



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro Biomédico

Faculdade de Ciências Médicas

Regina Ranielly dos Santos Avelino Silva

**Avaliação da osteosarcopenia em adultos jovens e de meia-idade com
obesidade severa**

Rio de Janeiro

2024

Regina Ranielly dos Santos Avelino Silva

Avaliação da osteosarcopenia em adultos jovens e de meia-idade com obesidade severa

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Orientadora: Prof.^a Dra. Alessandra Pinheiro Mulder

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CB-A

S586 Silva, Regina Ranielly dos Santos Avelino.
Avaliação da osteosarcopenia em adultos jovens e de meia-idade com obesidade severa
/ Regina Ranielly dos Santos Avelino Silva. – 2024.
54 f.

Orientadora: Prof.^a Dra. Alessandra Pinheiro Mulder

Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Médicas. Pós-graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental.

1. Doenças ósseas metabólicas – Complicações. 2. Obesidade – Complicações – Teses.
3. Sarcopenia – Diagnóstico – Teses. I. Mulder, Alessandra Pinheiro. II. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

CDU 616.71

Bibliotecário: Felipe Caldonazzo CRB7/7341

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Regina Ranielly dos Santos Avelino Silva

Avaliação da osteosarcopenia em adultos jovens e de meia-idade com obesidade severa

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Fisiopatologia Clínica e Experimental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

Aprovada em 24 de setembro de 2024

Orientadora: Prof.^a Dra. Alessandra Pinheiro Mulder
Instituto de Nutrição – UERJ

Banca Examinadora: _____
Prof.^a Dra. Márcia Regina Simas Torres Klein
Instituto de Nutrição – UERJ

Prof.^a Dra. Maria Caroline Alves Coelho Amaral
Faculdade de Ciências Médicas – UERJ

Prof.^a Dra. Kenia Mara Baiocchi de Carvalho
Universidade de Brasília

Rio de Janeiro

2024

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho, que é fruto de um sonho e do desprendimento de muito esforço, à minha amada família, que sempre esteve na torcida pelo meu processo de crescimento pessoal e profissional.

AGRADECIMENTOS

Neste momento, procuro eternizar em palavras um pouco dos meus sentimentos. E, em primeiro lugar, agradeço a Deus, que em sua infinita misericórdia, sempre iluminou meus passos e minhas decisões. Sei que sem ti, nada posso e nada sou, Senhor! Obrigado pelo seu amor incondicional e por ter me dado forças para superar todos os obstáculos.

Agradeço à minha família: meu esposo, amigo e companheiro de todas as horas, meus pais e irmãos. Sei que a cada passo da minha vida, seus corações estarão cheios de orgulho. Somente vocês, nesta caminhada silenciosa, para saber quantos sacrifício foram enfrentados para que eu chegasse até aqui. Quero dizer a vocês o que a rotina muitas vezes me fez calar. Obrigado pelos exemplos de força e coragem que fizeram com que eu nunca desistisse dos meus sonhos. Diante de qualquer adversidade, desde o início da minha trajetória acadêmica, eu sempre tive a certeza de que, no nosso lar, eu encontraria o conforto para as decepções e fracassos e a imensa alegria diante das vitórias. Obrigado pelos sacrifícios e renúncias em favor de me oferecer o melhor de suas possibilidades. Meus pais, obrigado pelo que sou hoje. Meu esposo, obrigado pelos sacrifícios, paciência e amor durante essa jornada. Meus irmãos, obrigado por me terem como exemplo, pois isso me dá forças para nunca desistir. Com amor, declaro que essa vitória é nossa.

Não poderia deixar de agradecer à minha companheira fiel de pesquisa, Tamyris Lira e às minhas estagiárias Camila e Maria Elisa. Durante esses dois anos estivemos trabalhando incansavelmente em prol do nosso objetivo. A parceria de vocês foi fundamental para que este trabalho fosse concretizado. Meu muito obrigado!

Por fim, agradeço à minha orientadora Alessandra Mulder, por ter me concedido a oportunidade de participar do seu grupo de pesquisa, abrindo as portas para que eu concretizasse o sonho de realizar o meu mestrado.

