission”, “patient readmission” e “remote patient monitoring”. A estratégia de busca bibliográfica foi delineada conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Estratégia de busca bibliográfica

Base de dados	Data de acesso	Estratégia de busca	Nº de artigos encontrados.
Medline	01 de junho de 2023	((<i>"heart failure"</i> [MeSH Terms] OR <i>"heart decompensation"</i> [Title/Abstract] OR <i>"cardiac failure"</i> [Title/Abstract]) AND (<i>"telemonitoring"</i> [Title/Abstract] OR <i>"remote monitoring"</i> [Title/Abstract] OR <i>"home monitoring"</i> [Title/Abstract]) AND (<i>"mortality"</i> [MeSH Terms] OR <i>"hospitalization"</i> [MeSH Terms] OR <i>"patient admission"</i> [Title/Abstract] OR <i>"patient readmission"</i> [Title/Abstract]) AND <i>"randomized controlled trial"</i> [Publication Type]) AND ((<i>randomizedcontrolledtrial</i> [Filter]) AND (<i>1000/1/1:2023/6/1</i> [pdat]) AND (<i>english</i> [Filter]))	75
EMBASE	01 de junho de 2023	<i>"Heart failure"/exp</i> AND (<i>"telemonitoring"/exp</i> OR <i>"remote monitoring (patient)":ti,ab,kw</i> OR <i>"remote patient monitoring":ti,ab,kw</i> OR <i>"tele monitoring":ti,ab,kw</i> OR <i>"telemonitoring":ti,ab,kw</i>) AND (<i>"hospitalization"/exp</i> OR <i>"mortality"/exp</i>) AND <i>"randomized controlled trial"/exp</i>	133
Cochrane Library (CINAHL)	01 de junho de 2023	<i>"Heart failure"/Title Abstract Keyword</i> AND <i>"telemonitoring"/Title Abstract Keyword</i>	4

Ti, ab, kw: termos no título, resumo ou campos de palavras-chave; exp: "expandido".

EMBASE: Excerpta Medica Database; CINAHL®: Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature.

Este estudo foi conduzido em conformidade com as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) para garantir transparência e rigor na elaboração da revisão sistemática e meta-análise. As etapas de seleção dos estudos, extração de dados e avaliação do risco de viés foram conduzidas de forma independente por dois revisores, conforme recomendado pelo PRISMA.

A seleção de cada artigo foi realizada por dois revisores independentes (H.A.P. e I.M.M.F.), a partir dos critérios definidos para inclusão e exclusão das evidências. Nos casos de divergência entre os revisores, um terceiro avaliador (S.B.H.) foi acionado para a decisão final. A extração dos dados foi realizada de forma independente por dois revisores (H.A.P. e S.B.H), com base em um formulário previamente padronizado, contendo informações sobre características dos estudos, nome dos autores, ano de publicação, país, número de participantes, idade média, características da população, tipo de intervenção (incluindo tecnologia utilizada e parâmetros monitorados), tipo de comparador, tempo de seguimento, desfechos avaliados (mortalidade por todas as causas, hospitalização por insuficiência cardíaca, hospitalização por todas as causas) e número de eventos por grupo. Em casos de divergência entre os revisores as discrepâncias foram resolvidas por consenso. Esse processo visou minimizar o risco de erros e garantir a confiabilidade dos dados extraídos. A avaliação do risco de viés foi feita por dois revisores independentes (H.A.P. e D.R.S) utilizando a ferramenta RoB 2. As discordâncias foram resolvidas por consenso entre os dois revisores.

Este estudo incluiu apenas pacientes com idade > 18 anos, sem distinção de sexo, raça ou grupo étnico, e diagnosticados de forma definitiva com IC, independentemente da etiologia. Para esta análise, o TM foi definido como o monitoramento remoto dos dados de saúde dos pacientes (ou seja, sintomas, peso, frequência cardíaca, PA, eletrocardiograma, saturação periférica de oxigênio) em um centro de monitoramento. Esses centros podem variar em escala e infraestrutura, não excluindo clínicas menores onde os dados são enviados e

analisados por um único enfermeiro ou clínico. As estratégias de telemonitoramento analisadas nesta revisão combinam abordagens que demandam ação voluntária dos pacientes, como a aferição e envio de parâmetros clínicos, com tecnologias que, em alguns casos, permitem a transmissão automática de dados para os centros de monitoramento. A efetividade dessas intervenções está, portanto, parcialmente condicionada ao nível de engajamento e adesão dos pacientes às rotinas de monitoramento. O aspecto fundamental é a interpretação e análise dos dados, facilitada por uma interface que pode utilizar qualquer tipo de dispositivo, incluindo aplicativos para smartphones e tablets. Com base nos dados obtidos, uma equipe multidisciplinar foi capaz de intervir nesses pacientes. Os critérios de exclusão foram: estudos que não atendiam aos critérios metodológicos e clínicos estabelecidos para esta revisão; estudos não randomizados; também foram excluídos artigos que utilizaram estratégias de telemonitoramento invasivo, como dispositivos implantáveis (ex: cardiodesfibriladores implantáveis – CDI, marcapassos com telemetria remota ou monitores de pressão intracardíaca); foram ainda excluídos estudos com populações pediátricas; e aqueles que não disponibilizavam acesso ao texto completo ou não forneciam dados suficientes para extração e síntese dos desfechos de interesse. Esta revisão foi registrada no Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO) (CRD42023440888).

4.2 MEDIDAS DE RESULTADOS

Este estudo avaliou os desfechos primários de hospitalização por todas as causas, internações hospitalares decorrentes da IC crônica e mortalidade por todas as causas (número total de mortes ao final do acompanhamento de cada etapa de estudo). A definição do desfecho de hospitalização foi conduzida pelo quantitativo total de pacientes que precisaram ser hospitalizados ao menos uma vez no decorrer do acompanhamento do estudo.

Os artigos selecionados foram classificados em conformidade com suas características fundamentais: autor, ano, número de pacientes considerados, média etária em anos, Fração de Ejeção (FE) média, Classe NYHA, tipo de intervenção, equipamentos utilizados para monitoramento e tempo médio de acompanhamento em meses.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A medida de efeito utilizado foi a razão de chances (odds ratio) e os respectivos intervalos de confiança de 95% foram calculados para os desfechos primários, utilizando o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian e Laird para analisar cada estudo.⁵³ A razão de chances (Odds Ratio – OR) é uma medida de associação que expressa a chance de um evento ocorrer em um grupo em relação a outro. O intervalo de confiança (IC 95%) representa a faixa dentro da qual se espera que o verdadeiro efeito esteja com 95% de certeza. Para a síntese quantitativa dos dados, foi utilizado o modelo de efeito aleatório de DerSimonian e Laird, apropriado em contextos com variabilidade clínica e metodológica entre os estudos incluídos. Esse modelo assume que os efeitos verdadeiros podem variar entre os estudos, incorporando essa heterogeneidade à estimativa final. As metanálises com efeitos fixos em análises de subgrupos foram realizadas com o uso do método de Mantel-Haenszel, sem a definição de um componente de variância comum no estudo entre subgrupos (não agrupar estimativas intragrupo de Tau-quadrado). O modelo de efeito fixo foi utilizado de forma complementar em análises de sensibilidade, sob a premissa de que todos os estudos compartilham um mesmo efeito verdadeiro.

Foi realizada a estratificação das análises de subgrupos conforme o período de acompanhamento (se ≥ 1 ano ou se < 1 ano), tipo de dispositivo (dispositivos móveis: aplicativo para smartphone, *tablet*, *smartwatch*; ou equipamento de monitoramento domiciliar; ou suporte telefônico estruturado), idade média dos participantes considerados (< 70 anos de idade ou ≥ 70 anos de idade) e ano de publicação. Para a identificação de dependência dos efeitos de intervenção em variáveis contínuas de média de acompanhamento e média etária, foi realizada uma meta-regressão. Assim, foram elaboradas meta-regressões lineares entre o logaritmo da razão de chance nos ensaios e cada variável, assumindo um modelo de efeitos aleatórios com uso do teste Z a partir do software *Comprehensive Meta-Analysis Version 4* (CMA 4.0, BioStat Inc., Englewood, NJ, EUA). Meta-regressão foi realizada para explorar possíveis fontes de heterogeneidade, avaliando o impacto de características dos estudos (média de período de seguimento nos estudos e média de idade dos pacientes) sobre os resultados. Essa abordagem

estatística permite verificar se essas variáveis influenciam a magnitude do efeito observado.⁵⁵

Foi realizada análise de sensibilidade apenas com artigos de baixo risco de viés. A análise de sensibilidade foi empregada para verificar a robustez dos resultados. Os desfechos primários foram avaliados a partir de metanálises com o uso do *Cochrane Review Manager* (RevMan v. 5.4) e, por fim, a análise de heterogeneidade foi realizada com o uso do teste Q de Cochran com estatística I^2 .

Foi considerado neste estudo que estatísticas Q apresentam distribuição qui-quadrado e, com isso, foi produzido um valor de p. A heterogeneidade do teste Q foi avaliada com o critério alfa de 0,05, com rejeição da hipótese nula (de que o tamanho do efeito é o mesmo em todos os estudos) na presença de valor de $p \leq 0,05$. A avaliação de heterogeneidade do teste Q em subgrupos foi feita com um critério de alfa de 0,10 (apenas dois ou três subgrupos). A heterogeneidade entre os estudos foi avaliada por meio do teste Q de Cochran e da estatística I^2 , sendo esta última utilizada

para estimar a proporção da variabilidade dos resultados que pode ser atribuída à heterogeneidade verdadeira, e não ao acaso.

A interpretação da estatística I^2 foi realizada em conformidade com as recomendações do *Cochrane Handbook*: 0% a 40%, heterogeneidade que pode não ser importante; 30% a 60%, sugestivo de heterogeneidade moderada; 50% a 90%, sugestivo de heterogeneidade substancial; e 75% a 100%, heterogeneidade considerável. Os vieses de publicações foram analisados com o uso da correlação de Kendall, juntamente com o teste de regressão e gráfico funil, com $p < 0,05$ considerado como corte estatisticamente significativo. A presença de viés de publicação foi avaliada por meio de gráficos de funil (funnel plots) e do teste de regressão de Egger, com valores de p inferiores a 0,05 sugerindo possível assimetria. As análises de vieses de publicação foram realizadas com o uso do software *Jamovi* versão 2.3.21.0, bem como avaliação dos documentos pela ferramenta Rob2, em busca de risco de viés. A faixa de avaliação de risco de viés foi a seguinte: baixo risco, algumas preocupações relacionadas ao viés e alto risco. A ferramenta considera cinco domínios para abordar diferentes tipos de viés: processo de randomização, desvios das intervenções pretendidas, dados de

desfecho ausentes, medição do desfecho e seleção do resultado relatado.

4.4 AVALIAÇÃO DA CERTEZA

A abordagem GRADE (*Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation*) foi utilizada para classificar a certeza da evidência de cada desfecho primário. Essa abordagem avalia o risco de viés, inconsistência, análise indireta, imprecisão e outras considerações (por exemplo, viés de publicação) como “alta”, “moderada”, “baixa” ou “muito baixa”. A avaliação GRADE foi realizada com a ferramenta GRADEpro Guideline Development Tool.

5 RESULTADOS

A busca bibliográfica empreendida nesta revisão resultou em 212 artigos. Após a remoção dos estudos duplicados, restaram 118 publicações, que foram cuidadosamente avaliadas de acordo com os critérios de inclusão e exclusão previamente estabelecidos. Após a análise completa, 85 artigos foram excluídos, resultando em uma seleção final mais criteriosa para a análise. Incluímos 1 artigo que foi citado nos artigos utilizados. Ao final, foram selecionados 34 ECR para a revisão sistemática e meta-análise (Figura 1), que apresentaram um *corpus* de 16.179 participantes com IC, sendo 8.259 pacientes em uso de TM e 7.920 em tratamento com cuidados habituais, 65% (n=10.554) homens e 35% (n=5.625) mulheres.

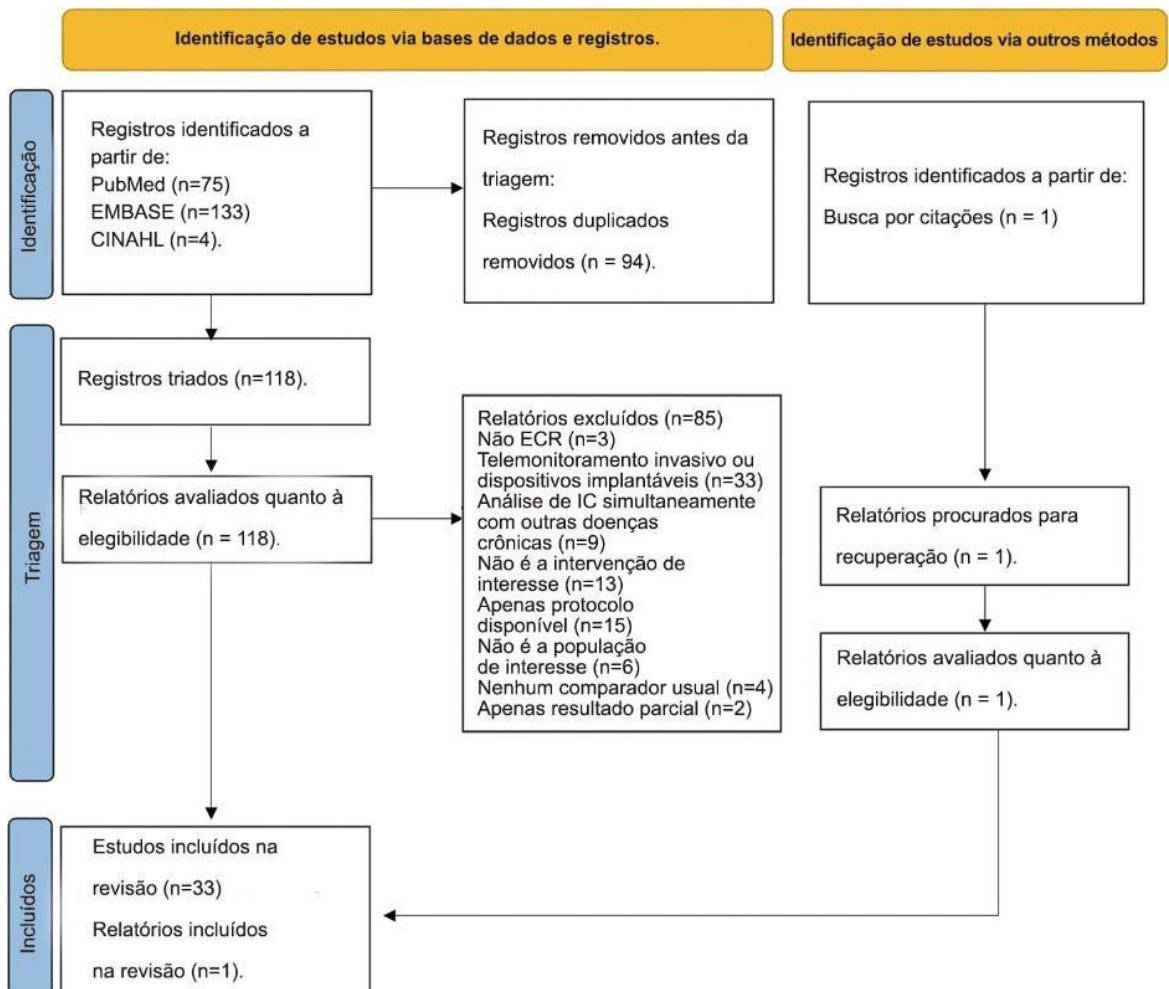


Figura 1 - Esquema de elaboração da revisão sistemática e meta-análise
Fonte: Elaborada pelo o autor (2024)

Os estudos analisados tiveram origem em 15 países diferentes, a maioria de forma integral ou mista com os Estados Unidos da América (EUA) (n=13). A maior parte das publicações foi elaborada por recrutamento multicêntrico (n=28), com 4 ECR desenvolvidos por recrutamento em centro único. A NYHA classifica pacientes a partir de limitações apresentadas em atividade física, tendo quatro categorias de uso comum para elegibilidade de indivíduos à integração em estudos. Nas publicações desta revisão, a NYHA foi utilizada por 31 delas para esse fim. Na Tabela 2 constam as características básicas dos estudos incluídos nesta revisão.

Tabela 2 - Características Básicas dos Estudos Incluídos na Meta-Análise de Programas de Telemonitoramento Não Invasivo para Pacientes com Insuficiência Cardíaca Crônica.

Autor, ano, referência	No de pacientes	Média de idade (anos)	MédiaFE (%)	NYHA	Variáveis de monitoramento	Equipamento de monitoramento	Média de follow up (meses)
Goldberg 2003 ³⁵	280	59,0	21,7%	III-IV	Wt, S	HME	6
Capomolla 2004 ³⁷	133	57,0	29,0%	II-IV	Wt, BP, HR, S, E, BR	MTA	11
Cleland 2005 ³⁸	426	67,0	25,0%	I-IV	Wt, BP, HR, ECG	HME	8
Schwarz 2008 ³⁹	102	78,1	N/A	II-IV	Wt, S	HME	3
Soran 2008 ⁴⁰	315	76,0	24,0%	II-III	Wt, S	HME	6
Dar 2009 ⁴¹	182	72,0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, S, SpO2	HME	6
Mortara 2009 ⁴²	461	60,0	29,0%	II-IV	Wt, BP, HR, S, BR, ECG	HME	12
Chaudhry 2010 ⁵¹	1653	61,0	N/A	I-IV	Wt, S	STS	6
Weintraub 2010 ⁴³	188	69,0	30,0%	I-IV	Wt, BP, HR, S, MA	HME	3
Koehler 2011 ⁴⁴	710	66,9	27,0%	II-III	Wt, BP, ECG	HME	26
Wade 2011 ⁴⁵	316	78,1	N/A	N/A	Wt, BP, S, MA, E	HME	6
Angermann 2012 ⁵²	715	68,6	30,0%	I-IV	S	STS	6
Boyne 2012 ⁴⁶	382	71,5	36,0%	II-IV	S, MA, E	HME	12
Dendale 2012 ⁴⁷	160	77,0	35,0%	I-IV	Wt, BP, HR	HME	6

Autor, ano, referência	No de pacientes	Média de idade (anos)	MédiaFE (%)	NYHA	Variáveis de telemonitoramento	Equipamento de monitoramento	Média de follow up (meses)
Lyngå 2012 ⁴⁸	344	73,0	N/A	III-IV	Wt	HME	12
Krum 2013 ⁴⁹	379	73,0	36,0%	II-IV	S	MTA	12
Delaney 2013 ⁵⁰	100	80,0	N/A	III-IV	Wt, BP, HR, S, SpO2	HME	-
Villani 2014 ¹¹	80	72,0	32,0%	III-IV	Wt, BP, HR, ECG, MA	HME	12
Blum 2014 ¹²	204	72,0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR	HME	26
Bekelman 2015 ¹³	384	68,0	N/A	I-IV	Wt, BP, HR, S, MA, E	HME	12
Comín-Colet 2015 ¹⁴	178	77,0	N/A	I-IV	Wt, HR, BP, S	MTA	6
Hägglund 2015 ¹⁵	82	75,0	N/A	II-IV	Wt, S, E	MTA	3
Ong 2016 ¹⁶	1437	73,0	42,8%	I-IV	Wt, BP, HR, S, E	HME	6
Kalter-Leibovici 2017 ¹⁷	1360	70,0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, S, MA, E	HME	24
Kotooka 2018 ¹⁹	181	66,2	N/A	II-III	Wt, BP, HR, BC	HME	15
Olivari 2018 ²⁰	339	80,0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, SpO2, ECG	HME	12
Mizukawa 2019 ²¹	59	71,6	41,8%	II-IV	Wt, BP, HR	HME	24
Nouryan 2019 ²²	89	83,1	N/A	I-II	Wt, BP, HR, SpO2, S	HME	6
Galinier 2020 ²³	990	70,0	38,7%	I-IV	Wt, S, E	HME	18
Yanicelli 2020 ²⁴	40	52,0	32,8%	I-IV	Wt, BP, HR, S, E	MTA	3
Dawson 2021 ²⁵	1380	66,0	N/A	NA	Wt, BP, HR, SpO2	HME	1
Völler 2022 ²⁷	621	63,0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, S, E	HME	12
Asch 2022 ²⁶	552	64,5	43,0%	N/A	Wt, MA (diuretic)	HME	12

Legenda: BP – Pressão arterial, BR – Exames de sangue, CHF – Insuficiência cardíaca congestiva, E – Educação, ECG - Electrocardiograma, ED – Departamento de emergência, EF - Fração de ejeção, HME – Equipamento de monitoramento domiciliar, HR – Frequência cardíaca, HRQoL – Qualidade de vida relacionada a saúde, LOS – duração de internação hospitalar, TM - Telemonitoramento, MA – Aderência medicamentosa BC – composição corporal, MTA – Aplicativo para celular ou tablet, N/A – não disponível, RR – Frequência respiratória, S - Sintomas, SpO2 – Saturação periférica de oxigênio, STS- Suporte telefônico estruturado, Wt – peso, NYHA- Classificação da NYHA (*New York heart association*).

