

DESENVOLVIMENTO E PREVALÊNCIA DE SARCOPENIA EM PACIENTES CRÍTICOS EM COMPARAÇÃO AS DEMAIS ENFERMARIAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Gabriela Raquel Monteiro¹
Elias José Oliveira²
Lara Cristina Santana Rodrigues³
Nayara Souza Peres⁴
Kaienne Basilio da Silva Tadokoro⁵

RESUMO: A sarcopenia é uma doença progressiva caracterizada pela perda de massa e força muscular, com impacto significativo na funcionalidade e nos desfechos clínicos de pacientes hospitalizados. Este estudo consistiu em uma revisão integrativa da literatura sobre a presença e desenvolvimento da sarcopenia em adultos internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), comparando-os com pacientes de enfermarias. Foram incluídos seis estudos publicados entre 2020 e 2023, abordando diferentes contextos clínicos, incluindo oncologia, HIV, insuficiência cardíaca e pacientes críticos. Os resultados indicam que permanência prolongada em UTI, imobilidade, ventilação mecânica e sedação estão associadas à redução significativa da força e massa muscular, aumentando o risco de mortalidade, complicações e dependência funcional. Além disso, a sarcopenia apresenta alta prevalência em populações com doenças crônicas e condições debilitantes, reforçando sua relevância clínica. A revisão também evidenciou dificuldade em encontrar estudos que investigassem detalhadamente o tempo de exposição aos cuidados intensivos e seu impacto no desenvolvimento da sarcopenia, apontando lacunas na literatura e a necessidade de pesquisas mais aprofundadas.

3153

Palavras chaves: Cuidados Críticos. Unidades de Terapia Intensiva. Sarcopenia.

ABSTRACT: Sarcopenia is a progressive disease characterized by loss of muscle mass and strength, with a significant impact on functionality and clinical outcomes in hospitalized patients. This study consisted of an integrative review of the literature on the presence and development of sarcopenia in adults admitted to Intensive Care Units (ICUs), comparing them with patients in wards. Six studies published between 2020 and 2023 were included, addressing different clinical contexts, including oncology, HIV, heart failure, and critically ill patients. The results indicate that prolonged ICU stay, immobility, mechanical ventilation, and sedation are associated with a significant reduction in muscle mass and strength, increasing the risk of mortality, complications, and functional dependence. Furthermore, sarcopenia is highly prevalent in populations with chronic diseases and debilitating conditions, reinforcing its clinical relevance. The review also highlighted the difficulty in finding studies that investigated in detail the length of exposure to intensive care and its impact on the development of sarcopenia, highlighting gaps in the literature and the need for further research.

Keywords: Critical Care. Intensive Care Units. Sarcopenia.

¹ Acadêmica de enfermagem na Universidade Federal de Uberlândia. <https://orcid.org/0009-0009-5906-9938>

² Professor Associado da Universidade Federal de Uberlândia, Me. Dr. em Imunologia, Parasitologia e Ciências Aplicadas pela Universidade Federal de Uberlândia Docente na Universidade Federal de Uberlândia. <https://orcid.org/0000-0003-4473-6389>

³ Acadêmica de enfermagem na Universidade Federal de Uberlândia. <https://orcid.org/0009-0005-1423-4283>

⁴ Acadêmica de enfermagem na Universidade Federal de Uberlândia. <https://orcid.org/0009-0001-2438-8164>

⁵ Acadêmica de enfermagem na Universidade Federal de Uberlândia. <https://orcid.org/0000-0002-0811-7110>

RESUMEN: La sarcopenia es una enfermedad progresiva que se caracteriza por la pérdida de masa y fuerza muscular, con un impacto significativo en la funcionalidad y los resultados clínicos de los pacientes hospitalizados. Este estudio consistió en una revisión integrativa de la literatura sobre la presencia y el desarrollo de la sarcopenia en adultos ingresados en Unidades de Cuidados Intensivos (UCI), comparándolos con pacientes en planta. Se incluyeron seis estudios publicados entre 2020 y 2023, que abordaron diferentes contextos clínicos, como oncología, VIH, insuficiencia cardíaca y pacientes críticos. Los resultados indican que la estancia prolongada en la UCI, la inmovilidad, la ventilación mecánica y la sedación se asocian con una reducción significativa de la masa y la fuerza muscular, lo que aumenta el riesgo de mortalidad, complicaciones y dependencia funcional. Además, la sarcopenia tiene una alta prevalencia en poblaciones con enfermedades crónicas y afecciones debilitantes, lo que refuerza su relevancia clínica. La revisión también destacó la dificultad para encontrar estudios que investigaran en detalle la duración de la exposición a cuidados intensivos y su impacto en el desarrollo de la sarcopenia, destacando las lagunas en la literatura y la necesidad de mayor investigación. Palabras clave: Cuidados críticos, Unidades de cuidados intensivos, Sarcopenia.

Palabras clave: Cuidados críticos. Unidades de cuidados intensivos. Sarcopenia.

INTRODUÇÃO

A Sarcopenia consiste em uma doença progressiva que atinge a musculatura esquelética de forma generalizada. A terceira idade é a população mais acometida, entretanto, pode atingir também jovens e adultos, a depender do histórico e dos fatores associados. Um dos fatores comumente associado ao aparecimento da doença na população antes dos 60 anos é a hospitalização prolongada, principalmente quando se trata de internação em Unidades de Terapia Intensiva. A doença quando instaurada pode levar a maior probabilidade de ocorrências desfavoráveis, uma vez que está associada ao aumento de quedas, fraturas, incapacidade física e mortalidade. (Cruz-Jentoft, Alfonso J. et al. 2010; Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. 2019)

A sarcopenia é dividida em Sarcopenia primária, uma vez que é causada exclusivamente pelo próprio envelhecimento e em Sarcopenia Secundária, quando manifestada por uma ou mais causas Cruz-Jentoft, Alfonso J. et al. (2010). Além dessa divisão, o European Working Groupe on Sarcopenia in Older People (EWGSOP) subdivide a doença em outras duas categorias, sendo aquela com duração menor de 06 meses definida como Sarcopenia Aguda e a que perdura além dos 06 meses como Sarcopenia Crônica. A aguda, na sua grande maioria é derivada de alguma doença ou lesão aguda, enquanto a crônica está diretamente ligada a condições crônicas e progressivas (Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, et al. 2019)

Estudos recentes demonstraram que de acordo com os critérios do EWGSOP, a prevalência de sarcopenia entre os idosos da comunidade varia entre 1 e 29%, dentre os

hospitalizados 10% são atingidos e aqueles que residem em instituições de longa permanência varia entre 14 e 33%. Diversos fatores contribuem diretamente para o desenvolvimento dessa condição, incluindo alterações hormonais, perda de neurônios motores, nutrição inadequada, inatividade física e um estado persistente de inflamação crônica de baixo grau (Cruz-Jentoft, A. J. et al. 2014; Vandervoort AA. 2002; Dreyer HC, Volpi E. 2005).

