v7.n10.2026

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

DISFUNÇÃO MUSCULAR RESPIRATÓRIA E ALTERAÇÕES ULTRASSONOGRÁFICAS DO DIAFRAGMA EM IDOSOS COM INSUFICIÊNCIA CARDÍACA NA UTI SEGUNDO FRAÇÃO DE EJEÇÃO

RESPIRATORY MUSCLE DYSFUNCTION AND DIAPHRAGM ULTRASOUND ABNORMALITIES IN OLDER PATIENTS WITH HEART FAILURE IN THE ICU, STRATIFIED BY EJECTION FRACTION

DISFUNCIÓN DE LOS MÚSCULOS RESPIRATORIOS Y CAMBIOS ECOGRÁFICOS DEL DIAFRAGMA EN PACIENTES ANCIANOS CON INSUFICIENCIA CARDÍACA EN LA UCI SEGÚN LA FRACCIÓN DE EYECCIÓN

Beatriz Brandão de Souza[1], Aenoan Rayane de Souza Soares[2], Mara Teresinha de Figueiredo Silva[3], Vitor Gabriel Cavalcante da Silva[3], Gyovanna Larissa Barbosa da Silva[3], Simone Braz de Araújo Magalhães[4], Ingrid Marianne de Freitas Santos[5], Lidier Roberta Moraes Nogueira[6], Isaac Newton de Abreu Figueiredo[7]

e109112
https://doi.org/10.47820/recima21.v7i10.9112

PUBLICADO: 10/2026

RESUMO

O envelhecimento associa-se a alterações estruturais e funcionais em múltiplos sistemas, que podem ser potencializadas pela insuficiência cardíaca (IC) e pela internação em unidades de terapia intensiva (UTI), contribuindo para o comprometimento da musculatura respiratória e da função diafragmática. Objetivo: Analisar a prevalência da fraqueza muscular respiratória e das alterações nos parâmetros ultrassonográficos do diafragma em idosos com IC internados em UTI. Métodos: Estudo observacional analítico, de caráter transversal, realizado em UTIs de um hospital de referência. Foram incluídos idosos (≥60 anos) com diagnóstico de IC, em respiração espontânea, internados há mais de 24 horas. A força muscular respiratória foi avaliada por meio da manovacuometria (PImáx e PEmáx) e a função diafragmática, por ultrassonografia, quanto à mobilidade, à espessura e à fração de espessamento do diafragma. Os pacientes foram estratificados conforme a fração de ejeção (reduzida ou preservada). Resultados: Amostra final composta por 16 pacientes, com idade média de 75,25 ± 9,99 anos. Observou-se elevada prevalência de disfunção diafragmática, com redução da mobilidade diafragmática (100%) e da fração de espessamento (68,8%), além de fraqueza muscular inspiratória (81,3%) e expiratória (100%). Não foram identificadas associações significativas entre os parâmetros ultrassonográficos e a força muscular respiratória, segundo a fração de ejeção. Verificou-se correlação significativa entre PImáx e PEmáx. Conclusão: Idosos com IC internados em UTI apresentaram elevada prevalência de disfunção diafragmática e de fraqueza muscular respiratória. Esses achados reforçam a importância da avaliação precoce da musculatura respiratória e da função diafragmática nessa população.

PALAVRAS-CHAVE: Insuficiência cardíaca. Diafragma. Unidade de Terapia Intensiva. Idoso.

ABSTRACT

Aging is associated with structural and functional changes across multiple systems, changes that can be exacerbated by heart failure (HF) and intensive care unit (ICU) admission, thereby contributing to the impairment of respiratory muscles and diaphragmatic function.

[1] Fisioterapeuta e Mestranda na Universidade Federal do Rio Grande do Norte.
[2] Fisioterapeuta e Mestre pela Universidade Federal de Pernambuco.
[3] Fisioterapeuta e Residente em Fisioterapia no Hospital Alfa.
[4] Especialista em Terapia Intensiva e Fisioterapeuta no Hospital Alfa.
[5] Mestre e Fisioterapeuta no Hospital Alfa.
[6] Doutora e diretora de Ensino e Pesquisa do Hospital Dom Helder - FGH.
[7] Mestre pela Universidade Federal de Pernambuco e Fisioterapeuta no Hospital Alfa.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

REVISTA CIENTÍFICA - RECIMA21 ISSN 2675-6218

Objective: To analyze the prevalence of respiratory muscle weakness and alterations in diaphragmatic ultrasound parameters among older patients with HF admitted to the ICU. Methods: An observational, analytical, cross-sectional study conducted in the ICUs of a referral hospital. The study included older patients (≥60 years old) with a diagnosis of HF who were breathing spontaneously and had been hospitalized for more than 24 hours. Respiratory muscle strength was assessed via manovacuometry (MIP and MEP), while diaphragmatic function was evaluated using ultrasound to measure diaphragmatic mobility, thickness, and thickening fraction. Patients were stratified according to ejection fraction (reduced or preserved). Results: The final sample consisted of 16 patients with a mean age of 75.25 ± 9.99 years. A high prevalence of diaphragmatic dysfunction was observed, characterized by reduced diaphragmatic mobility (100%) and thickening fraction (68.8%), as well as inspiratory (81.3%) and expiratory (100%) muscle weakness. No significant associations were identified between ultrasound parameters and respiratory muscle strength based on ejection fraction. A significant correlation was found between MIP and MEP. Conclusion: Older patients with HF admitted to the ICU exhibited a high prevalence of diaphragmatic dysfunction and respiratory muscle weakness. These findings underscore the importance of early assessment of respiratory muscles and diaphragmatic function in this population.

