

Força de Preensão Manual na Insuficiência Cardíaca: Construção de uma Equação de Referência

Handgrip Strength in Heart Failure: Developing a Reference Equation

Suena Medeiros Parahiba,¹ Édina Caroline Ternus Ribeiro,¹ Ingrid da Silveira Knobloch,² Débora Dapper,³ Ingrid Dalira Schweigert Perry,³ Nadine Oliveira Clausell,^{1,3} Vivian Luft,^{3,4} Gabriela Corrêa Souza,^{3,4} Eneida Rejane Rabelo-Silva^{1,3,5}

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Cardiologia e Ciências Cardiovasculares, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,¹ Porto Alegre, RS – Brasil

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre,² Porto Alegre, RS – Brasil

Hospital de Clínicas de Porto Alegre,³ Porto Alegre, RS – Brasil

Programa de Pós-Graduação em Alimentação, Nutrição e Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,⁴ Porto Alegre, RS – Brasil

Escola de Enfermagem, Universidade Federal do Rio Grande do Sul,⁵ Porto Alegre, RS – Brasil

Resumo

Fundamento: A força de preensão manual (FPM) é um indicador fundamental da força muscular global e da capacidade funcional em pacientes com insuficiência cardíaca (IC). No entanto, ainda não foram publicadas equações de referência específicas para essa população.

Objetivo: Este estudo teve como objetivo desenvolver e validar uma equação preditiva da FPM em pacientes com IC.

Métodos: Foi realizado um estudo transversal com pacientes com IC estável, com idade entre 18 e 79 anos, diagnosticados há pelo menos três meses. O valor máximo da FPM foi obtido a partir de três medições consecutivas. Dados clínicos e avaliações antropométricas foram coletados. A amostra foi dividida aleatoriamente em dois terços (n=174) para derivação e um terço (n=100) para validação. Um modelo de regressão multivariada foi aplicado para desenvolver a equação preditiva, incluindo variáveis com valor de p < 0,25 conforme determinado pelo teste de Wald.

Resultados: As amostras de derivação e validação não apresentaram diferenças significativas nas características basais. Os pacientes eram predominantemente homens, idosos e brancos. A equação preditiva derivada foi: $FPM_{prevista} = -39,732 + (10,771 \times \text{sexo [feminino} = 0; \text{masculino} = 1]) - (0,158 \times \text{idade [anos]}) + (35,096 \times \text{altura [m]}) + (0,448 \times \text{circunferência da panturrilha [cm]}) - (4,224 \times \text{classe da NYHA [I/II} = 0; \text{III/IV} = 1])$. Ao ser aplicada na amostra de validação, a equação subestimou a FPM real em $0,68 \pm 8,93$ kg.

Conclusão: Idade, sexo, altura, circunferência da panturrilha e classe NYHA foram os principais determinantes da FPM em pacientes com IC. A equação derivada apresentou boa acurácia preditiva e pode servir como referência útil para interpretar medições de força de preensão nessa população.

Palavras-chave: Insuficiência Cardíaca; Força da Mão; Valores de Referência.

Abstract

Background: Handgrip strength (HGS) is a key indicator of overall muscle strength and functional capacity in patients with heart failure (HF). However, no reference equations specific to this population have been previously published.

Objectives: This study aimed to develop and validate a reference equation for predicting HGS in patients with HF.

Methods: A cross-sectional study was conducted on patients with stable HF, aged 18–79 years, diagnosed for at least three months. Maximum HGS value was obtained from three consecutive measurements. Clinical data and anthropometric assessments were collected. The sample was randomly divided into two-thirds (n=174) for derivation and one third (n=100) for validation. A multivariate regression model was applied to develop the predictive equation, including variables with a p-value < 0.25 as determined by the Wald test.

Results: Derivation and validation samples showed no significant differences at baseline. Patients were predominantly male, older adults, and white. The derived equation was: $\text{Predicted HGS} = -39.732 + (10.771 * \text{gender [female} = 0; \text{male} = 1]) - (0.158 * \text{age [years]}) +$

Correspondência: Eneida Rejane Rabelo-Silva •

Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Rua Ramiro Barcelos, 2400. CEP 90040-060, Porto Alegre, RS - Brasil