Na atualidade, o ponto de partida para as investigações em busca do diagnóstico de sarcopenia é a redução da força muscular. Em 2018, o EWGSOP2 atribuiu a baixa força muscular como critério primário para o levantamento do diagnóstico de sarcopenia, uma vez que afirmou que é um grande responsável de repercussões negativas, com maior importância que a massa muscular isolada. Desse modo, o diagnóstico da doença se inicia com a presença da força muscular diminuída e é confirmado quando existe uma associação de massa muscular reduzida (Pontes, 2022).

Segundo dados publicados pelo Ministério da Saúde em 2011, cerca de 70% das mortes em adultos devidas as doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), como diabetes, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares, doenças respiratórias e câncer. Essas, por si só, já geram uma diminuição da massa muscular e consequentemente da força, uma vez que promovem inflamação e essas favorecem a degradação das proteínas musculares, além de atrapalharem a formação de outras novas, atrapalhando significativamente o prognóstico final dos pacientes (Nunes, 2023). Quando investigado a sarcopenia na população portadora dessa doença é perceptível uma maior prevalência, principalmente na população idosa e em populações com doenças críticas e/ou crônicas (Freitas et al. 2025).

3155

Sabendo que a sarcopenia é caracterizada pela redução generalizada e progressiva do músculo esquelético e que longos períodos de internação, devido a imobilização, essa redução é acelerada (Goulard De Lima Pereira 2024; Nunes 2023) esse estudo tem como objetivo investigar se pacientes adultos internados em unidades de terapia intensiva (UTI) apresentam maior prevalência ou risco de sarcopenia em comparação com pacientes hospitalizados nas enfermarias.

METODOLOGIA

Este estudo consiste em uma revisão integrativa da literatura, com a finalidade de reunir, avaliar e sintetizar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre a associação entre a internação em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e a presença ou desenvolvimento

de sarcopenia em pacientes adultos hospitalizados. A presente pesquisa foi estruturada com base na estratégia PICO, essa representa um acrônimo

para Paciente, Intervenção, Comparação e "Outcomes" (desfecho) que orienta a construção da pergunta norteadora por meio da junção dos componentes (Santos, 2007).

Os elementos usados para esta revisão correspondem a (P) pacientes adultos hospitalizados, com foco naqueles internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), a intervenção ou exposição (I) na própria internação em UTI, ambiente que impõe maior gravidade clínica, risco de complicações e imobilidade prolongada, a comparação (C) consiste em relacionar esses pacientes aos hospitalizados nas enfermarias e aos pacientes críticos que não apresentam sarcopenia, possibilitando estabelecer diferenças entre os grupos. Por fim, o desfecho (O) consiste em avaliar a presença e/ou o desenvolvimento da sarcopenia, a perda muscular e seus impactos clínicos. A partir disso, formula-se a seguinte pergunta norteadora: pacientes adultos internados em UTI apresentam maior prevalência ou risco de sarcopenia em comparação a pacientes hospitalizados fora da UTI e a pacientes críticos sem sarcopenia?

Foram estabelecidos critérios de inclusão para artigos publicados entre 2014 e 2024, disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que abordassem a sarcopenia em pacientes adultos críticos em ambiente de UTI, com foco em aspectos clínicos e fisiopatológicos. Foram incluídos apenas estudos originais, excluindo-se artigos do tipo revisão, relatos de caso, duplicatas, teses, dissertações, opiniões de especialistas/editores e publicações incompletas. Também foram excluídos estudos com população pediátrica, trabalhos que investigassem sarcopenia fora do contexto da UTI, e artigos que não mencionassem sarcopenia em pacientes críticos.

A busca dos artigos foi realizada nas bases de dados eletrônicas PubMed/MEDLINE, Biblioteca Virtual em Saúde (BVS) e SciELO, utilizando combinações dos Descritores em Ciência da Saúde (DeCS/MeSH) seguindo estratégia de busca combinada com operadores booleanos em inglês, português e espanhol: "Cuidados Críticos", "Unidades de Terapia Intensiva" e "Sarcopenia", considerando também seus termos alternativos.

A seleção dos estudos ocorreu inicialmente pela triagem dos títulos e resumos, seguida da leitura completa dos artigos que atenderam aos critérios preliminares. Para organização e controle, foi utilizado um gerenciador de referências bibliográficas da Clarivate Analytics, o EndNote (Pereira, 2014), que também permitiu a exclusão de duplicatas.

RESULTADOS

A busca realizada nas bases de dados resultou em um total de 11.218 artigos identificados, sendo 2.445 na PubMed, 6.347 na SciELO e 2.426 na BVS. Após a aplicação dos filtros (Quadro 1), 10.931 artigos foram excluídos, restando 287 para análise inicial. Desses, dois foram identificados como duplicados, totalizando 285 artigos únicos que seguiram para a leitura dos títulos.

Após leitura 211 artigos foram excluídos por não atenderem aos critérios estabelecidos, 203 por estarem fora do escopo, sete por se tratar de revisões e um por ser relato de caso, permanecendo 74 artigos para leitura dos resumos. Nessa etapa, 36 artigos foram excluídos, sendo 35 por não se enquadrarem no escopo da pesquisa e um por se tratar de revisão narrativa, o que resultou em 38 artigos elegíveis para leitura na íntegra.

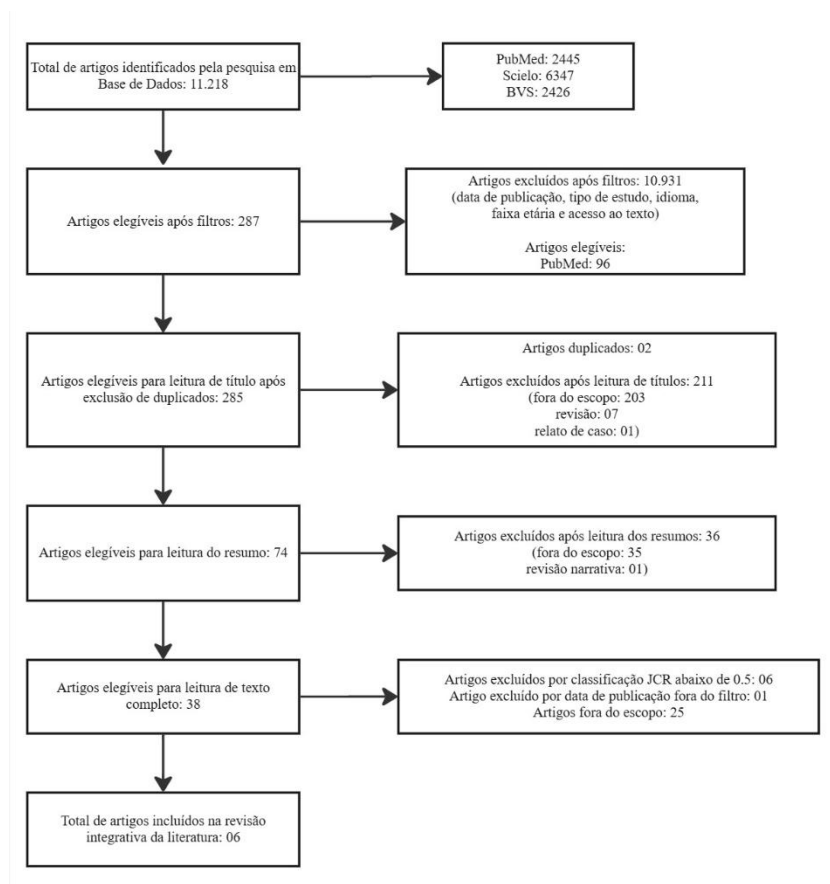
Após a leitura completa, 32 estudos foram excluídos, sendo seis devido à classificação *Journal Citation Reports* (JCR) inferior a 0,5, um por estar fora do período de publicação delimitado e 25 por não atenderem ao escopo definido (Figura 1).

Quadro 1 – filtros de pesquisa usados na seleção de artigos

Categoria de Filtro	Filtro Aplicado
Acesso ao Texto	Texto completo livre Texto completo
Tipo de Estudo	Estudo clínico Ensaio clínico Protocolo de ensaio clínico Ensaio clínico, Fase I Ensaio clínico, Fase II Ensaio clínico, Fase III Ensaio clínico, Fase IV Estudo comparativo Ensaio clínico controlado Estudo multicêntrico Estudo observacional Ensaio clínico pragmático Ensaio controlado randomizado
Idioma	Inglês, Espanhol e Português
Espécie	Humanos
Sexo	Feminino Masculino
Faixa Etária	Adulto: 19+ anos Idade: 65+ anos
Período de Publicação	2020 a 2024
Outros Filtros	Excluir pré-impressões

Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 1 – Fluxograma usado para seleção de artigos



Fonte: Elaborado pelos autores baseando-se no Fluxograma Prima (PRISMA, 2020)

Os artigos incluídos na presente revisão integrativa consistem em seis estudos publicados entre os anos de 2020 e 2023, que abordam a presença de sarcopenia e fraqueza muscular em diferentes contextos hospitalares (Tabela 1).

Quatro dos artigos foram desenvolvidos no Brasil, sendo o estudo de Behne *et al* (2020) um estudo de coorte prospectivo bicêntrico, realizado de julho de 2018 a abril de 2019 no Hospital do Câncer e Santa Casa de Misericórdia de Cuiabá-MT, o estudo de Lopes (2020) estudo transversal, descritivo e de abordagem quantitativa no período de abril a setembro de 2018 - realizado no hospital público referência em atendimento ao idoso, na cidade de Curitiba, Paraná, o trabalho de Almeida *et al.* (2021), um estudo observacional transversal conduzido entre setembro de 2018 e outubro de 2019 na cidade do Rio de Janeiro e o de Oliveira *et al.* (2023), que em um hospital terciário, localizado em Recife realizou um estudo transversal analítico no período de junho de 2021 a fevereiro de 2022.

Os outros dois estudos presentes nessa revisão consistem no trabalho de Yanagi *et al.* (2021) um estudo observacional unicentrico de coorte realizado entre agosto de 2017 e maio de 2019 nas UTIs cirúrgicas e médicas do Hospital Universitário Kitasato – Japão e no estudo de Khan *et al.* (2020), uma análise secundária de um ensaio clínico que ocorreu em um centro de atendimento terciário de setembro de 2013 a dezembro de 2015 na Universidade de Indiana.

Tabela 1 – Síntese dos estudos incluídos

Autor /Ano	Objetivo	Tipo de Estudo	População / Amostra	Instrumentos de Coleta / Variáveis	Principais Resultados	Conclusões / Relevância para Enfermagem
YAN AGI, Naoya <i>et al.</i> (2021)	Investigar se a avaliação disponível da sarcopenia na UTI poderia auxiliar na identificação de pacientes com alto risco de mortalidade em 1 ano entre sobreviventes de doenças graves.	Estudo observacional unicêntrico de coorte	72 pacientes com idade mediana de 70 anos admitidos nas UTIs cirúrgicas e médicas do Hospital Universitário Kitasato entre agosto de 2017 e maio de 2019.	Instrumentos: Ultrassono grafia do quadríceps, escala MRC de força muscular e prontuários Variáveis: Espessura muscular, força muscular, sarcopenia, mortalidade e em 1 ano, dados clínicos e demográficos.	Pacientes com sarcopenia (baixa espessura muscular + baixa força) apresentaram maior mortalidade em 1 ano	A sarcopenia na alta da UTI é um preditor independente de mortalidade. Enfermagem pode atuar precocemente na reabilitação e prevenção.
BEHNE <i>et al.</i> (2020)	Avaliar o impacto da provável sarcopenia	Estudo de coorte prospectivo	220 pacientes oncológicos adultos	Instrumentos: Questionário SARC-F,	Pacientes com PS apresentaram maior risco de morte pós-	A identificação precoce da PS pode auxiliar na

	(PS) pré-operatória na sobrevida de pacientes oncológicos submetidos a cirurgias de grande porte	vo bicêntrico	submetido s a cirurgias de grande porte no Hospital de Câncer e na Santa Casa de Misericórdia em Cuiabá-MT	dinamometria para avaliação da força muscular Variáveis: Diagnóstico de PS (presença de risco de sarcopenia pelo SARC-F e baixa força muscular medida por dinamometria), mortalidade e pós-operatória, complicações infecciosas	operatória e complicações infecciosas. A sobrevida média em 60 dias foi menor para pacientes com PS (44 dias) comparado aos sem PS (58 dias). A regressão de Cox multivariada indicou que PS é um fator de risco independente para mortalidade	implementação de estratégias de intervenção pré-operatória, como suporte nutricional e fisioterapêutico, visando melhorar os desfechos pós-operatórios. A enfermagem desempenha papel crucial na triagem e monitoramento desses pacientes.
LOPE S <i>et al.</i> (2020)	Avaliar a presença de fraqueza muscular em idosos internados na UTI	Estudo transversal descritivo	60 pacientes idosos (idade mediana 76 anos, 60% mulheres) internados em UTI de abril a setembro de 2018.	Instrumentos: Índice de Katz (funcionalidade), força de preensão manual (FPM) e escore MRC Variáveis: dependência funcional,	86,7% ficaram funcionalmente dependentes após a UTI; mulheres apresentaram FPM significativamente menor (7 vs. 17); VM e sedação associadas a FPM e MRC mais baixos; FPM e MRC	A enfermagem pode contribuir realizando avaliação funcional e de força (FPM, MRC) em idosos na UTI, identificar alto risco de fraqueza — especialmente entre mulheres,

			Hospital público referência em atendimento ao idoso, na cidade de Curitiba, Paraná	FPM, escore MRC, sexo, uso de ventilação	inversamente correlacionados com tempo de internação	pacientes sob VM e sedação — e planejar intervenções
KHAN et al. (2020)	Avaliar os efeitos do delirium pós-operatório sobre a força muscular e a independência funcional em adultos submetidos a cirurgia torácica não cardíaca	Análise secundária de um ensaio clínico	73 adultos (≥ 18 anos) que se submeteram a cirurgia torácica não cardíaca - ocorreu em um centro de atendimento terciário de setembro de 2013 a dezembro de 2015 - Universidade de Indiana.	Instrumentos: CAM-ICU, Índice de Katz, MRC, prontuário clínico. Variáveis: Presença de delirium (independente), função física (Katz), força muscular (MRC), idade, sexo, tempo de internação.	Pacientes com delírio no pós-operatório tiveram pior desempenho nas atividades da vida diária (Katz) em comparação aos demais, apesar de não apresentarem diferença significativa na força muscular (MRC).	O delirium em pacientes submetidos à cirurgia torácica não cardíaca está associado à piora na independência funcional, mesmo sem comprometimento evidente da força muscular.
Almeida et	Identificar fatores preditores de	Estudo observacional	44 adultos hospitalizados com	Instrumentos:	25% dos pacientes apresentaram sarcopenia. Os	Sarcopenia é frequente em jovens com

al. (2021)	sarcopenia em adultos jovens vivendo com HIV no início da hospitalização, correlacionando do marcadores antropométricos e clínicos.	transversal	HIV (idade média 41,7 anos), majoritariamente do sexo masculino (66%) e negros (68%), com mediana de células CD4 de 165 células/mm ³ - conduzido entre setembro de 2018 e outubro de 2019 – Rio de Janeiro	Dinamômetro, fita métrica, cronômetro e formulário clínico Variáveis: Dependent e: Presença de sarcopenia Independentes: Idade, IMC, tempo de HIV, comorbidades, força muscular, marcha, circunferência da panturrilha	principais fatores associados: baixa circunferência da panturrilha, lentidão na marcha e o maior tempo de diagnóstico da infecção pelo HIV, além de um histórico de múltiplas hospitalizações.	HIV hospitalizados, e fatores como desnutrição e alta carga viral ajudam a prevê-la. Avaliação precoce é essencial para melhor tratamento.
Oliveira et al. (2023)	Avaliar a prevalência de sarcopenia através de critérios de massa muscular e força de preensão, e relacioná-la com	Estudo transversal analítico	109 pacientes (50,5% mulheres), mediana de 58 anos, internados por insuficiência cardíaca.	Instrumentos: Dinamômetro para força muscular, bioimpedância ou DXA para massa muscular,	Sarcopenia afetou 20% a 35% dos pacientes com insuficiência cardíaca, com baixa força e massa muscular. Esses pacientes tiveram internações mais	Há alta prevalência de sarcopenia em pacientes de meia-idade com insuficiência cardíaca, especialmente em homens, idosos e com

parâmetros cardiometabólicos em pacientes de 40 a 64 anos hospitalizados por insuficiência cardíaca		Realizado em hospital terciário, localizado em Recife no período de junho de 2021 a fevereiro de 2022	testes funcionais. Variáveis: Idade, sexo, IMC, força, massa muscular, função física, comorbidades e tempo de internação.	longas e pior condição clínica.	paratormônio elevado. A baixa força muscular se associou à maior gravidade clínica. Esses achados reforçam a importância da avaliação funcional e nutricional precoce
<p>UTI: Unidade de Terapia Intensiva</p> <p>PS: Provável sarcopenia</p> <p>MRC: Medical Research Council</p> <p>SARC-F: <i>Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs, and Falls</i> (Força, Assistência para caminhar, levantar-se de uma cadeira, Subir escadas e Quedas)</p> <p>VM: Ventilação Mecânica</p> <p>FPM: Força de Preensão Manual</p> <p>CAM-ICU: Método de Avaliação de Confusão para Unidade de Terapia</p> <p>HIV: Vírus da Imunodeficiência Humana</p> <p>IMC: Índice de Massa Corporal</p> <p>DXA: Absorciometria de Raios X de Dupla Energia</p>					

Fonte: Elaborado pelos autores

O estudo brasileiro de Behne et al. (2020) consistiu na avaliação do impacto da provável sarcopenia na sobrevida de 220 pacientes oncológicos submetidos a cirurgia de grande porte com média de idade de 58,7 anos, sendo 50,5% desses, idosos.

Os participantes foram classificados quanto à presença de provável sarcopenia (PS) no pré-operatório, sendo classificado com PS o paciente que apresenta, no pré-operatório imediato, risco de sarcopenia pelo questionário SARC-F ($SARC-F \geq 4$) e baixa força muscular pela força de preensão manual (FPM) (Kgf) (< 27 Kgf - homens e < 16 Kgf e mulheres). Os dados foram coletados antes da cirurgia e acompanhados até a alta ou óbito, com registro da sobrevida em até 60 dias após a admissão (Behne et al. 2020).

Os resultados apresentaram que no pré operatório 17,7% dos pacientes apresentavam risco de sarcopenia, enquanto 12,3% apresentavam FPM baixa e 6,4% PS. Quando considerado apenas os idosos, 6,3% possuíam PS, evidenciando uma maior manifestação nessa faixa etária. Os dados evidenciaram que aqueles pacientes submetidos a cirurgias do trato digestivo e aqueles com diagnóstico de desnutrição grave pré-operatória estavam mais suscetíveis a apresentar SP. Além disso, o índice de óbitos entre os pacientes com PS quando comparado aos sem diagnóstico de provável sarcopenia foi aproximadamente cinco vezes maior (Behne et al. 2020).

Behne et al. (2020) conclui que a sobrevida dos pacientes com PS submetidos a procedimentos oncológicos de grande porte é menor e que a mortalidade após a cirurgia tem como fator de risco isolado a provável sarcopenia (PS), evidenciando a importância da triagem da sarcopenia ainda no período pré-operatório, que pode auxiliar na estratificação de risco e na tomada de decisões clínicas, contribuindo para o planejamento de intervenções, buscando o melhor desfecho clínico.

Já o estudo transversal realizado por Lopes et al. (2020) teve como foco a avaliar da fraqueza muscular em idosos hospitalizados na unidade de terapia intensiva de um hospital público na cidade de Curitiba. O estudo contou com 60 participante submetidos a duas coletas de amostras, a primeira durante a permanência na UTI, realizada por meio do Índice de Katz (IK) para avaliar a independência funcional e, a segunda na unidade de internação, após 48 horas de alta da terapia intensiva. Nesta, além do índice de Katz, também utilizaram a avaliação Medical Research Council (MRC) para aferição de força muscular global e realizaram exame físico com uso de um dinamômetro para mensurar a força de preensão palmar (FPM) do paciente.

Os resultados indicaram que na primeira avaliação apenas 10% dos pacientes eram dependentes e já na segunda, após a internação na UTI, esse valor aumenta para 86%. Enquanto isso, os pacientes que apresentavam uma dependência moderada saíram de 22% para apenas 7% e os classificados como independentes saíram de 68% para 7%, evidenciando uma grande piora quando pensado no nível de independência para realização das atividades de vida diária (Lopes et al. 2020).

Com os dados da segunda avaliação de Lopes et al. (2020) comparou a força muscular com o uso ou não de sedação e ventilação mecânica (VM) durante os cuidados na terapia intensiva. Essa correlação evidenciou que, quando observado a relação entre a (FPM), força

muscular geral e o uso de VM, as mulheres que receberam suporte ventilatório apresentaram uma diferença drástica de -10kg/f na FPM e uma queda de 8 pontos na avaliação de MRC em relação demais, já os homens mantiveram o nível de FPM. Já quanto ao uso de sedação as mulheres que usaram apresentaram uma diferença de -9kg/f na FPM e uma diferença 6 pontos na MRC em relação àquelas que não usaram, enquanto os homens mantiveram o padrão.

Além de observar que existe correlação inversamente proporcional entre tempo de permanência na UTI e força muscular, ou seja, quanto maior o tempo de permanência na UTI, menor é a força muscular apresentada, Lopes et al. (2020) observou também que o sexo feminino apresentou redução da força muscular muito maior que o sexo masculino, estando mais susceptível a desenvolver fraqueza muscular.

Em continuidade à pesquisa, o estudo de Almeida et al. (2021) com objetivo investigar os fatores associados à sarcopenia em pacientes hospitalizados com HIV e analisar sua relação com os marcadores clínicos e antropométricos contou com 44 pacientes estáveis de 18 anos ou mais com infecção pelo vírus da imunodeficiência humana. Os participantes foram avaliados até 72 horas do início da internação, levando em conta a força de preensão manual (FPM), a massa muscular obtida por bioimpedância elétrica octapolar, a circunferência da panturrilha (CP/CC) do membro inferior direito e o desempenho físico por meio do teste de velocidade de marcha (GST)

3165

Os pacientes que apresentaram redução da força e massa muscular foram classificados com sarcopenia, já aqueles com redução na força, a massa muscular e desempenho físico, receberam classificação de sarcopenia grave. Após a classificação verificou-se que 25% foram identificados como sarcopênicos, 39% com redução da massa muscular e 41% com redução do desempenho físico. Quanto ao estadiamento da sarcopenia, 34% apresentavam sarcopenia provável, 7% apresentavam sarcopenia e 18% apresentavam sarcopenia grave (Almeida et al. 2021).

Almeida et al. (2021) concluiu que 25% dos pacientes com HIV/AIDS internados possuíam sarcopenia e que essa porcentagem está relacionada à baixa contagem de CD4. Outro ponto observado consiste na circunferência da panturrilha e no tempo de velocidade de marcha, que se mostraram indicadores importantes da massa muscular e da gravidade da doença, sendo que valores acima de 31 cm e velocidade de marcha superior a 0,8 m/s indicaram menor risco de sarcopenia.

De forma semelhante, Oliveira et al. (2023) buscou avaliar os critérios de sarcopenia e suas relações com parâmetros cardiometabólicos em pacientes de 40 a 64 anos hospitalizados por Insuficiência Cardíaca (IC). O estudo contou com 109 portadores de IC crônica descompensada que os levavam a hospitalização. Durante a pesquisa foram avaliadas características clínicas e laboratoriais, incluindo o sexo, idade, tempo de hospitalização, circunferência abdominal (CA), circunferência da panturrilha (CP), níveis sanguíneos de paratormônio (PTH), parâmetros lipídicos, classificação funcional (CF-NYHA), fração de ejeção (FEVE), etiologia da insuficiência cardíaca (isquêmica ou não), status glicêmico, histórico de tabagismo e etilismo, deficiência de vitamina D, presença de doença renal crônica (TFGe $<60 \text{ mL/min/1,73m}^2$) e o uso crônico de furosemida. Além disso foi analisado também o risco de sarcopenia segundo o questionário SARC-F (≥ 4 pontos), a força de preensão manual (FPM) e a massa muscular apendicular (MMA).

Os resultados de Oliveira et al. (2023) evidenciaram que a mediana da fração de ejeção do ventrículo esquerdo (FEVE) foi de 48% e que em relação ao tipo de insuficiência cardíaca, 48,6% apresentavam IC com fração de ejeção preservada (ICFEp) enquanto 11% possuíam fração de ejeção levemente reduzida (ICFElr) e 40,4%, fração de ejeção reduzida (ICFEr). Além disso, os dados mostraram que quase 60% dos pacientes possuíam etiologia isquêmica. Quanto a avaliação do status glicêmico e da função renal, 47,7% possuíam diabetes, 32,1% já se enquadravam como pré-diabéticos e 34,9% apresentam doença renal crônica.

3166

Após as análises Oliveira et al. (2023) identificou que 37,6% dos pacientes eram portadores de sarcopenia, enquanto 64,2% apresentaram força de preensão manual (FPM) reduzida. Quanto a baixa massa muscular apendicular (MMA) considerando pelo menos um dos índices reduzidos, 41,3% apresentavam baixa MMA. Quando verificado a presença dos três itens, sendo SARC-F positivo, baixa FPM e baixa MMA, 11,9% dos pacientes possuíam, já quando observado apenas a baixa FPM e baixa MMA 30,3% da amostra se enquadrava.

Desse modo, conclui que dentre os pacientes avaliados existe uma redução da força de preensão manual (FPM) e de massa muscular significativa, sendo os homens com uma maior prevalência de perda muscular. Outrossim, foi constatado também uma associação entre menor força muscular e sintomas cardíacos mais intensos, além de níveis elevados de paratormônio (PTH) nos indivíduos com perda muscular (Oliveira et al. 2023).

Priorizando outro aspecto, Yanagi et al. (2021) além de investigar se a avaliação disponível da sarcopenia na UTI poderia auxiliar na identificação de pacientes com alto risco

de mortalidade em 1 ano, conseguiu avaliar a presença de sarcopenia durante a internação na UTI e sua associação com a mortalidade em um período de 12 meses após a alta hospitalar. Seu estudo contou com 72 pacientes capazes de realizar atividades básicas da vida diária (AVDs) de forma independente com mediana 70 anos.

A coleta de dados envolveu variáveis sociodemográficas, índice de massa corporal (IMC), Atividade de Vida Diária (AVD) e pontuação da Escala de Rankin modificada, motivo da admissão na UTI, pontuação Acute Physiology and Chronic Health Evaluation II (APACHE II) na admissão na UTI, pontuação máxima de avaliação sequencial de falência de órgãos (SOFA) durante a internação na UTI, tempo de internação na terapia intensiva, necessidade de oxigenação por membrana extracorpórea (ECMO) e uso de noradrenalina durante os cuidados críticos. Além disso, também foram submetidos a avaliação por ultrassom na primeira semana da admissão para mensurar a espessura muscular (TM) do quadríceps (Yanagi et al. 2021).

Os resultados evidenciaram que 32% dos pacientes necessitaram de cuidados críticos por sepse, outros 32% após cirurgia cardíaca, 28% por insuficiência respiratória e os 8% demais por motivos diversos. A internação teve em média 8 dias de duração e durante esse período 36% dos pacientes receberam o diagnóstico de sarcopenia. Após a alta os pacientes seguiram em acompanhamento pelos pesquisadores, na altura de em média 180 dias 19 dos participantes vieram a óbito. De forma geral, a sarcopenia foi substancialmente correlacionada a mortalidade dentro de 12 meses após internação em Unidade de Terapia Intensiva. Outrossim, o estudo também conferiu a importância de uma boa avaliação como a da massa e da função muscular para o plano de um cuidado e prognóstico (Yanagi et al. 2021).

Corroborando a tematica, Khan et al. (2020) buscou evidenciar o efeito do delírio na força muscular e na independência funcional após cirurgia torácica de grande porte, com exceção das cirurgias cardíaca. O estudo contou com 73 pacientes com idade média de 61,1 anos que além de ter os dados demográficos e as comorbidades coletadas através dos prontuários eletrônicos, passaram por avaliação de força muscular global por meio da escala MRC-SS, avaliação das atividades de vida diária (AVDs) pela escala Kats, avaliação do nível de sedação, por meio da escala RASS e, o delírio foi avaliado com o uso do Método de Avaliação de Confusão para Unidade de Terapia Intensiva (CAM-ICU).

As análises mostraram que 21% apresentaram delírio e que esses, além de ter internações mais longas, tanto nas enfermarias quanto na UTI, também tiveram cirurgias mais demoradas.

Quando comparado os pacientes com delírio e as demais variáveis, a única que apresentou diferença importante foi a da escala de Katz no pós-operatório, evidenciando que o delírio pode estar relacionado a maior dependência dos pacientes para realização das AVDs. O estudo conclui que a diminuição da força muscular e o delírio podem ter alguma relação, entretanto é necessário estudos mais aprofundados para discutir o assunto (KHAN et al. 2020).

DISCUSSÃO

Apesar de abordar diferentes contextos oncológicos, os estudos de Benhe et al. (2020) e de Choi et al. (2015) se complementam quando o foco é evidenciar a importância avaliação precoce e o monitoramento contínuo da sarcopenia ao longo do cuidado do paciente. Em seu estudo Behne et al. (2020) conclui que pacientes com provável sarcopenia (PS) submetidos a procedimentos oncológicos de grande porte apresentam menor sobrevida e maior mortalidade no pós-operatório, sendo a PS um fator de risco isolado. Enquanto isso, o estudo de Choi et al. (2015), realizado em 2015, evidenciou que o paciente com câncer de pâncreas pancreático (CAP) que também é portador de sarcopenia e necessita de quimioterapia, possui uma sobrevida menor do que aqueles que não sofrem de perda de força e massa muscular. Visto isso, é notório que, além de ser um marcador de risco cirúrgico, a sarcopenia também influencia diretamente os resultados do tratamento sistêmico.

3168

Quando levado em conta o contexto de pacientes em Unidades de Terapia Intensiva os estudos de Lopes et al. (2020), Yanagi et al. (2021) e Peterson S.; Braunschweig, A. (2016) se complementam. Uma vez que Lopes et al. (2020) identificou uma correlação inversa entre o tempo de permanência na UTI e a força muscular, indicando que quanto mais prolongada for a internação, menor tende a ser a força muscular do paciente, por consequência dos cuidados críticos que são submetidos. Seu estudo sugere que a permanência prolongada na UTI afeta diretamente a capacidade funcional dos pacientes, podendo impulsionar uma piora nos desfechos clínicos.

Corroborando nessa perspectiva, Yanagi et al. (2021) traz em seu estudo que a presença de sarcopenia está estreitamente ligada ao aumento da mortalidade em até um ano após alta da UTI. Do mesmo modo, a pesquisa Peterson, Sarah J.; Braunschweig, Carol A, (2016) associa a sarcopenia a uma série de complicações clínicas graves, como a sepse, infecções resistentes, neuropatia, necessidade prolongada de ventilação mecânica, tempo aumentado de

hospitalização, maior chance de rehospitalização, necessidade de cuidados de reabilitação após a alta e aumento da mortalidade.

Tendo em vista os três estudos, é possível notar e um consenso a respeito da redução da força e da massa muscular em pacientes internados em UTI está fortemente associada a complicações, prolongamento da hospitalização, piora funcional e maior risco de mortalidade. Essa associação evidencia a importância de avaliações musculares regulares, precoces e padronizadas como parte fundamental do cuidado intensivo Yanagi et al. (2021).

No que se refere a pacientes com HIV, o trabalho realizado por Almeida et al. (2021) reafirma a tese de Oliveira (2019), uma vez que ambos abordam a correlação entre a infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV) e a maior prevalência de sarcopenia em pacientes hospitalizados. Oliveira (2019) evidenciou que pessoas vivendo com HIV (PVHIV) têm uma chance significativamente maior de desenvolver sarcopenia quando comparadas a indivíduos soronegativos da mesma faixa etária, atribuindo essa maior predisposição aos efeitos diretos do vírus e a fatores associados à progressão da doença, que atuam como moderadores do quadro sarcopênico. De forma complementar, Almeida et al. (2021) identificaram que 25% dos pacientes internados com HIV/AIDS apresentavam sarcopenia, com associação significativa à baixa contagem de células CD4, além de indicarem que a circunferência da panturrilha e a velocidade da marcha são bons preditores da gravidade da condição. Em conjunto, os estudos ressaltam a vulnerabilidade das PVHIV à perda de massa e força muscular.

3169

A sarcopenia também é fortemente presente em pacientes com IC e a associação de ambas as doenças está diretamente associada a desfechos clínicos negativos Mirzai, Saeid et al. (2022). Os resultados apresentados por Oliveira et al. (2023) reafirmam essa informação ao mostrar que a sarcopenia pode agravar o quadro clínico dos pacientes com IC, uma vez que evidenciam uma redução significativa da força de preensão manual (FPM) e da massa muscular entre pacientes com insuficiência cardíaca (IC) Além disso, foi identificada uma associação entre menor força muscular e sintomas cardíacos mais intensos.

Os achados de Khan et al. (2020) indicam que a redução da força muscular e a ocorrência de delirium no contexto pós-operatório possam estar interligados, embora ressaltem a necessidade de estudos mais aprofundados para esclarecer essa relação. Em consonância com essa hipótese, em 2018, Bellelli et al. em sua investigação, já percebia que a ocorrência de delirium na admissão hospitalar foi significativamente mais prevalente entre os pacientes

sarcopênicos. Desse modo, ambos os estudos sugerem que a perda de massa e força muscular está interligada a maior vulnerabilidade ao delirium, dando indícios que a sarcopenia desempenha papel importante como preditor para alterações cognitivas agudas, como o delírio, em pacientes hospitalizados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados desta revisão indicam que a sarcopenia é uma condição frequente e clinicamente relevante em pacientes internados em Unidades de Terapia Intensiva (UTI), especialmente entre aqueles com doenças crônicas não transmissíveis ou em estado de debilidade avançada. A comparação com outros contextos hospitalares reforça que, embora a sarcopenia esteja presente em diferentes cenários, sua manifestação no ambiente intensivo é marcada por maior gravidade e impacto nos desfechos clínicos.

Em suma é possível observar uma forte correlação entre sarcopenia, redução da força muscular e piores desfechos clínicos em diversas populações hospitalizadas, evidenciando a gravidade da condição e seus impactos na independência funcional e no tempo de sobrevida mesmo após 12 meses de alta hospitalar.

O presente estudo encontrou dificuldade importante na obtenção de estudos que abordassem especificamente a sarcopenia em pacientes internados em UTIs. Os encontrados, apesar de tratar do tema escolhido, não discutiam aspectos de interesse para esse trabalho com precisão, como por exemplo o tempo de exposição aos cuidados intensivos com o desenvolvimento da sarcopenia.

As lacunas encontradas, somadas ao grau de impacto da sarcopenia na vida dos pacientes, evidencia a necessidade de pesquisas mais detalhadas sobre a temática.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Thaise Sanches De; CORTEZ, Arthur Fernandes; CRUZ, Mônica Rodrigues Da; *et al.* Predictors of sarcopenia in young hospitalized patients living with HIV. **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, v. 25, n. 2, p. 101574, 2021. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S141386702100043X>>. Acesso em: 21 ago. 2025.
- BEHNE, Thayse Emanuelli Godoy; DOCK-NASIMENTO, Diana Borges; SIERRA, Jessika Cadavid; *et al.* Association between preoperative potential sarcopenia and survival of cancer patients undergoing major surgical procedures. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 47, p. e20202528, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=So100-69912020000100190&tlng=en>. Acesso em: 21 ago. 2025.

BELLELLI, Giuseppe; ZAMBON, Antonella; VOLPATO, Stefano; *et al.* The association between delirium and sarcopenia in older adult patients admitted to acute geriatrics units: Results from the GLISTEN multicenter observational study. **Clinical Nutrition**, v. 37, n. 5, p. 1498–1504, 2018. Disponível em: <<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0261561417303102>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

CHOI, Younak; OH, Do-Youn; KIM, Tae-Yong; *et al.* Skeletal Muscle Depletion Predicts the Prognosis of Patients with Advanced Pancreatic Cancer Undergoing Palliative Chemotherapy, Independent of Body Mass Index. **PLOS ONE**, v. 10, n. 10, p. e0139749, 2015. Disponível em: <<https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0139749>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

CRUZ-JENTOFT, Alfonso J.; BAEYENS, Jean Pierre; BAUER, Jürgen M.; *et al.* Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 39, n. 4, p. 412–423, 2010. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ageing/article/39/4/412/8732>>. Acesso em: 20 ago. 2025.

CRUZ-JENTOFT, Alfonso J.; BAHAT, Gülistan; BAUER, Jürgen; *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16–31, 2019.

CRUZ-JENTOFT, Alfonso J.; LANDI, Francesco; SCHNEIDER, Stéphane M.; *et al.* Prevalence of and interventions for sarcopenia in ageing adults: a systematic review. Report of the International Sarcopenia Initiative (EWGSOP and IWGS). **Age and Ageing**, v. 43, n. 6, p. 748–759, 2014.

DREYER, Hans C.; VOLPI, Elena. Role of Protein and Amino Acids in the Pathophysiology and Treatment of Sarcopenia. **Journal of the American College of Nutrition**, v. 24, n. 2, p. 140S–145S, 2005. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07315724.2005.10719455>>. Acesso em: 20 ago. 2025.

3171

FREITAS, Nívia Larice Rodrigues de; CRESCENCIO, Nataline Ferreira; ROCHA, Karla Layse Dantas; *et al.* A influência da massa muscular na recuperação e longevidade de pacientes com doenças crônicas. **Journal of Social Issues and Health Sciences (JSIHS)**, v. 2, n. 1, 2025. Disponível em: <<https://ojs.thesiseditora.com.br/index.php/jsihs/article/view/265>>. Acesso em: 20 ago. 2025.

GOULARD, Julia da Silva Luiz; PEREIRA, Priscila Moreira de Lima. Importância da dieta hiperproteica como estratégia para ganho de massa muscular em pacientes obesos sarcopênicos. **Caderno de Estudos em Nutrição**, v. 1, n. 1, 2024. Disponível em: <<https://seer.uniacademia.edu.br/index.php/NUT/article/view/4227>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

KHAN, Sikandar H.; XU, Chenjia; WANG, Sophia; *et al.* Effect of Delirium on Physical Function in Noncardiac Thoracic Surgery Patients. **American Journal of Critical Care**, v. 29, n. 2, p. e39–e43, 2020. Disponível em: <<https://aacnjournals.org/ajconline/article/29/2/e39/30854/Effect-of-Delirium-on-Physical-Function-in>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

LOPES, Amanda Colombo Peteck; COLTRO, Paulo Henrique; LOPES, Vagner José; *et al.* Muscle weakness assessment in older intensive care unit patients. **Geriatrics, Gerontology and**

Aging, v. 14, n. 3, p. 166–172, 2020. Disponível em: <<https://cdn.publisher.gn1.link/ggaging.com/pdf/v14n3ao4.pdf>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

MIRZAI, Saeid; ECK, Brendan L.; CHEN, Po-Hao; *et al.* Current Approach to the Diagnosis of Sarcopenia in Heart Failure: A Narrative Review on the Role of Clinical and Imaging Assessments. **Circulation: Heart Failure**, v. 15, n. 10, 2022. Disponível em: <<https://www.ahajournals.org/doi/10.1161/CIRCHEARTFAILURE.121.009322>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

NUNES, Bárbara Thiffani Ferreira. Manejo nutricional na perda de massa muscular em pacientes com a síndrome pós-COVID-19. 2023. Disponível em: <<http://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/6652>>. Acesso em: 20 ago. 2025.

OLIVEIRA, Vitor Hugo Fernando de. Sarcopenia em pessoas vivendo com o vírus da imunodeficiência humana. 2024. Disponível em: <<https://repositorio.uel.br/handle/123456789/9338>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

OLIVEIRA, Lucian Batista De; BARRETO, Beatriz Pontes; CORREIA, Alice Rodrigues Pimentel; *et al.* Sarcopenia em pacientes de 40 a 64 anos hospitalizados por insuficiência cardíaca. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 22, n. 1, p. 37–46, 2023. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/cmbio/article/view/52996>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

PETERSON, Sarah J.; BRAUNSCHWEIG, Carol A. Prevalence of Sarcopenia and Associated Outcomes in the Clinical Setting. **Nutrition in Clinical Practice**, v. 31, n. 1, p. 40–48, 2016. Disponível em: <<https://aspenjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1177/0884533615622537>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

3172

PÍCOLI, Tatiane Da Silva; FIGUEIREDO, Larissa Lomeu De; PATRIZZI, Lislei Jorge. Sarcopenia e envelhecimento. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 3, p. 455–462, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-51502011000300010&lng=pt&tlng=pt>. Acesso em: 20 ago. 2025.

Plano de Ações Estratégicas para o Enfrentamento das Doenças Crônicas e Agravos Não Transmissíveis no Brasil, 2021-2030 (Plano de Dant) — Ministério da Saúde. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/svsa/doencas-cronicas-nao-transmissiveis-dcnt/09-plano-de-dant-2022_2030.pdf/view>. Acesso em: 20 ago. 2025.

PONTES, Victor de Carvalho Brito. Sarcopenia: rastreio, diagnóstico e manejo clínico. **Journal of Hospital Sciences**, v. 2, n. 1, p. 4–14, 2022. Disponível em: <<https://jhsc.emnuvens.com.br/revista/article/view/32>>. Acesso em: 20 ago. 2025.

PRISMA 2020 flow diagram. PRISMA statement. Disponível em: <<https://www.prisma-statement.org/prisma-2020-flow-diagram>>. Acesso em: 20 ago. 2025

SANTOS, Cristina Mamédio Da Costa; PIMENTA, Cibele Andrucioli De Mattos; NOBRE, Moacyr Roberto Cuce. The PICO strategy for the research question construction and evidence search. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 15, n. 3, p. 508–511, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692007000300023&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 20 ago. 2025.

VANDERVOORT, Anthony A. Aging of the human neuromuscular system. **Muscle & Nerve**, v. 25, n. 1, p. 17-25, 2002. Disponível em: <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/mus.1215>>. Acesso em: 20 ago. 2025.

YANAGI, Naoya; KOIKE, Tomotaka; KAMIYA, Kentaro; *et al.* Assessment of Sarcopenia in the Intensive Care Unit and 1-Year Mortality in Survivors of Critical Illness. **Nutrients**, v. 13, n. 8, p. 2726, 2021. Disponível em: <<https://www.mdpi.com/2072-6643/13/8/2726>>. Acesso em: 21 ago. 2025.