A única segurança verdadeira consiste numa reserva de sabedoria, de experiência e de competência.

Henry Ford

RESUMO

SILVA, Regina Ranielly dos Santos Avelino. **Avaliação da osteosarcopenia em adultos jovens e de meia-idade com obesidade severa**. 2024. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Clínica e Experimental) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

A obesidade osteosarcopênica (OOS) é um termo recentemente utilizado para descrever uma síndrome osteomuscular, de caráter multifatorial, que abrange simultaneamente o excesso de tecido adiposo, declínio da função e massa muscular e diminuição da densidade mineral óssea, em virtude da redistribuição e infiltração de gordura nesses tecidos. A grande questão em torno da presença da sarcopenia e osteopenia nos indivíduos com obesidade é o comprometimento funcional e, conseqüentemente, redução da qualidade de vida, aumento do risco de fratura e mortalidade. Logo, o objetivo deste estudo é estimar a presença da obesidade osteosarcopênica em adultos jovens e de meia-idade. Foi realizado um estudo analítico transversal realizado com adultos de 20 a 59 anos com obesidade severa (Índice de Massa Corporal ≥ 35 Kg/m², com comorbidades e ≥ 40 Kg/m², independente de comorbidades). Foram avaliados 70 indivíduos, com média de idade de 43 ± 10 anos, com predominância do sexo feminino. A composição corporal foi avaliada por absorciometria de raio X de dupla emissão (DEXA). Os parâmetros para avaliação da sarcopenia foram: força de preensão manual (FPM), teste de levantar e sentar 5x (5TLS) e massa muscular apendicular ajustada ao tamanho corporal (MMA/peso x 100). Para a osteopenia, foi considerado T-score da coluna e do fêmur $< -1,0$ e $> -2,5$ e para osteoporose, o T-score $\leq -2,5$. A osteosarcopenia foi considerada quando houve, simultaneamente, a baixa força, baixa massa muscular e baixa densidade mineral óssea. A baixa força foi encontrada em 71,4% dos avaliados pelo 5TLS e em 7,1% pela FPM. As frequências da obesidade sarcopênica, osteopênica e osteosarcopênica foram de 46%, 3% e 1,4%, respectivamente. Para todos os fenótipos de obesidade, não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos. Houve correlação negativa entre o percentual de gordura corporal e a densidade mineral óssea, sendo mais expressiva à medida que o índice de massa corporal aumentou: (IMC 35-39,9 Kg/m²: $r_{\text{fêmur}} = -0,114$, $p = 0,769$; $r_{\text{coluna}} = -0,01$, $p = 0,976$); (IMC 40-49,9 Kg/m²: $r_{\text{fêmur}} = -0,494$, $p = 0,001$; $r_{\text{coluna}} = -0,460$, $p = 0,001$); (IMC ≥ 50 Kg/m²: $r_{\text{fêmur}} = -0,853$; $p = 0,001$; $r_{\text{coluna}} = -0,697$, $p = 0,006$). Adultos jovens e de meia-idade com obesidade severa podem apresentar alterações osteomusculares. A redução da função e massa muscular são evidentes, enquanto a redução do conteúdo mineral ósseo parece ser gradativa e subclínica.

Palavras-chave: obesidade severa; força; osteosarcopenia; adultos jovens.

ABSTRACT

SILVA, Regina Ranielly dos Santos Avelino. *Assessment of osteosarcopenia in young and middle-aged adults with severe obesity*. 2024. 54 f. Dissertação (Mestrado em Fisiopatologia Clínica e Experimental) – Faculdade de Ciências Médicas, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