Foram identificados 28 estudos viáveis à análise de mortalidade por todas as causas (Figura 2). Neles, foi identificado que estratégias de TM foram capazes de reduzir significativamente as taxas de mortalidade (Odds Ratio - OR 0,82, IC 95% 0,71 a 0,95; participantes = 15.211; $I^2 = 34\%$).

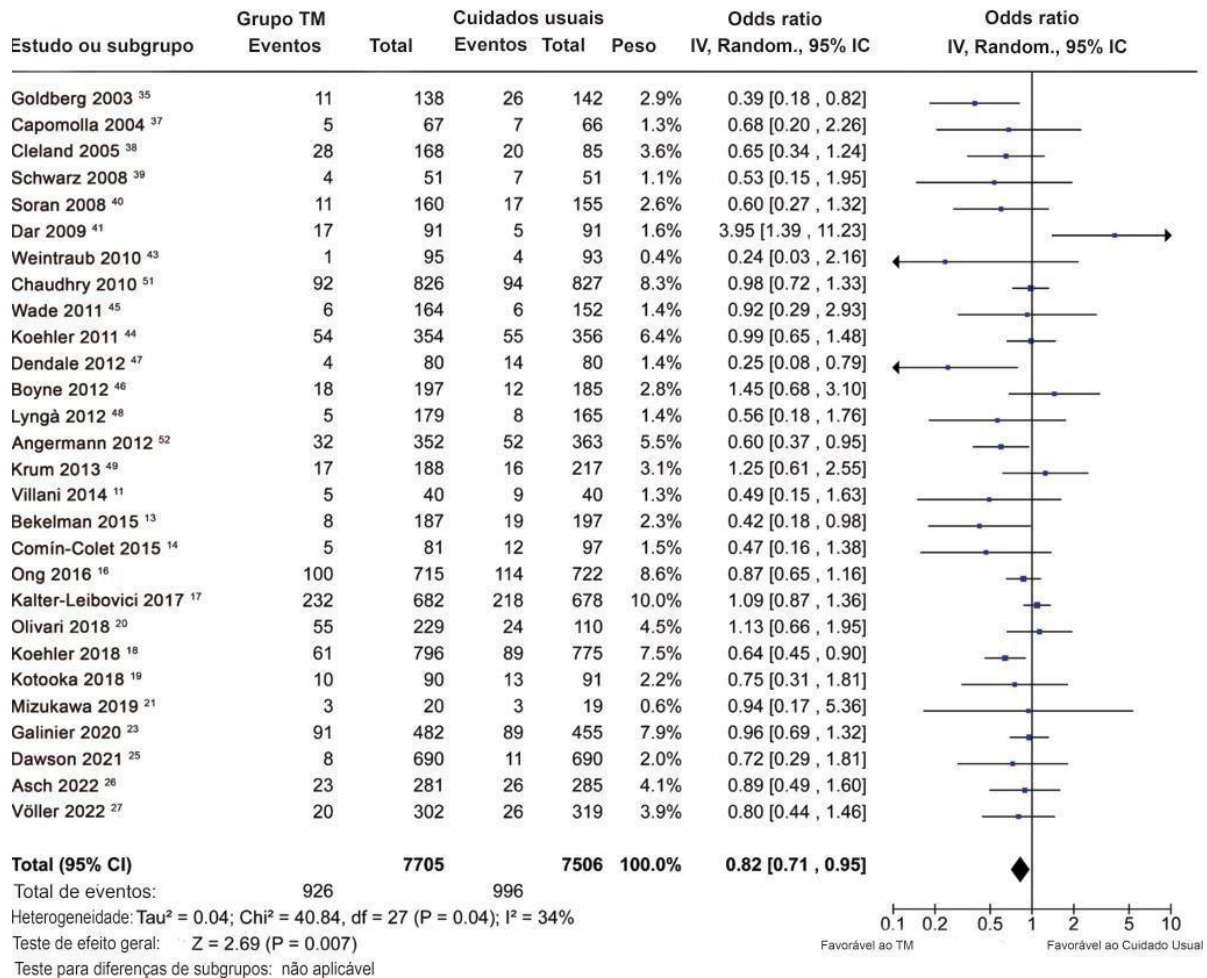


Figura 2 - Mortalidade por todas as causas em estratégias de TM versus tratamento usual (desfecho primário de interesse de mortalidade), usando o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian e Laird para examinar Odds Ratio (OR)

Obs: Sobre mortalidade por todas as causas em estratégias de TM *versus* tratamento usual, esta análise foi baseada em 28 estudos. O TM reduziu o risco de mortalidade em 18% (OR 0,82, IC 95% 0,71 a 0,95; participantes = 15.211; $I^2 = 34\%$). IC = intervalo de confiança, OR = razão de chances.

Ao todo, 18 publicações abordaram a hospitalização por IC (Figura 3), *corpus* que evidenciou a associação do TM com a redução estatisticamente significativa deste critério (OR 0,80, IC 95% 0,69 a 0,94; participantes = 7,491; $I^2 = 31\%$).

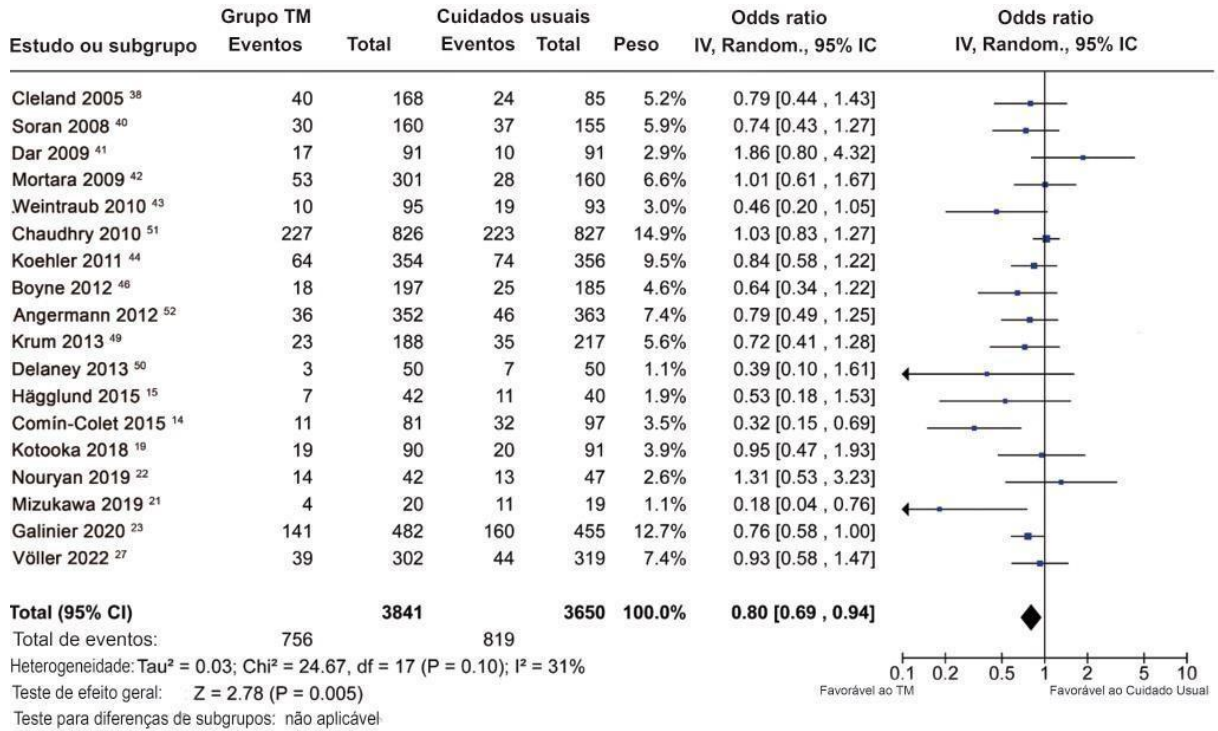


Figura 3 - Hospitalização por IC em estratégias de TM versus tratamento usual (desfecho primário hospitalização por IC), usando o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian e Laird para examinar OR

Obs: Sobre a hospitalização por insuficiência cardíaca em estratégias de TM versus tratamento usual, esta análise foi baseada em 18 estudos. As estratégias de TM mostraram uma redução estatisticamente significativa nas taxas de hospitalização por insuficiência cardíaca em 20% (OR 0,80, IC 95% 0,69 a 0,94; participantes = 7,491; $I^2 = 31\%$). IC = intervalo de confiança, OR = razão de chances.

Todavia, os estudos analisados não mostraram associação significativa das estratégias de TM a benefícios importantes na hospitalização por todas as causas (OR 0,93, IC 95% 0,82 a 1,05; participantes = 11.565; $I^2 = 49\%$), conforme Figura 4, apresentada integralmente na página seguinte.

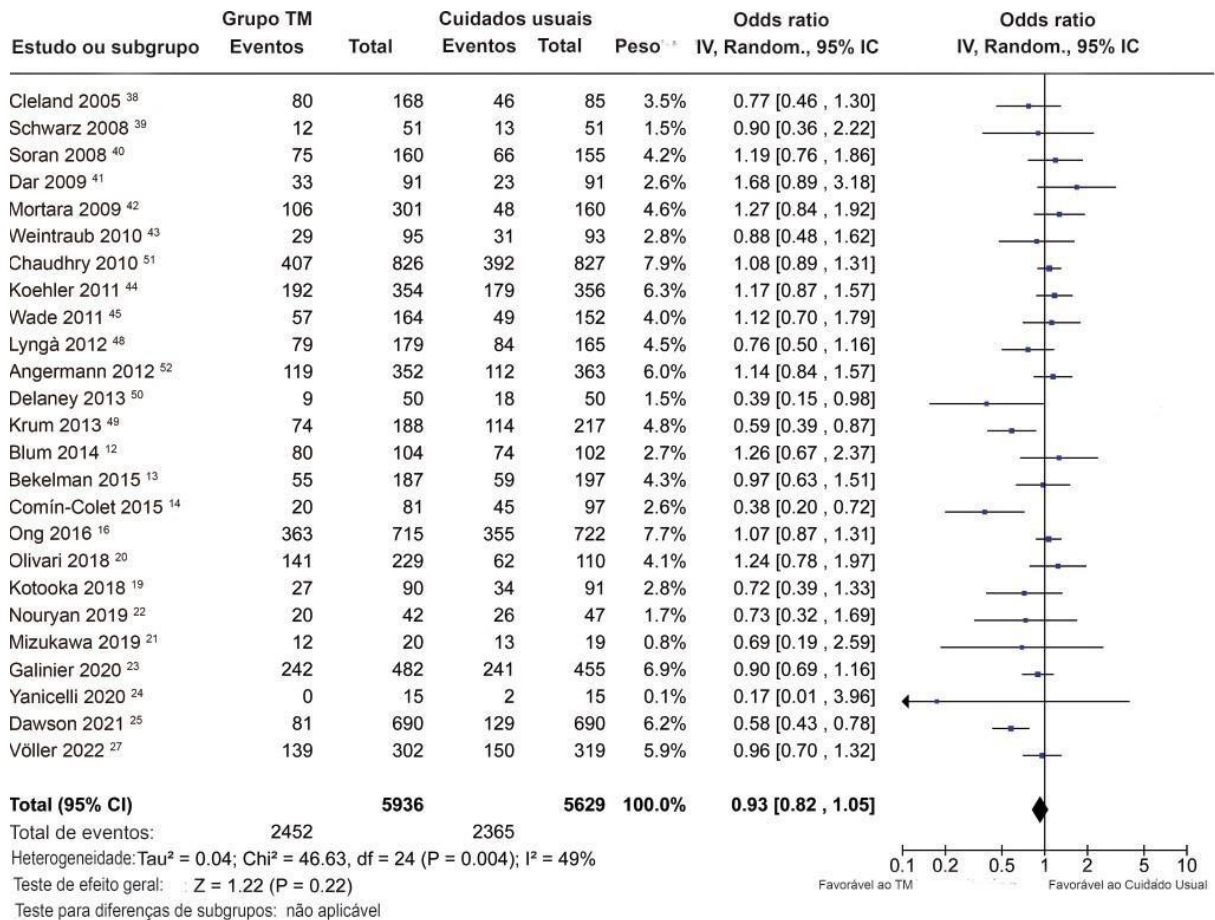


Figura 4 - Hospitalização por todas as causas em estratégias de TM versus tratamento usual (desfecho primário hospitalização por todas as causas), usando o modelo de efeitos aleatórios de DerSimonian e Laird para examinar OR

Obs: sobre hospitalização por todas as causas em estratégias de TM versus tratamento usual, esta análise foi baseada em 25 estudos. As estratégias de TM não mostraram um benefício significativo nesse desfecho (OR 0,93, IC 95% 0,82 a 1,05; participantes = 11.565; I² = 49%). IC = intervalo de confiança, OR = razão de chances.

5.1 ANÁLISE DE SUBGRUPOS E META-REGRESSÃO

A análise de subgrupos mostrou que as estratégias de TM impactaram menos a mortalidade em estudos de acompanhamento superiores a 12 meses (testes de heterogeneidade $p = 0,09$). Publicações divulgadas antes de 2008 também apresentaram reduções mais significativas no TM frente à mortalidade (teste de heterogeneidade $p = 0,10$). Os dispositivos móveis foram associados a desempenho superior na redução da hospitalização por insuficiência cardíaca e hospitalização por todas as causas no corpo de análise desta revisão (OR 0,54, IC 95% 0,36 - 0,81, teste de heterogeneidade $I^2 = 72\%$ $p = 0,03$ e OR 0,52, IC 95% 0,37 - 0,72, teste de heterogeneidade $I^2 = 88\%$ $p = 0,0003$) (Figuras 5 a 7).

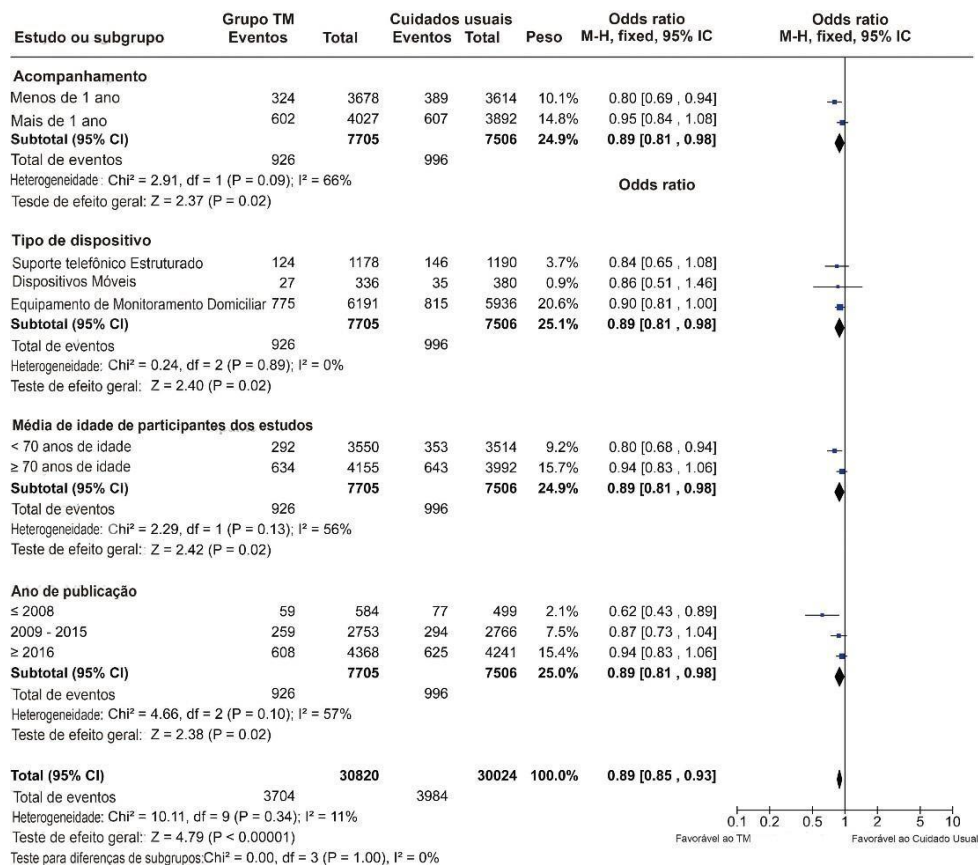


Figura 5 - Análise de subgrupos todas as causas de mortalidade

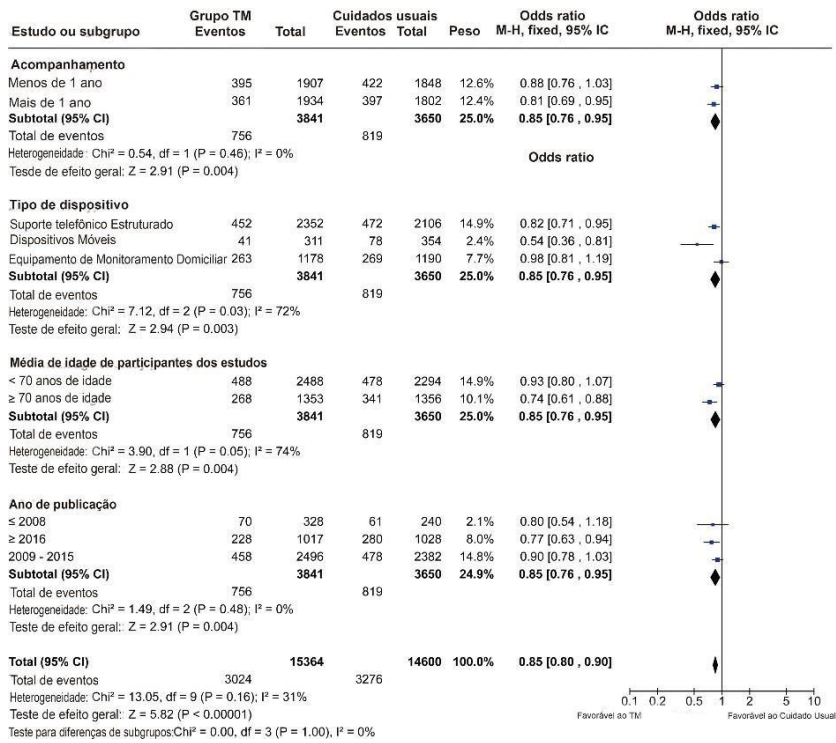


Figura 6 - Análise de subgrupos hospitalização por IC

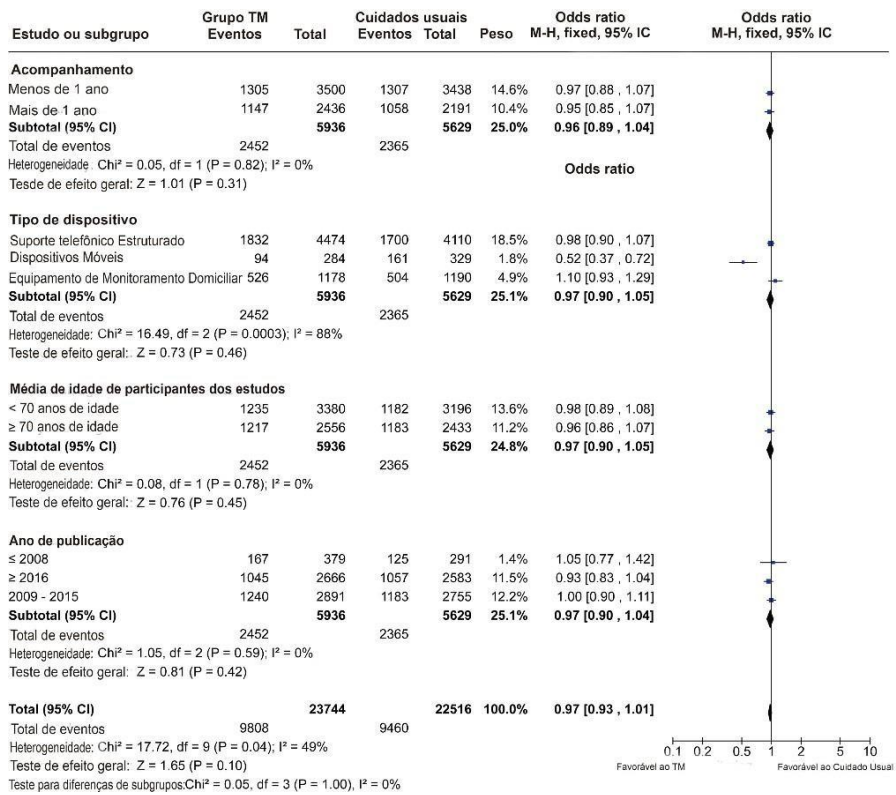


Figura 7 - Análise de subgrupos todas as causas de hospitalização

O coeficiente de meta-regressão linear para a idade média ($slope = -0,0258$; $p = 0,0442$) e a análise de subgrupos (testes de heterogeneidade $p = 0,05$) indicou que em estudos que apresentaram idade média superior, houve maior impacto das estratégias de TM na hospitalização por IC (Figuras 6, 8 a 10 e Tabela 3).

