

Análise da espessura do quadríceps e força de preensão manual em indivíduos hospitalizados: Um estudo transversal

Analysis of quadriceps thickness and handgrip strength in hospitalized individuals: A cross-sectional study

Análisis del grosor del cuádriceps y la fuerza de prensión manual em pacientes hospitalizados: Un estudio transversal

Recebido: 27/10/2025 | Revisado: 29/12/2025 | Aceitado: 30/12/2025 | Publicado: 31/12/2025

Milena de Souza Pinto

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0100-9694>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: milenasouzap27@gmail.com

Julio Cesar Ribeiro Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1862-639X>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: julio.filho4@unioeste.br

Carlos Eduardo de Albuquerque

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2488-9062>
Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil
E-mail: ceafit@yahoo.com

Resumo

O envelhecimento populacional e o aumento das doenças crônicas não transmissíveis têm contribuído para a ocorrência de sarcopenia. Essa perda de massa e força muscular está associada a piores desfechos clínicos, como incapacidade funcional, hospitalização prolongada e maior mortalidade. O objetivo foi analisar e comparar a espessura do músculo quadríceps e a força de preensão manual em indivíduos hospitalizados com diferentes doenças crônicas. Trata-se de um estudo observacional e transversal realizado entre agosto e dezembro de 2025, com 14 participantes divididos em dois grupos: crônico (n=7) e controle (n=7). A espessura do quadríceps foi avaliada por ultrassonografia (modo B) e a força de preensão manual com dinamômetro eletrônico. Os dados foram analisados no SPSS 25.0, utilizando testes t de Student, Mann-Whitney, qui-quadrado e Exato de Fisher, com $p < 0,05$. A amostra apresentou distribuição semelhante por sexo e idade ($p = 0,08$). As doenças mais prevalentes no grupo crônico foram doença renal crônica e insuficiência cardíaca (57,1%). O tempo médio de internação foi maior nesse grupo ($12,7 \pm 9,5$ dias) em relação ao controle ($5,6 \pm 4,7$ dias; $p = 0,04$). Observou-se menor espessura do quadríceps ($8,7 \pm 2,2$ mm vs $12,0 \pm 2,4$ mm; $p = 0,02$) e menor força de preensão manual ($21,9 \pm 11,5$ kgf vs $35,3 \pm 10,9$ kgf; $p = 0,03$) entre os pacientes crônicos. Conclui-se que pacientes hospitalizados com doenças crônicas apresentaram redução significativa da espessura muscular e da força de preensão, indicando comprometimento muscular associado às condições clínicas e ao maior tempo de internação.

Palavras-chave: Ultrassonografia; Força Muscular; Sarcopenia; Hospitalização; Doença Crônica.

Abstract

Population aging and the increase in non-communicable chronic diseases have contributed to the occurrence of sarcopenia. This loss of muscle mass and strength is associated with worse clinical outcomes, such as functional disability, prolonged hospitalization, and higher mortality. The objective was to analyze and compare quadriceps muscle thickness and handgrip strength in hospitalized individuals with different chronic diseases. It is an observational, cross-sectional study conducted between August and December 2025, including 14 participants divided into two groups: chronic (n=7) and control (n=7). Quadriceps thickness was assessed by ultrasound (B-mode), and handgrip strength was measured using an electronic dynamometer. Data were analyzed using SPSS 25.0, applying Student's t-test, Mann-Whitney test, chi-square test, and Fisher's exact test, with $p < 0.05$. The sample showed similar distribution by sex and age ($p = 0.08$). The most prevalent diseases in the chronic group were chronic kidney disease and heart failure (57.1%). The mean length of hospital stay was longer in this group (12.7 ± 9.5 days) compared with the control group (5.6 ± 4.7 days; $p = 0.04$). Lower quadriceps thickness (8.7 ± 2.2 mm vs 12.0 ± 2.4 mm; $p = 0.02$) and reduced handgrip strength (21.9 ± 11.5 kgf vs 35.3 ± 10.9 kgf; $p = 0.03$) were observed among chronic patients. In

conclusion, hospitalized patients with chronic diseases showed significant reductions in muscle thickness and handgrip strength, indicating muscle impairment associated with clinical conditions and longer hospital stays.