E-mail: eneidarabelo@gmail.com

Artigo recebido em 08/12/2024, revisado em 14/02/2025, aceito em 07/05/2025

Editor responsável pela revisão: Gláucia Maria Moraes de Oliveira

DOI: <https://doi.org/10.36660/abc.20240777>

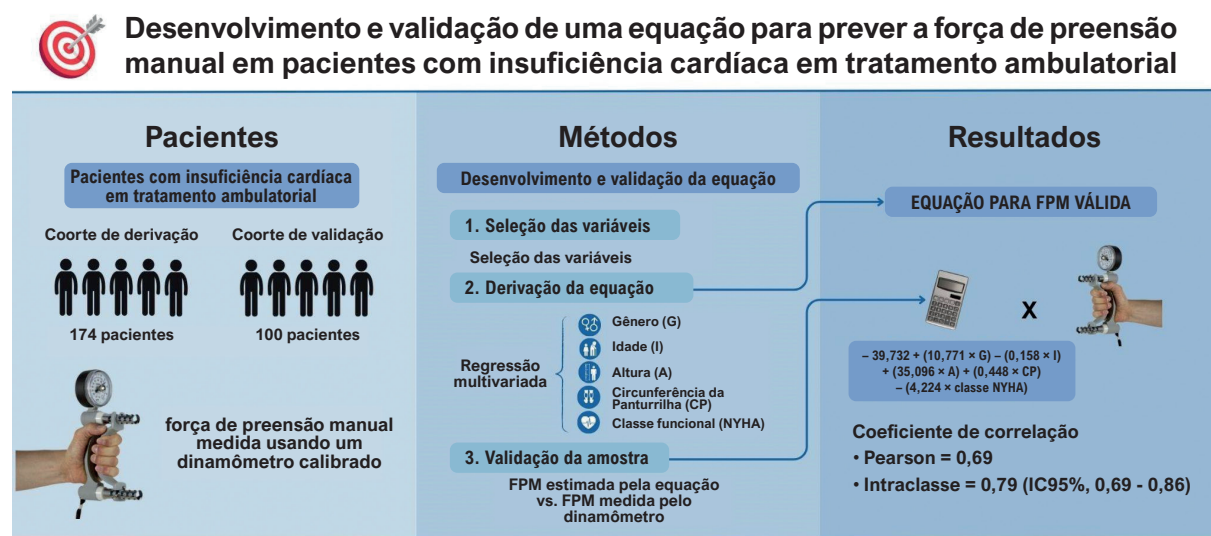
$(35.096 \times \text{height [m]}) + (0.448 \times \text{calf circumference [cm]}) - (4.224 \times \text{the New York Heart Association class [I/II = 0; III/IV = 1]})$. When applied to the validation sample, the equation underestimated actual HGS by 0.68 ± 8.93 Kg.

Conclusion: Age, sex, height, calf circumference, and NYHA class were key determinants of HGS in HF patients. The derived equation showed good predictive accuracy and may serve as a useful reference for interpreting grip strength in this population.

Keywords: Heart Failure; Hand Strength; Reference Values.

Full texts in English - <https://abccardiol.org/en/>

Figura Central: Força de Preensão Manual na Insuficiência Cardíaca: Construção de uma Equação de Referência



Arq Bras Cardiol. 2025; 122(9):e20240777

A equação proposta mostrou boa concordância em prever a força de preensão manual (FPM) e pode auxiliar na interpretação da medida em pacientes com insuficiência cardíaca (IC).

Introdução

A capacidade funcional oferece uma avaliação direta e não invasiva do estado físico e está associada ao prognóstico e a outros desfechos clínicos.¹ A força de preensão manual (FPM) está relacionada à fragilidade, uma condição que afeta cerca de 40% dos pacientes com insuficiência cardíaca (IC). A fragilidade está intimamente ligada ao envelhecimento, ao declínio cognitivo e ao aumento da complexidade no manejo clínico dessa população.²⁻⁵

A FPM tem sido investigada como uma alternativa simples e de baixo custo para avaliar a capacidade funcional, podendo ser facilmente aplicada em ambientes clínicos.^{5,6} É uma medida influenciada por fatores antropométricos, sexo e envelhecimento. Embora a FPM avalie principalmente um grupo de músculos do membro superior, ela é considerada um indicador da força muscular global.⁷⁻⁹

Recentemente reconhecida como um parâmetro prognóstico em pacientes com IC, a FPM foi avaliada em

uma revisão sistemática que incluiu 7350 pacientes com períodos de acompanhamento variando de três a 43 meses.⁶ Foi demonstrado que uma diminuição em 1 Kg na FPM está associada a um aumento de 8% no risco de mortalidade (risco relativo de 1,08; intervalo de confiança – IC – de 95%: 1,05 a 1,11; $p < 0,001$).

Diante das evidências apresentadas, a FPM pode se tornar um marcador de rotina para a avaliação e monitoramento de pacientes com IC na prática clínica.^{5,10,11} O uso de equações e tabelas de referência representa um método alternativo de predição e avaliação desse parâmetro. No entanto, os dados disponíveis na literatura são baseados em populações saudáveis, e as fórmulas atuais de predição da FPM não são adaptadas a condições clínicas que afetam a hemodinâmica, o que pode levar a avaliações imprecisas.^{12,13} Portanto, este estudo teve como objetivo desenvolver e validar uma equação de referência para a avaliação da FPM em pacientes com IC. A metodologia central do estudo está ilustrada na Figura Central.

Métodos

Seleção dos pacientes e dados clínicos

Este estudo transversal incluiu pacientes adultos e idosos (com idade entre 18 e 79 anos) com diagnóstico confirmado de IC, independentemente da classificação da fração de ejeção. Os participantes em atendimento ambulatorial foram recrutados por conveniência na clínica de IC de um hospital público de alta complexidade no Brasil. A coleta de dados foi realizada entre agosto de 2018 e julho de 2023.