Osteosarcopenic obesity (OSO) is a term recently introduced to describe a multifactorial musculoskeletal syndrome that simultaneously includes excess adipose tissue, decline in muscle mass and function, and decreased bone mineral density due to fat redistribution and infiltration in these tissues. The primary concern regarding the coexistence of sarcopenia and osteopenia in obese individuals is functional impairment, which can lead to reduced quality of life, increased risk of fractures, and higher mortality rates. Therefore, the aim of this study is to assess the presence of osteosarcopenic obesity in young and middle-aged adults. A cross-sectional analytical study was conducted with adults aged 20 to 59 years who had severe obesity (Body Mass Index ≥ 35 kg/m² with comorbidities and ≥ 40 kg/m² regardless of comorbidities). Body composition was assessed using dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). The parameters for assessing sarcopenia included handgrip strength (HGS), the 5x sit-to-stand test (5STS), and appendicular muscle mass (ALM) adjusted for body size (ALM/weight $\times 100$). For osteopenia, a T-score of the spine and femur was considered low if it was < -1.0 and > -2.5 , while osteoporosis was defined as a T-score ≤ -2.5 . Osteosarcopenia was diagnosed when there was a simultaneous presence of low strength, low muscle mass, and low bone mineral density. Seventy adults were evaluated, with an average age of 43 ± 10 years and with a predominance of female. Low strength was found in 71.4% of those assessed by the 5x sit-to-stand test (5STS) and in 7.1% assessed by handgrip strength (HGS). The frequencies of sarcopenic, osteopenic, and osteosarcopenic obesity were 46%, 3%, and 1.4%, respectively. For all obesity phenotypes, no significant differences were found between sexes. A negative correlation was observed between body fat percentage and bone mineral density, which became more significant as body mass index (BMI) increased: (BMI 35-39.9 Kg/m²: $r_{\text{femur}} = -0.114$, $p = 0,769$; $r_{\text{spine}} = -0.011$, $p = 0,976$); (BMI 40-49.9 kg/m²: $r_{\text{femur}} = -0.494$, $p = 0,001$; $r_{\text{spine}} = -0.460$, $p = 0,001$); (BMI ≥ 50 Kg/m²: $r_{\text{femur}} = -0.853$, $p = 0,001$; $r_{\text{spine}} = -0.697$, $p = 0,006$). Young and middle-aged adults with severe obesity exhibit musculoskeletal alterations. The reduction in muscle function and mass is evident, while the decrease in bone mineral content appears to be gradual and subclinical.

Keywords: severe obesity; strength; osteosarcopenia; young adults.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Principais mecanismos envolvidos na fisiopatologia da obesidade osteosarcopênica.....	22
Figura 2 –	Correlação entre gordura corporal (%) e DMO do fêmur e da coluna, em adultos com IMC de 35-39,9 Kg/m ²	34
Figura 3 –	Correlação entre gordura corporal (%) e DMO do fêmur e da coluna, em adultos com IMC de 40-49,9 Kg/m ²	34
Figura 4 –	Correlação entre gordura corporal (%) e DMO do fêmur e da coluna, em adultos com IMC \geq 50 Kg/m ²	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Critérios classificatórios para o diagnóstico da Obesidade osteosarcopênica	28
Tabela 2 – Características antropométricas, composição corporal e função muscular, por sexo	31
Tabela 3 – Razão de prevalência da obesidade sarcopênica baseada na força	32
Tabela 4 – Densidade mineral óssea e status sérico da vitamina D	33
Tabela 5 – Prevalência da obesidade sarcopênica, osteopênica e osteosarcopênica	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DEXA	Absorciometria por dupla emissão de raio X
DMO	Densidade mineral óssea
EWGSP	<i>European Working Group on Sarcopenia in Older People</i>
FPM	Força de preensão manual
5TLS	Teste de levantar e sentar 5x
FPM/MMA	Força de preensão manual ajustada pela massa muscular esquelética apendicular
GH	Hormônio do crescimento
IGF	Fator de crescimento semelhante à insulina
Kg	Quilograma
IMC	Índice de massa corporal
MG%	Massa gorda em percentual
MMA	Massa muscular esquelética apendicular
MMA/peso	Massa muscular apendicular ajustada ao peso
OMS	Organização Mundial da Saúde
OO	Obesidade osteopênica
OOS	Obesidade osteosarcopênica
OS	Obesidade sarcopênica
PTH	Hormônio paratireoideano

LISTA DE SÍMBOLOS

%	Porcentagem
±	Mais ou menos
/	Divisão
*	Multiplicação
cm ²	Centímetro ao quadrado
m ²	Metro ao quadrado
=	Igual
≥	Maior ou igual que
≤	Menor ou igual que
>	Maior que
<	Menor que

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	13
1	REFERENCIAL TEÓRICO	15
1.1	Aspectos gerais da obesidade	15
1.2	Sarcopenia na obesidade	16
1.3	Osteopenia na obesidade	18
1.4	Osteosarcopenia na obesidade	20
2	JUSTIFICATIVA	23
3	OBJETIVOS	24
3.1	Objetivo geral	24
3.2	Objetivos específicos	24
4	MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1	Antropometria	25
4.2	Função muscular	26
4.2.1	<u>Força muscular</u>	26
4.3	Qualidade muscular	26
4.4	Composição corporal	26
4.5	Densidade mineral óssea	27
4.6	Análise do status sérico da vitamina D	27
4.7	Obesidade osteosarcopênica	28
4.8	Análises estatísticas	29
5	RESULTADOS	30
6	DISCUSSÃO	36
	CONCLUSÃO	41
	REFERÊNCIAS	42
	APÊNDICE – Termo de consentimento livre e esclarecido	49
	ANEXO – Aprovação do Comitê de Ética.....	52

INTRODUÇÃO

A obesidade tem sido cada vez mais emergente, assumindo um caráter epidêmico e se consolidando como um problema de saúde pública desafiador. As estimativas epidemiológicas são de que até 2035 a população mundial de adultos com obesidade passe de 0,81 bilhão para 1,53 bilhão, em comparação ao ano de 2020. E, no Brasil, essa tendência ascendente se mantém, sendo previsto que a obesidade em adultos tenha um crescimento anual de 1,9% (WOF, 2024).

Definida pela Organização Mundial da Saúde (OMS) como uma doença crônica de caráter multifatorial, a obesidade é caracterizada pelo excesso de adiposidade em relação à massa livre de gordura, gerando alterações metabólicas que levam ao desenvolvimento e agravamento de doenças cardiovasculares, diabetes mellitus tipo 2, câncer, apneia obstrutiva do sono e infertilidade (OMS, 2000; IHME, 2024). Mas, além dessas consequências já bem estabelecidas, têm sido sugerido que o excesso de gordura corporal, principalmente a gordura visceral, pode levar a alterações osteomusculares, contribuindo para o surgimento da sarcopenia e osteopenia secundárias à obesidade (Ilich *et al.*, 2014).

Durante muito tempo, a sarcopenia e a osteopenia foram condições descritas apenas como consequências inerentes ao processo senil, no contexto de algumas doenças catabólicas de base e até mesmo no processo de pós menopausa. Mas, recentemente, se propõe que o tecido adiposo, músculo e ossos podem interagir de maneira disfuncional por meio de múltiplas vias de comunicação, causando alterações celulares e sistêmicas, que resultam fisicamente no comprometimento da massa e função muscular, bem como da densidade mineral óssea. A partir dessa premissa, surge o conceito relativamente novo da obesidade osteosarcopênica (OOS) (Ilich; Kelly; Inglis, 2016; Kelly *et al.*, 2019).

Na OOS, é possível citar a inflamação crônica de baixo grau, perpetuada pela dieta e estilo de vida inadequados, como um fator desencadeante no ciclo das alterações sistêmicas que possivelmente implicam na degradação osteomuscular. Essas alterações propostas na OOS são mudança na linhagem de células-tronco mesenquimais, favorecendo a diferenciação adipogênica em detrimento da miogênese e osteoblastogênese; infiltração de células de gordura nos músculos e ossos; ativação de células imunológicas e liberação de citocinas inflamatórias; alterações hormonais, como resistência à ação da leptina e insulina e alterações no metabolismo da vitamina D. Esses mecanismos supostamente promovem o ganho

progressivo de massa gorda e perda de força, massa muscular e óssea (Polito *et al.*, 2022).

Por se tratar de um assunto de saúde pública recente, ainda não se encontram dados epidemiológicos robustos sobre prevalência da OOS. As evidências são escassas e há uma clara lacuna, principalmente na população de adultos jovens e de meia idade com obesidade severa, mas a ideia é que a frequência aumenta com o avançar da idade (Cacciatore, Duque e Marzetti, 2023). É preciso também ressaltar que há uma falta de unanimidade dos métodos e pontos de corte utilizados para avaliação desta condição, o que pode subestimar os casos e favorecer a ampla variação dos dados de prevalência

A grande questão em torno da presença da sarcopenia e osteopenia no indivíduo com obesidade é o comprometimento funcional e, conseqüentemente, redução da qualidade de vida, aumento do risco de fratura e mortalidade (Proietto, 2020; Colleluori e Villareal, 2021). Sabendo disso, os esforços direcionados à melhor compreensão dessas condições possibilitam abordagens mais eficientes. Logo, o objetivo deste estudo é estimar a presença da osteosarcopenia em uma população de adultos jovens e de meia idade que convive com a obesidade grave.

REFERÊNCIAS

- ABDALLAH, B. M.; KASSEM, M. New factors controlling the balance between osteoblastogenesis and adipogenesis. **Bone**, v. 50, n. 2, p. 540–545, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA PARA O ESTUDO DA OBESIDADE E DA SÍNDROME METABÓLICA (ABESO). Diretrizes brasileiras de obesidade: 2016. São Paulo, 2016.
- BARAZZONI, R. et al. Sarcopenic Obesity: Time to Meet the Challenge. **Obesity Facts**, v. 11, n. 4, p. 294–305, 2018.
- BARBAT-ARTIGAS, S. et al. Muscle Quantity Is Not Synonymous With Muscle Quality. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 14, n. 11, p. 852.e1–852.e7, 2013.
- BATSIIS, J. et al. Sarcopenia, sarcopenic obesity and mortality in older adults: results from the National Health and Nutrition Examination Survey III. **European Journal of Clinical Nutrition**. v.68, n.9, p.1001-1007, 2014.
- BAUER, J. M. et al. Correction to: Is There Enough Evidence for Osteosarcopenic Obesity as a Distinct Entity? A Critical Literature Review. **Calcified Tissue International**, v. 105, n. 2, p. 125–126, 23 jul. 2019.
- CACCIATORE, S.; DUQUE, G.; MARZETTI, E. Osteosarcopenic obesity: a triple threat for older adults? **European geriatric medicine**, v. 14, n. 6, p. 1191–1193, 2023.
- CARTER, C. S.; JUSTICE, J. N.; THOMPSON, L. Lipotoxicity, aging, and muscle contractility: does fiber type matter? **GeroScience**, v. 41, n. 3, p. 297–308, 2019.
- CAULEY, J. A. Estrogen and bone health in men and women. **Steroids**, v. 99, p. 11–15, jul. 2015.
- CAVA, E.; YEAT, N. C.; MITTENDORFER, B. Preserving Healthy Muscle during Weight Loss. **Advances in Nutrition: an International Review Journal**, v. 8, n. 3, p. 511–519, maio 2017.
- CHAIN, A. et al. Obesity, dynapenia, and their combination: Implications for bone mineral density in Brazilian adults—the Pró-Saúde study. **Nutrition**, v. 81, p. 110898, jan. 2021.
- CLARK, B. C.; MANINI, T. M. Sarcopenia = Dynapenia. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 63, n. 8, p. 829–834, 1 ago. 2008.
- COLLELUORI, G.; VILLAREAL, D. T. Aging, obesity, sarcopenia and the effect of diet and exercise intervention. **Experimental Gerontology**, v. 155, p. 111561, 2021.

- COMPSTON, J. E. et al. Relationship of Weight, Height, and Body Mass Index With Fracture Risk at Different Sites in Postmenopausal Women: The Global Longitudinal Study of Osteoporosis in Women (GLOW). **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 29, n. 2, p. 487–493, 2014.
- CORREA-DE-ARAUJO, R. et al. Myosteatorsis in the Context of Skeletal Muscle Function Deficit: An Interdisciplinary Workshop at the National Institute on Aging. **Frontiers in Physiology**, v. 11, 7 ago. 2020
- CUMMINGS, S. R.; MELTON, L. J. Epidemiology and outcomes of osteoporotic fractures. **The Lancet**, v. 359, n. 9319, p. 1761–1767, maio 2002
- CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16–31, 2019.
- DELINOCENTE, M. L. B. et al. Accuracy of different handgrip values to identify mobility limitation in older adults. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 94, p. 104347, maio 2021.
- DODDS, R. M. et al. Grip Strength across the Life Course: Normative Data from Twelve British Studies. **PLoS ONE**, v. 9, n. 12, p. e113637, 4 dez. 2014.
- DONINI, L. M. et al. Critical appraisal of definitions and diagnostic criteria for sarcopenic obesity based on a systematic review. **Clinical Nutrition**, v. 39, n. 8, nov. 2020.
- DONINI, L. M. et al. Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. **Obesity Facts**, v. 15, n. 3, p. 1–15, 23 fev. 2022.
- DUFOUR, A. B. et al. Sarcopenia Definitions Considering Body Size and Fat Mass Are Associated With Mobility Limitations: The Framingham Study. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 68, n. 2, p. 168–174, 13 abr. 2013.
- EVANS, A. L. et al. Bone Density, Microstructure and Strength in Obese and Normal Weight Men and Women in Younger and Older Adulthood. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 30, n. 5, p. 920–928, 2015.
- FASSIO, A. et al. The obesity paradox and osteoporosis. **Eating and Weight Disorders - Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity**, v. 23, n. 3, p. 293–302, 11 abr. 2018.
- FESS, E. E. **Grip strength**. In: Casanova JS. *Clinical Assessment Recommendations*. 2nd ed. Chicago: American Society of Hand Therapists, 1992:41-45.
- GADDE, K. M. et al. Obesity: pathophysiology and management. **Journal of the American**

College of Cardiology, v. 71, n. 1, p. 69–84, jan. 2018.

GANDHAM, A. et al. Falls, fractures, and areal bone mineral density in older adults with sarcopenic obesity: A systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 22, n. 5, 24 jan. 2021.

GANJI, R. et al. Prevalence of osteoporosis and osteopenia in men and premenopausal women with celiac disease: a systematic review. **Nutrition Journal**, v. 18, n. 1, p. 9, 2019.

GARCÍA-HERMOSO, A. et al. Muscular Strength as a Predictor of All-Cause Mortality in an Apparently Healthy Population: A Systematic Review and Meta-Analysis of Data From Approximately 2 Million Men and Women. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 10, p. 2100–2113.e5, out. 2018.

GONERA-FURMAN, A.; BOLANOWSKI, M.; JĘDRZEJUK, D. Osteosarcopenia—The Role of Dual-Energy X-ray Absorptiometry (DXA) in Diagnostics. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 9, p. 2522, 30 abr. 2022.

GRETHEN, E. et al. Vitamin D and Hyperparathyroidism in Obesity. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 96, n. 5, p. 1320–1326, 1 maio 2011.

HAMRICK, M. W.; MCGEE-LAWRENCE, M. E.; FRECHETTE, D. M. Fatty Infiltration of Skeletal Muscle: Mechanisms and Comparisons with Bone Marrow Adiposity. **Frontiers in Endocrinology**, v. 7, 2016.

HEBER, D. et al. Clinical detection of sarcopenic obesity by bioelectrical impedance analysis. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 64, n. 3, p. 472S–477S, 1 set. 1996.

HU, K. et al. Understanding the Consequences of Fatty Bone and Fatty Muscle: How the Osteosarcopenic Adiposity Phenotype Uncovers the Deterioration of Body Composition. **Metabolites**, v. 13, n. 10, p. 1056, 2023.

HUO, Y. R. et al. Phenotype of Osteosarcopenia in Older Individuals With a History of Falling. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 16, n. 4, p. 290–295, abr. 2015.

IBRAHIM, K. et al. A feasibility study of implementing grip strength measurement into routine hospital practice (GRImP): study protocol. **Pilot and Feasibility Studies**, v. 2, n. 1, 6 jun. 2016.

ILICH, J. Z. et al. Chronic Stress Contributes to Osteosarcopenic Adiposity via Inflammation and Immune Modulation: The Case for More Precise Nutritional Investigation. **Nutrients**, v. 12, n. 4, p. 989, 2020.

- ILICH, J. Z. et al. Interrelationship among muscle, fat, and bone: Connecting the dots on cellular, hormonal, and whole body levels. **Ageing Research Reviews**, v. 15, p. 51–60, 2014.
- ILICH, J. Z. et al. Osteosarcopenic obesity is associated with reduced handgrip strength, walking abilities, and balance in postmenopausal women. **Osteoporosis International**, v. 26, n. 11, p. 2587–2595, 2015.
- ILICH, J. Z.; KELLY, O. J.; INGLIS, J. E. Osteosarcopenic Obesity Syndrome: What Is It and How Can It Be Identified and Diagnosed? **Current Gerontology and Geriatrics Research**, v. 2016, p. 1–7, 2016.
- INSTITUTE FOR HEALTH METRICS AND EVALUATION (IHME); NORWEGIAN INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH. Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021) Mortality and Life Expectancy Forecasts 2022-2050. Seattle, United States of America: Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME), 2024.
- JIANG, X.; GE, T.; CHEN, C.-Y. The causal role of circulating vitamin D concentrations in human complex traits and diseases: a large-scale Mendelian randomization study. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 8 jan. 2021.
- JIAO, Y. et al. Association between Adiposity and Bone Mineral Density in Adults: Insights from a National Survey Analysis. **Nutrients**, v. 15, n. 15, p. 3492–3492, 7 ago. 2023.
- KANIS, J. A. Assessment of fracture risk and its application to screening for postmenopausal osteoporosis: Synopsis of a WHO report. **Osteoporosis International**, v. 4, n. 6, p. 368–381, 1994.
- KARAMPELA, I. et al. Vitamin D and Obesity: Current Evidence and controversies. **Current Obesity Reports**, 1 abr. 2021.
- KELLY, O. et al. Osteosarcopenic Obesity: Current Knowledge, Revised Identification Criteria and Treatment Principles. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 747, 30 mar. 2019.
- KIRK, B. et al. The Conceptual Definition of Sarcopenia: Delphi Consensus from the Global Leadership Initiative in Sarcopenia (GLIS). **Age and ageing**, v. 53, n. 3, 1 mar. 2024.
- LARA-CASTILLO, N.; JOHNSON, M. L. Bone-Muscle Mutual Interactions. **Current Osteoporosis Reports**, v. 18, n. 4, p. 408–421, 9 jun. 2020.
- LEONG, D. P. et al. Prognostic value of grip strength: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. **The Lancet**, v. 386, n. 9990, p. 266–273, jul. 2015.
- LIU, C. et al. The role of obesity in sarcopenia and the optimal body composition to prevent against sarcopenia and obesity. **Frontiers in Endocrinology**, v. 14, 1 mar. 2023.

- MOREIRA, C. A. et al. Reference values of 25-hydroxyvitamin D revisited: a position statement from the Brazilian Society of Endocrinology and Metabolism (SBEM) and the Brazilian Society of Clinical Pathology/Laboratory Medicine (SBPC). **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 4, n. 64, p. 462-478, aug. 2020.
- MORGAN, P. T.; SMEUNINX, B.; BREEN, L. Exploring the Impact of Obesity on Skeletal Muscle Function in Older Age. **Frontiers in Nutrition**, v. 7, 1 dez. 2020.
- MURDOCK, D. J. et al. The prevalence of low muscle mass associated with obesity in the USA. *Skeletal muscle*, v. 12, n. 1, p. 26, 1 dez. 2022.
- PANG, B. W. J. et al. Prevalence and Associated Factors of Sarcopenia in Singaporean Adults—The Yishun Study. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 22, n. 4, p. 885.e1–885.e10, abr. 2021.
- PAPADOPOULOU-MARKETOU, N; PAPAGEORGIOU, A.; CHROUSOS, G. P. Chronic Stress-Related Osteosarcopenic Obesity: A Common Modern Syndrome Requiring Sustained Lifestyle Changes and Stress Management. **Endocrines**, v. 4, n. 2, p. 378–393, 2023.
- PASDAR, Y. et al. Associations between Muscle Strength with Different Measures of Obesity and Lipid Profiles in Men and Women: Results from RaNCD Cohort Study. **Clinical Nutrition Research**, v. 8, n. 2, p. 148–158, 26 abr. 2019.
- PEREIRA-SANTOS, M. et al. Obesity and vitamin D deficiency: a systematic review and meta-analysis. **Obesity Reviews**, v. 16, n. 4, p. 341–349, 17 fev. 2015.
- POGGIOGALLE, E. et al. Sarcopenic obesity and metabolic syndrome in adult Caucasian subjects. **The journal of nutrition, health & aging**, v. 20, n. 9, p. 958–963, 14 dez. 2016.
- POLITO, A. et al. Osteosarcopenia: A Narrative Review on Clinical Studies. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, n. 10, p. 5591, 17 maio 2022.
- PORTO, J. M. et al. Diagnostic accuracy of the five times stand-to-sit test for the screening of global muscle weakness in community-dwelling older women. **Experimental Gerontology**, v. 171, p. 112027, 2023.
- PROIETTO, J. Obesity and Bone. **F1000Research**, v. 9, p. 9, 2020.
- ROSSINI, M. et al. Guidelines for the diagnosis, prevention and management of osteoporosis. **Reumatismo**, v. 68, n. 1, p. 1, 2016.
- SAMUEL, L.; BORRELL, L. N. The effect of body mass index on optimal vitamin D status in U.S. adults: The National Health and Nutrition Examination Survey 2001–2006. **Annals of Epidemiology**, v. 23, n. 7, p. 409–414, 2013.

- SCOTT, D. et al. Associations of Sarcopenic Obesity and Dynapenic Obesity with Bone Mineral Density and Incident Fractures Over 5–10 Years in Community-Dwelling Older Adults. **Calcified Tissue International**, v. 99, n. 1, p. 30–42, 4 mar. 2016.
- SINGH, L. et al. Good, Bad, or Ugly: the Biological Roles of Bone Marrow Fat. **Current Osteoporosis Reports**, v. 16, n. 2, p. 130–137, 2018.
- SNYDER, M. B. et al. Adiposity in Relation to Vitamin D Status and Parathyroid Hormone Levels: A Population-Based Study in Older Men and Women. **The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism**, v. 90, n. 7, p. 4119–4123, 1 jul. 2005.
- SBCBM, 2005. Disponível em: <https://www.scbm.org.br/>. Acesso em: 10 de out.2022. Sociedade Brasileira de Cirurgia Bariátrica e Metabólica.
- TAVARES, H. et al. Birth weight is related with bone mineral content in adulthood: results of ELSA-Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 56, p. 103–103, 18 nov. 2022.
- TENG, Z. et al. An analysis and systematic review of sarcopenia increasing osteopenia risk. **PLOS ONE**, v. 16, n. 4, p. e0250437, 28 abr. 2021.
- VAN LUMMEL, R. C. et al. Older Adults with Weaker Muscle Strength Stand up from a Sitting Position with More Dynamic Trunk Use. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 18, n. 4, 17 abr. 2018.
- WAMBERG, L. et al. Expression of vitamin D-metabolizing enzymes in human adipose tissue—the effect of obesity and diet-induced weight loss. **International Journal of Obesity**, v. 37, n. 5, p. 651–657, 1 maio 2013.
- WEERASAK TAPANYA et al. Lower extremity muscle strength equation of older adults assessed by Five Time Sit to Stand Test (FTSST). **Hong Kong Physiotherapy Journal**, v. 44, n. 01, p. 1–10, 12 abr. 2023
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Genebra: World Health Organization, 2000.
- WORLD OBESITY FEDERATION. *World Obesity Atlas 2024*. London: World Obesity Federation, 2024.
- WRIGHT, N. C. et al. The recent prevalence of osteoporosis and low bone mass in the United States based on bone mineral density at the femoral neck or lumbar spine. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 29, n. 11, p. 2520–2526, 2014.
- WU, S. et al. The association of fat mass and fat distribution with the incidence of osteoporotic fracture and osteopenia in women. **International Journal of Clinical and**

Experimental Medicine, v. 8, n. 9, p. 16834–16840, 2015.

WU, X. et al. Sarcopenia, obesity, and osteoporosis are closely associated in community-dwelling oldest old: evidence from the Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey.

Rejuvenation Research, v. 19, n. 3, p. 195–203, 2016.

XIE, Y. et al. Osteosarcopenic obesity is associated with higher burden of disease and mortality in hospitalized older adults. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 20, n. 1, p. 36–41, 2019.