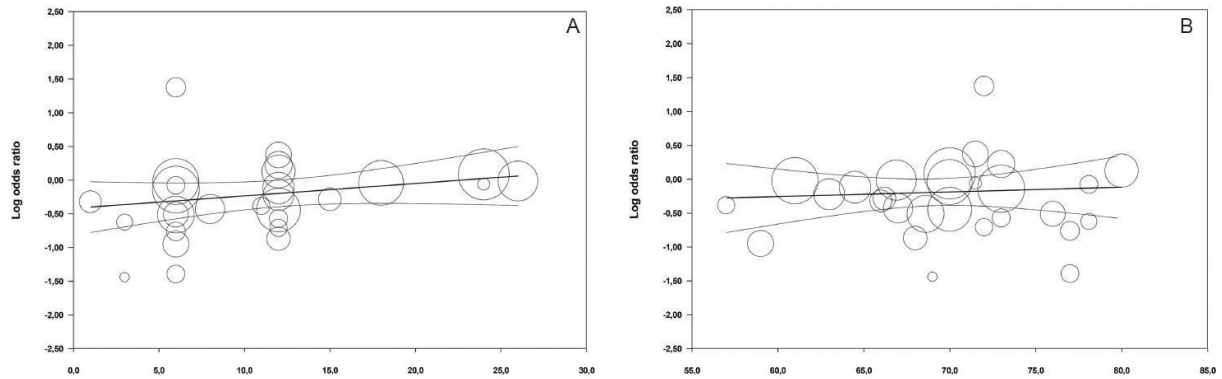


Figura 8 - Gráfico de bolhas mostrando a inclinação da regressão estimada da meta-regressão no logaritmo da razão de chances de mortalidade por todas as causas, sobre o efeito do A) acompanhamento (em meses); B) idade média (em anos)

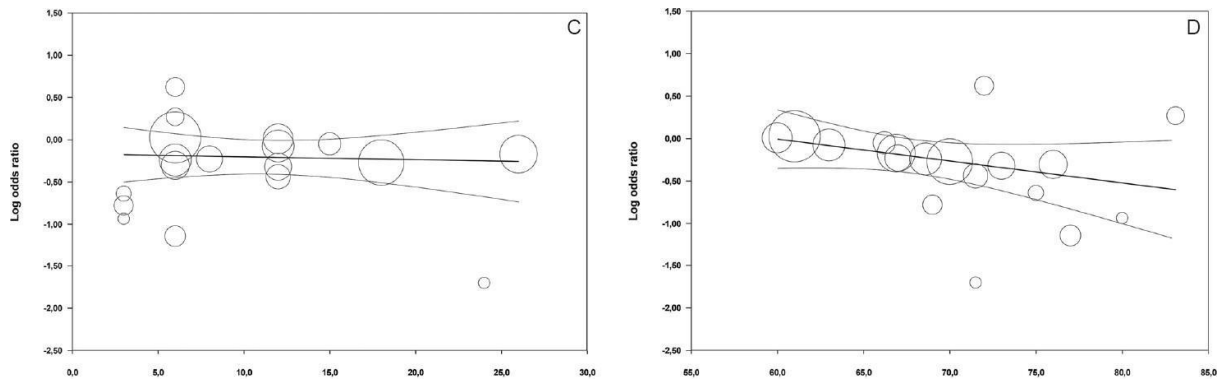


Figura 9 - Gráfico de bolhas mostrando a inclinação da regressão estimada da meta-regressão no logaritmo da razão de chances de hospitalização por IC, sobre o efeito C) do acompanhamento (em meses) e D) idade média (em anos)

Resultados principais para o Modelo 1, Efeitos aleatórios (MM), Distribuição Z, Logaritmo da razão de chances

Covariável	Coefficiente	Erro padrão	95% Inferior	95% Superior	Valor Z	Valor bilateral	P
Intercepto	1,5838	0,8863	- 0,1532	3,3208	1,79	0,0739	
Acompanhamento	-0,0035	0,0107	- 0,0244	0,0175	- 0.32	0,7469	
Idade média	-0,0258	0,0128	- 0,051	0,0007	- 2.01	0,0442	

Estatísticas para o Modelo 1

Teste do modelo: Teste simultâneo de que todos os coeficientes (excluindo o intercepto) são zero

Q=4,11, df = 2, p = 0,1280

Qualidade do ajuste: Teste de que a variância não explicada é zero

Tau² = 0,0160, Tau = 0,1264, I² = 16,57%, Q = 17,98, df = 15, p = 0.2638

Comparação do Modelo 1 com o modelo nulo

Variância total entre os estudos (somente intercepto)

Tau² = 0,0302, Tau = 0,1738, I² = 31,10%, Q = 24,67, df = 17, p = 0,1023

Proporção da variância total entre os estudos explicada pelo Modelo 1

R² análogo = 0,47

Número de estudos na análise = 18

Hospitalização por todas as causas

Resultados principais para o Modelo 1, Efeitos aleatórios (MM), Distribuição Z, Logaritmo da razão de chances

Covariável	Coefficiente	Erro padrão	95% Inferior	95% Superior	Valor Z	Valor bilateral	P
Intercepto	0,2137	0,7971	-1,3485	1,776	0,27	0,7886	
Acompanhamento	0,011	0,0097	-0,008	0,03	1,13	0,2565	

Covariável	Coefficiente	Erro padrão	95% Inferior	95% Superior	Valor Z	Valor bilateral	P
Idade média	-0,0058	0,0111	-0,0276	0,016	-0,52	0,6029	

Dessa forma, a análise de subgrupos mostrou que as estratégias de TM impactaram menos a mortalidade em estudos com acompanhamento > 12 meses (p = 0,09), bem como ocorreram reduções mais expressivas de mortalidade em estudos publicados antes do ano de 2008 em relação à presença do TM (p = 0,10). O uso de dispositivos móveis teve um desempenho superior referente à redução de hospitalizações por IC e por todas as causas (OR 0,54, IC 95% 0,36-0,81, p = 0,03 e OR 0,52, IC 95% 0,37-0,72, p = 0,0003, respectivamente). É possível também observar que a idade média foi influente de forma significativa na hospitalização por IC, sobretudo em populações etariamente mais avançadas (*slope* = - 0,0258; p = 0,0442).

5.2 AVALIAÇÃO DO VIÉS DE PUBLICAÇÃO E RISCO DE VIÉS

A inspeção visual do gráfico de funil sugere assimetria para o desfecho de mortalidade, o que foi confirmado pelo teste de regressão de Egger ($p = 0,0390$), indicando forte suspeita de viés de publicação (Figura 11, Tabela 4).

Tabela 4 - Teste de correlação de postos e teste de regressão para a assimetria do gráfico de funil em relação à mortalidade, hospitalização por Insuficiência Cardíaca (IC) e hospitalização por todas as causas.

Mortalidade		Teste de Regressão para Assimetria do Gráfico de Funil	
Teste de Correlação de Postos para Assimetria do Gráfico de Funil			
Tau de Kendall	p	Z	p
- 0,212	0,119	-2,064	0,039
Hospitalização por IC			
- 0,333	0,057	-2,359	0,018
Hospitalização por todas as causas			
-0,233	0,108	-1,683	0,092

Foi revelada assimetria no gráfico de funil e no teste de regressão de Egger para hospitalização por IC ($p = 0,0183$) (Figuras 12, Tabela 4), também indicando forte suspeita para viés de publicação.

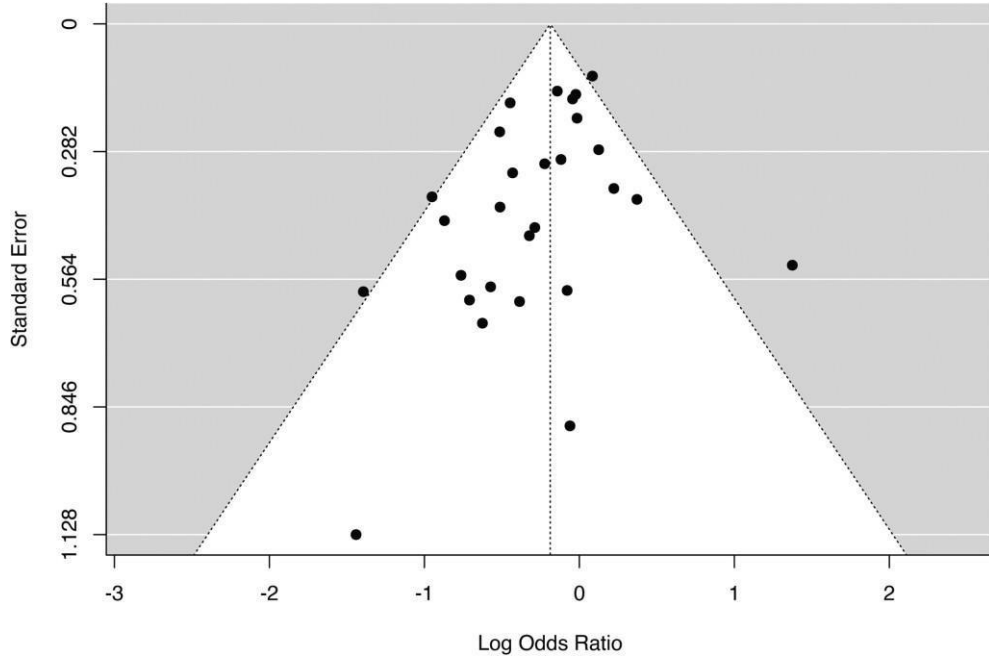


Figura 11 - Gráfico de funil referente a mortalidade

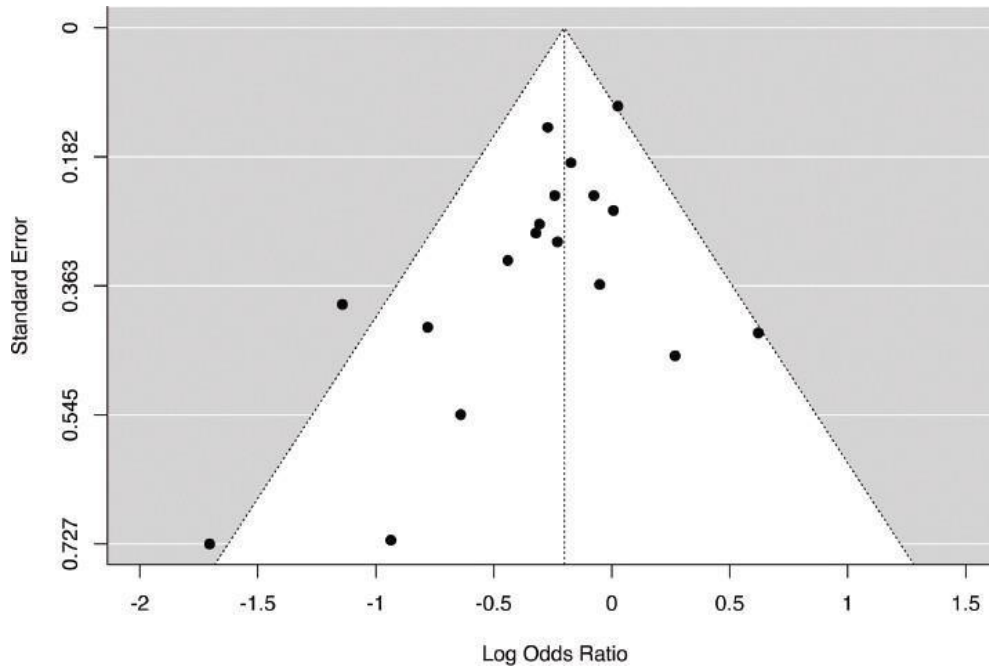


Figura 12 - Gráfico de funil referente a hospitalização por IC

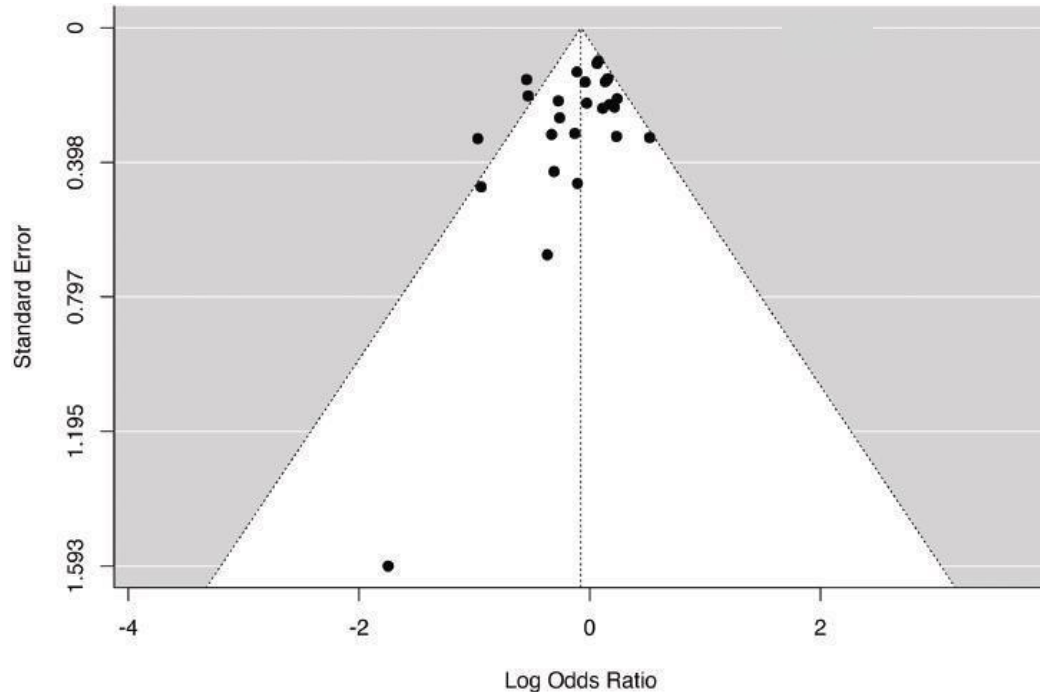


Figura 13 - Gráfico de funil referente a hospitalização por todas as causas

A avaliação do risco de viés dos estudos classificou 6 estudos como de alto risco de viés, enquanto 15 apresentaram algumas preocupações. Embora 13 estudos tenham sido considerados de baixo risco de viés, a predominância de estudos com algumas preocupações metodológicas e alto risco de viés (21 de 34) e o potencial impacto desses vieses na estimativa global do efeito justificam o rebaixamento da qualidade da evidência em um nível no domínio 'risco de viés', conforme orientações do sistema GRADE (Apêndice 2). O restante da análise do sistema GRADE será discutido no tópico certeza de evidências.

5.3 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade indicou que os desfechos mortalidade por todas as causas, hospitalização por IC e por todas as causas associadas ao uso da estratégia de TM permaneceram consistentes, mesmo após eliminação sequencial dos estudos incluídos (Apêndice 1).

Independentemente de qual estudo tenha sido removido, as conclusões fundamentais desta revisão permaneceram inalteradas. No entanto, ao remover os estudos com alto risco de viés e com algumas preocupações metodológicas na análise

do desfecho mortalidade, a redução observada deixou de apresentar significância estatística (OR 0,82; IC 95% 0,63–1,05) (Figura 14). Removendo os artigos com alto risco de viés e algumas preocupações não modificou significativamente o resultado do desfecho hospitalização por todas as causas. A redução na hospitalização por insuficiência cardíaca permaneceu estatisticamente significativa após a exclusão de estudos com alto risco de viés ou algumas preocupações metodológicas (OR 0,75; IC 95% 0,63–0,89) (Figura 15).

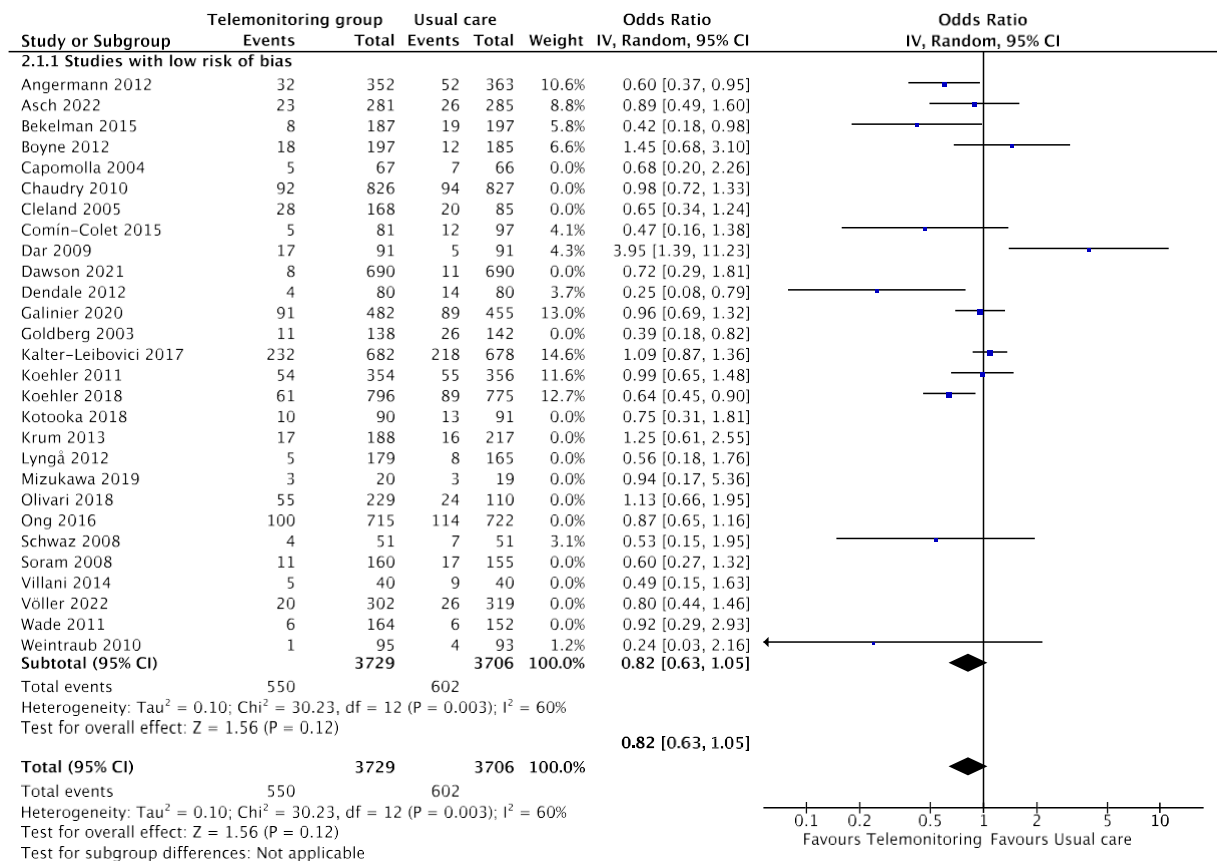


Figura 14 - Gráfico de floresta incluindo apenas artigos com baixo risco de viés, realizando análise de sensibilidade em relação à mortalidade. Fonte: o autor (2024)