Foram excluídos pacientes com histórico de transplante cardíaco; IC descompensada aguda; infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral ou cirurgia nos três meses anteriores à participação no estudo; congestão periférica e/ou edema; histórico de angina instável; em terapia renal substitutiva; com tumores malignos (ativos ou em remissão) nos últimos cinco anos; infecção aguda; diagnóstico prévio de doença neurodegenerativa; ou incapacidade de realizar testes funcionais (por exemplo, usuários de cadeira de rodas, amputados, indivíduos com sequelas motoras ou deficiências). Critérios adicionais de exclusão incluíram contraindicações para análise de bioimpedância elétrica, como presença de próteses metálicas e índice de massa corporal (IMC) superior a 39 Kg/m².

A etiologia da IC, a classificação funcional (segundo a *New York Heart Association* – NYHA), o tratamento farmacológico, as comorbidades e outros dados clínicos e sociodemográficos foram obtidos a partir de registros médicos eletrônicos e confirmados durante a anamnese realizada por pesquisadores treinados. Os dados incluíram avaliação antropométrica de peso (Kg), altura (m), IMC (Kg/m²), circunferência do braço (cm), prega cutânea tricipital (mm), circunferência muscular do braço (cm) e circunferência da panturrilha (cm). As avaliações foram realizadas por pesquisadores treinados, certificados por um supervisor experiente antes do início da coleta de dados.

Força de preensão manual

A FPM foi avaliada utilizando um dinamômetro manual Jamar calibrado (Sammons Preston, Bolingbrook, IL, EUA). As avaliações foram realizadas com a mão dominante, com os pacientes sentados, quadris flexionados a 90°, braços ao lado do tronco e cotovelos flexionados a 90°. ^{14,15} Os pacientes foram instruídos a apertar o aparelho com força máxima e receberam incentivo verbal do pesquisador. ¹⁶ Foram realizadas três contrações máximas, com intervalo de um minuto entre cada tentativa. O maior valor entre as três medições foi registrado como resultado final da HGS.

A força de preensão manual prevista (FPMp) foi calculada utilizando uma equação de desenvolvida para pacientes com IC, conforme detalhado na seção de “análise estatística”.

Aspectos éticos

Este estudo foi aprovado por um Comitê de Ética em Pesquisa (protocolo número 5057.8121.200005327), e todos os pacientes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada utilizando o SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 18.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA). As variáveis contínuas foram expressas como média e desvio padrão ou mediana e intervalo interquartil, e as variáveis categóricas foram expressas como valores absolutos e relativos. A normalidade das variáveis contínuas foi avaliada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Após a coleta dos dados, dois terços dos participantes foram alocados aleatoriamente para formar a amostra de derivação utilizando o comando de seleção de casos no SPSS. Os participantes restantes foram incluídos na coorte de validação. Para avaliar a similaridade entre as amostras de derivação e validação, foram realizadas comparações utilizando o teste do qui-quadrado de Pearson (χ^2) para variáveis categóricas, e o teste t de Student não pareado ou o teste de Mann-Whitney para variáveis contínuas, conforme apropriado. Um nível de significância de $p = 0,05$ foi adotado para todas as comparações.

Para desenvolver a equação preditiva na amostra de derivação, foi realizada inicialmente uma análise de regressão univariada. Variáveis com valor de $p < 0,25$ (teste de Wald) foram selecionadas para inclusão no modelo de regressão multivariada subsequente e para avaliação do coeficiente de correlação. ¹⁷⁻¹⁹

Três modelos preditivos foram desenvolvidos para estimar a FPM em pacientes com IC (Material Suplementar). O modelo final foi selecionado com base em seu desempenho estatístico e adequação às características da população estudada. Subsequentemente, a equação foi aplicada à amostra de validação para calcular os valores de FPMp. A acurácia preditiva foi avaliada por meio da análise de resíduos e correlação. Os resíduos foram calculados subtraindo os valores preditos dos valores observados: Resíduos = FPM observada (medida por dinamometria) – FPMp (derivada da equação de referência).

A concordância entre os valores observados e os preditos foi avaliada utilizando o coeficiente de correlação intraclasse (ICC), que quantifica a concordância absoluta. Valores de ICC $< 0,5$ foram considerados baixos, valores entre 0,5 e 0,75 moderados, valores entre 0,75 e 0,90 bons, e entre 0,90 e 1,0 considerados excelentes. ²⁰ Gráficos de dispersão foram utilizados para visualizar a correlação entre os valores observados e os preditos.

Resultados

O estudo incluiu 274 pacientes com IC clinicamente estáveis, predominantemente homens idosos, autodeclarados como de cor branca, sendo 82% classificados como NYHA classe I ou II (Tabela 1). A amostra de derivação ($n = 174$) e a amostra de validação ($n = 100$) não apresentaram diferenças significativas nas características demográficas ou clínicas.