KEYWORDS: *Heart failure. Diaphragm. Intensive Care Unit. Elderly.*

RESUMEN

El envejecimiento se asocia con cambios estructurales y funcionales en múltiples sistemas, que pueden exacerbarse por la insuficiencia cardíaca (IC) y el ingreso en unidades de cuidados intensivos (UCI), contribuyendo al deterioro de los músculos respiratorios y la función diafragmática. Objetivo: Analizar la prevalencia de debilidad de los músculos respiratorios y alteraciones en los parámetros ecográficos del diafragma en pacientes ancianos con IC ingresados en la UCI. Métodos: Se realizó un estudio observacional transversal analítico en las UCI de un hospital de referencia. Se incluyeron pacientes ancianos (≥60 años) diagnosticados con IC, con respiración espontánea y hospitalizados durante más de 24 horas. La fuerza de los músculos respiratorios se evaluó mediante manovacuometría (PImáx y PEmáx), y la función diafragmática se evaluó mediante ecografía, en cuanto a movilidad, grosor y fracción de engrosamiento diafragmático. Los pacientes se estratificaron según la fracción de eyección (reducida o conservada). Resultados: La muestra final consistió en 16 pacientes, con una edad media de 75,25 ± 9,99 años. Se observó una alta prevalencia de disfunción diafragmática, con movilidad diafragmática reducida (100%) y fracción de engrosamiento reducida (68,8%), además de debilidad muscular inspiratoria (81,3%) y espiratoria (100%). No se identificaron asociaciones significativas entre los parámetros ecográficos y la fuerza de los músculos respiratorios, según la fracción de eyección. Se encontró una correlación significativa entre la presión inspiratoria máxima (PIM) y la presión espiratoria máxima (PEM). Conclusión: Los pacientes ancianos con insuficiencia cardíaca ingresados en la UCI presentaron una alta prevalencia de disfunción diafragmática y debilidad de los músculos respiratorios. Estos hallazgos refuerzan la importancia de la evaluación temprana de los músculos respiratorios y la función diafragmática en esta población.

PALABRAS CLAVE*: Insuficiencia cardíaca. Diafragma. Unidad de cuidados intensivos. Ancianos.*

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

INTRODUÇÃO

O envelhecimento é um processo humano, natural e progressivo, que envolve alterações estruturais e funcionais em múltiplos sistemas. Ao longo do tempo, essas alterações, principalmente nos sistemas cardiovascular, respiratório e neuromuscular, resultam na redução da reserva funcional e na maior vulnerabilidade a doenças crônicas. Entre as principais condições, destaca-se a insuficiência cardíaca (IC), cuja prevalência aumenta diretamente com a idade, especialmente após os 60 anos (1). A IC afeta cerca de 60 milhões de pessoas mundialmente e é caracterizada pelo comprometimento da função cardíaca de bombear sangue adequadamente, o que leva à congestão sistêmica, redução do débito cardíaco e diminuição da oxigenação tecidual. De acordo com a fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE), a IC pode ser classificada em reduzida (FEVEr ≤ 40%), moderada (FEVEm 41–49%) ou preservada (FEVEp ≥ 50%) (2).

Em decorrência das alterações mecânicas na bomba cardíaca, processos inflamatórios se acentuam, aumentando a excitabilidade simpática e a consequente liberação de hormônios relacionados aos músculos, o que contribui para um desequilíbrio entre a síntese e a degradação proteica (3). Nesse contexto, ocorre prejuízo na musculatura esquelética, caracterizado pela redução da densidade volumétrica mitocondrial e capilares sanguíneos. Observa-se também a diminuição da quantidade de enzimas oxidativas e o aumento da proporção de fibras musculares do tipo IIb, levando a uma redução da capacidade de exercício, devido à fadiga precoce, atrofia muscular e déficit de oxigênio (4).

Os músculos respiratórios, como um todo, são afetados por essas alterações e podem apresentar fraqueza e falência respiratória, repercutindo diretamente na capacidade funcional do indivíduo. A força muscular respiratória pode ser mensurada por meio da pressão inspiratória máxima (PImáx) e da pressão expiratória máxima (PEmáx) (5). O diafragma pode ser o primeiro a ser afetado e apresentar prejuízo na mobilidade e na espessura, o que resulta em desvantagem biomecânica na respiração. Desse modo, alterações no diafragma podem estar associadas ao aumento da dispneia, à deterioração da função pulmonar e a maiores taxas de mortalidade (6), assim como à diminuição da fração de espessamento diafragmático (DTF).

A literatura ainda apresenta lacunas consideráveis quanto à compreensão da interação entre a função diafragmática, a força muscular respiratória e suas repercussões clínicas em pacientes idosos com IC. Ainda são escassas as análises integradas desses parâmetros, especialmente no contexto de internações prolongadas em unidades de terapia intensiva (UTI).

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Além disso, há uma notável escassez de dados especificamente direcionados à população idosa com IC internada em UTI, particularmente estratificada pela FEVE.

Considerando a complexidade clínica dos idosos com IC internados em UTI, a análise integrada da força muscular respiratória e dos parâmetros ultrassonográficos do diafragma apresenta elevada relevância clínica. A internação em UTI, associada às alterações próprias da IC, pode contribuir para o comprometimento precoce da musculatura respiratória e da função diafragmática, com impacto na ventilação e no prognóstico. Além disso, a estratificação pela FEVE possibilita a identificação de possíveis diferenças no padrão de disfunção respiratória entre os fenótipos da doença. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a prevalência da fraqueza muscular respiratória e das alterações ultrassonográficas do diafragma em idosos com IC internados na UTI, segundo as diferentes frações de ejeção.

1. REFERENCIAL TEÓRICO

O envelhecimento é um dos principais fatores de risco para doenças e eventos cardiovasculares e uma das principais causas de morte no mundo. O envelhecimento sistêmico é reflexo não apenas da idade cronológica, mas também do declínio da função fisiológica, impulsionado pela exposição crônica a fatores pró-inflamatórios, que contribuem para a senescência celular e o envelhecimento patológico (7).

Os fatores pró-inflamatórios vasculares são rigorosamente regulados pela atividade nervosa simpática, pelo sistema renina-angiotensina-aldosterona e pelas atividades endoteliais induzidas pelo estresse físico e mental (7). Com as modificações crônicas, há o aumento da rigidez devido à substituição do material elástico por colágeno e à formação de uma matriz mais rígida, tornando-se mais evidente nas grandes artérias elásticas (8).

Quando a função contrátil do ventrículo esquerdo está reduzida, o músculo cardíaco fica incapaz de acomodar o aumento do retorno venoso ou o faz à custa de um aumento patológico nas pressões de enchimento cardíaco. O ecocardiograma transtorácico é a ferramenta mais utilizada na avaliação e classificação do estado morfológico e funcional do coração, tanto por sua aplicabilidade à beira do leito quanto por não ser invasivo (9).

Além das alterações locais na bomba cardíaca, a IC desencadeia anormalidades no músculo esquelético e, consequentemente, na reserva pulmonar (10). Aproximadamente 70% dos pacientes hospitalizados com IC apresentam dispneia, fadiga e fraqueza muscular periférica devido à exaustão dos músculos respiratórios e a uma resposta ventilatória aumentada (11). Essa exaustão resulta em ativação simpática e vasoconstrição periférica que desviam sangue

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

oxigenado para os músculos respiratórios fadigados, reduzindo ainda mais a tolerância ao exercício (10).

Nesse contexto, torna-se essencial a avaliação da força muscular respiratória por meio da PImáx e PEmáx pelo seu importante significado clínico, uma vez que a PImáx apresenta correlação prognóstica direta com a mortalidade na IC (12). Outro fator importante a ser avaliado nessa população é o músculo diafragma, pois ele pode apresentar redução na área de secção transversal das fibras, causada tanto pelo envelhecimento quanto pelo mecanismo da IC (13). Por meio da ultrassonografia, a contratilidade diafragmática e o encurtamento muscular durante a inspiração podem ser quantificados. Os valores obtidos da espessura e da DTF fornecem uma relação direta com o desempenho diafragmático sob um determinado nível de estímulo e esforço inspiratório.

2. METODOLOGIA

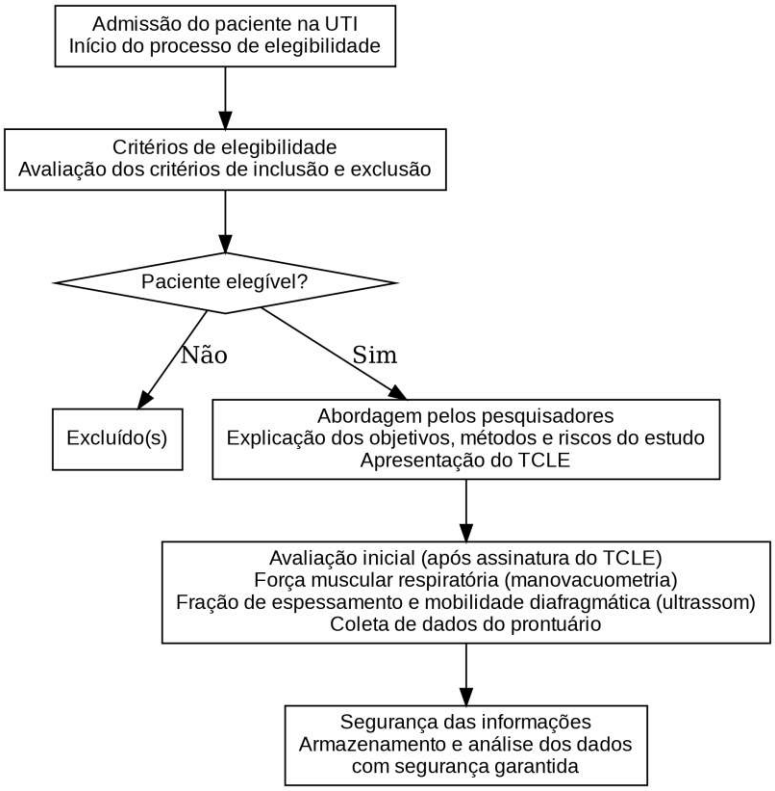
Estudo observacional analítico, transversal, guiado pelas diretrizes do STROBE (Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology) (14). Realizado com idosos com IC, no período de maio de 2025 a janeiro de 2026, internados na UTI do Hospital Alfa, localizado em Recife-PE.

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IMIP (CEP-IMIP), sob o Certificado de Apresentação para Apreciação Ética (CAAE) nº 88318025.4.0000.5201 e parecer nº 7.569.051 e em consonância com os aspectos éticos estabelecidos pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde/MS. A população-alvo foi selecionada por amostragem não probabilística, por conveniência, método amplamente utilizado em pesquisas observacionais conduzidas em contextos hospitalares críticos. Não foi realizado cálculo amostral prospectivo para dimensionamento da amostra.

Os critérios de inclusão foram: pacientes com idade ≥ 60 anos, diagnóstico clínico de IC, admitidos e internados há mais de 24 horas em UTI e em respiração espontânea. Foram excluídos do estudo os pacientes que não realizaram ecocardiograma durante a internação, aqueles com diagnóstico prévio de doenças neuromusculares ou neurológicas incapacitantes, pacientes com comprometimento cognitivo severo, impossibilitando a compreensão e/ou resposta adequada aos instrumentos avaliativos, bem como os que não completaram as avaliações previstas no protocolo.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 1. Fluxograma dos procedimentos do estudo



Fonte: Próprio autor (2025).

As variáveis dependentes foram: força muscular respiratória (manovacuometria) e parâmetros diafragmáticos (fração de espessamento e mobilidade diafragmática por ultrassom); e as variáveis independentes foram: idade, frações de ejeção ventricular esquerda, sexo, comorbidades associadas e tempo de internação na UTI.

Foi aplicada uma ficha semiestruturada para dados pessoais e sociodemográficos, contendo informações de nome, idade, sexo, FEVE, comorbidades, dentre outras, as quais foram obtidas por meio de prontuários eletrônicos dos respectivos pacientes. A Escala de Glasgow foi utilizada para avaliar o nível de consciência dos participantes, considerando a resposta ocular (pontuação 1-4), resposta verbal (pontuação 1-5) e resposta motora (pontuação 1-6). O escore total varia de 3 a 15, em que quanto maior a pontuação, melhor o nível de consciência do indivíduo (15).

A classificação da FEVE foi feita a partir dos resultados obtidos pelo médico cardiologista na ecocardiografia e registrados em prontuário eletrônico. Considerando-se como FEVEr ≤ 40%; FEVEm 41-49% e FEVEp ≥ 50% (2). A força muscular respiratória foi avaliada por meio da

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

manovacuometria, utilizando um manovacuômetro analógico da marca Ventbras. O teste foi realizado com o paciente sentado no leito, conforme tolerância clínica e estabilidade hemodinâmica.

Para a mensuração da pressão inspiratória máxima (PImáx), o paciente foi instruído a realizar uma expiração até o volume residual, seguida de uma inspiração máxima, sustentando o esforço de 1 a 2 segundos. Para a pressão expiratória máxima (PEmáx), a manobra foi realizada iniciando por uma inspiração até atingir a capacidade pulmonar total, seguida de uma expiração máxima. Foi registrado para análise o maior valor entre três manobras, sendo atribuídos os valores de referência para PImáx de -57 para mulheres e -83 para homens, e de PEmáx, +116 e +174 para mulheres e homens, respectivamente (16).

A avaliação da função diafragmática foi realizada à beira do leito por um aparelho de ultrassonografia (Mindray, modelo DC-60 Exp), equipado com transdutor linear e convexo. O paciente foi posicionado sentado, com angulação de 90° e a avaliação de ambas as variáveis foi feita no dimídio direito.

A mobilidade do diafragma foi avaliada com o transdutor convexo, situado na região subcostal anterior entre as linhas axilar anterior e hemiclavicular. Foi utilizado o modo M para avaliação; foi solicitado ao paciente a realização de diferentes padrões respiratórios, como respiração tranquila (VT), profunda (IP) e o sniffing (SNIP) (inspiração vigorosa e rápida), conforme a tolerância do paciente. A amplitude da excursão foi mensurada pela distância entre a linha basal (expiração) e o pico da curva inspiratória gerada pelo traçado no modo M (17). A excursão diafragmática durante o VT foi considerada normal quando situada entre 1,5 e 2,1 cm para o sexo masculino e entre 1,3 e 1,9 cm para o feminino. A excursão diafragmática durante IP apresentou valores de referência de 5,9 a 8,1 cm para homens e 4,7 a 6,7 cm para mulheres. Para o SNIP, foram utilizados valores de referência de 2,3 a 3,5 cm no masculino e de 2,1 a 3,1 cm no feminino (18).

A DTF foi avaliada com o transdutor linear posicionado na zona de aposição, entre o oitavo e o décimo espaço intercostal, entre as linhas axilares anterior e média. A avaliação foi realizada também em modo M, sendo medida como a distância entre as interfaces hiperecogênicas da pleura e do peritônio, no final da expiração (DTF-exp) e no fim da inspiração (DTF-ins). A DTF é calculada pela fórmula: DTF (%) = [(DTF-ins - DTF-exp) ÷ DTF-exp] x 100. A fração de espessamento diafragmático foi considerada dentro da normalidade quando situada entre 28% e 46%, considerando um valor crítico quando estava abaixo de 20%. Foi calculada também a taxa de espessamento, utilizando a espessura diafragmática inspiratória profunda

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

(DTF-ins-CPT), dividida pela DTF-exp (22). A taxa de espessamento apresentou valores de referência de 1,8 a 2,4 cm para homens e de 0,6 a 1,6 cm para mulheres (18).

A coleta de dados foi realizada de maneira sistemática e padronizada. Todos os dados foram registrados em planilhas digitais e armazenados de forma segura. A análise estatística foi realizada para identificar possíveis correlações entre as diferentes frações de ejeção.

As variáveis qualitativas foram descritas por meio de frequências absolutas e relativas. As variáveis quantitativas foram expressas por medidas de posição (média e mediana) e de dispersão (desvio-padrão, valores mínimo e máximo). Para a análise das associações entre variáveis qualitativas, foram construídas tabelas de contingência, sendo utilizados o teste do Qui-quadrado ou, quando seus pressupostos não foram atendidos, o teste Exato de Fisher. Para avaliar a associação entre as pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx) e os parâmetros ultrassonográficos do diafragma, foi utilizado o coeficiente de correlação de Spearman, com a realização do respectivo teste de hipótese.

A comparação das pressões respiratórias máximas (PImáx e PEmáx) entre os grupos estratificados pela fração de ejeção (reduzida e preservada) foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney. Em todas as análises, adotou-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O banco de dados foi organizado no software LibreOffice Calc versão 7.0.3.1, e as análises estatísticas foram realizadas no software Jamovi versão 2.6.44.

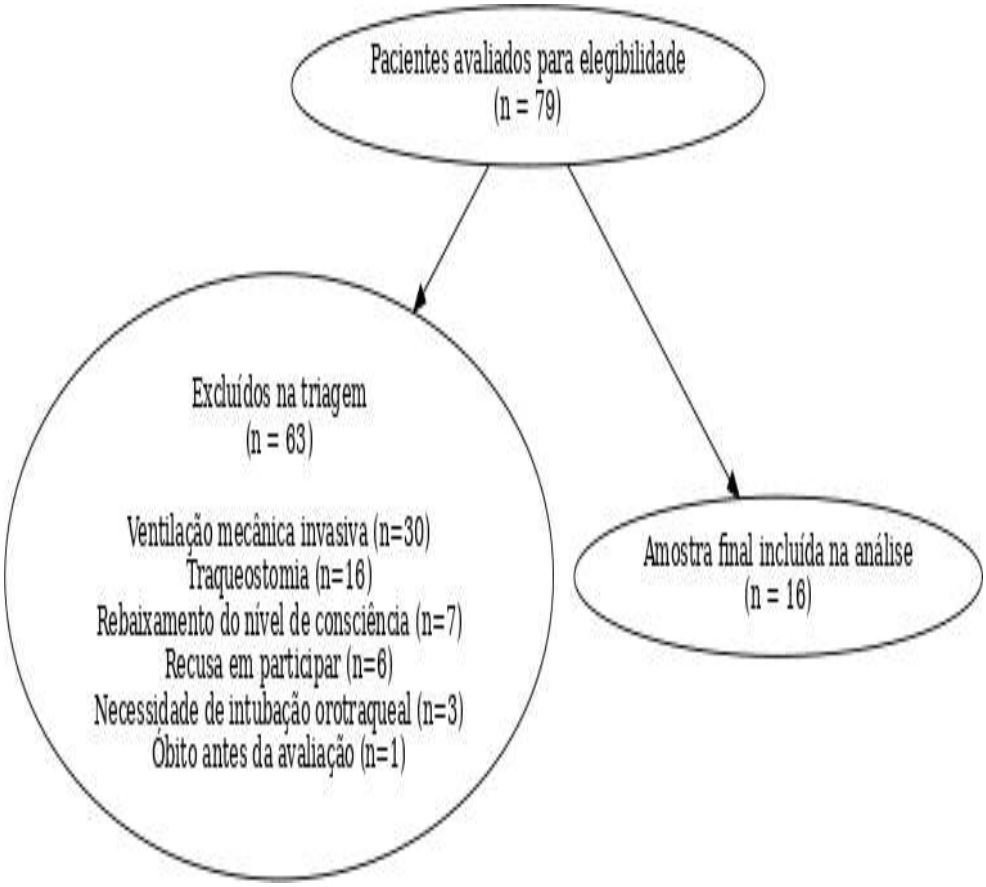
3. RESULTADOS

Para elegibilidade, 79 indivíduos foram avaliados e 16 pacientes compuseram a amostra final, pois 63 indivíduos foram excluídos por não atenderem aos critérios de inclusão na triagem (Figura 2).

A idade média dos participantes foi de 75,25 ± 9,99 anos, com tempo médio de internação em UTI de 7,94 ± 5,88 dias. Houve predominância do sexo masculino entre os pacientes avaliados (56,3%). A maioria dos pacientes apresentou fração de ejeção preservada (56,3%), enquanto 43,8% apresentaram fração de ejeção reduzida. Nenhum dos pacientes avaliados possuía fração de ejeção moderada.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Figura 2. Fluxograma de inclusão e exclusão dos pacientes do estudo



A hipertensão arterial sistêmica (HAS) foi a comorbidade mais prevalente (87,5%), seguida de diabetes mellitus (DM) (37,5%) e da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (25%). Como fator de risco, o tabagismo foi evidenciado em 12,5% dos pacientes avaliados.

Em relação aos parâmetros ultrassonográficos, como mostra a Tabela 1, a velocidade de contração foi ≥ 1,3 cm/s em 56,3% dos pacientes. A mobilidade diafragmática (VT, SNIP e IP) esteve fora do intervalo de referência em 100% dos pacientes, estando abaixo dos valores de normalidade. Já a espessura diafragmática esteve abaixo dos valores de referência em 62,5% dos indivíduos. A DTF apresentou valores abaixo da normalidade em 68,8% dos pacientes avaliados; destes, 45,5% apresentaram fração de espessamento inferior a 20%, indicando maior fragilidade do quadro.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 1. Parâmetros ultrassonográficos analisados no estudo

Variável	Categoria	n	%
Velocidade de contração (cm/s)	≥ 1,3	9	56,3
	< 1,3	7	43,8
VT (cm)	Fora do valor de referência	16	100,0
SNIP (cm)	Fora do intervalo de referência	16	100,0
IP (cm)	Fora do intervalo de referência	16	100,0
Espessura diafragmática (cm)	Dentro do intervalo de referência	6	37,5
	Fora do intervalo de referência	10	62,5
DTF (%)	28% - 46%	5	31,3
	Fora do intervalo de referência	11	68,8
DTF (%)	Acima de 20%	6	54,5
	Abaixo de 20%	5	45,5

VT: respiração tranquila; SNIP: sniffing; IP: inspiração profunda; DTF: fração de espessamento diafragmático.

Conforme apresentado na Tabela 2, observou-se elevada prevalência de fraqueza muscular respiratória na amostra estudada. A fraqueza muscular inspiratória, avaliada por meio da PImáx, esteve presente em 81,3% dos pacientes, enquanto a fraqueza muscular expiratória, mensurada pela PEmáx, foi identificada em 100% dos indivíduos avaliados, com média de 46 cmH_2O. Esses achados indicam comprometimento global da musculatura respiratória nos idosos com IC internados em UTI.

Tabela 2. Fraqueza muscular respiratória

Variável	Categoria	n	%
Fraqueza (PImáx)	SIM	13	81,3
	NÃO	3	18,8
Fraqueza (PEmáx)	SIM	16	100,0

PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

A Tabela 3 demonstra que não foram encontradas associações significativas entre a FEVE e os parâmetros ultrassonográficos do diafragma. As variáveis analisadas, incluindo velocidade de contração, espessura diafragmática e fração de espessamento diafragmático, apresentaram distribuição semelhante entre os grupos com fração de ejeção reduzida e preservada, com valores de p superiores a 0,05 em todas as comparações.

Tabela 3. Associação entre os parâmetros ultrassonográficos e as frações de ejeção

		FRAÇÃO DE EJEÇÃO		
		REDUZIDA	PRESERVADA	
Variável	**Categoria**	**n(%)**	**n(%)**	**p-valor**
Velocidade de contração (cm/s)	≥1,3	3 (33,3)	6 (66,7)	0,615 f
	<1,3	4 (57,1)	3 (42,9)	
VT (cm)	Fora do VF	7(43,8)	9(56,3)	-
SNIP (cm)	Fora do VF	7(43,8)	9(56,3)	-
IP (cm)	Fora do VF	7(43,8)	9(56,3)	-
Espessura diafragmática (cm)	Dentro do intervalo	1 (16,7)	5 (83,3)	0,145 f
	Fora do intervalo	6 (60,0)	4 (40,0)	
DTF (%)	28% - 46%	2 (40,0)	3 (60,0)	1,000 f
	Fora do VF	5 (45,5)	6 (54,5)	
DTF (%)	Acima de 20%	3 (50,0)	3 (50,0)	1,000 f
	Abaixo de 20%	2 (40,0)	3 (60,0)	

f: Teste Exato de Fisher; VT: respiração tranquila; SNIP: sniffing; IP: inspiração profunda; DTF: fração de espessamento diafragmático; VF: valor de referência.

Na comparação da força muscular respiratória entre os grupos estratificados pela FEVE, conforme apresentado na Tabela 4, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos valores de PImáx (p = 0,488) e PEmáx (p = 0,183). Esses resultados indicam que a força muscular respiratória foi semelhante entre os pacientes com fração de ejeção reduzida e preservada.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Tabela 4. Associação entre a força muscular respiratória e as frações de ejeção

	FRAÇÃO DE EJEÇÃO		
	REDUZIDA	PRESERVADA	
Variável	Média(dp)/Mediana(mín a máx)	Média(dp)/Mediana(mín a máx)	p-valor
PImáx	-67,1 (37,7)/-55 (-130 a -35)	-48,9 (15,0)/-45 (-75 a -30)	0,488[U]
PEmáx	55,7 (24,2)/55 (30 a 100)	40,0 (11,5)/40 (20 a 60)	0,183[U]

PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima; U: Mann-Whitney.

Observou-se uma correlação negativa forte e estatisticamente significativa entre PImáx e PEmáx (rho = -0,688; p = 0,003), indicando associação entre a redução da força muscular inspiratória e expiratória (Tabela 5).

Tabela 5. Correlação entre a força muscular respiratória e os parâmetros ultrassonográficos

	PImáx	**PEmáx**
Variável	Rho(p-valor)	Rho(p-valor)
PImáx	—	-0,688 (0,003)
PEmáx	-0,688 (0,003)	—
	PImáx	**PEmáx**
Velocidade de contração (cm/s)	-0,030 (0,913)	0,098 (0,719)
VT (cm)	-0,110 (0,686)	-0,071 (0,793)
SNIP (cm)	-0,265 (0,321)	0,261 (0,329)
IP (cm)	-0,207 (0,442)	-0,015 (0,956)
Espessura diafragmática (cm)	0,066 (0,809)	-0,084 (0,756)
DTF (%)	0,322 (0,224)	-0,300 (0,259)

PImáx: pressão inspiratória máxima; PEmáx: pressão expiratória máxima; VT: respiração tranquila; SNIP: sniffing; IP: inspiração profunda; DTF: fração de espessamento diafragmático.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou elevada prevalência de disfunção diafragmática e fraqueza muscular respiratória em idosos com IC internados em UTI, evidenciando o comprometimento muscular respiratório nessa população. Porém, não foram observadas

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, segundo a FEVE. Mais da metade dos pacientes internados em UTI apresenta disfunção diafragmática (19), podendo ser desenvolvida durante a hospitalização ou já existir previamente ao internamento.

No que se refere à função diafragmática, a elevada prevalência de alterações nos parâmetros ultrassonográficos do diafragma observada neste estudo pode estar relacionada à associação entre envelhecimento, IC e internação em UTI. A relação entre a disfunção diafragmática e a IC é explicada por pesquisas que apontam que as repercussões funcionais são capazes de contribuir para a elevada prevalência de disfunção diafragmática observada nessa população (20).

Dentre os parâmetros ultrassonográficos analisados, a DTF esteve reduzida em parcela significativa dos pacientes, o que sugere comprometimento da capacidade contrátil do diafragma, reforçando seu papel como marcador funcional relevante na avaliação de pacientes críticos. Evidências da literatura indicam que a disfunção diafragmática pode estar associada à dispneia, intolerância ao exercício e maior predisposição a complicações respiratórias, o que pode impactar negativamente a evolução clínica durante o período de internação (21).

Identificou-se elevada prevalência de fraqueza muscular respiratória, contribuindo para a hipótese de que idosos com IC internados em UTI apresentam importante comprometimento da musculatura respiratória. Evidências da literatura indicam que o envelhecimento está associado a um declínio progressivo da capacidade funcional e da força muscular, incluindo os músculos respiratórios, condição que pode ser potencializada pela IC (5), pelo estado catabólico e pela inatividade física durante a internação em UTI.

Observou-se associação significativa entre a força inspiratória e a expiratória, indicando fraqueza muscular respiratória global. Destaca-se, ainda, que todos os pacientes avaliados apresentaram fraqueza muscular expiratória, o que reforça a relevância clínica desse componente. A redução da força expiratória está associada à diminuição do pico de fluxo expiratório e ao comprometimento da tosse, mecanismo essencial para a proteção das vias aéreas e prevenção de infecções respiratórias (22). Nesse contexto, a fraqueza expiratória pode representar um fator adicional de risco para complicações respiratórias durante a internação.

Ao avaliar a associação entre força muscular respiratória e os parâmetros ultrassonográficos do diafragma, não foram observadas correlações significativas. Em populações não críticas, parâmetros ultrassonográficos do diafragma já demonstraram correlação com medidas de força inspiratória (23), sugerindo que a relação entre a função diafragmática avaliada por ultrassonografia e a força muscular respiratória global pode variar conforme o contexto clínico.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Quanto à estratificação pela FEVE, não foram identificadas diferenças significativas entre os grupos avaliados. Pesquisas prévias demonstram que alterações na musculatura esquelética e respiratória associadas à IC ocorrem tanto em pacientes com fração de ejeção reduzida quanto preservada (24). Nesse sentido, os achados são compatíveis com a possibilidade de que o comprometimento respiratório esteja presente em diferentes fenótipos de IC, embora a pequena amostra impeça conclusões definitivas sobre diferenças entre os grupos.

O perfil clínico da amostra caracterizou-se pela elevada frequência de comorbidades, principalmente HAS, reconhecida como uma das principais etiologias da IC, seguida de DM, DPOC e tabagismo. Em conjunto, esses fatores podem contribuir para o comprometimento da musculatura respiratória, reforçando o impacto da multimorbidade e dos fatores de risco sistêmicos nos achados de disfunção diafragmática e fraqueza muscular respiratória.

Por se tratar de um estudo transversal, não é possível estabelecer relação de causa e efeito entre as variáveis analisadas, apenas observar associações em um único momento. Além disso, a avaliação da musculatura respiratória pode ser influenciada pela compreensão, colaboração e condição clínica dos pacientes, especialmente em UTI. O tamanho da amostra e a realização do estudo em um único centro podem limitar a generalização dos resultados, bem como limitar o poder estatístico das análises inferenciais. Apesar dessas limitações, os resultados contribuem para um maior entendimento do comprometimento da musculatura respiratória em idosos com IC internados em UTI.

Diante desses achados, pesquisas futuras com acompanhamento ao longo da internação, amostras maiores e multicêntricas podem contribuir para uma melhor compreensão da evolução da função diafragmática e da força muscular respiratória em idosos com IC internados em UTI. Além disso, estudos que avaliem intervenções fisioterapêuticas respiratórias específicas podem ajudar a orientar estratégias de reabilitação e prevenção de complicações respiratórias nessa população. A compreensão dessas alterações torna-se particularmente relevante diante da associação da disfunção diafragmática ao maior tempo de ventilação, à dificuldade no desmame e a piores desfechos clínicos em pacientes críticos.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se elevada frequência de fraqueza muscular respiratória e alterações diafragmáticas, sem diferenças estatisticamente significativas entre os grupos de fração de ejeção reduzida e preservada. Em razão do pequeno tamanho amostral, esses achados devem ser interpretados com cautela. A associação entre a redução das pressões inspiratórias e

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

expiratórias sugere fraqueza muscular respiratória global. Os resultados reforçam a importância da avaliação precoce da função respiratória em idosos com IC em UTI. Pesquisas futuras com amostras maiores e seguimento longitudinal são necessárias para confirmar esses achados e esclarecer sua relação com desfechos clínicos.

REFERÊNCIAS

1. Oliveira AC, Cunha PMGM, Vitorino PVO, Souza ALL, Deus GD, Feitosa A, Barbosa ECD, Gomes MM, Jardim PCBV, Barroso WKS. Vascular Aging and Arterial Stiffness. Arq Bras Cardiol. 2022 Oct; 119(4):604-615. English, Portuguese. DOI:10.36660/abc.20210708. PMID: 36287415; PMCID: PMC9563886.

2. Triposkiadis F, Butler J, Abboud FM, Armstrong PW, Adamopoulos S, Atherton JJ, et al. The continuous heart failure spectrum: moving beyond an ejection fraction classification, European Heart Journal, Volume 40, Issue 26, 7 July 2019, Pages 2155–2163. DOI: https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz158.

3. Martone AM, Bianchi L, Abete P, Bellelli G, Bo M, Cherubini A, et al. The incidence of sarcopenia among hospitalized older patients: results from the Glisten study. J Cachexia Sarcopenia Muscle. dezembro de 2017; 8 (6): 907–14. DOI:10.1002/jcsm.12224. PubMed PMID: 28913934.

4. Yin J, Lu X, Qian Z, Xu W, Zhou X. New insights into the pathogenesis and treatment of sarcopenia in chronic heart failure. Theranostics. 31 de maio de 2019; 9 (14): 4019–29. DOI:10.7150/thno.33000.

5. Nogueira IDB, Nogueira PA de MS, Vieira RHG, Souza RJS de, Coutinho AE, Ferreira GMH. Capacidade funcional, força muscular e qualidade de vida na insuficiência cardíaca. Revista Brasileira de Medicina do Esporte. 2017;23(3):184–8. DOI:https://doi.org/10.1590/1517-869220172303162427.

6. Davachi B, Lari SM, Attaran D, Ghofraniha L, Amini M, Salehi M, Eskandari E, Kamali Yazdi E, Moosavi M. The Relationship between Diaphragmatic Movements in Sonographic Assessment and Disease Severity in Patients with Stable Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). Journal of Cardio-Thoracic Medicine. 2014; 2 (3): 187-192. DOI: 10.22038/jctm.2014.3099.

7. Wang M, Monticone RE, McGraw KR. Proinflammatory Arterial Stiffness Syndrome: A Signature of Large Arterial Aging. Journal of Vascular Research. 2018;55:210-223. DOI: 10.1159/000490244.

8. Chirinos JA, Segers P, Hughes T, Townsend R. Large Artery Stiffness in Health and Disease: JACC State-of-the-Art Review. Journal of the American College of Cardiology. 2019;74(9):1237–1263. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.07.012.

9. Fitzsimons S, Doughty RN. Role of transthoracic echocardiogram in acute heart failure. Reviews in Cardiovascular Medicine. 24 de setembro de 2021; 22(3):741–54. DOI:10.31083/j.rcm2203081.

10. Del Buono MG, Arena R, Borlaug BA, Carbone S, Canada JM, Kirkman DL, et al. Exercise

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

Intolerance in Patients With Heart Failure: JACC State-of-the-Art Review. Journal of the American College of Cardiology, Volume 73, Issue 17, 2019, Pages 2209-2225, ISSN 0735-1097. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jacc.2019.01.072.

11. Gallagher H, Hendrickse PW, Pereira MG, Bowen TS. Skeletal muscle atrophy, regeneration, and dysfunction in heart failure: Impact of exercise training. Journal of Sport and Health Science. setembro de 2023; 12 (5): 557–67. DOI:10.1016/j.jshs.2023.04.001.

12. Verissimo P, Timenetsky KT, Casalaspo TJA, Gonçalves LHR, Yang ASY, Eid RC. High Prevalence of Respiratory Muscle Weakness in Hospitalized Acute Heart Failure Elderly Patients. PLoS ONE. 11 de fevereiro de 2015. DOI:10.1371/journal.pone.0118218.

13. Greising SM, Mantilla CB, Gorman BA, Ermilov LG, Sieck GC. Diaphragm Muscle Sarcopenia in Aging Mice. Experimental Gerontology. 2013;48(9):881–887. DOI: https://doi.org/10.1016/j.exger.2013.06.001.

14. Vandenbroucke JP, von Elm E, Altman DG, Gøtzsche PC, Mulrow CD, Pocock SJ, et al. Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. International Journal of Surgery, dezembro de 2014;12(12):1500–24. DOI:10.1016/j.ijsu.2014.07.014.

15. Munakomi S, Margetis K, Iverson LM. Glasgow Coma Scale. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2026 [citado 1º de setembro de 2026]. Disponível em: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513298/.

16. Enright PL, Kronmal RA, Manolio TA, Schenker MB, Hyatt RE. Respiratory muscle strength in the elderly. Correlates and reference values. Cardiovascular Health Study Research Group. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, Volume 149, Issue 2, February 1994, Pages 430–438. DOI: https://doi.org/10.1164/ajrccm.149.2.8306041.

17. Santana PV, Cardenas LZ, Albuquerque ALP de, Carvalho CRR de, Caruso P. Diaphragmatic ultrasound: a review of its methodological aspects and clinical uses. Jornal Brasileiro de Pneumologia. 2020;46(6):e20200064. DOI:10.36416/1806-3756/e20200064.

18. Martins J, Karsten M, Corso SD. Profisio: Programa de Atualização em Fisioterapia Cardiovascular e Respiratória: Ciclo 8 [Internet]. Volume 4. 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363244531.

19. Vetrugno L, Orso D, Bove T. Ultrassonografia do diafragma - ferramenta essencial para pneumologistas e intensivistas. Jornal Brasileiro de Pneumologia. 2020; 46:e20200367. DOI: https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20200367.

20. van Hees HWH, Ottenheijm CAC, Granzier HL, Dekhuijzen PNR, Heunks LMA. Heart failure decreases passive tension generation of rat diaphragm fibers. International Journal of Cardiology, Volume 141, Issue 3, 2010, Pages 275-283. DOI:10.1016/j.ijcard.2008.12.042.

21. Bellissimo CA, Morris IS, Wong J, Goligher EC. Measuring Diaphragm Thickness and Function Using Point-of-Care Ultrasound. Journal JoVE. 3 de novembro de 2023;(201):e65431. DOI:10.3791/65431.

22. Santos LA dos, Borgi JR, Daister JLN, Pazzianotto-Forti EM. Efeitos da estimulação

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.

diafragmática elétrica transcutânea na função pulmonar em idosos. Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia. 2013; 16:495–502. DOI: https://doi.org/10.1590/S1809-98232013000300008.

23. Cardenas LZ, Santana PV, Caruso P, Carvalho CRR de, Albuquerque ALP de. Diaphragmatic Ultrasound Correlates with Inspiratory Muscle Strength and Pulmonary Function in Healthy Subjects. Ultrasound in Medicine & Biology. 2018;44(4):786–793. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ultrasmedbio.2017.11.020.

24. Mangner N, Winzer EB, Linke A, Adams V. Locomotor and respiratory muscle abnormalities in HFrEF and HFpEF. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 27 de outubro de 2023;10. DOI:10.3389/fcvm.2023.1149065.

Este artigo é publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional (CC-BY), que permite uso, distribuição e reprodução irrestritos em qualquer meio, desde que o autor original e a fonte sejam creditados.