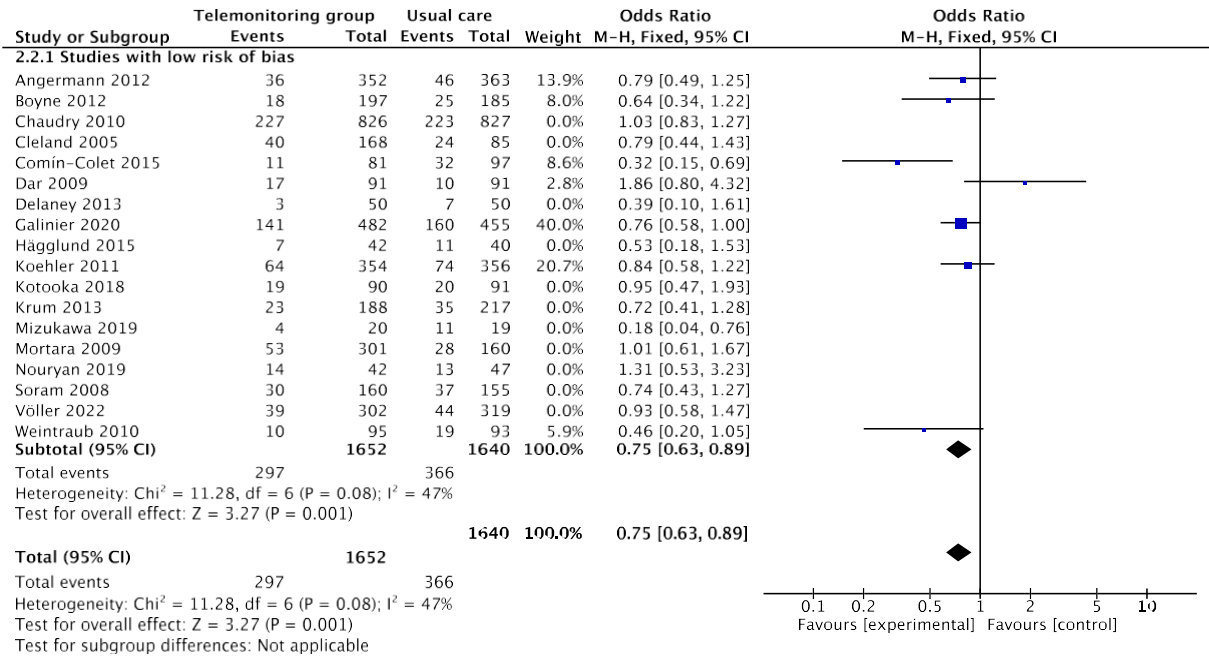


Figura 15 - Gráfico de floresta incluindo apenas artigos com baixo risco de viés, realizando análise de sensibilidade em relação à hospitalização por IC

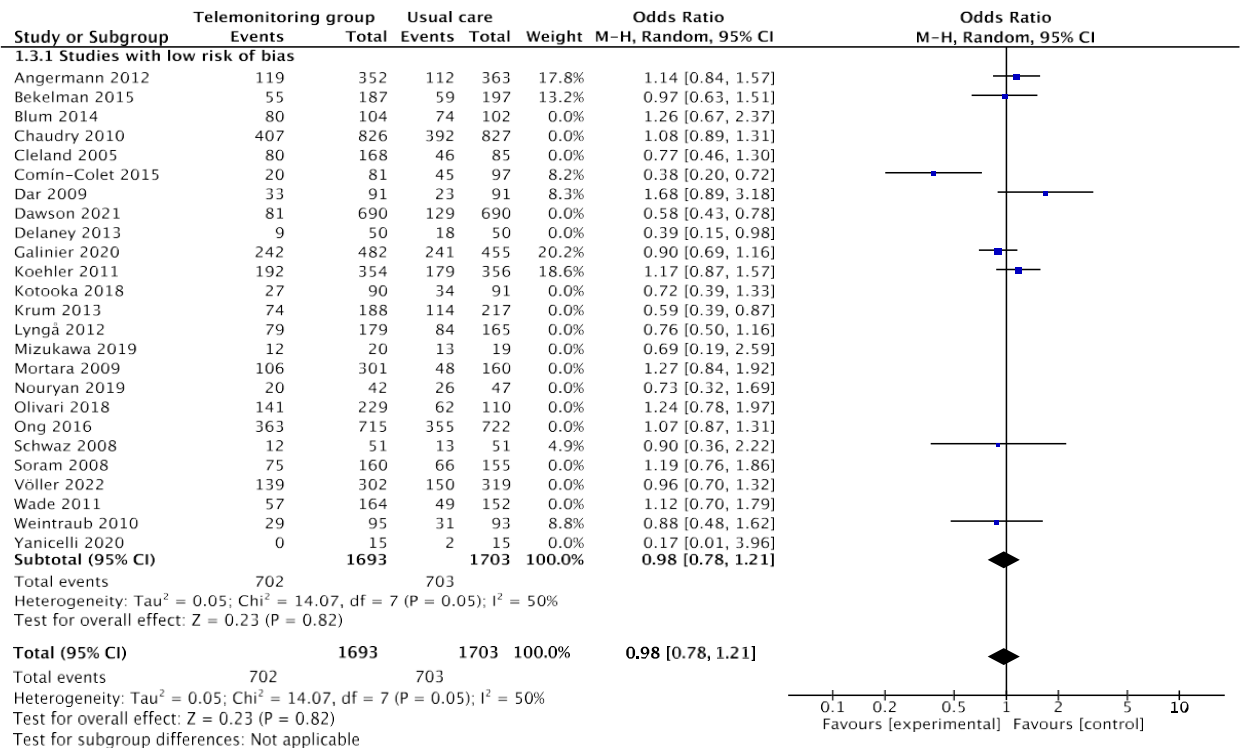


Figura 16 - Gráfico de floresta incluindo apenas artigos com baixo risco de viés, realizando análise de sensibilidade em relação à hospitalização por todas as causas.

5.4 CERTEZA DAS EVIDÊNCIAS

A avaliação da certeza da evidência, de acordo com a abordagem GRADE, foi classificada como muito baixa para os desfechos de mortalidade por todas as causas, hospitalização por insuficiência cardíaca e para hospitalização por todas as causas (Apêndice 2). Com base nas recomendações do *Cochrane Handbook*, os desfechos de mortalidade por todas as causas ($I^2 = 34\%$) e hospitalização por insuficiência cardíaca ($I^2 = 31\%$) apresentaram heterogeneidade que pode não ser importante, não justificando o rebaixamento da certeza da evidência por inconsistência. A qualidade da evidência foi rebaixada por análise indireta uma vez que, embora todas as intervenções tenham envolvido estratégias de telemonitoramento não invasivo voltadas a pacientes com insuficiência cardíaca, houve variação nos componentes, frequência e modos de implementação das estratégias entre os estudos incluídos. Essa heterogeneidade na intervenção pode limitar a aplicabilidade direta dos resultados à prática clínica. A certeza da evidência foi rebaixada por imprecisão nos desfechos de mortalidade por todas as causas, hospitalização por insuficiência cardíaca e hospitalização por todas as causas, uma vez que os intervalos de confiança são amplos e se aproximam ou cruzam a nulidade do efeito (Figuras 2 a 4). Essa incerteza pode influenciar decisões clínicas, pois diferentes pontos dentro do intervalo poderiam levar a condutas distintas. Houve redução da evidência para mortalidade por todas as causas e hospitalização por IC devido a: imprecisão nos resultados, devido ao sério risco de viés nos estudos incluídos, devido a análise indireta e outro em razão de forte suspeita de viés de publicação (gráfico de funil e teste de regressão para mortalidade $p = 0,039$; gráfico de funil e teste de regressão para hospitalização por insuficiência cardíaca $p = 0,0183$) (Figuras 11 a 13, Tabela 9). Foi reduzida em três níveis a qualidade das evidências para hospitalização por todas as causas, devido a alto risco de viés nos estudos incluídos, outro devido a análise indireta e outro devido a imprecisão e inconsistência nos resultados (teste de heterogeneidade $I^2 = 49\%$) (Figura 4). Esse achado sugere que a confiança nos resultados é muito limitada, e que os efeitos reais podem ser substancialmente diferentes daqueles estimados nesta revisão.

6 DISCUSSÃO

Nesta revisão sistemática e meta-análise, foi avaliado o impacto de estratégias de TM em pacientes com IC que vivem em comunidade frente ao cuidado usual, com o primeiro ECR analisado publicado ainda em 2003.

Do período considerado no estudo inicial incluído nessa revisão sistemática ao presente, houve uma evolução importante nas estratégias de TM disponíveis, que passaram da abordagem telefônica ao uso de tecnologias avançadas e versáteis, como dispositivos móveis e implantáveis. Uma vez que esses dispositivos ampliaram a possibilidade de monitoramento dos parâmetros críticos remotamente, com preservação total ou quase total da rotina dos pacientes, o enfoque ao TM não invasivo foi adotado a partir dessas premissas, que se mostram não invasivas, cômodas e favoráveis à maior adesão.

No ano de 2022, foi elaborada uma diretriz conjunta pela *American Heart Association* (AHA), pelo *American College of Cardiology* (ACC) e pela *Heart Failure Society of America* (HFSA) ⁵ direcionada ao manejo da IC, que trouxe a recomendação do TM como recurso na tentativa de redução de hospitalizações associadas a descompensação da insuficiência cardíaca. Essa recomendação foi acompanhada da observação de que as evidências de ensaios clínicos voltados às estratégias de TM eram promissoras, mas também frágeis, com necessidade de mais estudos para confirmar a efetividade para a redução das internações.

Dois anos depois, em 2024, foi publicado um relatório de autoria do ACC orientando exclusivamente ao tratamento de IC com fração de ejeção reduzida. ⁵⁶ O documento ressaltou o avanço contínuo do TM como recurso de suporte terapêutico, com novo reforço da necessidade de evidências científicas mais robustas para a comparação de seus benefícios. Um dos pontos destacados pelo consenso é a necessidade de atenção voltada não focalmente aos dispositivos utilizados no TM, mas sim à efetividade geral das estratégias dessa natureza e seus reflexos no cuidado e desfechos clínicos. Essa orientação indicada pelo consenso do ACC reflete a necessidade de que o TM seja considerado frente à sua potencialidade de retornos benéficos e sustentáveis no manejo desafiador da IC.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU) fornecem um marco estratégico diretamente alinhado com o telemonitoramento em saúde. O ODS 3, que aborda saúde e bem-estar, reforça a

necessidade de garantir vidas saudáveis e promover o bem-estar para todos. Já o ODS 17 destaca a importância de parcerias entre diferentes setores. Nesse contexto, o telemonitoramento é uma ferramenta que facilita o acesso a cuidados de qualidade, especialmente para populações vulneráveis, incluindo aquelas em áreas remotas ou marginalizadas.⁵⁷

Nesta revisão, foi observado uma associação entre o telemonitoramento e a redução de 18% na mortalidade por todas as causas (IC de 95%, variando entre 0,71 e 0,95), bem como à redução de 20% nas hospitalizações por IC (IC 95%, de 0,69 a 0,94). No entanto, a certeza da evidência foi considerada muito baixa, devido à imprecisão dos resultados, alto risco de viés nos artigos incluídos, presença de análise indireta e forte suspeita de viés de publicação, o que reduz substancialmente a confiança nesses resultados. Além disso, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre o uso de estratégias de TM e cuidados usuais quanto à redução de hospitalizações por todas as causas (OR 0,93, IC 95%, entre 0,82 e 1,05), o que sugere que o TM não tem efeito consistente nessa taxa de internações.

Esses achados são coerentes com os de meta-análises anteriores mencionadas em estudos avaliados nesta revisão^{8-10,34}. Esta metanálise corroborou essas evidências e trouxe a inclusão de dois estudos mais recentes^{25,26}, bem como publicações referenciais ao tema^{13,15,21,24,43,45}, com a contribuição para uma compreensão mais abrangente e atualizada dos impactos presentes no TM. Os resultados desta revisão se mostram complementares à meta-análise publicada no *European Heart Journal*³⁴ no ano anterior, de modo a representar uma visão mais atual dos possíveis benefícios do TM no cuidado com a IC.

Os resultados encontrados nesta revisão também são coerentes com outros achados já publicados em 2003⁷, que posicionam o TM como alternativa de melhoria da eficácia de serviços de saúde voltados a pacientes com IC. Alguns dos principais aspectos de efetividade do TM envolvem a redução das taxas de hospitalização, como indicado em metanálise voltada ao tema entre pacientes com IC⁹. A partir de ensaios clínicos randomizados analisados nesta revisão, foi identificada uma RR de 0,93 (IC de 95%: 0,87 a 0,99, $p = 0,030$), e em estudos de coorte a redução se mostrou ainda mais evidente (RR de 0,52, IC 95%: 0,28 a 0,96, $p < 0,001$), na comparação com os cuidados usuais.

O telemonitoramento tem se demonstrado como uma estratégia promissora no manejo de pacientes com condições crônicas, incluindo a insuficiência cardíaca.^{10,58} Além dos potenciais efeitos sobre desfechos clínicos, como mortalidade e hospitalizações, a utilização dessa abordagem pode contribuir para a redução da necessidade de deslocamentos frequentes aos serviços de saúde, o que tem implicações econômicas relevantes, especialmente em populações com dificuldades de acesso ou mobilidade reduzida. Ao minimizar a necessidade de visitas presenciais frequentes, o telemonitoramento pode possibilitar economias em despesas de transporte, como custos com combustível, taxas de estacionamento e tarifas de transporte público. Essa abordagem é particularmente vantajosa para pacientes que residem em áreas rurais ou isoladas, onde o acesso aos serviços médicos geralmente exige viagens longas e onerosas.^{33,59} Além disso, o telemonitoramento permite que os pacientes recebam consultas e cuidados no conforto de suas casas, reduzindo o impacto de compromissos médicos sobre a rotina diária. Isso inclui a economia de tempo com deslocamentos e a diminuição da necessidade de reorganizar compromissos, como ausências no trabalho, cuidados com crianças e outras responsabilidades pessoais. Outro benefício possível é a redução indireta das emissões de gases poluentes, decorrente da menor frequência de viagens aos serviços de saúde, o que poderia contribuir para a redução da poluição do ar e da pegada de carbono. Essa possível consequência ambiental apoia iniciativas globais para combater as mudanças climáticas e promover a sustentabilidade. Esse possível “dividendo ecológico” pode contribuir para a sustentabilidade dos sistemas de saúde, surgindo como uma solução inovadora e sustentável para os desafios contemporâneos do setor.⁶⁰

Em relação a custo-efetividade é importante mencionar que a literatura tem resultados conflitantes: um estudo¹², por exemplo, menciona a possibilidade de um reflexo neutro nos custos totais de saúde pelo uso de TM, exceto pela redução do risco de readmissão durante o primeiro ano de implementação. Há uma importante disparidade nas conclusões sobre o custo-benefício do TM, especialmente a longo prazo, o que sugere a necessidade de mais estudos e avaliações sobre as implicações financeiras dos serviços de saúde associados ao TM, sobretudo em períodos prolongados.

Sobre as limitações deste estudo, deve ser considerada a inclusão de diferentes abordagens de TM, que variaram de múltiplos dispositivos até métodos

bastante específicos de coleta e monitoramento de dados de saúde presentes nos estudos analisados. Essa variação é parte importante da compreensão da heterogeneidade dos resultados relatados neste estudo. O possível viés foi abordado a partir de análise de subgrupo e meta-regressão, a fim de identificar e avaliar as fontes possíveis de heterogeneidade secundária. Assim, foi possível observar que estudos com seguimento < 12 meses ofereceram melhores resultados quanto à redução da mortalidade.

O menor impacto do TM na mortalidade de pacientes com IC, presente em estudos com seguimento > 12 meses, pode ser explicado por vários fatores. Um deles é a possibilidade de que a eficácia das estratégias de TM diminua com o tempo, seja pela perda de adesão dos pacientes ou por barreiras/limitações tecnológicas. Além disso, estudos mais longos podem apresentar maior número de variáveis de confusão, que podem diluir os efeitos das intervenções associadas ao TM.

Também no campo das limitações deste estudo estão as diferenças temporais de eficácia do tratamento: estudos anteriores a 2008 podem ter mostrado maior eficácia do telemonitoramento porque foram realizados em contextos com menor uso de terapias otimizadas, cuidados menos estruturados e populações de maior risco clínico.

Ainda, é necessário observar que os resultados superiores observados neste estudo relacionados ao uso de dispositivos móveis para a redução de hospitalizações ligadas à IC e por todas as causas podem estar relacionados a aspectos específicos das plataformas de TM em dispositivos móveis. Esses recursos são voltados ao TM em tempo real, com intervenções mais tempestivas que, pela celeridade, pode apresentar melhores resultados. Assim, é necessário um número maior de evidências sobre o uso desses dispositivos em intervenções futuras de TM.

Como último aspecto das limitações, foi identificada uma associação negativa entre a idade média dos pacientes e hospitalização por IC, sugerindo que as estratégias de TM podem ter efeitos mais acentuados em pacientes mais idosos. É possível que esse achado esteja relacionado ao fato de que idosos costumam ter exacerbações mais frequentes relacionadas à IC, bem como maior adesão ao TM (o que favorece respostas mais efetivas e, conseqüentemente, reduz a necessidade de hospitalizações). Logo, é importante a investigação mais detalhada da eficácia das estratégias de TM em populações gerontes em estudos futuros.

Neste estudo, foram aplicadas diferentes análises de sensibilidade para garantir a solidez e consistência dos resultados apresentados ao longo da meta-análise. Isso incluiu a avaliação do impacto individual de cada estudo sobre os resultados da meta-análise, com a remoção sistemática das publicações incluídas e daquelas de alto risco de viés e com algumas preocupações metodológicas. Foi identificado que, diante de qualquer tipo de exclusão, os achados centrais desta revisão se mantiveram estáveis, sem grande influência de qualquer publicação específica. Assim, não foi identificada publicação individual de peso desproporcional frente aos resultados. Os achados desta revisão sugerem que a evidência da eficácia do telemonitoramento na redução de hospitalizações por insuficiência cardíaca é consistente, mesmo após a exclusão de estudos com alto risco de viés ou com algumas preocupações metodológicas. Em relação à mortalidade, a significância estatística inicialmente observada não se manteve após a exclusão desses estudos, indicando que esse resultado pode estar influenciado por evidências de menor qualidade.

A realização de projetos-piloto é uma estratégia importante para testar a viabilidade do telemonitoramento em populações específicas, com prioridade para pacientes de maior risco, como aqueles que passaram por internações recentes. Essas iniciativas podem utilizar ferramentas tecnológicas adaptadas à realidade local, como aplicativos, dispositivos portáteis ou chamadas telefônicas regulares. O impacto dessas intervenções deve ser monitorado com indicadores como adesão dos pacientes, presença de eventos adversos e custo-efetividade.

Parcerias entre os setores público e privado são fundamentais para viabilizar os recursos e a infraestrutura necessários para avaliar e implementar estratégias de telemonitoramento. Modelos híbridos, que combinam acompanhamento remoto e visitas presenciais, têm se mostrado eficazes em instituições de saúde. Essas iniciativas devem maximizar o uso de recursos existentes, como prontuários eletrônicos e redes de comunicação, priorizando populações em áreas vulneráveis. Assim, é possível melhorar desfechos clínicos, promover equidade no acesso à saúde e fomentar a inovação tecnológica, garantindo a sustentabilidade dos programas e contribuindo para as metas globais de saúde.

Para assegurar a sustentabilidade dessas iniciativas, é essencial definir indicadores claros para avaliação contínua, como redução de hospitalizações, aumento da adesão ao tratamento e custo-efetividade. Com base nos dados

coletados, ajustes podem ser feitos para otimizar os programas e promover resultados mais consistentes em saúde.

7 CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática e meta-análise demonstrou que programas de telemonitoramento não invasivo para pacientes com insuficiência cardíaca estão associados à redução nas hospitalizações por descompensação da doença. A redução da mortalidade observada não se manteve significativa quando limitada a estudos com baixo risco de viés, evidenciando a fragilidade da evidência disponível. Apesar dos resultados promissores, a certeza geral da evidência foi classificada como muito baixa. Assim, os achados devem ser interpretados com cautela, e há necessidade de ensaios clínicos randomizados mais robustos. O uso em larga escala do telemonitoramento requer, ainda, investigações adicionais sobre custo-efetividade, impacto na qualidade de vida, adesão e segurança. Diante das limitações metodológicas identificadas, este estudo sustenta uma recomendação favorável, porém fraca, para o uso do telemonitoramento em pacientes com insuficiência cardíaca.

8 CONFLITO DE INTERESSES

O autor declara um potencial conflito de interesse, por estar envolvido no desenvolvimento inicial de um aplicativo voltado ao acompanhamento de pacientes com insuficiência cardíaca. O projeto, no entanto, encontra-se atualmente inativo por falta de financiamento, não havendo empresa constituída, CNPJ ou vínculo comercial estabelecido. O autor não recebeu apoio financeiro ou institucional relacionado a essa iniciativa no contexto da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Albuquerque DC de, Souza Neto JD de, Bacal F, et al. I Brazilian Registry of Heart Failure - Clinical Aspects, Care Quality and Hospitalization Outcomes. *Arq Bras Cardiol* . 2015;104:433-42. <https://doi.org/10.5935/abc.20150031>
2. James SL, Abate D, Abate KH, et al. 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. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)32279-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)32279-7)
3. Savarese G, Becher PM, Lund LH, et al. Global Burden of Heart failure: a Comprehensive and Updated Review of Epidemiology. *Cardiovasc Res* . 2022;118:3272-87. <https://doi.org/10.1093/cvr/cvac013>
4. Gorodeski EZ, Goyal P, Cox ZL, et al. Virtual visits for care of patients with heart failure in the era of COVID-19: A statement from the heart failure society of america. *J Card Fail* . 2020;26:448-58. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2020.04.008>
5. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, 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. *Circulation* . 2022;145:e895-e1032. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001063>
6. Cleland JGF, Clark RA, Pellicori P, et al. Caring for people with heart failure and many other medical problems through and beyond the COVID-19 pandemic: the advantages of universal access to home telemonitoring. *Eur J Heart Fail* . 2020;22:995-998. <https://doi.org/10.1002/ejhf.1864>
7. Louis AA, Turner T, Gretton M, et al. A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure. *Eur J Heart Fail* . 2003;5:583-590. [https://doi.org/10.1016/S1388-9842\(03\)00160-0](https://doi.org/10.1016/S1388-9842(03)00160-0)
8. Clark RA, Inglis SC, McAlister FA, et al. Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: systematic review and meta-analysis. *BMJ* . 2007;334:942. <https://doi.org/10.1136/bmj.39156.536968.55>
9. Klersy C, Silvestri AD, Gabutti G, et al. A Meta-Analysis of Remote Monitoring of Heart Failure Patients. *J Am Coll Cardiol* . 2009;54:1683–1694. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2009.08.017>
10. Inglis SC, Clark RA, Dierckx R, et al. Structured telephone support or non-invasive telemonitoring for patients with heart failure. *Cochrane Database Syst Rev* . 2015;10:1-198. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd007228.pub3>
11. Villani A, Malfatto G, Compare A, et al. Clinical and psychological telemonitoring and telecare of high risk heart failure patients. *J Telemed Telecare* . 2014;20:468-

475. <https://doi.org/10.1177/1357633X14555644>

12. Blum K, Gottlieb SS. The Effect of a Randomized Trial of Home Telemonitoring on Medical Costs, 30-Day Readmissions, Mortality, and Health-Related Quality of Life in a Cohort of Community-Dwelling Heart Failure Patients. *J Card Fail* . 2014;20:513-521. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2014.04.016>

13. Bekelman DB, Plomondon ME, Carey EP, et al. Primary Results of the Patient-Centered Disease Management (PCDM) for Heart Failure Study. *JAMA Intern Med* . 2015;175:725-362. <http://dx.doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.0315>

14. Comín-Colet J, Enjuanes C, Verdú-Rotellar JM, et al. Impact on clinical events and healthcare costs of adding telemedicine to multidisciplinary disease management programmes for heart failure: Results of a randomized controlled trial. *J Telemed Telecare* . 2015;22:282-295. <https://doi.org/10.1177/1357633X15600583>

15. Hägglund E, Lyngå P, Frie F, et al. Patient-centred home-based management of heart failure. *Scand Cardiovasc J* . 2015;49:193-199. <https://doi.org/10.3109/14017431.2015.1035319>

16. Ong MK, Romano PS, Edgington S, et al. Effectiveness of Remote Patient Monitoring After Discharge of Hospitalized Patients With Heart Failure: The Better Effectiveness After Transition–Heart Failure (BEAT-HF) Randomized Clinical Trial. *JAMA Intern Med* . 2016;176:310-318. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2015.7712>

17. Kalter-Leibovici O, Freimark D, Freedman LS, et al. Disease management in the treatment of patients with chronic heart failure who have universal access to health care: a randomized controlled trial. *BMC Med* . 2017;15-90. <https://doi.org/10.1186/s12916-017-0855-z>.

18. Koehler F, Koehler K, Deckwart O, et al. Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure (TIM-HF2): a randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial. *Lancet* . 2018;392:1047-1057. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(18\)31880-4](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(18)31880-4)

19. Kotooka N, Kitakaze M, Nagashima K, et al. The first multicenter, randomized, controlled trial of home telemonitoring for Japanese patients with heart failure: home telemonitoring study for patients with heart failure (HOMES-HF). *Heart Vessels* . 2018;33:866-876. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2013-002972>

20. Olivari Z, Giacomelli S, Gubian L, et al. The effectiveness of remote monitoring of elderly patients after hospitalisation for heart failure: The renewing health European project. *Int J Cardiol* . 2018;257:137-142. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.10.099>

21. Mizukawa M, Moriyama M, Yamamoto H, et al. Nurse-Led Collaborative Management Using Telemonitoring Improves Quality of Life and Prevention of Rehospitalization in Patients with Heart Failure. *Int Heart J* . 2019;60:1293-1302. <https://doi.org/10.1536/ihj.19-313>

22. Nouryan CN, Morahan S, Pecinka K, et al. Home Telemonitoring of Community-Dwelling Heart Failure Patients After Home Care Discharge. *Telemed J E Health* . 2019;25:447-454. <https://doi.org/10.1089/tmj.2018.0099>
23. Galinier M, Roubille F, Berdague P, et al. Telemonitoring versus standard care in heart failure: a randomised multicentre trial. *Int Heart J* . 2020;22:985-994. <https://doi.org/10.1002/ejhf.1906>
24. Yanicelli LM, Goy CB, González V del C, et al. Non-invasive home telemonitoring system for heart failure patients: A randomized clinical trial. *J Telemed Telecare* . 2020;27:553-561. <https://doi.org/10.1177/1357633X19899261>
25. Dawson NL, Hull BP, Vijapura P, et al. Home Telemonitoring to Reduce Readmission of High-Risk Patients: a Modified Intention-to-Treat Randomized Clinical Trial. *J Gen Intern Med* . 2021;36:3395-3401. <https://doi.org/10.1007/s11606-020-06589-1>.
26. Asch DA, Troxel AB, Goldberg LR, et al. Remote Monitoring and Behavioral Economics in Managing Heart Failure in Patients Discharged From the Hospital. *JAMA Intern Med* . 2022;182:643-649. <https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2022.1383>
27. Völler H, Bindl D, Nagels K, et al. The First Year of Noninvasive Remote Telemonitoring in Chronic Heart Failure Is not Cost Saving but Improves Quality of Life: The Randomized Controlled CardioBBEAT Trial. *Telemed J E Health* . 2022;28:1613-22. <https://doi.org/10.1089/tmj.2022.0021>
28. DerSimonian R, Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* . 1986;7:177-188. [https://doi.org/10.1016/0197-2456\(86\)90046-2](https://doi.org/10.1016/0197-2456(86)90046-2)
29. Borenstein M (Ed). *Introduction to meta-analysis*. 1st ed. Chichester, U.K: John Wiley & Sons, 2009.
30. Viechtbauer W. Conducting Meta-Analyses in R with the metafor package. *J Stat Softw* . 2010;36:1-48. <https://doi.org/10.18637/jss.v036.i03>.
31. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ* . 2019;366:l4898-l4906. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>.
32. Cochrane Methods GRADEing. GRADEpro GDT | Cochrane GRADEing. *Cochrane* [Internet]. 2023 mar. [cited 2022 Jan 05]: [about 1 p.]. Available from: <https://methods.cochrane.org/gradeing/gradepro-gdt>. Subscription not required.
33. Seto E. Cost Comparison Between Telemonitoring and Usual Care of Heart Failure: A Systematic Review. *Telemed J E Health* . 2008;14:679-686. <https://doi.org/10.1089/tmj.2007.0114>

34. Scholte NTB, Gürgöze MT, Aydin D, Theuns DAMJ, Manintveld OC, Ronner E, Boersma E, de Boer RA, van der Boon RMA, Brugts JJ. Telemonitoring for heart failure: a meta-analysis. *Eur Heart J*. 2023 Aug 14;44(31):2911-2926. doi: 10.1093/eurheartj/ehad280. PMID: 37216272; PMCID: PMC10424885.
35. Goldberg LR, Piette JD, Walsh MN, et al. Randomized trial of a daily electronic home monitoring system in patients with advanced heart failure: the Weight Monitoring in Heart Failure (WHARF) trial. *Am Heart J*. 2003;146:705-712. [https://doi.org/10.1016/S0002-8703\(03\)00393-4](https://doi.org/10.1016/S0002-8703(03)00393-4)
36. Maddox TM, Januzzi JL, Allen LA, et al. 2024 ACC Expert Consensus Decision Pathway for Treatment of Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *J Am Coll Cardiol*. 83: 1444-1488. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2023.12.024>.
37. Capomolla S, Pinna G, Larovere M, et al. Heart failure case disease management program: a pilot study of home telemonitoring versus usual care. *Eur Heart J. Suppl* 2004;6:F91-F98. <https://doi.org/10.1016/j.ehjsup.2004.09.011>
38. Cleland JGF, Louis AA, Rigby AS, et al. Noninvasive Home Telemonitoring for Patients With Heart Failure at High Risk of Recurrent Admission and Death. *J Am Coll Cardiol*. 2005;45:1654-1664. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2005.01.050>
39. Schwarz KA, Mion LC, Hudock D, et al. Telemonitoring of Heart Failure Patients and Their Caregivers: A Pilot Randomized Controlled Trial. *Prog Cardiovasc Nurs*. 2008;23:18-26. <https://doi.org/10.1111/j.1751-7117.2008.06611.x>
40. Soran OZ, Piña IL, Lamas GA, et al. A Randomized Clinical Trial of the Clinical Effects of Enhanced Heart Failure Monitoring Using a Computer-Based Telephonic Monitoring System in Older Minorities and Women. *J Card Fail*. 2008;14:711-717. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2008.06.448>
41. Dar O, Riley J, Chapman C, et al. A randomized trial of home telemonitoring in a typical elderly heart failure population in North West London: results of the Home-HF study. *Eur J Heart Fail*. 2009;11:319-325. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfn050>
42. Mortara A, Pinna GD, Johnson P, et al. Home telemonitoring in heart failure patients: the HHH study (Home or Hospital in Heart Failure). *Eur J Heart Fail*. 2009;11:312-318. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfp022>
43. Weintraub A, Gregory D, Patel AR, et al. A Multicenter Randomized Controlled Evaluation of Automated Home Monitoring and Telephonic Disease Management in Patients Recently Hospitalized for Congestive Heart Failure: The SPAN-CHF II Trial. *J Card Fail*. 2010;16:285-292. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2009.12.012>
44. Koehler F, Winkler S, Schieber M, et al. Impact of Remote Telemedical Management on Mortality and Hospitalizations in Ambulatory Patients With Chronic Heart Failure. *Circulation*. 2011;123:1873-1880. <https://doi.org/10.1161/CIRCULATIONAHA.111.018473>
45. Wade MJ, Desai AS, Spettell CM, et al. Telemonitoring with case management

- for seniors with heart failure. *Am J Manag Care* [Internet]. 2011 [cited 2024 Jan 15];17:e71-9. Available from: https://www.ajmc.com/view/ajmc_11mar_wadewebx_e71to79. Subscription not required.
46. Boyne JJJ, Vrijhoef HJM, Crijns HJGM, et al. Tailored telemonitoring in patients with heart failure: results of a multicentre randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail* . 2012;14:791-801. <https://doi/10.1093/eurjhf/hfs058>
47. Dendale P, De Keulenaer G, Troisfontaines P, et al. Effect of a telemonitoring-facilitated collaboration between general practitioner and heart failure clinic on mortality and rehospitalization rates in severe heart failure: the TEMA-HF 1 (Telemonitoring in the Management of Heart Failure) study. *Eur J Heart Fail* . 2012;14:333-340. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfr144>
48. Lyngå P, Persson H, Hägg-Martinell A, et al. Weight monitoring in patients with severe heart failure (WISH). A randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail* . 2012;14:438-444. <https://doi.org/10.1093/eurjhf/hfs023>
49. Krum H, Forbes A, Yallop J, et al. Telephone Support to Rural and Remote Patients with Heart Failure: The Chronic Heart Failure Assessment by Telephone (CHAT) study. *Cardiovasc Ther* . 2013;31:230-237. <https://doi.org/10.1111/1755-5922.12009>
50. Delaney C, Apostolidis B, Bartos S, et al. A Randomized Trial of Telemonitoring and Self-Care Education in Heart Failure Patients Following Home Care Discharge. *Home Health Care Manag Pract* . 2013;25:187-195. <https://doi.org/10.1177/1084822312475137>
51. Chaudhry SI, Mattera JA, Curtis JP, Spertus JA, Herrin J, Lin Z, Phillips CO, Hodshon BV, Cooper LS, Krumholz HM. Telemonitoring in patients with heart failure. *N Engl J Med*. 2010 Dec 9;363(24):2301-9. doi: 10.1056/NEJMoa1010029. Epub 2010 Nov 16. Erratum in: *N Engl J Med*. 2011 Feb 3;364(5):490. Erratum in: *N Engl J Med*. 2013 Nov 7;369(19):1869. PMID: 21080835; PMCID: PMC3237394.
52. Angermann CE, Störk S, Gelbrich G, Faller H, Jahns R, Frantz S, Loeffler M, Ertl G. Competence Network Heart Failure. Mode of action and effects of standardized collaborative disease management on mortality and morbidity in patients with systolic heart failure: the Interdisciplinary Network for Heart Failure (INH) study. *Circ Heart Fail*. 2012 Jan;5(1):25-35. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.111.962969. Epub 2011 Sep 28. PMID: 21956192.
53. DerSimonian R and Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986; 7: 177–188.
54. Cochrane Methods GRADEing. GRADEpro GDT | Cochrane GRADEing. Cochrane [Internet]. 2023. [cited 2024 Jan 05]: [about 1 p.]. Available from: <https://methods.cochrane.org/gradeing/grade-pro-gdt>. Subscription not required.
55. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA,

editors. *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. Version 6.4 (updated August 2023). Cochrane; 2023. Available from: <https://training.cochrane.org/handbook>

56. Maddox TM, Januzzi JL, Allen LA, et al. ACC Expert consensus decision pathway for treatment of heart failure with reduced ejection fraction. *J Am Coll Cardiol* 2024; 83:1444–1488.

57. Organização das Nações Unidas. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>

58. Kitsiou S, Paré G, Jaana M. Effects of home telemonitoring interventions on patients with chronic heart failure: an overview of systematic reviews. *J Med Internet Res*. 2015;17(3): e63. doi:10.2196/jmir.4174

59. Polisena J, Tran K, Cimon K, Hutton B, McGill S, Palmer K. Home telehealth for chronic disease management: a systematic review and an analysis of economic evaluations. *Int J Technol Assess Health Care*. 2010;26(3):168–77. doi:10.1017/S0266462310000421

60. Dahl JS, Risgaard B, Kristensen ML, et al. Reducing the carbon footprint of cardiac care: telemonitoring vs. in-person follow-up in heart failure patients. *Eur Heart J Digit Health*. 2023;4(3):457–465. doi:10.1093/ehjdh/ztad057

Apêndice 1 - Tabela Suplementar - Análise de sensibilidade *Leave-one-out* para mortalidade por todas as causas, hospitalização por insuficiência cardíaca (IC) e hospitalização por todas as causas.

Mortalidade										
Estudo - primeiro autor e ano	Estatísticas com estudo			Odds ratio (95% IC) com estudo removido						
	Ponto	Limite inferior	Limite superior	Valor Z	Valor p	0,01	0,10	1,00	10,00	100,00
Mizukawa 2019 ²¹	0,820	0,709	0,948	-2,682	0,007			+		
Galinier 2020 ²³	0,808	0,693	0,942	-2,722	0,006			+		
Ong 2016 ¹⁶	0,813	0,696	0,950	-2,604	0,009			+		
Wade 2011 ⁴⁵	0,819	0,708	0,948	-2,681	0,007			+		
Asch 2022 ²⁶	0,817	0,704	0,948	-2,661	0,008			+		
Vilani 2014 ¹¹	0,827	0,716	0,955	-2,581	0,010			+		
Koehler 2011 ⁴⁴	0,809	0,696	0,941	-2,745	0,006			+		
Boyne 2012 ⁴⁶	0,810	0,701	0,935	-2,884	0,004			+		
Schwarz 2008 ³⁹	0,825	0,714	0,954	-2,604	0,009			+		
Bekelman 2015 ¹³	0,838	0,728	0,964	-2,471	0,013			+		
Kalter-Leibovici 2017 ¹⁷	0,799	0,689	0,925	-2,999	0,003			+		
Dendale 2012 ⁴⁷	0,841	0,734	0,963	-2,508	0,012			+		
Koehler 2018 ¹⁸	0,841	0,727	0,873	-2,324	0,020			+		
Weintraub 2010 ⁴³	0,827	0,717	0,953	-2,624	0,009			+		
Goldberg 2003 ³⁵	0,845	0,737	0,969	-2,405	0,016			+		
Olivari 2018 ²⁰	0,809	0,698	0,937	-2,827	0,005			+		
Comín-Colet 2015 ¹⁴	0,829	0,719	0,957	-2,556	0,011			+		
Krum 2013 ⁴⁹	0,811	0,701	0,938	-2,827	0,005			+		

Tabela Suplementar - Continuação

Mortalidade										
Estudo - primeiro autor e ano	Estatísticas com estudo removido			Odds ratio (95% CI) com estudo removido						
	Ponto	Limite inferior	Limite superior	Valor Z	Valor p	0,01	0,10	1,00	10,00	100,00
Chaudhry ⁵¹	0,806	0,692	0,940	-2,750	0,006			+		
Angermann ⁵²	0,839	0,726	0,969	-2,381	0,017			+		
Cleland 2005 ³⁸	0,828	0,715	0,959	-2,519	0,012			+		
Soran 2008 ⁴⁰	0,828	0,716	0,958	-2,538	0,011			+		
Kotooka 2018 ¹⁹	0,822	0,710	0,952	-2,620	0,009			+		
Völler 2022 ²⁷	0,821	0,707	0,952	-2,606	0,009			+		
Lyngå 2012 ⁴⁸	0,826	0,714	0,954	-2,593	0,010			+		
Capomolla 2004 ³⁷	0,823	0,711	0,952	-2,629	0,009			+		
Dar 2009 ⁴¹	0,819	0,722	0,929	-3,110	0,002			+		
Dawson 2021 ²⁵	0,823	0,711	0,952	-2,614	0,009			+		
	0,822	0,713	0,948	-2,694	0,007			+		
Hospitalização por IC										
Estudo - primeiro autor e ano	Estatísticas com estudo removido				Odds ratio (95% CI) com estudo removido					
	Ponto	Limite inferior	Limite superior	Valor Z	Valor p	0,01	0,10	1,00	10,00	100,00
Mizukawa 2019 ²¹	0,824	0,715	0,949	-2,677	0,007			+		
Galinier 2020 ²³	0,801	0,672	0,955	-2,477	0,013			+		
Koehler 2011 ⁴⁴	0,793	0,667	0,941	-2,650	0,008			+		
Boyne 2012 ⁴⁶	0,809	0,688	0,951	-2,565	0,010			+		
Hägglund 2015 ¹⁵	0,807	0,689	0,947	-2,637	0,008			+		
Weintraub 2010 ⁴³	0,818	0,701	0,955	-2,549	0,011			+		
Dar 2009 ⁴¹	0,790	0,681	0,916	-3,122	0,002			+		
Nouryan 2019 ²²	0,791	0,674	0,927	-2,898	0,004			+		
Comín-Colet 2015 ¹⁴	0,843	0,738	0,963	-2,509	0,012			+		
Chaudhry ⁵¹	0,770	0,656	0,905	-3,181	0,001			+		

Tabela Suplementar - Continuação

Hospitalização por IC										
Estudo - primeiro autor e ano	Estatísticas com estudo removido					Odds ratio (95% CI) com estudo removido				
	Ponto	Limite inferior	Limite superior	Valor Z	Valor p	0,01	0,10	1,00	10,00	100,00
Krum 2013 ⁴⁹	0,804	0,681	0,948	-2,595	0,009			+		
Cleland 2005 ³⁸	0,799	0,677	0,943	-2,660	0,008			+		
Kotooka 2018 ¹⁹	0,793	0,673	0,934	-2,775	0,006			+		
Delaney 2013 ⁵⁰	0,808	0,691	0,946	-2,661	0,008			+		
Völler 2022 ²⁷	0,789	0,667	0,933	-2,770	0,006			+		
Mortara 2009 ⁴²	0,786	0,666	0,928	-2,850	0,004			+		
Soran 2008 ⁴⁰	0,803	0,680	0,948	-2,595	0,009			+		
Angermann ⁵²	0,799	0,675	0,945	-2,613	0,009			+		
	0,802	0,686	0,937	-2,779	0,005			+		
Todas as causas de hospitalização										
Estudo - primeiro autor e ano	Estatísticas com estudo removido					Odds ratio (95% CI) com estudo removido				
	Ponto	Limite inferior	Limite superior	Valor Z	Valor p	0,01	0,10	1,00	10,00	100,00
Mizukawa 2019 ²¹	0,929	0,822	1,050	-1,177	0,239			+		
Galinier 2020 ²³	0,928	0,815	1,056	-1,134	0,257			+		
Ong 2016 ¹⁶	0,915	0,803	1,043	-1,335	0,182			+		
Yanicelli 2020 ²⁴	0,930	0,824	1,049	-1,182	0,237			+		
Schwarz 2008 ³⁹	0,927	0,819	1,049	-1,201	0,230			+		
Bekelman 2015 ¹³	0,924	0,814	1,049	-1,225	0,221			+		
Koehler 2011 ⁴⁴	0,912	0,804	1,035	-1,423	0,155			+		
Weintraub 2010 ⁴³	0,928	0,819	1,051	-1,176	0,240			+		
Dar 2009 ⁴¹	0,914	0,810	1,030	-1,471	0,141			+		
Nouryan 2019 ²²	0,931	0,823	1,053	-1,143	0,253			+		

Tabela Suplementar – Continuação

Todas as causas de hospitalização										
Estudo - primeiro autor e ano	Estatísticas com estudo removido					Odds ratio (95% CI) com estudo removido				
	Ponto	Limite inferior	Limite superior	Valor Z	Valor p	0,01	0,10	1,00	10,00	100,00
Comín-Colet 2015 ¹⁴	0,953	0,851	1,066	-0,847	0,397			+		
Krum 2013 ⁴⁹	0,952	0,846	1,071	-0,822	0,411			+		
Blum 2014 ¹²	0,919	0,812	1,040	-1,340	0,180			+		
Cleland 2005 ³⁸	0,933	0,824	1,057	-1,092	0,275			+		
Soran 2008 ⁴⁰	0,916	0,809	1,039	-1,368	0,171			+		
Kotooka 2018 ¹⁹	0,934	0,825	1,057	-1,088	0,277			+		
Delaney 2013 ⁵⁰	0,940	0,835	1,059	-1,018	0,309			+		
Völler 2022 ²⁷	0,924	0,812	1,050	-1,212	0,225			+		
Dawson 2021 ²⁵	0,966	0,865	1,078	-0,621	0,535			+		
Lyngå 2012 ⁴⁸	0,935	0,825	1,060	-1,048	0,295			+		
Wade 2011 ⁴⁵	0,919	0,811	1,042	-1,317	0,188			+		
Mortara 2009 ⁴²	0,913	0,807	1,034	-1,433	0,152			+		
Olivari 2018 ²⁰	0,916	0,808	1,037	-1,391	0,164			+		
Chaudhry ⁵¹	0,914	0,802	1,041	-1,352	0,176			+		
Angermann ⁵²	0,914	0,805	1,038	-1,387	0,165			+		
	0,927	0,821	1,047	-1,222	0,222			+		

Fonte: o autor (2024)

Apêndice 2 - Tabela Suplementar – Tabela Grade

Avaliação da certeza							Nº de pacientes		Efeito		Certeza	Importância
Nº de estudos	Desenho do estudo	Risco de viés	Inconsistência	Análise indireta	Imprecisão	Outras considerações	Telemonitoramento	Tratamento usual	Relativo (95% CI)	Absoluto (95% CI)		
Mortalidade por todas as causas												
28	Ensaio randomizados	Sério ^a	Não Sério	Sério ^b	Sério ^c	Viés de publicação fortemente suspeito ^e	926/7705 (12.0%)	996/7506 (13.3%)	OR 0.82 (0.71 a 0.95)	21 a menos por 1,000 (de 35 a menos até 6 a menos)	⊕○○○ Muito baixa ^{a,b,c,e}	CRÍTICO
Hospitalização por todas as causas												
25	Ensaio randomizados	Sério ^a	Sério ^d	Sério ^b	Sério ^c	Nenhuma	2452/5936 (41.3%)	2365/5629 (42.0%)	OR 0.93 (0.82 a 1.05)	18 a menos por 1,000 (de 47 a menos até 12 a menos)	⊕○○○ Muito baixa ^{a,b,c,d}	IMPORTANTE
Hospitalização por descompensação por insuficiência cardíaca												
18	Ensaio randomizados	Sério ^a	Não sério	Sério ^b	Sério ^c	Viés de publicação fortemente suspeito ^f	756/3841 (19.7%)	819/3650 (22.4%)	OR 0.80 (0.69 a 0.94)	36 a menos por 1,000 (de 58 a menos até 11 a menos)	⊕○○○ Muito baixa ^{a,b,c,f}	IMPORTANTE

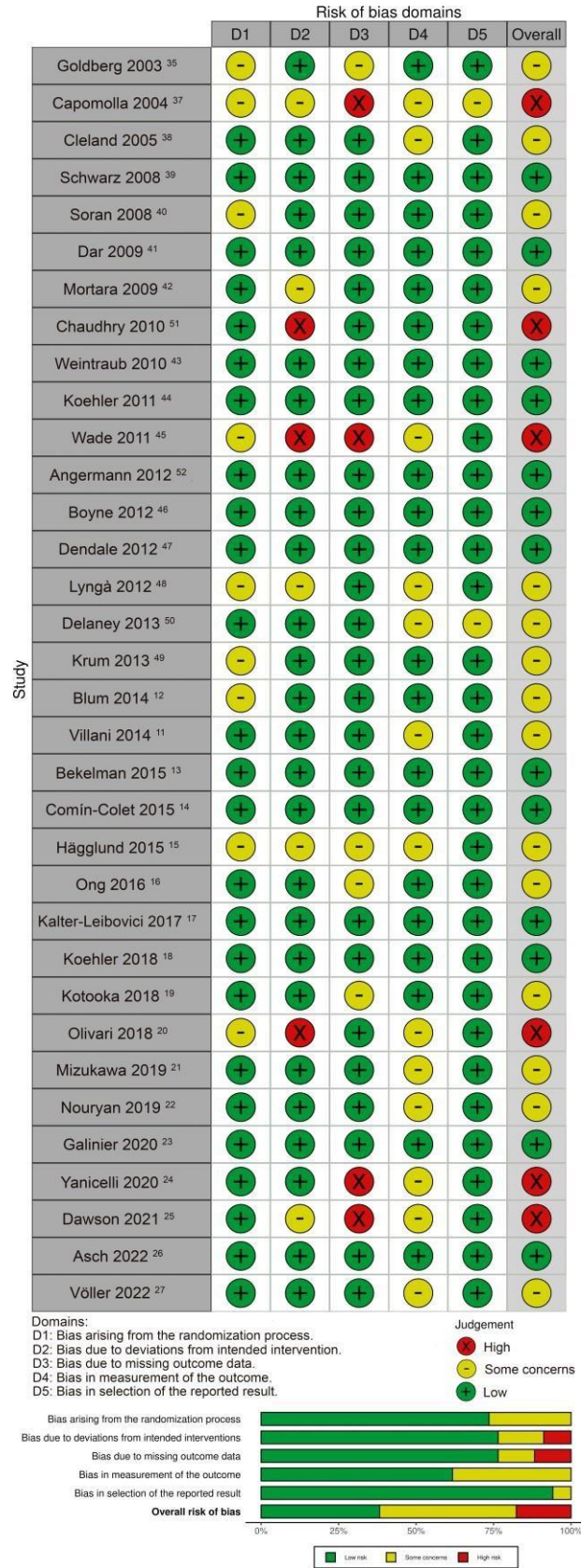
CI: Intervalo de confiança; OR: Razão de chances

Explicação:

- O corpo de evidências foi predominantemente composto por estudos com algumas preocupações metodológicas ou alto risco de viés, o que pode afetar a confiança nos resultados.
- Rebaixado para análise indireta devido à variabilidade nos componentes de telemonitoramento, frequência e dispositivos entre os estudos.
- Rebaixado por imprecisão devido a amplos intervalos de confiança cruzando ou se aproximando da linha sem efeito.
- O teste Q para heterogeneidade mostrou heterogeneidade moderada (estatística I² 49%).
- A assimetria do gráfico de funil e o teste de Egger (p = 0,039) sugerem possível viés de publicação.
- A assimetria do gráfico de funil e o teste de Egger (p = 0,0183) sugerem possível viés de publicação.

Fonte: o autor (2024)

Apêndice 3 – Gráfico suplementar – Risco de viés



Fonte: o autor (2024)

Apêndice 4 – Artigo no prelo



RESEARCH/Original Article

Non-invasive telemonitoring programs for patients with chronic heart failure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials

Journal of Telemedicine and Telecare
1–11
© The Author(s) 2024
Article reuse guidelines:
sagepub.com/journals-permissions
DOI: 10.1177/1357633X241299156
journals.sagepub.com/home/jtt



Hilson A Parente^{1,2} , Sophie B Hornemann², Ismael MM de Faria³, Diamantino R Salgado⁴, Marcelo G Correia⁵ and Fabiula S de Azevedo⁵

Abstract

Aims: To assess whether telemonitoring improves outcomes in patients with chronic heart failure.

Methods and results: A literature search was conducted on studies of randomized controlled trials involving non-invasive telemonitoring and heart failure using Medline, Embase, and Cochrane Library. The primary outcomes were all-cause mortality, all-cause hospitalization, and hospitalization for heart failure. Secondary outcomes were length of stay, health-related quality of life as assessed by validated questionnaires, healthcare costs and cost-effectiveness, and self-care behaviors. We performed a meta-analysis using a random effects model for the primary outcomes. The effect measure was odds ratio with corresponding 95% confidence interval, and heterogeneity among studies was assessed using the Higgins I^2 value. We screened 212 references, and 34 randomized controlled trials were included in this review. A total of 16179 participants with heart failure were included. Non-invasive telemonitoring reduced all-cause mortality by 18% (OR 0.82, 95% CI 0.71 to 0.95; participants = 15,211; studies = 28; $I^2 = 34%$; GRADE: moderate-quality evidence) and heart failure hospitalization by 20% (OR 0.80, 95% CI 0.69 to 0.94; participants = 7491; studies = 18; $I^2 = 31%$; GRADE: moderate-quality evidence). Non-invasive telemonitoring didn't demonstrate significant benefit on all-cause hospitalization (OR 0.93, 95% CI 0.82 to 1.05; participants = 11,565; studies = 25; $I^2 = 49%$).

Conclusion: Telemonitoring programs in patients with heart failure were associated with a reduction in all-cause mortality and heart failure hospitalization without harmful events.

Keywords

Heart failure, telemonitoring, telecare, telemetry, telehealth, systematic review, meta-analysis

Date received: 17 August 2024; Date accepted: 24 October 2024

Introduction

Heart failure (HF) has been identified as a significant public health issue due to its high mortality and morbidity, despite advances in current therapy. HF has been characterized as a global pandemic, with estimates indicating that over 64.3 million people suffer from this disease worldwide.^{1–3}

Following the COVID-19 pandemic, the delivery of health care at home has demonstrated its unequivocal importance, as presented in recent articles, current guidelines, and consensus documents.^{4–6} The use of telemonitoring enables physicians to oversee physiological variables measured daily by patients at home. This allows patients with HF to be kept under close supervision, which could lead to lower hospitalization rates and increased early discharges.⁷

Meta-analyses have shown that structured HF care, including telemonitoring, can improve health status by reducing hospitalizations and lowering mortality rates.^{8–15} However,

¹National Institute of Cardiology, Rio de Janeiro, Brazil

²Barra D'or Hospital, Rio de Janeiro, Brazil

³Federal University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil

⁴Federal University of Rio de Janeiro, Clementino Fraga Filho University Hospital, Rio de Janeiro, Brazil

⁵National Institute of Cardiology, Rio de Janeiro, Brazil

Corresponding author:

Hilson A Parente, National Institute of Cardiology - R. das Laranjeiras, 374 - Laranjeiras, Rio de Janeiro-RJ, Brazil.
Email: dr.hilsonparente@gmail.com

many of these analyses are outdated and include non-randomized controlled trials (RCTs), which introduces potential bias. Additionally, telemonitoring benefits have not been consistently demonstrated in studies from the past decade.^{16–19}

Our meta-analysis, on the other hand, focuses exclusively on RCTs and non-invasive telemonitoring for HF patients, eliminating bias from observational studies and invasive methods. Unlike previous reviews that included both invasive and non-invasive modalities, our study targets the latest technologies from the past 20 years, such as mobile apps and new devices. This approach provides more reliable, up-to-date evidence, addressing conflicting results from earlier meta-analyses. Furthermore, our review explores key outcomes, including health-related quality of life (HRQoL), self-care behavior, length of stay, cost-effectiveness, and patient adherence.

Since randomized trials in non-invasive telemonitoring conducted over the past 10 years have shown conflicting results, it remains unclear whether telemonitoring approaches provide benefits for patients with HF. Currently, there are new telemonitoring strategies, such as the use of current devices, applications for cell phones, and tablets. To update these systematic reviews and try to clarify these uncertainties, we conducted a literature search including only RCT studies and performed a meta-analysis of the use of non-invasive telemonitoring in patients with chronic HF.

Methods

Search strategy and study characteristics

A literature search was conducted in electronic databases, applying an English-language restriction, including PubMed (Medical Literature Analysis and Retrieval System Online—MEDLINE), Excerpta Medica Database (EMBASE—Elsevier), Cochrane Library (specifically in Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature—CINAHL), from the earliest available records until 01 June 2023. We used the following search terms: “heart failure,” “heart decompensation,” “cardiac failure,” “telemonitoring,” “remote monitoring,” “home monitoring,” “mortality,” “hospitalization,” “admission,” “patient admission,” “patient readmission,” “remote patient monitoring.” Supplemental Table S1 shows the Bibliographic Search strategy. The shortest follow-up is 1 month, and the longest is 26 months. This study was conducted in accordance with the PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guidelines to ensure transparency and rigor in reporting the systematic review and meta-analysis. The steps for study selection, data extraction, and risk of bias assessment were carefully followed as recommended by PRISMA.

Two reviewers (H.A.P and I.M.M.F) screened each article independently using the inclusion and exclusion criteria. Disagreements were resolved with a third author (S.B.H). Only RCTs enrolling patients aged more than 18 years, and of either sex, any race or ethnic group, with a definitive diagnosis of HF of any etiology living within the community were included. Telemonitoring was defined as remote monitoring of patient health data (i.e. symptoms, weight, heart rate, blood pressure, electrocardiogram, peripheral capillary oxygen saturation) at a monitoring center. These centers may vary in scale and infrastructure, and do not exclude smaller clinics where data are uploaded and reviewed by a single nurse or clinician. The key aspect is the interpretation and analysis of the data, which is facilitated by an interface that can utilize any device type, including smartphone and tablet apps. Based on the data obtained, a multidisciplinary team was able to intervene in these patients. Exclusion criteria were established, and some articles had more than one exclusion criterion.

Therefore, the articles were eliminated sequentially in the following order (exclusion criteria): non-RCT; sub analysis of a previous study were identified to avoid duplicate reporting; intervention program using invasive monitoring such as pacemakers or evaluating patients exclusively with implantable devices; analysis of the combination between HF and other comorbidities, as well as the analysis of HF simultaneously with other chronic diseases; studies evaluating only telemonitoring of medication adherence (not intervention of interest); studies not evaluating patients with HF (not population of interest); articles showing only study protocol or design; lack of usual care arm; and studies that only show partial results. This review was registered in International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) (CRD42023440888).

Outcome measures

The primary outcomes evaluated in this study were all-cause hospitalization, hospital admissions as a result of chronic HF, and all-cause mortality (total number of deaths at the end of study follow-up in each arm of the study). The hospitalization outcome was defined by the number of patients who required hospitalization at least once during the follow-up period. The secondary outcomes were length of stay (number of days for hospitalizations), HRQoL as assessed by validated questionnaires, healthcare costs and cost-effectiveness, and self-care behaviors. The following characteristics were extracted from studies that met the inclusion criteria: name of the first author, publication year, country where the study was conducted, number of patients, mean age, mean ejection fraction, New York Heart Association (NYHA) class, type of intervention, monitoring equipment delivered, mean follow-up, recruitment (single center or multicenter), results, all-cause

hospitalization, HF hospitalization, all-cause mortality, length of stay, HRQoL, cost of the intervention and cost-effectiveness, self-care behaviors, and adherence to the intervention. The synthesis of the results and data charting were performed independently by the researchers (H.A.P. and S.B.H.). Disagreements were resolved by consensus.

Statistical analysis

The measure of effect used was the odds ratio and the corresponding 95% confidence intervals were calculated for the primary outcomes using the DerSimonian and Laird random-effects model to analyze each study.²⁰ Although hazard ratio was suggested as a method to assess the binary outcomes, the majority of the articles reviewed did not provide the necessary data. Efforts were made to contact the authors for additional data to perform a hazard ratio analysis, but responses were not received. The Mantel-Haenszel method was used to perform meta-analysis with fixed-effects only in subgroup analysis, and a common study variance component across subgroups was not assumed (do not pool within-group estimates of Tau-squared). Subgroup analyses were stratified by follow-up period (≥ 1 year or <1 year), device type (mobile devices: smartphone application, tablet, telewatch; or home monitoring equipment; or structured telephone support), mean age of study participants (<70 years of age or ≥ 70 years of age), and publication year. Meta-regression was performed to investigate whether the intervention effect depended on the continuous variables of follow-up period and mean age.

We conducted linear meta-regressions between the logarithm of the odds ratio in the trials and each variable. We performed the meta-regression assuming a random-effects model using Z test through the Comprehensive Meta-Analysis Version 4 software (CMA 4.0, BioStat Inc, Englewood, NJ, USA). We also performed a sensitivity analysis for each of the primary outcomes, assessing the impact of each study on the results and removing any study from the analysis to evaluate if the conclusion would remain the same. We also removed studies with a high risk of bias and assessed whether the results were similar. Another sensitivity analysis was performed by excluding RCTs with rare events, defined as events occurring in less than 5% of the control group; these were observed only in the all-cause mortality outcome, which was then re-evaluated accordingly. Meta-analyses using Cochrane Review Manager (RevMan v. 5.4) were performed assessing primary outcomes. Heterogeneity was then analyzed using the Cochran Q test with the I^2 statistic.

We estimated the Q statistics that follows a Chi^2 distribution and produced a *p*-value. To evaluate the Q test for heterogeneity, we used the criterion alpha of 0.050, and if the *p*-value ≤ 0.05 , we will be able to reject the null hypothesis, that the true effect size is the same in all these

studies.²¹ We used this criterion because there are many studies in this meta-analysis, and the test has high power to detect a small amount of heterogeneity that may be clinically unimportant. In the analysis of the subgroups, to evaluate the Q test for heterogeneity, we used a criterion alpha of 0.10 (only two or three subgroups). For the interpretation of the I^2 statistic, we will also take into account the Cochrane Handbook recommendation as follows: 0% to 40%: heterogeneity might not be important; 30% to 60%: may represent moderate heterogeneity; 50% to 90%: may represent substantial heterogeneity; 75% to 100%: considerable heterogeneity. The Kendall's correlation and the regression test were performed for the analysis of publication biases in conjunction with the funnel chart. A *p*-value less than 0.05 was considered for statistical significance.

The software used for the analyses of publication biases was Jamovi version 2.3.21.0.²² Two reviewers (H.A.P. and D.R.S.) independently assessed all documents using the Rob2 tool analyzing the risk of bias.²³ Disagreements were resolved by consensus. The studies were evaluated according to their risk of bias: low risk, some concerns, and high risk of bias. This tool assesses five domains to address different types of bias: randomization process, deviations from the intended interventions, missing outcome data, measurement of the outcome, and selection of the reported result.

Certainty assessment

The Grading of Recommendations, Assessment, Development, and Evaluation (GRADE) approach was used to rate the certainty of evidence for each primary outcome. This approach evaluates the risk of bias, inconsistency, indirectness, imprecision, and other considerations (e.g. publication bias) as "high," "moderate," "low," or "very low." The GRADE assessment was completed with the GRADEpro Guideline Development Tool.²⁴

Results

Study characteristics

A total of 212 articles were retrieved in the literature search. After eliminating duplicates, 118 studies were screened in relation to the inclusion/exclusion criteria. Of these, 85 articles were excluded. We included one article that was cited in used articles. Finally, 34 articles were included in the systematic review and meta-analysis (Figure 1). A total of 16,179 participants with HF were included in the 34 RCTs, with 8259 patients allocated to the telemonitoring group and 7920 to the usual-care group. A total of 10,554 patients were males (65%) and 5625 of participants were females (35%).

These studies were conducted in 15 different countries, with the largest number of studies performed in the

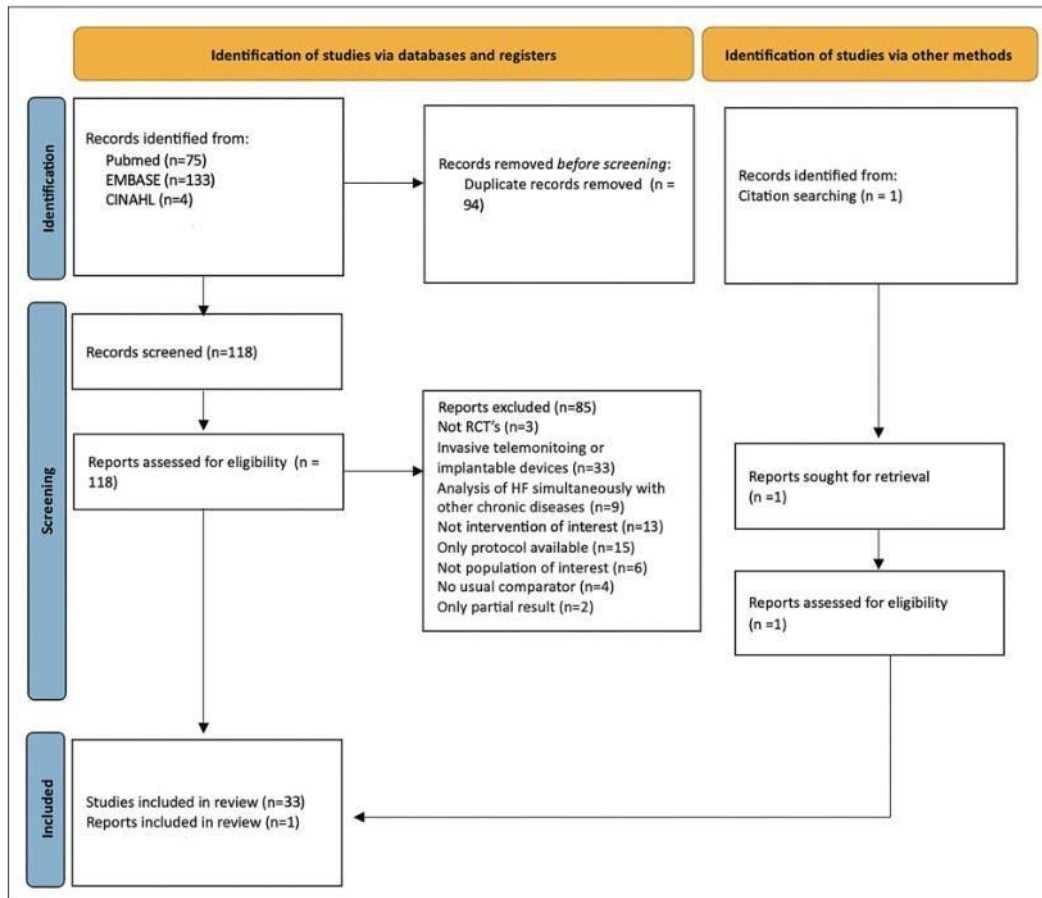


Figure 1. Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) flow diagram for selection and inclusion of the studies via databases.

United States (13 studies). Most studies recruited patients from multicenter settings (28 studies), while four RCTs reported recruitment from a single center. The NYHA classification, which classifies patients into one of four categories based on their limitations during physical activity and has been used clinically to determine trial eligibility, was reported in 31 studies. The basic characteristics of the included studies are presented in Table 1.

Outcomes

All-cause mortality analysis is based on 28 studies (Figure 2(A)). Telemonitoring strategies demonstrated a statistically significant reduction in mortality rates (OR 0.82, 95% CI 0.71 to 0.95; participants = 15,211; $I^2 = 34\%$). Eighteen studies reported on HF hospitalization (Figure 2(B)). Telemonitoring strategies showed a statistically significant reduction in HF hospitalization rates (OR 0.80, 95% CI 0.69

to 0.94; participants = 7491; $I^2 = 31\%$). The telemonitoring strategy did not show a significant benefit on all-cause hospitalization as shown in Figure 2(C) (OR 0.93, 95% CI 0.82 to 1.05; participants = 11,565; $I^2 = 49\%$).

A total of 17 studies reported length of stay data. Five studies reported a statistically significant reduction in total length of stay or length of stay due to cardiac decompensation in the telemonitoring intervention compared to usual care^{18,38,44,45,53} (see Supplemental Table S2). A total of 19 studies reported HRQoL data. Nine articles demonstrated a statistically significant improvement in HRQoL in the telemonitoring group compared to usual care^{17,41,45–50,54} (see Supplemental Table S3). Cost analysis was performed in eight studies. The results varied according to the telemonitoring strategy, and the results obtained (cost savings). The TIM-HF2 study¹⁸ had a statistically significant reduction in healthcare costs in the telemonitoring group when compared to usual care. A similar result was

Table 1. Basic characteristics of the studies included in the meta-analysis of non-invasive telemonitoring programs for patients with chronic heart failure.

Author, year, reference	No. of patients	Mean age (years)	Mean EF (%)	NYHA class	Type of intervention	Monitoring equipment delivered	Mean follow up (months)
Goldberg 2003 ²⁵	280	59.0	21.7%	III-IV	Wt, S	HME	6
Capomolla 2004 ²⁶	133	57.0	29.0%	II-IV	Wt, BP, HR, S, E, BR	MTA	11
Cleland 2005 ²⁷	426	67.0	25.0%	I-IV	Wt, BP, HR, ECG	HME	8
Schwarz 2008 ²⁸	102	78.1	N/A	I-IV	Wt, S	HME	3
Soran 2008 ²⁹	315	76.0	24.0%	II-III	Wt, S	HME	6
Dar 2009 ³⁰	182	72.0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, S, SpO2	HME	6
Mortara 2009 ³¹	461	60.0	29.0%	II-IV	Wt, BP, HR, S, BR, ECG	HME	12
Chaudhry 2010 ³²	1653	61.0	N/A	I-IV	Wt, S	STS	6
Weintraub 2010 ³³	188	69.0	30.0%	I-IV	Wt, BP, HR, S, MA	HME	3
Koehler 2011 ³⁴	710	66.9	27.0%	II-III	Wt, BP, ECG	HME	26
Wade 2011 ³⁵	316	78.1	N/A	N/A	Wt, BP, S, MA, E	HME	6
Angermann 2012 ³⁶	715	68.6	30%	I-IV	S	STS	6
Boyne 2012 ³⁷	382	71.5	36.0%	II-IV	S, MA, E	HME	12
Dendale 2012 ³⁸	160	77.0	35.0%	I-IV	Wt, BP, HR	HME	6
Lyng 2012 ³⁹	344	73.0	N/A	III-IV	Wt	HME	12
Krum 2013 ⁴⁰	379	73.0	36.0%	II-IV	S	MTA	12
Delaney 2013 ⁴¹	100	80.0	N/A	III-IV	Wt, BP, HR, S, SpO2	HME	-
Villani 2014 ⁴²	80	72.0	32.0%	III-IV	Wt, BP, HR, ECG, MA	HME	12
Blum 2014 ⁴³	204	72.0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR	HME	26
Bekelman 2015 ¹⁶	384	68.0	N/A	I-IV	Wt, BP, HR, S, MA, E	HME	12
Comin-Colet 2015 ⁴⁴	178	77.0	N/A	I-IV	Wt, HR, BP, S	MTA	6
Hägglund 2015 ⁴⁵	82	75.0	N/A	II-IV	Wt, S, E	MTA	3
Ong 2016 ⁴⁶	1437	73.0	42.8%	I-IV	Wt, BP, HR, S, E	HME	6
Kalter-Leibovici 2017 ¹⁷	1360	70.0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, S, MA, E	HME	24
Koehler 2018 ¹⁸	1571	70.0	41.0%	II-III	Wt, BP, HR, SpO2, ECG, S, E	HME	12
Kotooka 2018 ¹⁹	181	66.2	N/A	II-III	Wt, BP, HR, BC	HME	15
Olivari 2018 ⁴⁷	339	80.0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, SpO2, ECG	HME	12
Mizukawa 2019 ⁴⁸	59	71.6	41.8%	II-IV	Wt, BP, HR	HME	24
Nouryan 2019 ⁴⁹	89	83.1	N/A	I-II	Wt, BP, HR, SpO2, S	HME	6
Galnier 2020 ⁵⁰	990	70.0	38.7%	I-IV	Wt, S, E	HME	18
Yanicelli 2020 ⁵¹	40	52.0	32.8%	I-IV	Wt, BP, HR, S, E	MTA	3
Dawson 2021 ⁵²	1380	66.0	N/A	NA	Wt, BP, HR, SpO2	HME	1
Asch 2022 ⁵³	552	64.5	43.0%	N/A	Wt, MA (diuretic)	HME	12
Voller 2022 ⁵⁴	621	63.0	N/A	II-IV	Wt, BP, HR, S, E	HME	12

The table details the studies incorporated into the meta-analysis conducted, considering non-invasive telemonitoring programs. BP: blood pressure; BR: blood results; CHF: congestive heart failure; E: education; ECG: electrocardiogram; ED: emergency department; EF: ejection fraction; HME: home-monitoring equipment; HR: heart rate; HRQoL: health-related quality of life; LOS: length of stay; TM: telemonitoring; MA: medication adherence; BC: body composition; MTA: mobile or tablet App; N/A: not available; RR: respiratory rate; S: symptoms; SC: single center; SpO2: peripheral capillary oxygen saturation; STS: structured telephone support; Wt: weight.

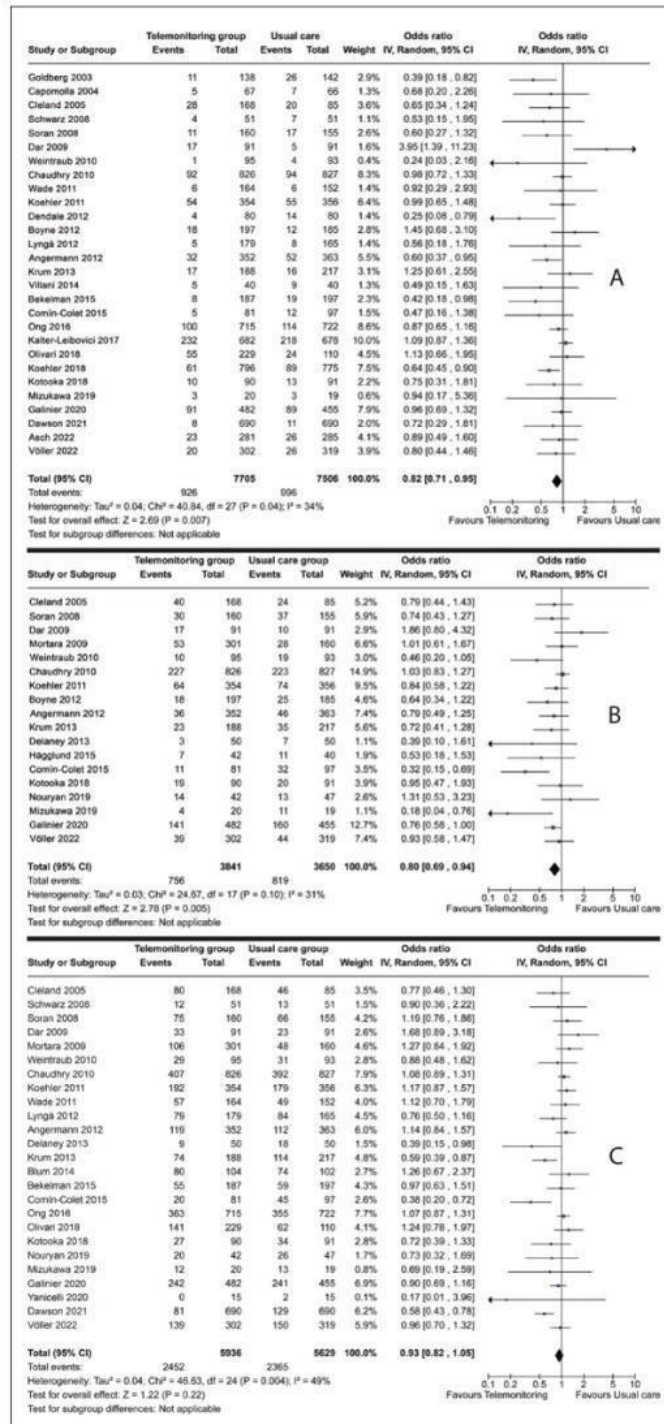


Figure 2. (A) All-cause mortality in telemonitoring strategies versus usual treatment, the primary outcome of interest was mortality using the DerSimonian and Laird random-effects model to examine the odds ratio (OR); (B) HF-hospitalization in telemonitoring strategies versus usual treatment, the primary outcome of interest was HF-hospitalization using the DerSimonian and Laird random-effects model to examine the odds ratio (OR) and (C) all-cause hospitalization in telemonitoring strategies versus usual treatment, the primary outcome of interest was all-cause hospitalization using the DerSimonian and Laird random-effects model to examine the odds ratio (OR).

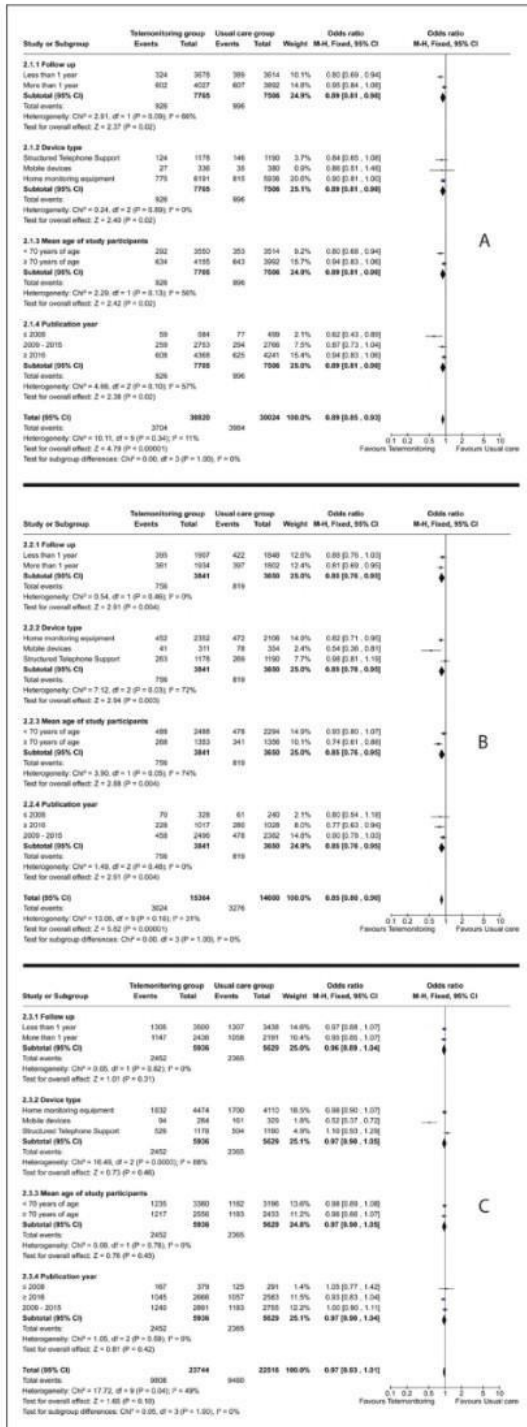


Figure 3. Subgroups analysis: (A) all-cause mortality; (B) heart failure hospitalization; (C) all-cause hospitalization.

reported in another study.⁴⁴ However, two articles reported an increase in total costs of management per patient^{42,54} (see Supplemental Table S4). Four studies evaluated the effects of the intervention on self-care behaviors. All studies reported significant improvement in self-care among patients in the telemonitoring group compared with the control group^{19,45,48,51} (see Supplemental Table S5). A total of 25 studies reported adherence to the intervention data. Adherence (compliance) was between 55.1% and 98.5% for the telemonitoring strategy, with 18 studies showing patient adherence to the telemonitoring intervention higher than 75%.^{16,18,19,25–31,34–39,43,45,53} Adherence to the intervention was summarized in Supplemental Table S6.

Subgroup analysis and meta-regression

Analysis of subgroups revealed that the impact of telemonitoring strategies on mortality is smaller in studies with a follow-up period longer than one year (heterogeneity tests $p = 0.09$). Articles published before 2008 had more significant reductions in mortality (heterogeneity test $p = 0.10$) (Figure 3(A)).

Mobile devices had better results reducing HF hospitalization and all-cause hospitalization (OR 0.54, CI 95% 0.36–0.81, heterogeneity test $I^2 = 72\%$, $p = 0.03$ and OR 0.52, CI 95% 0.37–0.72, heterogeneity test $I^2 = 88\%$, $p = 0.0003$) (Figure 3).

The linear meta-regression coefficient for mean age (slope = -0.0258 ; $p = 0.0442$) and the analysis of subgroups (heterogeneity tests $p = 0.05$) revealed that the impact of telemonitoring strategies on hospitalization for HF is greater in studies where the average age is higher (Figure 3(B), and see Supplemental Figure S1 and Table S7).

Assessment of publication bias and risk of bias

The regression test indicated funnel plot asymmetry for mortality ($p = 0.0390$) but not the rank correlation test ($p = 0.1192$) (see Supplemental Figure S2 and Table S8). The regression test revealed asymmetry in the funnel plot for HF hospitalization ($p = 0.0183$), while the rank correlation test did not demonstrate significant asymmetry ($p = 0.0574$) (see Supplemental Figure S2 and Table S8). The risk of bias assessment of the individual studies was graded from low to some concern in most articles (see Supplemental Figure S3).

Sensitivity analysis

Sensitivity analysis demonstrated that reductions in all-cause mortality, HF hospitalization, and all-cause hospitalization were consistent after sequentially eliminating the included studies (see Supplemental Table S9). Regardless

of which study was removed, the fundamental conclusions remained unchanged. When studies with a high risk of bias were excluded, the conclusions were essentially the same regarding all-cause mortality, HF hospitalization, and all-cause hospitalization (OR 0.79, CI 95% 0.66–0.94; OR 0.77, CI 95% 0.66–0.90; OR 0.93, CI 95% 0.82–1.06, respectively) (see Supplemental Figure S4). Even after excluding articles with rare events, the conclusion essentially remains unchanged (mortality: OR 0.83, CI 95% 0.71–0.96) (see Supplemental Figure S5). Therefore, these analyses confirm that the results of the current study are robust, indicating that the conclusions remain essentially the same with any study removed, when excluding studies with a high risk of bias or excluding articles with rare events.

Certainty of evidence

A GRADE Summary of Findings table was created to evaluate the certainty of evidence for the primary outcomes (see Supplemental Table S10). The certainty of evidence for all-cause mortality, HF hospitalization, and all-cause hospitalization is moderate. We downgrade the evidence for all-cause mortality and HF hospitalization by one level due to evidence of strong suspicion of publication bias (regression test for mortality $p=0.039$; regression test for HF hospitalization $p=0.0183$) (see Supplemental Figure S2 and Table S8). We lowered the quality of evidence for all-cause hospitalization by one level due to significant inconsistencies in the data (heterogeneity test $I^2=49\%$) (Figure 2(C)).

Discussion

This systematic review and meta-analysis evaluated the impact of telemonitoring strategies in patients with HF living in the community compared with usual care. The first RCT included in this meta-analysis was published in 2003. Telemonitoring technology has substantially changed over the years and has evolved from structured phone contact to more modern devices, such as implantable devices and mobile devices. The focus on non-invasive telemonitoring was chosen because it provides a practical, patient-friendly approach to managing HF, allowing telemonitoring without the need for invasive strategies.

Recent literature has highlighted the growing role of telehealth during global emergencies, particularly in response to the COVID-19 pandemic. Smith et al. (2020)⁵⁵ emphasizes the importance of telehealth in maintaining healthcare delivery during the pandemic, showing its potential to mitigate disruptions in care. Furthermore, the work by Thomas et al. (2022)⁶ underscores the need to sustain the momentum of telehealth post-pandemic, advocating for its continued integration into healthcare systems. Additionally, Gallegos-Rejas et al. (2023)⁵⁶ argue for a multi-stakeholder approach to address the digital divide, ensuring equitable

access to telehealth for all populations. Together, these studies reinforce the critical role of telehealth in modern healthcare and the need for strategies that promote both its sustainability and accessibility.

In 2022, AHA/ACC/HFSA guideline for the management of HF recommended telemonitoring to reduce hospitalizations related to HF. However, it emphasized the fragility of clinical trials aimed at alternative telemonitoring strategies in supporting this outcome. In 2024, the American College of Cardiology published a consensus for the treatment of HF with Reduced Ejection Fraction. This report mentions that these new telemonitoring technologies would require more evidence to support their use and should not focus on the devices, but rather on the effectiveness of the telemonitoring strategy.⁵⁷

Nevertheless, we found robust results that their use reduces all-cause mortality by 18% (95% CI 0.71 to 0.95) and HF hospitalization by 20% (95% CI 0.69 to 0.94) with a fairly good level of evidence. No significant differences were found for all-cause hospitalization (OR 0.93, 95% CI 0.82 to 1.05). These results are similar to previous meta-analyses,^{8–11} updating and confirming the benefits of this strategy in patients with HF. Recent systematic reviews, such as those by Snoswell et al. (2023),¹⁴ provide comprehensive insights into the clinical effectiveness of telehealth. Snoswell et al.'s¹⁵ systematic review on the effect of telehealth on mortality highlights significant reductions in mortality rates across various health conditions, reinforcing the wide applicability of telehealth. However, these reviews focus on a wide range of telehealth interventions and patient populations, without focusing exclusively on non-invasive telemonitoring in HF patients. Our meta-analysis fills this gap by concentrating solely on RCTs involving non-invasive telemonitoring in HF, a more specific patient population that was underexplored in prior reviews. Our meta-analysis updates the results of a meta-analysis published in the European Heart Journal last year¹¹ with the addition of two recent studies^{52,53} and the presence of additional articles.^{16,33,35,45,48,51}

The findings of our study are also consistent with previously published results in 2003,⁷ that telemonitoring could contribute to the greater efficacy of healthcare services for HF patients, particularly in controlling relevant physiological variables to reduce hospitalizations. This was also reinforced in a meta-analysis focused on the subject,⁹ which highlighted the significant capacity of telemonitoring to reduce hospitalizations (RCTs: RR: 0.93, 95% CI: 0.87 to 0.99, $p=0.030$; cohort studies: RR: 0.52, 95% CI: 0.28 to 0.96, $p<0.001$) in HF compared to usual care. The effectiveness of this form of care for HF patients would stem from a real sense of continuous care, with the capture and control of simple clinical information from the perspective of access – but relevant to clinical value – resulting in improved psychological state, adherence, quality of life, and hospitalization events.⁴²

Telemonitoring has emerged as a transformative concept in present-day healthcare, offering significant benefits beyond simply improved clinical outcomes. One of the key advantages is the reduction in the number of journeys that patients need to make to healthcare centers. This reduction has several crucial implications, such as decreasing patients' costs, through minimizing the need for frequent in-person visits, telemonitoring facilitates patients save on travel costs, like fuel expenses, parking fees, and public transportation fares. Patients who live in rural or isolated locations, where access to medical services frequently necessitates lengthy and expensive travels, may find this to be very helpful. It enables patients to get consultations and care in the convenience of their own homes. This lessens the inconvenience of scheduling time off work, setting up daycare, and handling other obligations in addition to saving time on commutes. Reduced vehicle emissions from fewer trips to medical facilities translate into lower air pollution and a smaller carbon footprint overall, which is another advantage. This supports international initiatives to mitigate climate change and advance sustainability. The implementation of telemonitoring may result in a decreased requirement for substantial physical infrastructure, including multiple healthcare facilities and sizable parking lots. Healthcare providers may see a decrease in operating expenses as a result, and money may instead be used to enhance patient care and develop telemedicine services. There is more to the environmental impact than just less travel. The construction and upkeep of healthcare facilities requires less energy and resources since fewer buildings are needed. The sustainability of healthcare systems is further improved by this "green" dividend.

In addition, several studies reported significant improvements in HRQoL, as well as self-care behaviors, reduced length of stay, with high adherence to the telemonitoring strategy. Although few studies have examined economic outcomes, this strategy could be cost-effective as evidenced in studies,^{18,44} and according to a meta-analysis,⁵⁸ telemonitoring can reduce the cost of patient management by 20–30%. There was no harmful event caused by the telemonitoring system. Costs have variable evaluations regarding telemonitoring in the literature, as observed,⁴³ with the possibility that total costs may not be extensively impacted beyond the potential for reduced risk of readmission in the first year. However, there is a considerable discrepancy in the literature regarding the cost-benefit of this measure, especially in the long term.

Our study has limitations that should be considered when interpreting the pooled results. Different telemonitoring strategies were included, using multiple devices and telemonitoring patient health data differently across studies. This may explain some heterogeneity between the results. Seeking to minimize this possible bias, we performed a subgroup analysis and meta-regression to assess possible

secondary heterogeneity. Follow-up periods of less than a year provided superior mortality reduction outcomes when subgroup analysis was carried out. Numerous reasons could be responsible for the reported decrease in the influence of telemonitoring measures on mortality in studies with extended follow-up periods longer than a year. Telemonitoring therapies may become less successful over time for a variety of reasons, including patient non-compliance, technical problems, or shifts in the course of the illness. Longer follow-up periods may also bring competing risks or confounding variables that lessen the treatment effects that are seen. Studies released before to 2008 showed more significant reductions in mortality. These historical variations in treatment efficacy could be explained by developments in telemonitoring technology, modifications to clinical practice standards, or innovations in the management of HF throughout time. Greater observed benefits may have resulted from earlier trials that focused on patient populations with more severe disease symptoms or included more innovative and intense therapies. The special traits and features of mobile-based telemonitoring systems may account for the better results connected with mobile devices in terms of lowering hospitalizations for HF and other causes. User-friendly interfaces and interactive features are common in mobile telemonitoring platforms, and they can improve patient engagement. New research on using mobile devices as a telemonitoring strategy for patients with HF should be encouraged. The negative association between mean age and hospitalization for HF suggests that telemonitoring strategies may have a more pronounced effect in older patient populations. This could be due to older patients, who tend to deteriorate more quickly and are generally more fragile, experiencing more frequent exacerbations of HF or having greater adherence to telemonitoring interventions, resulting in more timely interventions and reduced hospitalizations.

We performed several sensitivity analyses to assess the robustness of the results found. This investigation included the weight of each study in the meta-analysis, assessing that if we remove any study or if we remove studies with a high risk of bias from the analysis, the essential conclusions will remain the same. We concluded that the results remain essentially the same and no study had disproportionate weight to the results found, allowing us to state that the results are robust. Even after excluding articles with rare events, the conclusion remains essentially unchanged. In conclusion, in this meta-analysis of randomized trials, telemonitoring programs in patients with HF have statistically significant benefits in mortality rates and heart failure hospitalization without harmful events, so they should be encouraged.


Declaration of conflicting interests

The authors declared no potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article.

Funding

The authors received no financial support for the research, authorship, and/or publication of this article.

ORCID iD

Hilson A Parente  <https://orcid.org/0009-0002-3419-6366>

Supplemental material

Supplemental material for this article is available online.

Data Availability Statement

Data sharing not applicable to this article as no datasets were generated or analyzed during the current study.

References

- Ponikowski P, Anker SD, AlHabib KF, et al. Heart failure: Preventing disease and death worldwide. *ESC Heart Fail* 2014; 1: 4–25. PMID: 28834669.
- James SL, Abate D, Abate KH, et al. 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.
- Savarese G, Becher PM, Lund LH, et al. Global burden of heart failure: A comprehensive and updated review of epidemiology. *Cardiovasc Res* 2022; 118: 3272–3287.
- Gorodeski EZ, Goyal P, Cox ZL, et al. Virtual visits for care of patients with heart failure in the era of COVID-19: A statement from the heart failure society of America. *J Card Fail* 2020; 26: 448–458.
- Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, 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. *Circulation* 2022; 145: e895–e1032.
- Thomas EE, Haydon HM, Mehrotra A, et al. Building on the momentum: Sustaining telehealth beyond COVID-19. *J Telemed Telecare* 2022; 28: 301–308.
- Louis AA, Turner T, Gretton M, et al. A systematic review of telemonitoring for the management of heart failure. *Eur J Heart Fail* 2003; 5: 583–590.
- Clark RA, Inglis SC, McAlister FA, et al. Telemonitoring or structured telephone support programmes for patients with chronic heart failure: Systematic review and meta-analysis. *Br Med J* 2007; 334: 942.
- Klersy C, Silvestri AD, Gabutti G, et al. A meta-analysis of remote monitoring of heart failure patients. *J Am Coll Cardiol* 2009; 54: 1683–1694.
- Inglis SC, Clark RA, Dierckx R, et al. Structured telephone support or non-invasive telemonitoring for patients with heart failure. *Cochrane Database Syst Rev* 2015; 10: 1–198.
- Scholte NTB, Gürgöze MT, Aydın D, et al. Telemonitoring for heart failure: A meta-analysis. *Eur Heart J* 2023; 44: 2911–2926. PMID: 37216272; PMCID: PMC10424885.
- Masotta V, Dante A, Caponnetto V, et al. Telehealth care and remote monitoring strategies in heart failure patients: A systematic review and meta-analysis. *Heart Lung* 2024; 64: 149–167. Epub 2024 Jan 18. PMID: 38241978.
- Mun M, Park Y, Hwang J, et al. Types and effects of telenursing in home health care: A systematic review and meta-analysis. *Telemed J E Health* 2024; 30: 2431–2444. Epub 2023 Sep 14. PMID: 37707998.
- Snoswell CL, Chelberg G, Guzman D, et al. The clinical effectiveness of telehealth: A systematic review of meta-analyses from 2010 to 2019. *J Telemed Telecare* 2023; 29: 669–684.
- Snoswell CL, Stringer H, Taylor ML, et al. An overview of the effect of telehealth on mortality: A systematic review of meta-analyses. *J Telemed Telecare* 2023; 29: 659–668.
- Bekelman DB, Plomondon ME, Carey EP, et al. Primary results of the patient-centered disease management (PCDM) for heart failure study. *JAMA Intern Med* 2015; 175: 725–362.
- Kalter-Leibovici O, Freimark D, Freedman LS, et al. Disease management in the treatment of patients with chronic heart failure who have universal access to health care: A randomized controlled trial. *BMC Med* 2017; 15: 15–90.
- Koehler F, Koehler K, Deckwart O, et al. Efficacy of telemedical interventional management in patients with heart failure (TIM-HF2): A randomised, controlled, parallel-group, unmasked trial. *Lancet* 2018; 392: 1047–1057.
- Kotooka N, Kitakaze M, Nagashima K, et al. The first multi-center, randomized, controlled trial of home telemonitoring for Japanese patients with heart failure: Home telemonitoring study for patients with heart failure (HOMES-HF). *Heart Vessels* 2018; 33: 866–876.
- DerSimonian R and Laird N. Meta-analysis in clinical trials. *Control Clin Trials* 1986; 7: 177–188.
- Borenstein M (Ed). *Introduction to meta-analysis*. 1st ed. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2009.
- Viechtbauer W. Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *J Stat Softw* 2010; 36: 1–48.
- Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. Rob 2: A revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *Br Med J* 2019; 366: 14898–14906.
- Cochrane Methods GRADEing. GRADEpro GDT | Cochrane GRADEing. *Cochrane [Internet]*. 2023. [cited 2002 Jan 05]; [about 1 p.]. Available from: <https://methods.cochrane.org/gradeing/gradepro-gdt>. Subscription not required.
- Goldberg LR, Piette JD, Walsh MN, et al. Randomized trial of a daily electronic home monitoring system in patients with advanced heart failure: The Weight Monitoring in Heart Failure (WHARF) trial. *Am Heart J* 2003; 146: 705–712.
- Capomolla S, Pinna G, Larovere M, et al. Heart failure case disease management program: A pilot study of home telemonitoring versus usual care. *Eur Heart J* 2004; 6: F91–F98.
- Cleland JGF, Louis AA, Rigby AS, et al. Noninvasive home telemonitoring for patients with heart failure at high risk of recurrent admission and death. *J Am Coll Cardiol* 2005; 45: 1654–1664.
- Schwarz KA, Mion LC, Hudock D, et al. Telemonitoring of heart failure patients and their caregivers: A pilot randomized controlled trial. *Prog Cardiovasc Nurs* 2008; 23: 18–26.
- Soran OZ, Piña IL, Lamas GA, et al. A randomized clinical trial of the clinical effects of enhanced heart failure monitoring using a computer-based telephonic monitoring system in older minorities and women. *J Card Fail* 2008; 14: 711–717.
- Dar O, Riley J, Chapman C, et al. A randomized trial of home telemonitoring in a typical elderly heart failure population in

- North West London: Results of the Home-HF study. *Eur J Heart Fail* 2009; 11: 319–325.
31. Mortara A, Pinna GD, Johnson P, et al. Home telemonitoring in heart failure patients: The HHH study (home or hospital in heart failure). *Eur J Heart Fail* 2009; 11: 312–318.
 32. Chaudhry SI, Matterna JA, Curtis JP, et al. Telemonitoring in patients with heart failure. *N Engl J Med* 2010; 363: 2301–2309. Epub 2010 Nov 16. Erratum in: *N Engl J Med*. 2011 Feb 3;364(5):490. Erratum in: *N Engl J Med*. 2013 Nov 7;369(19):1869. PMID: 21080835; PMCID: PMC3237394.
 33. Weintraub A, Gregory D, Patel AR, et al. A multicenter randomized controlled evaluation of automated home monitoring and telephonic disease management in patients recently hospitalized for congestive heart failure: The SPAN-CHF II trial. *J Card Fail* 2010; 16: 285–292.
 34. Koehler F, Winkler S, Schieber M, et al. Impact of remote telemedical management on mortality and hospitalizations in ambulatory patients with chronic heart failure. *Circulation* 2011; 123: 1873–1880.
 35. Wade MJ, Desai AS, Spettell CM, et al. Telemonitoring with case management for seniors with heart failure. *Am J Manag Care* 2011; 17: e71–e79.
 36. Angermann CE, Störk S, Gelbrich G, et al. Competence Network Heart Failure. Mode of action and effects of standardized collaborative disease management on mortality and morbidity in patients with systolic heart failure: The Interdisciplinary Network for Heart Failure (INH) study. *Circ Heart Fail* 2012; 5: 25–35. Epub 2011 Sep 28. PMID: 21956192.
 37. Boyne JJJ, Vrijhoef HJM, Crijns HJGM, et al. Tailored telemonitoring in patients with heart failure: Results of a multicentre randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail* 2012; 14: 791–801.
 38. Dendale P, De Keulenaer G, Troisfontaines P, et al. Effect of a telemonitoring-facilitated collaboration between general practitioner and heart failure clinic on mortality and rehospitalization rates in severe heart failure: The TEMA-HF 1 (Telemonitoring in the Management of Heart Failure) study. *Eur J Heart Fail* 2012; 14: 333–340.
 39. Lyngå P, Persson H, Hägg-Martinell A, et al. Weight monitoring in patients with severe heart failure (WISH). A randomized controlled trial. *Eur J Heart Fail* 2012; 14: 438–444.
 40. Krum H, Forbes A, Yallop J, et al. Telephone support to rural and remote patients with heart failure: The chronic heart failure assessment by telephone (CHAT) study. *Cardiovasc Ther* 2013; 31: 230–237.
 41. Delaney C, Apostolidis B, Bartos S, et al. A randomized trial of telemonitoring and self-care education in heart failure patients following home care discharge. *Home Health Care Manag Pract* 2013; 25: 187–195.
 42. Villani A, Malfatto G, Compare A, et al. Clinical and psychological telemonitoring and telecare of high risk heart failure patients. *J Telemed Telecare* 2014; 20: 468–475.
 43. Blum K and Gottlieb SS. The effect of a randomized trial of home telemonitoring on medical costs, 30-day readmissions, mortality, and health-related quality of life in a cohort of community-dwelling heart failure patients. *J Card Fail* 2014; 20: 513–521.
 44. Comín-Colet J, Enjuanes C, Verdú-Rotellar JM, et al. Impact on clinical events and healthcare costs of adding telemedicine to multidisciplinary disease management programmes for heart failure: Results of a randomized controlled trial. *J Telemed Telecare* 2015; 22: 282–295.
 45. Hägglund E, Lyngå P, Frie F, et al. Patient-centred home-based management of heart failure. *Scand Cardiovasc J* 2015; 49: 193–199.
 46. Ong MK, Romano PS, Edgington S, et al. Effectiveness of remote patient monitoring after discharge of hospitalized patients with heart failure: The better effectiveness after transition–heart failure (BEAT-HF) randomized clinical trial. *JAMA Intern Med* 2016; 176: 310–318.
 47. Olivari Z, Giacomelli S, Gubian L, et al. The effectiveness of remote monitoring of elderly patients after hospitalisation for heart failure: The renewing health European project. *Int J Cardiol* 2018; 257: 137–142.
 48. Mizukawa M, Moriyama M, Yamamoto H, et al. Nurse-Led collaborative management using telemonitoring improves quality of life and prevention of rehospitalization in patients with heart failure. *Int Heart J* 2019; 60: 1293–1302.
 49. Nouryan CN, Morahan S, Pecinka K, et al. Home telemonitoring of community-dwelling heart failure patients after home care discharge. *Telemed J E Health* 2019; 25: 447–454.
 50. Galinier M, Roubille F, Berdague P, et al. Telemonitoring versus standard care in heart failure: A randomised multicentre trial. *Int Heart J* 2020; 22: 985–994.
 51. Yanicelli LM, Goy CB, González V del C, et al. Non-invasive home telemonitoring system for heart failure patients: A randomized clinical trial. *J Telemed Telecare* 2020; 27: 553–561.
 52. Dawson NL, Hull BP, Vijapura P, et al. Home telemonitoring to reduce readmission of high-risk patients: A modified intention-to-treat randomized clinical trial. *J Gen Intern Med* 2021; 36: 3395–3401.
 53. Asch DA, Troxel AB, Goldberg LR, et al. Remote monitoring and behavioral economics in managing heart failure in patients discharged from the hospital. *JAMA Intern Med* 2022; 182: 643–649.
 54. Völler H, Bindl D, Nagels K, et al. The first year of non-invasive remote telemonitoring in chronic heart failure is not cost saving but improves quality of life: The randomized controlled CardioBBEAT trial. *Telemed J E Health* 2022; 28: 1613–1622.
 55. Smith AC, Thomas E, Snoswell CL, et al. Telehealth for global emergencies: Implications for coronavirus disease 2019 (COVID-19). *J Telemed Telecare* 2020; 26: 309–313.
 56. Gallegos-Rejas VM, Thomas EE, Kelly JT, et al. A multi-stakeholder approach is needed to reduce the digital divide and encourage equitable access to telehealth. *J Telemed Telecare* 2023; 29: 73–78.
 57. Maddox TM, Januzzi JL, Allen LA, et al. ACC Expert consensus decision pathway for treatment of heart failure with reduced ejection fraction. *J Am Coll Cardiol* 2024; 83: 1444–1488.
 58. Seto E. Cost comparison between telemonitoring and usual care of heart failure: A systematic review. *Telemed J E Health* 2008; 14: 679–686.