Na análise da amostra de derivação ($n = 174$), as variáveis com maior poder explicativo para a FPM foram sexo, idade, altura, circunferência da panturrilha e classe funcional da NYHA, com valores de R^2 ajustado de 0,427, 0,043, 0,446, 0,093 e 0,031, respectivamente. Com base nessas variáveis, a equação de predição para FPM em pacientes com IC (de 18 a 79 anos) foi: $FPMp = -39,732 + (10,771 \times \text{sexo} [\text{feminino} = 0;$

Tabela 1 – Características demográficas e clínicas de pacientes com insuficiência cardíaca nas amostras de derivação e validação, segundo faixa etária

Variável	Amostra de derivação (n = 174)	Amostra de validação (n = 100)	Valor p
Idade, anos	62,0 (53,8-67)	62,0 (57-67,8)	0,331
Idosos	104 (59,8)	62 (62)	0,716
Sexo masculino	111 (63,8)	74 (74)	0,082
Etnia branca	129 (74,6)	79 (79,0)	0,407
Fração de ejeção, %	31 (24-41)	32,5 (25-40)	0,842
NYHA (I/II)	142 (81,6)	84 (84)	0,616
Diabetes	52 (29,9)	31 (31,0)	0,847
HAS	91 (52,3)	48 (48,0)	0,493
DRC	14 (8,0)	11 (11,0)	0,414
Dislipidemia	17 (9,8)	8 (8,0)	0,624
DAC	13 (7,5)	9 (9,0)	0,654
FA	29 (16,7)	21 (21,0)	0,371
IECA/BRA ou sacubitril/valsartana	140 (80,0)	82 (81,2)	0,883
Betabloqueador	167 (96,5)	96 (96)	0,532
Diuréticos	144 (83,2)	87 (87,9)	0,303
Espironolactona	120 (70,6)	68 (69,4)	0,836
Peso, Kg	78,2 (64,5-89,5)	79,3 (65,6-90)	0,930
Altura, m	1,6±0,1	1,7±0,1	0,282
IMC, Kg/m ²	28,5 (25-31,9)	28,6 (24,3-30,9)	0,722
CB, cm	32,7±4,1	32,4±4,2	0,609
PCT, mm	17,1 (13,1-23,9)	16,1 (12,6-21,7)	0,335
CMB, cm	26,7±2,9	26,8±3,7	0,898
CP, cm	38,1±3,9	37,9±3,7	0,744
FPM, Kg	28 (20-36,2)	30 (22-39,3)	0,176

CB: circunferência do braço; CMB: circunferência muscular do braço; CP: circunferência da panturrilha; DAC: doença arterial coronariana; DRC: doença renal crônica; FA: fibrilação atrial; FPM: força de preensão manual; FPM_p: força de preensão manual predita; HAS: hipertensão arterial sistêmica; IC: insuficiência cardíaca; NYHA: classe funcional da insuficiência cardíaca congestiva segundo a New York Heart Association; PCT: prega cutânea tricipital; as variáveis contínuas são expressas como média e desvio padrão ou como mediana e intervalo interquartil, e as variáveis categóricas são expressas como valores absolutos e relativos.

masculino = 1)) – (0,158 × idade [anos]) + (35,096 × altura [m]) + (0,448 × circunferência da panturrilha [cm]) – (4,224 × classe NYHA [I/II = 0; III/IV = 1]) (Tabela 2). Esse modelo apresentou um R² de 0,578 e um R² ajustado de 0,565. Ao ser aplicado à amostra de derivação, o resíduo médio entre os valores observados e preditos foi de 0,025 ± 7,601 Kg, sendo considerado uma variável com comportamento simétrico (valor de p = 0,200).

Correlação

A equação foi aplicada à amostra de validação. Os diagramas de dispersão e suas respectivas linhas de ajuste linear estão apresentados na Figura Suplementar 1. O eixo y representa os valores observados da força de preensão (medidos com um dinamômetro) da mão dominante, enquanto o eixo x mostra os valores previstos (em Kg), derivados da equação de referência, também para a mão dominante. De modo geral, o coeficiente de correlação de Pearson (r) entre os valores observados e os previstos foi de 0,69, e o coeficiente de correlação intraclasse (ICC) foi de 0,79 (IC 95%: 0,69 a 0,86; p < 0,001), demonstrando boa concordância.

Resíduos

Na amostra de validação, a FPMp média foi de 29,45 ± 8,90 kg, em comparação com uma força de preensão observada média de 30,13 ± 12,33 kg. Isso resultou em um resíduo médio de 0,68 ± 8,93 kg, indicando que a pHGS foi, em média, 680 g inferior ao valor observado.

Tabela 2 – Coeficientes e estatísticas da análise de regressão multivariada para força de preensão manual (mão dominante) na amostra de derivação de pacientes com insuficiência cardíaca com idade entre 18 e 79 anos

Modelo	Coeficiente B não padronizado	IC95%	Valor p
Constante	-39,732	-70,070, -9,394	0,01
Sexo (feminino = 0; masculino = 1)	10,771	7,308, 14,233	<0,001
Idade (anos)	-0,158	-0,261, -0,054	0,003
Altura (m)	35,096	17,251, 52,941	0,000
Circunferência da panturrilha(cm)	0,448	0,138, 0,758	0,005
NYHA (I/II = 0; III/IV = 1)	-4,224	-7,234, -1,213	0,006

IC: intervalo de confiança; NYHA: classe funcional da insuficiência cardíaca congestiva de acordo com a New York Heart Association.