Keywords: Ultrasonography; Muscle Strength; Sarcopenia; Hospitalization; Chronic Disease.

Resumen

El envejecimiento poblacional y el aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles han contribuido a la aparición de la sarcopenia. Esta pérdida de masa y fuerza muscular se asocia con peores desenlaces clínicos, como incapacidad funcional, hospitalización prolongada y mayor mortalidad. El objetivo fue analizar y comparar el grosor del músculo cuádriceps y la fuerza de prensión manual en individuos hospitalizados con diferentes enfermedades crónicas. Se trata de un estudio observacional y transversal realizado entre agosto y diciembre de 2025, con 14 participantes divididos en dos grupos: crónico (n=7) y control (n=7). El grosor del cuádriceps se evaluó mediante ultrasonografía (modo B) y la fuerza de prensión manual con dinamómetro electrónico. Los datos se analizaron en SPSS 25.0, utilizando las pruebas t de Student, Mann-Whitney, chi-cuadrado y Exacta de Fisher, con $p < 0,05$. La muestra presentó distribución similar por sexo y edad ($p = 0,08$). Las enfermedades más prevalentes en el grupo crónico fueron la enfermedad renal crónica y la insuficiencia cardíaca (57,1%). El tiempo promedio de hospitalización fue mayor en este grupo ($12,7 \pm 9,5$ días) en comparación con el control ($5,6 \pm 4,7$ días; $p = 0,04$). Se observó menor grosor del cuádriceps ($8,7 \pm 2,2$ mm vs $12,0 \pm 2,4$ mm; $p = 0,02$) y menor fuerza de prensión manual ($21,9 \pm 11,5$ kgf vs $35,3 \pm 10,9$ kgf; $p = 0,03$). Se concluye que los pacientes hospitalizados con enfermedades crónicas presentaron reducción significativa del grosor muscular y de la fuerza de prensión, lo que indica compromiso muscular asociado a las condiciones clínicas y al mayor tiempo de hospitalización.

Palabras clave: Ultrasonografía; Fuerza Muscular; Sarcopenia; Hospitalización; Enfermedad Crónica.

1. Introdução

O envelhecimento populacional, caracterizado pelo aumento das doenças crônicas não transmissíveis e pelos consequentes desafios aos sistemas de saúde, está frequentemente acompanhado pela perda progressiva de massa, força e função muscular — condição denominada sarcopenia (Szwarcwald et al., 2022). Resultante da interação entre o envelhecimento, a inatividade física, alterações metabólicas e inflamação sistêmica crônica, a diminuição de massa muscular associa-se à piora da capacidade funcional, ao maior risco de quedas e a um aumento das complicações durante a hospitalização em pessoas de meia-idade e idosos (Antuña et al., 2022; Hairi et al., 2010).

Diversas doenças crônicas compartilham mecanismos fisiológicos que promovem a perda de massa muscular, incluindo inflamação sistêmica, estresse oxidativo, resistência à insulina e descondicionamento físico (Mangner et al., 2015; Maynard-Paquette et al., 2020; Mesinovic et al., 2019; Rao et al., 2022). Nessas circunstâncias, a diminuição da massa muscular configura-se como um marcador prognóstico desfavorável, associando-se à piora da evolução clínica, ao aumento de complicações, aos maiores custos hospitalares e à sobrecarga dos serviços de saúde (Ganbat et al., 2025; Yoshimura et al., 2019).

A avaliação da massa muscular em pacientes hospitalizados é uma ferramenta importante para identificar indivíduos em risco e prever desfechos clínicos, uma vez que a diminuição da massa muscular esquelética está independentemente associada à hospitalização prolongada, à permanência prolongada em UTI, à necessidade de ventilação mecânica estendida e ao aumento da mortalidade (Weijs et al., 2014).

A avaliação muscular por meio do US tem sido aplicada em casos de doenças neuromusculares e na detecção de sarcopenia (Cruz-Jentoft et al., 2019). Por outro lado, no Brasil sua utilização é limitada entre indivíduos com doenças crônicas, como diabetes mellitus tipo 2 (DM2), insuficiência cardíaca (IC), doença renal crônica (DRC), doença arterial obstrutiva periférica (DAOP) e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), especialmente em pacientes hospitalizados. Esses grupos apresentam alterações musculoesqueléticas relevantes, associadas a desfechos adversos como perda funcional, aumento do risco de quedas, amputação de membros inferiores, hospitalizações prolongadas e mortalidade (Costa et al., 2022; Saito et al., 2024; Zhong et al., 2023).