Discussão

Este estudo propõe uma equação de referência para prever os valores de FPM em pacientes com IC, com base em dados coletados de indivíduos clinicamente estáveis. Os dados foram obtidos seguindo protocolos previamente publicados na literatura.^{14,15,17-19,21} Os resultados indicam que 57% da variância na FPM pode ser explicada pela influência combinada de sexo, idade, estatura, classificação NYHA e circunferência da panturrilha. A equação proposta oferece uma alternativa para estimar os valores esperados de FPM em IC, permitindo que clínicos e pesquisadores comparem medidas em pacientes ambulatoriais e potencialmente extrapolem seu uso para situações de descompensação.

Apesar da forte correlação observada, os resíduos entre os valores preditos e os valores observados de FPM não podem ser ignorados. O mesmo foi descrito em um estudo populacional com indivíduos saudáveis, no qual a FPM foi predita com base na idade, estatura e peso.²² Nesse estudo, os resíduos médios foram de $1,41 \pm 5,57$ Kg para a mão dominante e $1,03 \pm 5,44$ Kg para a mão não dominante, respectivamente.²² Wang et al. também demonstraram que os valores de pFPM podem diferir dos valores medidos em uma proporção considerável de pacientes.²²

Em nossa revisão de literatura anterior, não foram identificadas equações de referência que se aplicassem especificamente à população com IC. No entanto, grupos de pesquisa brasileiros desenvolveram equações de referência para indivíduos saudáveis da população brasileira em geral.^{23,24} Por exemplo, Novaes et al.²³ propuseram as seguintes equações: FPM (mão dominante) = $39,996 - [0,382 \times \text{idade (anos)}] + [0,174 \times \text{peso (Kg)}] + [13,628 \times \text{sexo (feminino = 0; masculino = 1)}]$; FPM (mão não dominante) = $44,968 - [0,420 \times \text{idade (anos)}] + [0,110 \times \text{peso (Kg)}] + [9,274 \times \text{sexo (feminino = 0; masculino = 1)}]$.²³

Esse estudo incluiu apenas indivíduos com 50 anos ou mais e relatou coeficientes de regressão ajustados de 0,677 para a mão dominante e 0,546 para a mão não dominante.²³ No entanto, ao serem testadas em uma população de homens brasileiros de meia-idade, os CCIs entre os valores preditos e medidos foram baixos — 0,52 para a mão dominante e 0,42 para a mão não dominante — indicando acurácia preditiva limitada.²⁵ Esses resultados sugerem que as equações possuem validade restrita quando extrapoladas para populações diferentes daquelas originalmente estudadas.

Por outro lado, Lopes et al.²⁴ desenvolveram equações preditivas para a FPM em indivíduos brasileiros saudáveis, adultos jovens e de meia-idade, incorporando variáveis adicionais como a circunferência do antebraço e o comprimento da mão, além do sexo. As equações propostas foram: FPM (mão dominante) = $-15,490 + (10,787 \times \text{sexo [feminino = 0; masculino = 1]}) + (0,558 \times \text{circunferência do antebraço [cm]}) + (1,763 \times \text{comprimento da mão [cm]})$; e FPM (mão não dominante) = $-9,887 + (12,832 \times \text{sexo [feminino = 0; masculino = 1]}) + (2,028 \times \text{comprimento da mão [cm]})$. Essas equações foram capazes de explicar aproximadamente 71% da variabilidade na FPM.²⁴

Uma análise das equações de referência revela que certas variáveis exercem maior influência sobre a FPM. Um estudo demonstrou que, entre as medidas antropométricas do antebraço e da mão, a largura da mão é o melhor preditor de FPM em adultos jovens.²⁶ No entanto, a estatura é amplamente

reconhecida na literatura como a variável antropométrica mais associada à FPM. A altura reflete parte da estrutura óssea, e a massa óssea também contribui para o desempenho muscular e de força.^{9,27-29} O *International Working Group on Sarcopenia* recomenda incluir a altura na avaliação da massa muscular relativa, especialmente no contexto da incapacidade funcional.³⁰ Assim, a inclusão da estatura em modelos preditivos de FPM é essencial para obter valores condizentes com as características estruturais e anatômicas do indivíduo.

Como o esperado, houve diferença na força entre homens e mulheres, que se estendeu a outros grupos musculares do membro superior. Mulheres apresentam aproximadamente 30% da força masculina na flexão de ombro e na rotação interna/externa. Embora o mecanismo de força na escápula se mantenha consistente entre os padrões de movimento, as mulheres geram apenas entre 55% e 62% da força observada nos homens.³¹ Em relação à força do punho, as mulheres produzem aproximadamente 60–65% da força de flexão/extensão masculina, cerca de 55–60% da força de pronação/supinação e entre 60–70% da força de desvio ulnar/radial.³² Em geral, mulheres apresentam menor capacidade de produção de força em comparação aos homens; no entanto, quando a força é normalizada pela massa corporal, as diferenças entre os sexos tornam-se menos acentuadas — em alguns casos, as mulheres até superam os homens em métricas de força. Esse fenômeno é particularmente evidente durante movimentos de flexão e extensão em condições isocinéticas.³²

A idade também desempenha papel significativo na predição da FPM, principalmente devido à redução da força muscular associada ao envelhecimento.⁸ Em humanos, os sistemas neuromuscular e sensorial são essenciais para a geração da força máxima de preensão.^{33,34} Com o passar dos anos, a degradação fisiológica desses sistemas pode levar à lentidão e à inconsistência na geração de força pelas mãos.

A equação preditiva para indivíduos com IC exigiu a inclusão da circunferência da panturrilha, um indicador de massa corporal magra. Essa decisão é respaldada por pesquisas anteriores que indicam que a FPM se correlaciona com a força muscular geral em pacientes.⁷ Além disso, a inclusão da classificação funcional da NYHA introduz uma variável clínica amplamente utilizada, baseada na avaliação das limitações da atividade física.³⁵ Um estudo anterior demonstrou diferenças clinicamente significativas na FPM entre pacientes com maior comprometimento funcional, classificados como NYHA III/IV. Para cada quilograma adicional na FPM, houve uma redução de 2% na probabilidade de ser classificado como NYHA III ou IV.³⁶

Equações de predição específicas para a FPM podem servir como ferramentas úteis para interpretação clínica, visto que os pacientes frequentemente apresentam valores basais significativamente abaixo dos padrões de referência estabelecidos para populações saudáveis. Para enfrentar as limitações decorrentes da ausência de valores de referência específicos para pacientes em hemodiálise, Dilloway et al.³⁷ propuseram uma equação preditiva adaptada a esse grupo. A amostra de derivação foi composta por indivíduos bem nutridos, conforme a avaliação subjetiva global. Equações separadas foram desenvolvidas para cada sexo, utilizando variáveis demográficas como altura e idade. Por meio dessas equações, a FPM esperada foi calculada e comparada à FPM observada,

medida por dinamometria. Essa comparação resultou no índice de FPM (%), que os autores sugeriram como um parâmetro personalizado que oferece uma avaliação mais precisa da fraqueza muscular em pacientes submetidos à hemodiálise.³⁷

Em nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a propor uma equação preditiva para a FPM em pacientes com IC. Embora o estudo apresente limitações, como a utilização de uma amostra de conveniência e a ausência de monitoramento longitudinal da FPM nos mesmos indivíduos, as fortes correlações e a alta acurácia preditiva da equação sugerem que ela pode se tornar uma ferramenta valiosa na prática clínica, especialmente para avaliação da fragilidade. No entanto, essa equação deve ser considerada uma abordagem inicial para o monitoramento da capacidade física, ressaltando a importância da repetição da medida em cada consulta do paciente. Estudos futuros podem contribuir para esclarecer a relação entre a variabilidade da FPM e a classificação funcional da IC.

Além disso, embora este estudo tenha incluído um processo de validação interna, a validação externa da equação é essencial para confirmar sua generalização em populações diversas com IC. Essa limitação destaca a necessidade de mais pesquisas para avaliar sua aplicabilidade em diferentes contextos clínicos. Análises adicionais voltadas para a avaliação da utilidade clínica da equação podem favorecer uma adoção mais ampla dessa ferramenta, potencialmente como marcador prognóstico. Isso poderia reduzir a dependência de métodos mais complexos, que frequentemente são difíceis de implementar e serem interpretados em condições clínicas desfavoráveis.

Conclusão

Encontramos que idade, sexo, estatura, circunferência da panturrilha e classificação NYHA foram os principais determinantes da FPM em indivíduos com IC. A equação preditiva derivada dessas variáveis demonstrou forte concordância com os valores de FPM medidos. Assim, a equação de referência proposta pode servir como uma ferramenta clínica útil para interpretar medições de força de preensão em pacientes com IC.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Parahiba SM, Ribeiro ECT, Knobloch IS, Perry IDS, Clausell NO, Souza

GC, Rabelo-Silva ER; Obtenção de dados: Parahiba SM, Ribeiro ECT, Knobloch IS; Análise e interpretação dos dados: Parahiba SM, Dapper D, Luft V, Souza GC, Rabelo-Silva ER; Análise estatística: Parahiba SM, Dapper D; Obtenção de financiamento: Clausell NO, Souza GC, Rabelo-Silva ER; Redação do manuscrito: Parahiba SM; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo: Clausell NO, Luft V, Souza GC, Rabelo-Silva ER.

Potencial conflito de interesse

Não há conflito com o presente artigo

Fontes de financiamento

O presente estudo foi financiado pelo Hospital de Clínicas de Porto Alegre e parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), Código de financiamento 001.

Vinculação acadêmica

Este artigo é parte de tese de doutorado de Suena Medeiros Parahiba pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Aprovação ética e consentimento informado