Ainda, são escassos os estudos brasileiros que utilizam o US e o teste de prensão manual para avaliar e comparar as

alterações musculares periféricas em indivíduos hospitalizados com diferentes doenças crônicas. Assim, esta pesquisa justifica-se pela necessidade de ampliar o conhecimento sobre a avaliação da morfologia e força muscular, considerando as particularidades clínicas, epidemiológicas e sociodemográficas da população brasileira. O objetivo do presente artigo é analisar e comparar a espessura do músculo quadríceps e a força de preensão manual em indivíduos hospitalizados com diferentes doenças crônicas.

2. Metodologia

Este é um estudo observacional e transversal, numa pesquisa de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018) com uso de estatística descritiva simples com classes de dados (ex: por sexo, por tipo de doença, por tempo de internação etc.) e, valores de média e desvio padrão e também, valores de frequência absoluta em quantidade e, frequência relativa porcentual (Shitsuka et al., 2014) e, com uso de análise estatística (Vieira, 2021), em estudo que foi conduzido entre agosto e dezembro de 2025 no Hospital Universitário do Oeste do Paraná (HUOP-UNIOESTE). O estudo obteve aprovação do Comitê de Ética do HUOP-UNIOESTE (Parecer: 7.738.198/2025). Os participantes incluídos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Foram incluídos pacientes hospitalizados com doenças crônicas como diabetes mellitus tipo 2 (DM2), doença renal crônica (DRC), insuficiência cardíaca (IC) e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). O grupo controle foi constituído por indivíduos saudáveis, autorrelatados, de idade equivalente, sem histórico de tabagismo, doenças autoimunes, cardiorrespiratórias ou musculoesqueléticas. Foram excluídos aqueles com disfunções cognitivas ou neurológicas, histórico recente de cirurgias torácicas, abdominais e/ou ortopédicas, deformidades nas mãos que impeçam a realização do teste de força de preensão manual, dificuldade para deambular, bem como gestantes, em ambos os grupos.

A espessura muscular foi avaliada por um fisioterapeuta treinado, utilizando um dispositivo portátil de ultrassom (*Aplio™ 300, Toshiba Medical do Brasil Ltda*). O transdutor foi recoberto com gel à base de água para otimizar o contato com a pele. A espessura do quadríceps foi mensurada com o ultrassom em modo B, acoplado a um transdutor linear de alta frequência (>7 MHz), posicionado perpendicularmente à coxa, em dois terços entre a espinha ilíaca anterossuperior e a borda superior da patela (Pardo et al., 2018). A medida foi realizada do limite superior do músculo vasto lateral até a superfície do osso femoral. Foram realizadas três medições no membro dominante, e a média foi considerada, admitindo-se uma variação de até 1 mm (Fizez et al., 2016).

A força de preensão manual foi avaliada por meio do teste de preensão utilizando um dinamômetro eletrônico de mão (Camry, Valencia, Espanha). O teste foi conduzido com o paciente sentado, antebraço apoiado e cotovelo fletido a 90°, empregando a mão dominante (Mehmet et al., 2020). Foram realizadas três medições, com um intervalo de descanso de 1 minuto entre elas; a média dos valores obtidos foi utilizada para a análise.

Os dados foram analisados utilizando o *IBM SPSS Statistics V25.0*. As variáveis contínuas foram descritas por meio de média e desvio padrão. Para verificar a normalidade da distribuição dos dados foi utilizado o teste de Shapiro–Wilk. Os testes t de Student e Mann-Whitney foram usados para análises de comparação. As variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e percentuais e as comparações foram realizadas pelos testes qui-quadrado e Exato de Fisher. A significância estatística foi definida como $p < 0,05$.

3. Resultados

A amostra incluiu 14 participantes, sendo 7 em cada grupo, com mesma distribuição por sexo em ambos os grupos (3 mulheres e 4 homens). A idade média foi maior no grupo crônico ($64,0 \pm 17,3$ anos) que no grupo controle ($50,4 \pm 9,6$ anos),

porém sem diferença estatisticamente significativa ($p = 0,08$).

No grupo crônico, as condições mais prevalentes foram: doença renal crônica (57,1%), insuficiência cardíaca (57,1%), diabetes mellitus tipo 2 (42,9%) e DPOC (14,3%). O grupo controle não apresentou doenças crônicas.

O tempo médio de internação foi significativamente maior no grupo crônico ($12,7 \pm 9,5$ dias) comparado ao grupo controle ($5,6 \pm 4,7$ dias; $p = 0,04$). As características detalhadas da amostra estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da amostra.

Variável	Grupo Crônico (n=7)	Grupo Controle (n=7)	p-valor
Idade (anos), média \pm DP	64,0 \pm 17,3	50,4 \pm 9,6	0,08
Sexo feminino, n (%)	3 (42,9%)	3 (42,9%)	1,00
Sexo masculino, n (%)	4 (57,1%)	4 (57,1%)	1,00
Diabetes mellitus tipo 2, n (%)	3 (42,9%)	0 (0%)	-
Doença renal crônica, n (%)	4 (57,1%)	0 (0%)	-
DPOC, n (%)	1 (14,3%)	0 (0%)	-
Insuficiência cardíaca, n (%)	4 (57,1%)	0 (0%)	-
Tempo de internação (dias), média \pm DP	12,7 \pm 9,5	5,6 \pm 4,7	0,04*

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A espessura do quadríceps foi significativamente menor no grupo crônico ($8,7 \pm 2,2$ mm) em comparação ao grupo controle ($12,0 \pm 2,4$ mm; $p = 0,02$). De maneira similar, a força de preensão manual apresentou valores reduzidos no grupo crônico ($21,9 \pm 11,5$ kgf) em relação ao grupo controle ($35,3 \pm 10,9$ kgf; $p = 0,03$). Os dados são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Espessura do quadríceps e força de preensão manual nos grupos crônico e controle.

Variável	Grupo Crônico (média \pm DP)	Grupo Controle (média \pm DP)	p-valor
Espessura do Quadríceps (mm)	8,7 \pm 2,2	12,0 \pm 2,4	0,02*
Preensão Manual (kgf)	21,9 \pm 11,5	35,3 \pm 10,9	0,03*

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4. Discussão

O estudo foi realizado a fim de analisar e comparar a espessura do músculo quadríceps e a força de preensão manual em indivíduos hospitalizados com diferentes doenças crônicas. Nossa amostra foi composta por grupos similares quanto ao sexo e idade. Essa homogeneidade permite inferir que as diferenças observadas na espessura e na força muscular não foram influenciadas por essas variáveis demográficas. O grupo crônico apresentou comorbidades como a insuficiência cardíaca (IC), doença renal crônica (DRC), diabetes mellitus tipo 2 (DM2) e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Essas condições são associadas a inflamação sistêmica e alterações metabólicas, que somados ao envelhecimento e imobilismo, podem explicar a diferença de massa e força muscular entre os grupos (Ebner et al., 2015). Além disso, o tempo médio de internação foi significativamente maior no grupo crônico, o que pode ter potencializado o comprometimento funcional durante o internamento.

A análise dos dados comparativos demonstra que o Grupo Crônico apresenta um comprometimento significativo na força, massa e estrutura muscular quando comparado ao Grupo Controle (Tabela 2). As diferenças observadas na Força de Preensão Manual e Espessura do Quadríceps foram estatisticamente significativas.

A força muscular é um importante preditor independente de mortalidade por todas as causas, e sua avaliação por meio

da preensão manual (HGS) representa um método simples e confiável para estimar a força muscular global na prática clínica (Volaklis et al., 2015). A redução dessa força está intimamente relacionada à sarcopenia e a desfechos adversos, como incapacidade funcional e hospitalização prolongada (Mehmet et al., 2020).

De forma semelhante, Costa et al. (2022) avaliou indivíduos com DRC não-dialíticos e encontrou valores absolutos de HGS reduzidos (Costa et al., 2022). À medida que a função renal deteriora, o catabolismo proteico é acelerado, o que somado à inflamação crônica, alterações metabólicas e hormonais, levam à disfunção do músculo esquelético (Fahal, 2013). No DRC, essa condição é chamada de sarcopenia urêmica, e resulta em aumento da morbimortalidade dessa população (Mohanasundaram, 2022).

Ainda, em recente estudo de Park et al. (2025), a HGS foi sugerida como marcador de risco de readmissão hospitalar por IC, além de indicador da capacidade de exercício (Park et al., 2025). Diferentes mecanismos levam à fraqueza muscular durante a progressão da IC. Dentre eles, a redução do débito cardíaco e a congestão sistêmica, que diminuem a capacidade de exercício; assim como alterações na secreção de hormônios, inflamação sistêmica e estresse oxidativo, que culminam na atrofia do músculo esquelético (Wang et al., 2023).

A Espessura do Quadríceps (EQ) no Grupo Crônico foi significativamente menor que o observado no Grupo Controle, evidenciando o comprometimento da massa muscular nesses pacientes. O uso da ultrassonografia à beira do leito (*Point-of-Care Ultrasound* - POCUS) é uma técnica rápida, não invasiva e confiável, permitindo a detecção precoce de alterações musculares no ambiente hospitalar (Ganbat et al., 2023). A redução da EQ é associada a piores desfechos clínicos, como maior tempo de internação, complicações e declínio funcional, especialmente em indivíduos idosos e com doenças crônicas (Ganbat et al., 2025).

A disfunção da musculatura periférica, bem como a sarcopenia, são complicações já conhecidas da DPOC e do DM2 (Maynard-Paquette et al., 2020; Mesinovic et al., 2019). Na DPOC, a fraqueza muscular é associada a intolerância ao exercício e progressão da doença, e a ultrassonografia do músculo quadríceps é um preditor confiável de declínio funcional, hospitalização e mortalidade (Guerreiro et al., 2017). Já no DM2, a sarcopenia parece ter uma relação bidirecional. Sendo que, de um lado, a resistência à insulina, a inflamação crônica e o estresse oxidativo causam disfunções microvasculares que resultam em perda de massa e força muscular (Purnamasari et al., 2022). Por outro lado, a perda de massa muscular reduz a utilização de glicose pelo músculo bem como a produção de miocinas, causando alterações macrovasculares como a aterosclerose e o acidente vascular encefálico (AVE) (Aryana et al., 2018; Einarson et al., 2018; Su et al., 2020).

Este estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, não foi avaliado o nível de atividade física dos participantes, o que poderia influenciar diretamente a massa e força muscular, representando um fator de confusão. Além disso, o tamanho amostral ($n = 14$) restringe a generalização dos achados e reduz a potência estatística para detectar diferenças entre os grupos, especialmente para variáveis como idade e sexo. Apesar das limitações, os resultados fornecem informações relevantes sobre o comprometimento muscular em pacientes crônicos hospitalizados, servindo como base para estudos futuros com amostras maiores e avaliação detalhada do nível de atividade física.

5. Conclusão

Pacientes hospitalizados com doenças crônicas apresentaram redução significativa da espessura muscular e da força de preensão, indicando comprometimento muscular associado às condições clínicas e ao maior tempo de internação. Métodos simples como a ultrassonografia e o teste de preensão manual podem contribuir para a identificação precoce da perda muscular e orientar estratégias de intervenção durante a hospitalização.

Referências

- Antuñia, E., Cachán-Vega, C., Bermejo-Millo, J. C., Potes, Y., Caballero, B., Vega-Naredo, I., Coto-Montes, A., & Garcia-Gonzalez, C. (2022). Inflammaging: Implications in Sarcopenia. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(23), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijms232315039>
- Aryana, I. G. P. S., Hapsari, A. A. A. R., & Kuswardhani, R. A. T. (2018). Myokine Regulation as Marker of Sarcopenia in Elderly. *Molecular and Cellular Biomedical Sciences*, 2(2), 38–47. <https://doi.org/10.21705/mcbs.v2i2.32>
- Costa, M. J. C., Cavalcanti, F. C. B., Bezerra, S. D., De Araújo Filho, J. C., Fernandes, J., & Marinho, P. E. M. (2022). Relationship between quadriceps thickness and 60-second sit-to-stand test in patients with chronic kidney disease. *Brazilian Journal of Nephrology*, 42(2), 164–170. <https://doi.org/10.1590/2175-8239-JBN-2021-0064>
- Cruz-Jentoft, A. J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., Cooper, C., Landi, F., Rolland, Y., Sayer, A. A., Schneider, S. M., Sieber, C. C., Topinkova, E., Vandewoude, M., Visser, M., Zamboni, M., Bautmans, I., Baeyens, J. P., Cesari, M., ... Schols, J. (2019). Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. *Age and Ageing*, 48(1), 16–31. <https://doi.org/10.1093/ageing/afy169>
- Ebner, N., Sliziuk, V., Scherbakov, N., & Sandek, A. (2015). *Muscle wasting in ageing and chronic illness*. 58–68. <https://doi.org/10.1002/ehf2.12033>
- Einarson, T. R., Acs, A., Ludwig, C., & Panton, U. H. (2018). Prevalence of cardiovascular disease in type 2 diabetes : a systematic literature review of scientific evidence from across the world in 2007 – 2017. *Cardiovascular Diabetology*, 1–19. <https://doi.org/10.1186/s12933-018-0728-6>
- Fahal, I. H. (2013). Uraemic sarcopenia : aetiology and implications. *Oxford University Press*.
- Fivez, T., Hendrickx, A., Van Herpe, T., Vlasselaers, D., Desmet, L., Van Den Berghe, G., & Mesotten, D. (2016). An Analysis of Reliability and Accuracy of Muscle Thickness Ultrasonography in Critically Ill Children and Adults. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 40(7), 944–949. <https://doi.org/10.1177/0148607115575033>
- Ganbat, U., Byambaa, A. O., Tang, P., Feldman, B., Arishenkoff, S., Meneilly, G., & Madden, K. (2025). Quadriceps muscle thickness as measured by point-of-care ultrasound is associated with hospital length of stay among hospitalised older patients. *Age and Ageing*, 54(4), 1–8. <https://doi.org/10.1093/ageing/afaf103>
- Ganbat, U., Feldman, B., Arishenkoff, S., Meneilly, G., & Madden, K. (2023). Associations Between Gait Measures and Quadriceps Muscle Thickness As Measured By Point-of-Care Ultrasound. *Innovation in Aging*, 7(Supplement_1), 910–910. <https://doi.org/10.1093/geroni/igad104.2927>
- Guerreiro, A. C., Tonelli, A. C., Orzechowski, R., Corte, R. R. D., Moriguchi, E. H., & Mello, R. B. de. (2017). Bedside Ultrasound of Quadriceps to Predict Rehospitalization and Functional Decline in Hospitalized Elders. *Frontiers in Medicine*, 4(July). <https://doi.org/10.3389/fmed.2017.00122>
- Hairi, N. N., Cumming, R. G., Naganathan, V., Handelsman, D. J., Le Couteur, D. G., Creasey, H., Waite, L. M., Seibel, M. J., & Sambrook, P. N. (2010). Loss of muscle strength, mass (sarcopenia), and quality (specific force) and its relationship with functional limitation and physical disability: The concord health and ageing in men project. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(11), 2055–2062. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03145.x>
- Mangner, N., Weikert, B., Scott Bowen, T., Sandri, M., Höllriegel, R., Erbs, S., Hambrecht, R., Schuler, G., Linke, A., Gielen, S., & Adams, V. (2015). Skeletal muscle alterations in chronic heart failure: Differential effects on quadriceps and diaphragm. *Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle*, 6(4), 381–390. <https://doi.org/10.1002/jcsm.12034>
- Maynard-Paquette, A. C., Poirier, C., Chartrand-Lefebvre, C., & Dubé, B. P. (2020). Ultrasound evaluation of the quadriceps muscle contractile index in patients with stable chronic obstructive pulmonary disease: Relationships with clinical symptoms, disease severity and diaphragm contractility. *International Journal of COPD*, 15, 79–88. <https://doi.org/10.2147/COPD.S222945>
- Mehmet, H., Yang, A. W. H., & Robinson, S. R. (2020). Measurement of hand grip strength in the elderly: A scoping review with recommendations. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(1), 235–243. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2019.05.029>
- Mesinovic, J., Zengin, A., De Courten, B., Ebeling, P. R., & Scott, D. (2019). Sarcopenia and type 2 diabetes mellitus: A bidirectional relationship. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity*, 12, 1057–1072. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S186600>
- Mohanasundaram, E. F. S. (2022). Uremic Sarcopenia. *Indian Journal of Nephrology*, 32, 399–405. <https://doi.org/10.4103/ijn.ijn>
- Pardo, E., El Behi, H., Boizeau, P., Verdonk, F., Alberti, C., & Lescot, T. (2018). Reliability of ultrasound measurements of quadriceps muscle thickness in critically ill patients. *BMC Anesthesiology*, 18(1), 1–8. <https://doi.org/10.1186/s12871-018-0647-9>
- Park, S., Park, S., Lee, J., Choi, Y., Kang, D. O., Park, E. J., Choi, J. Y., Roh, S., Lee, D., Na, J. O., Kim, J. W., Kim, E. J., Rha, S., Park, C. G., & Choi, C. U. (2025). Association of Handgrip Strength With Readmission , Mortality , and Exercise Capacity in Patients With Heart Failure. *Journal of Aging and Physical Activity*, 33, 506–516.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Purnamasari, D., Tetrasiw, E. N., Kartiko, G. J., Astrella, C., Husam, K., & Laksmi, P. W. (2022). Sarcopenia and Chronic Complications of Type 2 Diabetes Mellitus. *The Review of Diabetic Studies*, 18(3), 157–165.
- Rao, N. S., Chandra, A., Saran, S., & Lohiya, A. (2022). Ultrasound for thigh muscle thickness is a valuable tool in the diagnosis of sarcopenia in Indian patients with predialysis chronic kidney disease. *Osteoporosis and Sarcopenia*, 8(2), 80–85. <https://doi.org/10.1016/j.afos.2022.06.001>
- Saito, H., Fujimoto, Y., Matsue, Y., Yoshioka, K., Maekawa, E., Kamiya, K., Toki, M., Iwata, K., Saito, K., Murata, A., Hayashida, A., Ako, J., Kitai, T., & Kagiya, N. (2024). Ultrasound-measured Quadriceps Muscle Thickness and Mortality in Older Patients With Heart Failure. *Canadian Journal of Cardiology*, 40(12), 2555–2564. <https://doi.org/10.1016/j.cjca.2024.09.007>

Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para a tecnologia*. (2ed). Editora Erica.

Su, Y., Yuki, M., & Otsuki, M. (2020). Prevalence of stroke-related sarcopenia: A systematic review and. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 29(9). <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2020.105092>

Szwarcwald, C. L., Stopa, S. R., & Malta, D. C. (2022). Situação das principais doenças crônicas não transmissíveis e dos estilos de vida da população brasileira: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013 e 2019. *Cadernos de Saúde Pública*, 38(suppl 1), 1–4. <https://doi.org/10.1590/0102-311xpt276021>

Vieira, S. (2021). *Introdução à bioestatística*. Ed.GEN/Guanabara Koogan.

Volaklis, K. A., Halle, M., & Meisinger, C. (2015). Muscular strength as a strong predictor of mortality: A narrative review. *European Journal of Internal Medicine*, 26(5), 303–310. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2015.04.013>

Wang, Y., Pu, X., Xue, L., & Ye, J. (2023). Handgrip strength and the prognosis of patients with heart failure : A meta - analysis. *Clinical Cardiology*, 46, 1173–1184. <https://doi.org/10.1002/clc.24063>

Weijjs, P. J. M., Looijaard, W. G. P. M., Dekker, I. M., Stapel, S. N., Girbes, A. R., Straaten, H. M. O., & Beishuizen, A. (2014). Low skeletal muscle area is a risk factor for mortality in mechanically ventilated critically ill patients. *Critical Care*, 18(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/cc13189>

Yoshimura, Y., Wakabayashi, H., Bise, T., Nagano, F., Shimazu, S., Shiraishi, A., Yamaga, M., & Koga, H. (2019). Sarcopenia is associated with worse recovery of physical function and dysphagia and a lower rate of home discharge in Japanese hospitalized adults undergoing convalescent rehabilitation. *Nutrition*, 61, 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2018.11.005>

Zhong, Y., Liu, X., & Lin, T. (2023). The Relationship between Muscle Ultrasound Parameters and Diabetic Peripheral Neuropathy among Patients with Type 2 Diabetes Mellitus: A Cross-Sectional Study. *Journal of Diabetes Research*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/8897065>