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética do Hospital de Clínicas de Porto Alegre da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob o número de protocolo 5057.8121.200005327. Todos os procedimentos envolvidos nesse estudo estão de acordo com a Declaração de Helsinki de 1975, atualizada em 2013. O consentimento informado foi obtido de todos os participantes incluídos no estudo.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Fuentes-Abolaño JJ, Stubbs B, Pérez-Belmonte LM, Bernal-López MR, Gómez-Huelgas R, Cuesta-Vargas AI. Physical Functional Performance and Prognosis in Patients with Heart Failure: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2020;20(1):512. doi: 10.1186/s12872-020-01725-5.
2. Moumneh MB, Jamil Y, Kalra K, Ijaz N, Campbell G, Kochar A, et al. Frailty in the Cardiac Intensive Care Unit: Assessment and Impact. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2024;13(6):506-14. doi: 10.1093/ehjacc/zuae039.
3. Marengoni A, Zucchelli A, Vetrano DL, Aloisi G, Brandi V, Ciutan M, et al. Heart Failure, Frailty, and Pre-Frailty: A Systematic Review and Meta-Analysis of Observational Studies. *Int J Cardiol.* 2020;316:161-71. doi: 10.1016/j.ijcard.2020.04.043.
4. Faulkner KM, Uchmanowicz I, Lisiak M, Cichoń E, Cyrkot T, Szczepanowski R. Cognition and Frailty in Patients with Heart Failure: A Systematic Review of the Association between Frailty and Cognitive Impairment. *Front Psychiatry.* 2021;12:713386. doi: 10.3389/fpsy.2021.713386.
5. Pandey A, Kitzman D, Reeves G. Frailty is Intertwined with Heart Failure: Mechanisms, Prevalence, Prognosis, Assessment, and Management. *JACC Heart Fail.* 2019;7(12):1001-11. doi: 10.1016/j.jchf.2019.10.005.
6. Wang Y, Pu X, Zhu Z, Sun W, Xue L, Ye J. Handgrip Strength and the Prognosis of Patients with Heart Failure: A Meta-Analysis. *Clin Cardiol.* 2023;46(10):1173-84. doi: 10.1002/clc.24063.
7. Porto JM, Nakaishi APM, Cangussu-Oliveira LM, Freire RC Jr, Spilla SB, Abreu DCC. Relationship between Grip Strength and Global Muscle Strength in

Artigo Original

- Community-Dwelling Older People. *Arch Gerontol Geriatr.* 2019;82:273-8. doi: 10.1016/j.archger.2019.03.005.
8. Lee SC, Wu LC, Chiang SL, Lu LH, Chen CY, Lin CH, et al. Validating the Capability for Measuring Age-Related Changes in Grip-Force Strength Using a Digital Hand-Held Dynamometer in Healthy Young and Elderly Adults. *Biomed Res Int.* 2020;2020:6936879. doi: 10.1155/2020/6936879.
9. Byambaa A, Altankhuyag I, Damdinbazar O, Jadamba T, Byambasukh O. Anthropometric and Body Circumference Determinants for Hand Grip Strength: A Population-Based Mon-Timeline Study. *J Aging Res.* 2023;2023:6272743. doi: 10.1155/2023/6272743.
10. Lee L, Patel T, Costa A, Bryce E, Hillier LM, Slonim K, et al. Screening for Frailty in Primary Care: Accuracy of Gait Speed and Hand-Grip Strength. *Can Fam Physician.* 2017;63(1):e51-e57.
11. Ibrahim K, May CR, Patel HP, Baxter M, Sayer AA, Roberts HC. Implementation of Grip Strength Measurement in Medicine for Older People Wards as Part of Routine Admission Assessment: Identifying Facilitators and Barriers Using a Theory-Led Intervention. *BMC Geriatr.* 2018;18(1):79. doi: 10.1186/s12877-018-0768-5.
12. Reichenheim ME, Lourenço RA, Nascimento JS, Moreira VG, Neri AL, Ribeiro RM, et al. Normative Reference Values of Handgrip Strength for Brazilian Older People Aged 65 to 90 Years: Evidence from the Multicenter Fibra-BR Study. *PLoS One.* 2021;16(5):e0250925. doi: 10.1371/journal.pone.0250925.
13. Wang YC, Bohannon RW, Li X, Sindhu B, Kapellusch J. Hand-Grip Strength: Normative Reference Values and Equations for Individuals 18 to 85 Years of Age Residing in the United States. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2018;48(9):685-93. doi: 10.2519/jospt.2018.7851.
14. Dowhan L, DeChicco R, Welsh R, Wehner R, Habib M, Hipskind P, et al. Comparison between Handgrip Dynamometry and Manual Muscle Testing Performed by Registered Dietitians in Measuring Muscle Strength and Function of Hospitalized Patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2016;40(7):951-8. doi: 10.1177/0148607115580647.
15. Núñez-Cortés R, Cruz BDP, Gallardo-Gómez D, Calatayud J, Cruz-Montecinos C, López-Gil JF, et al. Handgrip Strength Measurement Protocols for All-Cause and Cause-Specific Mortality Outcomes in More than 3 Million Participants: A Systematic review and Meta-Regression Analysis. *Clin Nutr.* 2022;41(11):2473-89. doi: 10.1016/j.clnu.2022.09.006.
16. Johansson CA, Kent BE, Shepard KE. Relationship between Verbal Command Volume and Magnitude of Muscle Contraction. *Phys Ther.* 1983;63(8):1260-5. doi: 10.1093/ptj/63.8.1260.
17. Bursac Z, Gauss CH, Williams DK, Hosmer DW. Purposeful Selection of Variables in Logistic Regression. *Source Code Biol Med.* 2008;3:17. doi: 10.1186/1751-0473-3-17.
18. Hinkle DE, Wiersma W, Jurs SG. *Applied Statistics for the Behavioral Sciences.* 5th ed. Boston: Houghton Mifflin; 2003.
19. Mukaka MM. Statistics Corner: A Guide to Appropriate Use of Correlation Coefficient in Medical Research. *Malawi Med J.* 2012;24(3):69-71.
20. Koo TK, Li MY. A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *J Chiropr Med.* 2016;15(2):155-63. doi: 10.1016/j.jcm.2016.02.012.
21. MacDermid J, Solomon G, Valdes K. *Clinical Assessment Recommendations.* 3rd ed. Mount Laurel: American Society of Hand Therapists; 2015.
22. Wang I, Bohannon RW, Kapellusch J, Rahman MH, Liu CJ, Chang PF. Predicting the Handgrip Strength Across the Age Span: Cross-Validating Reference Equations from the 2011 NIH Toolbox Norming Study. *J Hand Ther.* 2022;35(1):131-41. doi: 10.1016/j.jht.2020.11.005.
23. Novaes RD, Miranda AS, Silva JO, Tavares BVF, Dourado VZ. Reference Equations for Predicting of Handgrip Strength in Brazilian Middle-Aged and Elderly Subjects. *Fisioter Pesq.* 2009;16(3):217-22. doi: 10.1590/S1809-29502009000300005.
24. Lopes J, Grams ST, Silva EF, Medeiros LA, Brito CMM, Yamaguti WP. Reference Equations for Handgrip Strength: Normative Values in Young Adult and Middle-Aged Subjects. *Clin Nutr.* 2018;37(3):914-8. doi: 10.1016/j.clnu.2017.03.018.
25. Fernandes AA, Silva CD, Vieira BC, Marins JCB. Predictive Validity of Reference Equations to Hand Grip Strength in Brazilian Men of Middle Age and Elderly. *Fisioter Pesq.* 2012;19(4):351-6. doi: 10.1590/S1809-29502012000400010.
26. Eidson CA, Jenkins GR, Yuen HK, Abernathy AM, Brannon MB, Pung AR, et al. Investigation of the Relationship between Anthropometric Measurements and Maximal Handgrip Strength in Young Adults. *Work.* 2017;57(1):3-8. doi: 10.3233/WOR-172537.
27. Amaral CA, Amaral TLM, Monteiro GTR, Vasconcellos MTL, Portela MC. Hand Grip Strength: Reference Values for Adults and Elderly People of Rio Branco, Acre, Brazil. *PLoS One.* 2019;14(1):e0211452. doi: 10.1371/journal.pone.0211452.
28. Mendes J, Amaral TF, Borges N, Santos A, Padrão P, Moreira P, et al. Handgrip Strength Values of Portuguese Older Adults: A Population Based Study. *BMC Geriatr.* 2017;17(1):191. doi: 10.1186/s12877-017-0590-5.
29. Dodds RM, Syddall HE, Cooper R, Kuh D, Cooper C, Sayer AA. Global Variation in Grip Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis of Normative Data. *Age Ageing.* 2016;45(2):209-16. doi: 10.1093/ageing/afv192.
30. Alley DE, Shardell MD, Peters KW, McLean RR, Dam TT, Kenny AM, et al. Grip Strength Cutpoints for the Identification of Clinically Relevant Weakness. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2014;69(5):559-66. doi: 10.1093/gerona/glu011.
31. Kritzer TD, Lang CJ, Holmes MWR, Cudlip AC. Sex Differences in Strength at the Shoulder: A Systematic Review. *PeerJ.* 2024;12:e16968. doi: 10.7717/peerj.16968.
32. Napper AD, Sayal MK, Holmes MWR, Cudlip AC. Sex Differences in Wrist Strength: A Systematic Review. *PeerJ.* 2023;11:e16557. doi: 10.7717/peerj.16557.
33. Hemmerling KJ, Hoggarth MA, Sandhu MS, Parrish TB, Bright MG. Spatial Distribution of Hand-Grasp Motor Task Activity in Spinal Cord Functional Magnetic Resonance Imaging. *Hum Brain Mapp.* 2023;44(17):5567-81. doi: 10.1002/hbm.26458.
34. Cramer SC, Weisskoff RM, Schaechter JD, Nelles G, Foley M, Finklestein SP, et al. Motor Cortex Activation is Related to Force of Squeezing. *Hum Brain Mapp.* 2002;16(4):197-205. doi: 10.1002/hbm.10040.
35. Caraballo C, Desai NR, Mulder H, Alhanti B, Wilson FP, Fiuzat M, et al. Clinical Implications of the New York Heart Association Classification. *J Am Heart Assoc.* 2019;8(23):e014240. doi: 10.1161/JAHA.119.014240.
36. Duarte RRP, Gonzalez MC, Oliveira JF, Goulart MR, Castro I. Is there an Association between the Nutritional and Functional Parameters and Congestive Heart Failure Severity? *Clin Nutr.* 2021;40(5):3354-9. doi: 10.1016/j.clnu.2020.11.008.
37. Dilloway T, Ashby DR, Hickson M, Temple A, Johansson LR. Handgrip Strength Index: A Novel Parameter Which Quantifies Clinical Weakness in People on Haemodialysis. *J Ren Nutr.* 2023;33(3):456-64. doi: 10.1053/j.jrn.2022.08.002.

*Material suplementar

Para informação adicional, por favor, clique aqui.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons