









## Influência da obesidade dinapênica sobre a inflamação e qualidade muscular em pessoas idosas longevas

### Influence of dynapenic obesity on inflammation and muscle quality in oldest-old patients

Bruno Viana Rosa<sup>1</sup> , Danielle Garcia<sup>1</sup> , Ivo Vieira de Sousa Neto<sup>2</sup> , Vicente Paulo Alves<sup>1</sup> , Lidiane Renata Ferreira de Oliveira de Paiva<sup>1</sup> , Karla Helena Coelho Vilaça e Silva<sup>1</sup> , Flávia Maria Campos de Abreu<sup>1</sup> , Dahan da Cunha Nascimento<sup>1</sup> 

1. Universidade Católica de Brasília (UCB), Brasília, DF, Brasil  
2. Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil

#### RESUMO

**Introdução:** O envelhecimento está associado à diminuição da força (dinapenia) e ao aumento da gordura corporal. Tanto a obesidade quanto a dinapenia influenciam negativamente a saúde dos longevos. A coexistência dessas duas variáveis, denominada obesidade dinapênica (OD), prejudica ainda mais a saúde da pessoa idosa. **Objetivo:** Verificar a influência da obesidade dinapênica na inflamação, desempenho físico e qualidade muscular em pessoas idosas longevas com e sem OD. **Métodos:** Foram incluídos 46 idosos longevos e coletados dados sociodemográficos, de força muscular, composição corporal, desempenho físico e citocinas. A amostra foi dividida em grupos OD e controle para comparar as variáveis. **Resultados:** O grupo OD apresentou maiores níveis de inflamação, níveis inferiores de força muscular absoluta de apreensão manual e índice de qualidade muscular de campo do que o grupo controle, mas sem diferença no desempenho físico ou no índice de qualidade muscular laboratorial. **Conclusão:** Portanto, este estudo aponta a obesidade dinapênica como uma variável importante que deve ser avaliada e considerada em pessoas idosas longevas para prevenir possíveis desfechos adversos nessa população.

**Palavras-chave:** força muscular; envelhecimento; obesidade; inflamação.

#### ABSTRACT

**Introduction:** Aging is associated with a decrease in strength (dynapenia) and an increase in body fat. Both obesity and dynapenia negatively influence health in the oldest old. When these two variables coexist, called dynapenic obesity (DO), these further harms the older adult's health. **Objective:** To verify the influence of dynapenic obesity on inflammation, physical performance, and muscle quality in the oldest old with and without DO. **Methods:** Forty-six oldest old participants were included in this study, and sociodemographic, muscle strength, body composition, physical performance, and cytokine data were collected. The sample was divided into DO and control groups to compare the variables. **Results:** The DO group had higher levels of inflammation, lower levels of absolute handgrip strength, and field muscle quality index than the control group, but with no difference in physical performance or laboratory muscle quality index. **Conclusion:** Therefore, this study points to dynapenic obesity as an important variable that should be evaluated and considered in the oldest old to prevent possible adverse outcomes in this population.

**Keywords:** muscle strength; aging; obesity; inflammation.

## Introdução

Na maioria das vezes, o envelhecimento está associado às mudanças desfavoráveis na composição corporal, como o aumento da gordura corporal até certa idade e o declínio constante da massa magra [1,2]. Esse aumento da gordura corporal pode resultar na obesidade, uma doença inflamatória com risco aumentado de doenças crônicas, como diabetes tipo 2, hipertensão, doença cardíaca coronária, doença cardíaca e osteoartrite [3]. Já o declínio da massa magra, associa-se às alterações no sistema nervoso, tamanho e porcentagem de fibras do tipo II [4], e infiltração de gordura no músculo [5,6], contribuindo para a diminuição da força muscular (dinapenia) [7-9] e sarcopenia [10]. Tanto a obesidade quanto a dinapenia afetam negativamente a saúde e o desempenho físico de idosos [3], e a coexistência desses dois fatores é chamada de obesidade dinapênica (OD) [11].

Outra característica comum do envelhecimento é a desregulação do sistema imunológico. Este sistema normalmente aumenta a inflamação quando necessário e diminui quando não é mais. No entanto, quando essa inflamação não é eliminada, permanecendo a longo prazo, pode resultar em patologias [12,13]. A quebra da homeostase do sistema imunológico, que geralmente é intrínseca ao envelhecimento, causa inflamação crônica de baixo grau, cujos níveis de citocinas pró-inflamatórias como fator de necrose tumoral- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ) e IL6, aumentam constantemente [14].

A obesidade e a dinapenia estão ligadas à inflamação crônica de baixo grau [15,16], ocasionando a liberação de citocinas pró-inflamatórias pelo tecido adiposo. Quando liberadas, as citocinas causam diversas alterações negativas, como aumento da expressão de proteínas que contribuem para atrofia do músculo esquelético [16,17] e diminuição da captação de glicose no tecido, favorecendo a absorção deste substrato no tecido adiposo, criando, assim, um “ciclo vicioso” do catabolismo muscular e aumento da gordura corporal [15,18]. Além disso, a dinapenia e a obesidade estão associadas a prognósticos de saúde adversos, como fragilidade, mortalidade por todas as causas [19,20], incapacidade de realizar atividades da vida diária [11] e menor desempenho físico [21,22].

Diante desse contexto, a presença de OD pode ser ainda mais prejudicial à saúde da pessoa idosa, cuja informação é confirmada por estudos que mostram que a OD afeta mais do que a obesidade ou a dinapenia, influenciando em diversas variáveis como, desempenho físico [8], aumento do risco de quedas [23], mortalidade, hospitalização e incapacidade [24]. Nos idosos longevos, há dificuldade no diagnóstico de OD porque, muitas vezes, o termo é pouco conhecido e pouco explorado [7]. Assim, a baixa força de prensão palmar pode ser considerada uma variável para obter tal diagnóstico [7]. Além disso, déficits na estrutura e função das propriedades geradoras de força intrínsecas do músculo esquelético são antecedentes potenciais da dinapenia [7]. Logo, a triagem para esclarecer esse declínio torna-se um parâmetro clínico geriátrico essencial [8].

Por fim, estudos mostraram uma associação entre uma condição pró-inflamatória e OD nos mais jovens e nos mais velhos [25,26]. No entanto, a literatura ainda carece de dados sobre longevos com e sem OD, e sua relação com inflamação e qualidade muscular. Desta forma, o estudo teve como objetivo verificar a influência da OD na inflamação e qualidade muscular em idosos longevos.

## Métodos

### *Desenho do estudo e participantes*

Esta investigação observacional, descritiva e transversal fez parte de um estudo multicêntrico do Programa Nacional de Cooperação Acadêmica (PROCAD). Apenas os dados referentes à região do Distrito Federal foram submetidos a testes estatísticos. Os participantes incluídos no projeto foram idosos sem deficiência auditiva e/ou visual, capaz de compreender e responder aos instrumentos aplicados. Foram excluídos aqueles com intolerância ortostática ou com deficiências físicas que impediam a marcha independente.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 227 idosos foram elegíveis para avaliação. No entanto, para análise de citocinas, principais variáveis deste estudo, o suporte financeiro foi fornecido apenas para 46 participantes. As variáveis analisadas neste estudo incluíram citocinas, sexo, força de preensão manual (FPM), desempenho físico, medidas antropométricas (altura e peso corporal), composição corporal, índice de qualidade muscular (IQM), dinapenia, número de medicamentos, diagnóstico de hipertensão arterial sistêmica, e diabetes melito (DM). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional local (número de aprovação: 50075215.2.0000.0029). O design e os procedimentos estavam de acordo com os padrões éticos e a Declaração de Helsinque. Cada sujeito foi informado verbalmente sobre os riscos associados à sua participação no estudo, e posteriormente por meio do seu consentimento por escrito.

### *Variáveis sociodemográficas*

Para a análise adequada das variáveis sociodemográficas, foram utilizados formulários específicos. A ficha de identificação contendo informações básicas como nome completo, CPF, endereço e contato telefônico foi preenchida pela pessoa idosa ou pelo seu acompanhante. Já a segunda parte do formulário, consistia em questões relacionadas ao diagnóstico de doenças pré-existentes, cujas respostas foram preenchidas durante a consulta com o geriatra e os estudantes de medicina, de acordo com as informações fornecidas no encaminhamento enviado por um médico especialista (por exemplo, cardiologista, pneumologista, oncologista, endocrinologista, reumatologista). Essas informações possibilitaram a análise da faixa etária da população e a identificação das doenças mais prevalentes.

### *Mensuração da força de preensão manual*

A força de preensão manual foi registrada em quilogramas/força (kg) utilizando um dinamômetro hidráulico devidamente calibrado (*Lafayette Hydraulic Grip Dynamometer, Lafayette Instruments Inc.*) [27]. Os participantes foram instruídos a sentar em uma cadeira com apoio para os braços, mantendo o braço dominante no ângulo de 90° com o membro contralateral relaxado na coxa. Durante as medições, o avaliador forneceu estímulos verbais para encorajar os participantes “a dar o seu melhor”. Três medições consecutivas foram realizadas, com um intervalo de descanso de um minuto intercalado. Após essas mensurações, a melhor das três medidas, pontuação mais alta possível, foi usada na análise estatística [27].

### *Composição corporal*

A composição corporal foi analisada por meio da Absorciometria de raios X de dupla energia (DXA) (*Lunar, modelo DPX-IQ, GE Lunar Corporation, tipo feixe de lápis, software versão 4.7*), devidamente calibrado e operado por profissional treinado. Os participantes foram instruídos a remover quaisquer acessórios metálicos antes de se deitarem em decúbito dorsal (pés juntos, braços ligeiramente afastados do tronco e com os punhos em decúbito ventral). Os valores para os resultados da composição corporal foram determinados a partir da proporção de atenuação do tecido mole de dois feixes de energia de raios X para cada pixel contendo uma quantidade mínima de tecido mole, mas sem osso significativo [28]. Os dados coletados a partir dessa avaliação incluíram informações sobre gordura corporal total e massa muscular esquelética apendicular (kg).

A massa muscular esquelética apendicular foi estratificada em membro superior (MS-MMEA), membro inferior (MI-MMEA) e massa muscular esquelética apendicular total (MMEA), que é definida pela soma entre membros superiores e inferiores. A gordura corporal é relatada como percentual de gordura corporal total (%GC).

### *Índice de qualidade muscular (IQM)*

IQM laboratorial foi determinado pelo cálculo da relação entre FPM (kgf) e MS-MMEA (kg) [29]. O IQM de campo foi determinado pelo cálculo da relação entre FPM e IMC. A validade, confiabilidade e conveniência das medidas de IQM (campo e laboratório) foram relatadas anteriormente [30-32].

### *Crítérios de obesidade dinapênica (OD)*

A prevalência de dinapenia foi definida pela força de preensão manual  $\leq 27$  kg e  $\leq 16$  kg [33,34], para homens e mulheres, respectivamente. A obesidade foi considerada um percentual de gordura corporal de  $\geq 27\%$  e  $\geq 38\%$  [34], para homens e mulheres, respectivamente. A OD foi determinada para os participantes que preencheram os critérios para dinapenia e obesidade usando essas definições. O grupo controle considerado foram os participantes que não preencheram os critérios citados acima.

### Teste de desempenho físico

Para avaliar o desempenho funcional, utilizou-se a *Short Physical Performance Battery* (SPPB). A bateria foi composta por três testes: equilíbrio estático, em três diferentes posições em pé, com níveis crescentes de dificuldade; velocidade de caminhada, em um percurso de 3 metros com a velocidade de caminhada usual; e força de membros inferiores, por meio do teste de sentar e levantar da cadeira (cinco vezes), o mais rápido possível. Cada sub teste foi pontuado em uma escala de zero a quatro pontos, sendo doze a pontuação total [35].

### Citocinas

O perfil inflamatório foi avaliado por citometria de fluxo de alto rendimento (*modelo FACS Verse; BD Biosciences, San Jose, CA, EUA*), com o soro previamente coletado e o kit de citocina Human Th1/Th2 como reagente (*BD Biosciences*) para avaliar seis mediadores: IFN $\gamma$ , IL-2, IL-4, IL-6, IL-10 e TNF- $\alpha$ . As reações foram realizadas seguindo o protocolo do fabricante, produzindo uma curva de titulação com os padrões fornecidos pelo kit. Todos os escores foram estimados por interpolação da respectiva curva. Sempre que uma determinada amostra apresentou resultados fora do intervalo de leituras periféricas, o ensaio foi repetido com uma amostra original ou diluída (conforme necessário), até que um mínimo de trezentos eventos fosse adquirido para cada tipo de conta de citocina usada. Todos os dados foram analisados usando o software FCAP, versão 3.0 (*BD Biosciences*).

### Análise estatística

Os dados estão apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, salvo indicação em contrário. A normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Entretanto, para as variáveis citocinas, observou-se não normalidade, sendo aplicada uma transformação logarítmica. Um teste t de amostras independentes foi executado para determinar se havia diferenças entre os grupos OD e grupo controle na composição corporal, desempenho funcional e índice de qualidade muscular. Para citocinas foi aplicado o teste Mann-Whitney U. Um teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) também foi realizado para determinar se existiu associação entre grupos e doenças, e para analisar as características basais dos participantes. Quando as frequências esperadas foram menores que cinco, o teste Exato de Fisher foi usado. Para análise de poder, considerando uma diferença média de 10 pg/ml entre os grupos para IL-6 e um tamanho de efeito de 0,63. Um poder de 0,50 foi observado para 44 participantes (t-testes – Médias: diferença entre duas médias independentes). Um nível alfa de  $\alpha \leq 0,05$  foi considerado significativo. Para análise dos dados, foram utilizados SPSS (versão 20.00) e G\*Power 3.1.6 [36].

## Resultados

Considerando o suporte financeiro para análise de citocinas, a amostra final incluiu 46 octogenários. As características basais dos 46 participantes estão apresentadas na tabela I.

A Tabela I mostra que o grupo controle apresentou menor gordura corporal ( $p = 0,04$ ), maior força absoluta de preensão manual ( $p = 0,04$ ) e maior IQM de campo ( $p = 0,007$ ) em comparação ao grupo OD. Para as demais variáveis não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ).

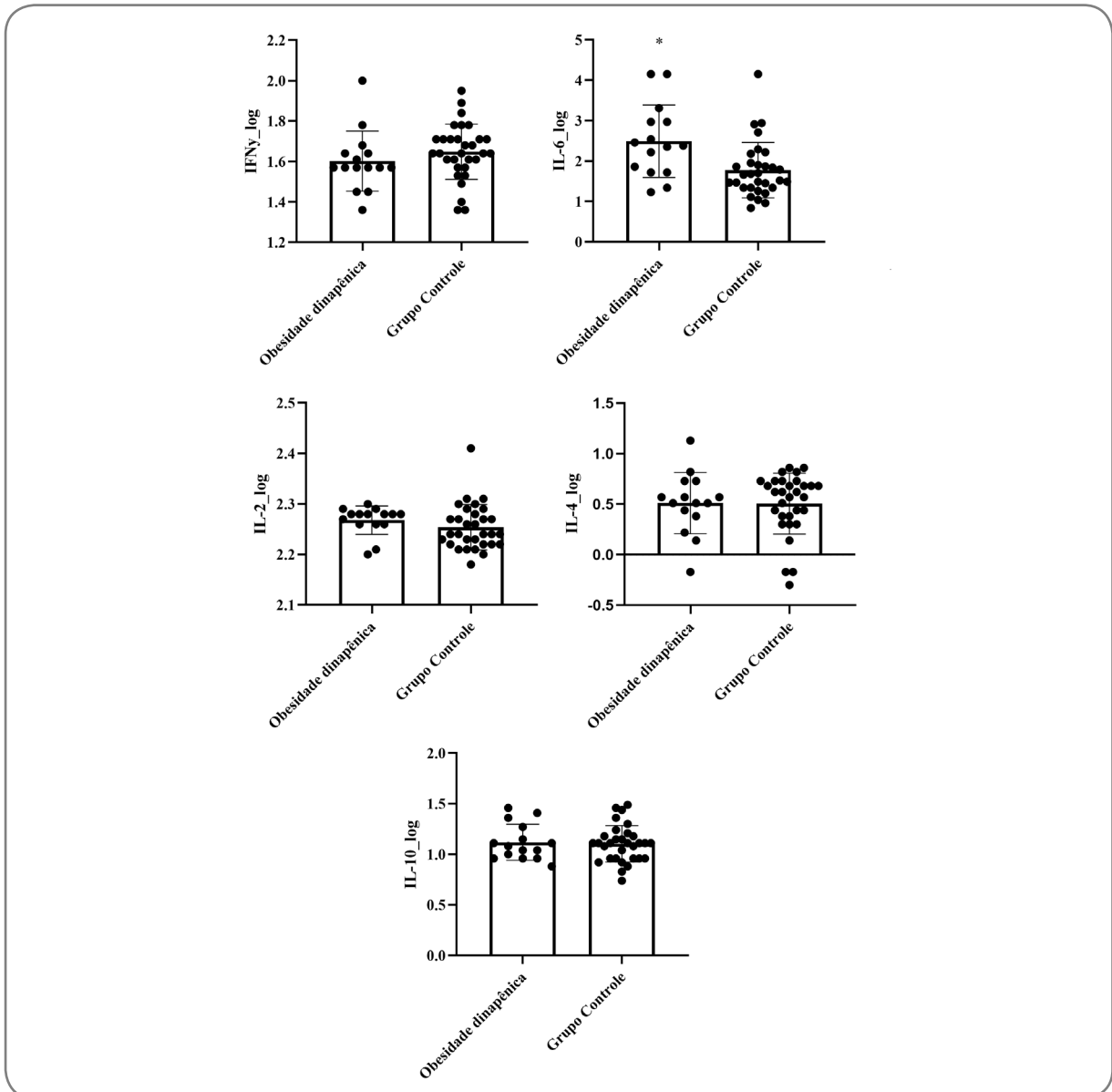
**Tabela I** - Características dos participantes com e sem obesidade dinapênica

	Obesidade dinapênica (n = 15)		Grupo controle (n = 31)		P
<b>Sexo</b>					0,10
Masculino	8 (53,3)		8 (25,8)		
Feminino	7 (46,7)		23 (74,2)		
Idade, anos	84,60 ± 3,56		83,00 ± 2,82		0,17
Estatuta, m	1,54 ± 0,05		1,56 ± 0,06		0,66
Massa corporal, kg	65,90 ± 8,56		65,28 ± 10,94		0,26
IMC, kg/m <sup>2</sup>	27,79 ± 3,52		26,52 ± 3,89		0,13
Gordura corporal, %	38,19 ± 5,45		33,62 ± 10,07*		0,04
MS gordura corporal, kg	3,02 ± 2,57		2,66 ± 2,97		0,69
MI gordura corporal, kg	8,95 ± 5,72		7,94 ± 5,29		0,55
MS MMEA, kg	4,52 ± 0,86		4,77 ± 1,26		0,93
MI MMEA, kg	13,21 ± 2,46		14,12 ± 2,97		0,67
MMEA, kg	17,74 ± 3,27		18,89 ± 4,20		0,90
IQM laboratorial, kg/kg	3,69 ± 0,76		4,92 ± 1,29		0,06
FPM absoluta, kg	17,73 ± 4,68		21,55 ± 6,42*		0,04
IQM de campo, kg/BMI	0,63 ± 0,17		0,84 ± 0,25*		0,007
SPPB	6,69 ± 2,72		7,87 ± 2,47		0,17
Número de medicações	5,80 ± 2,86		5,56 ± 3,68		0,82
	<b>Sím</b>	<b>Não</b>	<b>Sím</b>	<b>Não</b>	<b>P</b>
Hipertensão†	5 (35,7)	9 (64,3)	4 (13,8)	25 (86,2)	0,12
Diabetes	7 (58,3)	5 (41,7)	17 (68)	8 (32)	0,71

O resultado é apresentado por média e desvio padrão; \* significativamente diferente entre os grupos ( $p < 0,05$ ); IMC = índice de massa corporal; MS = membros superiores; MI = membros inferiores; MMEA = massa muscular esquelética apendicular; IQM = índice de qualidade muscular; FPM = força de preensão palmar; SPPB = short physical performance Battery; Para o teste qui-quadrado, os dados são apresentados como frequência e valores percentuais; †Teste exato de Fisher

Para as citocinas, diferenças significativas entre os grupos foram observadas para os níveis de IL-6 ( $p = 0,005$ ). O grupo OD apresentou níveis mais elevados de IL-6 quando comparado ao grupo controle. Para as demais variáveis não foram observadas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) (Figura 1).

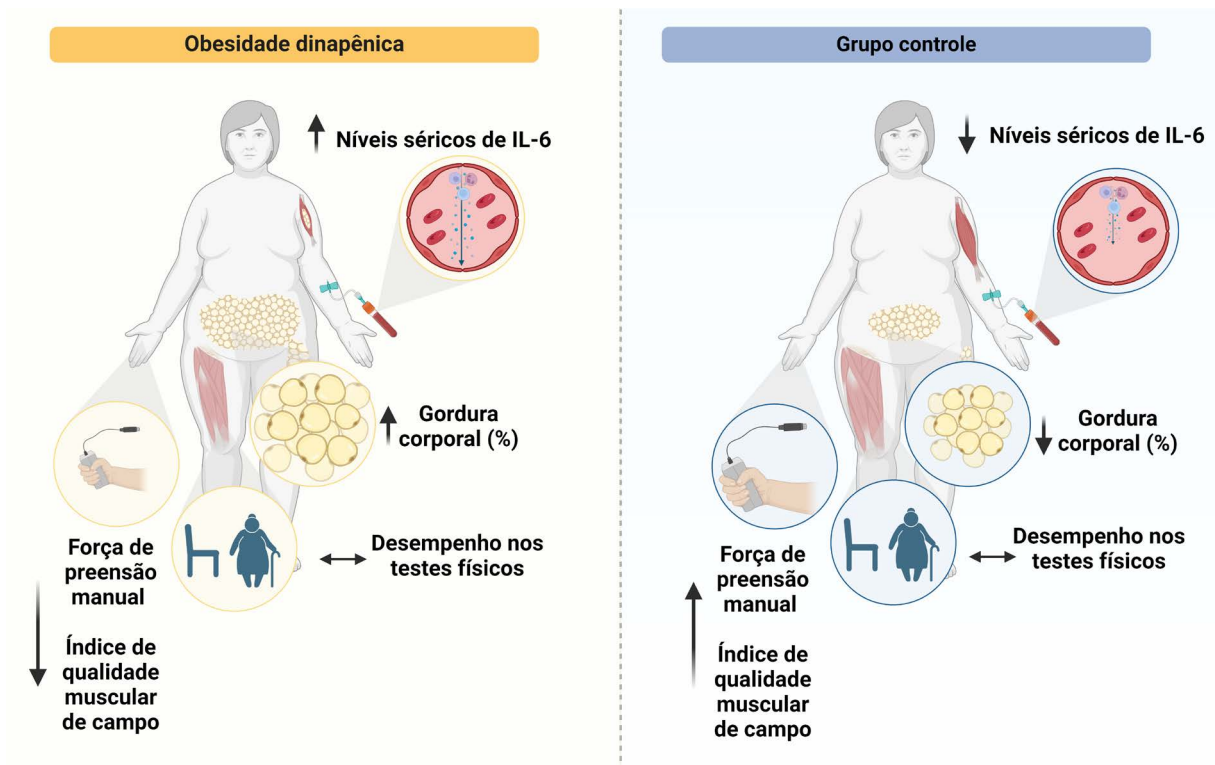




**Figura I** - Dados expressos em média e desvio padrão (DP). \* diferença significativa entre os grupos ( $p < 0,05$ ). IL = interleucina, IFN $\gamma$  = Interferon gama

## Discussão

Esta foi a primeira pesquisa a comparar pessoas idosas longevas com e sem obesidade dinapênica. O resultado deste estudo mostrou que o grupo de idosos longevos com OD apresentou níveis significativamente mais elevados de inflamação (apenas para IL-6), níveis mais baixos de força de prensão palmar absoluta e IQM de campo em comparação com o grupo controle. No entanto, nenhuma diferença foi encontrada entre os grupos para o desempenho físico. Também se verificou uma tendência de IQM laboratorial significativamente inferior para o grupo OD. No entanto, não foi encontrada diferença entre os grupos para a medição do desempenho físico (Figura 2).



**Figura 2** - Visão geral da comparação entre obesidade dinapênica e grupo controle. Aumento (↑), diminuição (↓) e sem alterações (↔)

Os dados de citocinas desta pesquisa mostram que apenas a IL-6 apresentou níveis mais elevados no grupo OD, sugerindo que este grupo pode apresentar níveis mais elevados de inflamação em comparação com o grupo controle. Em outro estudo com idosos longevos, a IL-6 foi a citocina que melhor se associou, dentre várias citocinas, a de maior risco metabólico, baixa força muscular e velocidade de marcha [37]. Isso pode demonstrar o papel crucial da IL-6 durante o envelhecimento. No entanto, um estudo não encontrou diferença nos níveis de IL-6, IL-10, TNF- $\alpha$ , TNF- $\beta$  e IL-1 $\beta$  entre idosos com OD ou idosos com apenas dinapenia [25], e outro estudo mostrou que entre as citocinas IL-6, IL-10 e TNF- $\alpha$ , apenas os dois últimos apresentaram níveis mais baixos e mais altos, respectivamente, no grupo OD em comparação com o grupo obeso, não obeso ou de baixa força [26]. Pesquisas anteriores semelhantes examinaram apenas o papel da associação de marcadores inflamatórios nos mais jovens [25], no entanto, as diferenças nos resultados podem estar relacionadas a diferenças nos métodos de avaliação da obesidade, como o uso do IMC ou diferenças na população pesquisada [25,26].

Outro achado deste estudo foi um IQM de campo significativamente inferior no grupo OD, mas sem diferença entre os grupos para o IQM laboratorial, apesar de uma tendência à significância estatística. A literatura aponta que pessoas obesas possuem um IQM inferior em comparação com pessoas não obesas [38]. Nesse sentido, existem mecanismos que estão ligados à patogênese da OD, como disfunção do tecido adiposo (por exemplo, hiperplasia e hipertrofia de adipócitos) [7]. Nessa condição, quando a gordura se acumula na forma de tecido adiposo intermuscular e



lipídios intramiocelulares pode causar um efeito lipotóxico, prejudicando a contratilidade das fibras musculares e gerando menor força e potência em idosos [5,7]. A infiltração de adipócitos nas fibras musculares implica em menor ativação neuromuscular com baixo recrutamento de unidades motoras, redução da capacidade contrátil intrínseca de gerar força e alterações na estrutura e função da actomiosina [9]. Mas os dados sobre a relação entre IQM com OD são limitados. No entanto, como o IQM é derivado de uma medida de força dividida por uma variável relacionada à massa corporal [39], é esperado que indivíduos com OD apresentem valores mais baixos de qualidade muscular.

Outro ponto é que, apesar do maior valor absoluto do teste SPPB para o grupo controle, não foram encontradas diferença significativa entre os grupos para desempenho nesta pesquisa. Esses resultados não corroboram outros estudos que mostraram desempenho inferior no teste SPBB em idosos com obesidade abdominal dinapênica [8,40]. Essa diferença entre os resultados pode ser devido à amostra reduzida em nosso estudo ou ao uso da medida da circunferência abdominal em outros estudos [8,40]. Essa medida da circunferência central pode refletir melhor a distribuição da gordura no envelhecimento, pois nessa fase há acúmulo de gordura visceral com queda no percentual de gordura total, principalmente nos longevos [2,12].

Finalmente, abordamos algumas limitações e direções futuras para melhorar o diagnóstico da OD. A principal limitação do estudo foi o pequeno tamanho da amostra devido às restrições financeiras para análise de citocinas em uma população mais significativa. Além disso, a característica de desenho transversal permite apenas conclusões limitadas. Assim, mais pesquisas são necessárias para entender o perfil inflamatório e os componentes neuromusculares do OD.

## Conclusão

Em conclusão, as pessoas idosas longevas com OD apresentam níveis superiores de IL-6 e valores inferiores de IQM em relação aos idosos longevos sem OD.

### Potencial conflito de interesse

Nenhum conflito de interesses com potencial relevante para este artigo foi reportado.

### Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho da pesquisa:** Nascimento DC, Abreu FMC, Neto IVS, Alves VPA; **Obtenção de dados:** Rosa BV, Garcia D, Paiva LRFO, Silva KHCV, Neto IVS; **Análise e interpretação dos dados:** Rosa BV, Garcia D, Neto IVS; **Análise estatística:** Nascimento DC; **Redação do manuscrito:** Rosa BV, Garcia D, Paiva LRFO, Silva KHCV; **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Alves VPA; Nascimento DC.

## Referências

1. Lee MM, Jebb SA, Oke J, Piernas C. Reference values for skeletal muscle mass and fat mass measured by bioelectrical impedance in 390 565 UK adults. *J Cachexia, Sarcopenia Muscle*. 2020;11(2). doi: 10.1002/jcsm.12523
2. Strugnell C, Dunstan DW, Magliano DJ, Zimmet PZ, Shaw JE, Daly RM. Influence of age and gender on fat mass, fat-free mass and skeletal muscle mass among Australian adults: the Australian diabetes, obesity and lifestyle study (AusDiab). *J Nutr Health Aging*. 2014;18(5). doi: 10.1007/s12603-014-0464-x
3. Stenholm S, Alley D, Bandinelli S, Griswold ME, Koskinen S, Rantanen T, et al. The effect of obesity combined with low muscle strength on decline in mobility in older persons: results from the INCHIANTI study. *Int J Obes (Lond)*. 2009;33(6). doi: 10.1038/ijo.2009.62
4. Tieland M, Trouwborst I, Clark BC. Skeletal muscle performance and ageing. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2018;9(1). doi: 10.1002/jcsm.12238
5. Biltz NK, Collins KH, Shen KC, Schwartz K, Harris CA, Meyer GA. Infiltration of intramuscular adipose tissue impairs skeletal muscle contraction. *J Physiol*. 2020;598(13). doi: 10.1113/JP279595
6. Kragstrup TW, Kjaer M, Mackey AL. Structural, biochemical, cellular, and functional changes in skeletal muscle extracellular matrix with aging. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6). doi: 10.1111/j.1600-0838.2011.01377.x
7. Pérez-Campos Mayoral L, Matias-Cervantes CA, Pérez-Campos E, Romero Díaz C, Laguna Barrios LÁ, Pina Canseco MDS, et al. Associations of Dynapenic Obesity and Sarcopenic Obesity with the Risk of Complications in COVID-19. *Int J Mol Sci*. 2022;23(15). doi: 10.3390/ijms23158277
8. Máximo RO, Oliveira DC, Ramirez PC, Luiz MM, Souza AF, Delinocente MLB, et al. Combination of dynapenia and abdominal obesity affects long-term physical performance trajectories in older adults: sex differences. *Am J Clin Nutr*. 2022;115(5). doi: 10.1093/ajcn/nqac023
9. Clark BC, Manini TM. What is dynapenia? *Nutrition*. 2012;28(5). doi: 10.1016/j.nut.2011.12.002
10. Mitchell WK, Williams J, Atherton P, Larvin M, Lund J, Narici M. Sarcopenia, dynapenia, and the impact of advancing age on human skeletal muscle size and strength; a quantitative review. *Front Physiol*. 2012;3. doi: 10.3389/fphys.2012.00260
11. Yang M, Ding X, Luo L, Hao Q, Dong B. Disability associated with obesity, dynapenia and dynapenic-obesity in Chinese older adults. *J Am Med Dir Assoc*. 2014;15(2). doi: 10.1016/j.jamda.2013.10.009
12. Bektas A, Schurman SH, Sen R, Ferrucci L. Aging, inflammation and the environment. *Exp Gerontol*. 2018;105:10-18. doi: 10.1016/j.exger.2017.12.015.
13. Franceschi C, Campisi J. Chronic inflammation (inflammaging) and its potential contribution to age-associated diseases. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. The journals of gerontology Series A, Biological sciences and medical sciences. 2014;69(Suppl1):S4-9. doi: 10.1093/gerona/glu057
14. Minciullo PL, Catalano A, Mandraffino G, Casciaro M, Crucitti A, Maltese G, Morabito N, Lasco A, Gangemi S, Basile G. Inflammaging and anti-inflammaging: the role of cytokines in extreme longevity. *Arch Immunol Ther Exp (Warsz)*. 2016;64(2):111-26. doi: 10.1007/s00005-015-0377-3
15. Frasca D, Blomberg BB, Paganelli R. Aging, obesity, and inflammatory age-related diseases. *Front Immunol*. 2017;8:1745. doi: 10.3389/fimmu.2017.01745
16. Tuttle CSL, Thang LAN, Maier AB. Markers of inflammation and their association with muscle strength and mass: A systematic review and meta-analysis. *Ageing Res Rev*. 2020;64:101185. doi: 10.1016/j.arr.2020
17. Sartori R, Romanello V, Sandri M. Mechanisms of muscle atrophy and hypertrophy: implications in health and disease. *Nat Commun*. 2021;12(1):330. doi: 10.1038/s41467-020-20123-1
18. Antunes BM, Rossi FE, Inoue DS, Neto JCR, Lira FS. Immunometabolism and exercise: new avenues. *Motricidade*. 2017;13(1):85-89. doi: 10.6063/motricidade.7941
19. Flegal KM, Kit BK, Orpana H, Graubard BI. Association of all-cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories: a systematic review and meta-analysis. *JAMA*. 2013;309(1):71-82. doi: 10.1001/jama.2012.113905
20. Celis-Morales CA, Welsh P, Lyall DM, Steell L, Petermann F, Anderson J, et al. Associations of grip strength with cardiovascular, respiratory, and cancer outcomes and all cause mortality: prospective cohort study of half a million UK Biobank participants. *BMJ*. 2018;361:k1651. doi: 10.1136/bmj.k1651
21. Legrand D, Adriaensen W, Vaes B, Matheï C, Wallemacq P, Degryse J. The relationship between grip strength and muscle mass (MM), inflammatory biomarkers and physical performance in community-dwelling very old persons. *Arch Gerontol Geriatr*. 2013;57(3):345-51. doi: 10.1016/j.archger.2013.06.003

22. Paranhos Amorim DN, Nascimento DDC, Stone W, Alves VP, Coelho Vilaça E Silva KH. Body composition and functional performance of older adults. *Osteoporos Sarcopenia*. 2022;8(2):86-91. doi: 10.1016/j.afos.2022.04.002
23. Gadelha AB, Neri SGR, Vainshelboim B, Ferreira AP, Lima RM. Dynapenic abdominal obesity and the incidence of falls in older women: a prospective study. *Aging Clin Exp Res*. 2020;32(7):1263-70. doi: 10.1007/s40520-019-01318-z
24. Rossi AP, Bianchi L, Volpato S, Bandinelli S, Guralnik J, Zamboni M, et al. Dynapenic Abdominal Obesity as a Predictor of Worsening Disability, Hospitalization, and Mortality in Older Adults: Results From the InCHIANTI Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2017;72(8):1098-104. doi: 10.1093/gerona/glw203
25. Ribeiro JC, Duarte JG, Gomes GAO, Costa-Guarisco LP, de Jesus ITM, Nascimento CMC, et al. Associations between inflammatory markers and muscle strength in older adults according to the presence or absence of obesity. *Exp Gerontol*. 2021;151:111409. doi: 10.1016/j.exger.2021.111409
26. Corrêa HL, Rosa TDS, Dutra MT, Sales MM, Noll M, Deus LA, et al. Association between dynapenic abdominal obesity and inflammatory profile in diabetic older community-dwelling patients with end-stage renal disease. *Exp Gerontol*. 2021;146:111243. doi: 10.1016/j.exger.2021.111243
27. Roberts HC, Denison HJ, Martin HJ, Patel HP, Syddall H, Cooper C, et al. A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age Ageing*. 2011;40(4):423-9. doi: 10.1093/ageing/afr051
28. Hiol AN, von Hurst PR, Conlon CA, Mugridge O, Beck KL. Body composition associations with muscle strength in older adults living in Auckland, New Zealand. *PLoS One*. 2021;16(5):e0250439. doi: 10.1371/journal.pone.0250439
29. Murai J, Nishizawa H, Otsuka A, Fukuda S, Tanaka Y, Nagao H, et al. Low muscle quality in Japanese type 2 diabetic patients with visceral fat accumulation. *Cardiovasc Diabetol*. 2018;17(1):112. doi: 10.1186/s12933-018-0755-3.
30. Barbat-Artigas S, Rolland Y, Cesari M, Abellan van Kan G, Vellas B, Aubertin-Leheudre M. Clinical relevance of different muscle strength indexes and functional impairment in women aged 75 years and older. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2013;68(7):811-9. doi: 10.1093/gerona/gls254
31. Nascimento DDC, Prestes J, de Sousa Diniz J, Beal PR, Alves VP, Stone W, et al. Comparison of field- and laboratory-based estimates of muscle quality index between octogenarians and young older adults: an observational study. *J Exerc Rehabil*. 2020;16(5):458-66. doi: 10.12965/jer.2040668.334
32. Melo GLR, Moraes MR, Nascimento EF, Boato EM, Beal FLR, Stone W, et al. Field-based versus laboratory-based estimates of muscle quality index in adolescents with and without Down syndrome. *J Intellect Disabil Res*. 2022;66(12):1000-8. doi: 10.1111/jir.12959
33. Cruz-Jentoft AJ, Bahat G, Bauer J, Boirie Y, Bruyere O, Cederholm T, et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. *Age Ageing*. 2019;48(1):16-31. doi: 10.1093/ageing/afy169
34. Batsis JA, Villareal DT. Sarcopenic obesity in older adults: aetiology, epidemiology and treatment strategies. *Nat Rev Endocrinol*. 2018;14(9):513-37. doi: 10.1038/s41574-018-0062-9
35. Nakano MM, Otonari TS, Takara KS, Carmo CM, Tanaka C. Physical performance, balance, mobility, and muscle strength decline at different rates in elderly people. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(4):583-6. doi: 10.1589/jpts.26.583.
36. Faul F, Erdfelder E, Lang A-G, Buchner A. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *J Behavior Research Methods*. 2007;39(2):175-91. doi: 10.3758/bf03193146
37. Santos Morais Junior G, Ignacio Valenzuela Perez D, Cecília Tonet-Furioso A, Gomes L, Coelho Vilaça KH, Paulo Alves V, et al. Circulating interleukin-6 (but not other immune mediators) associates with criteria for Fried's frailty among very old adults. *J Aging Res*. 2020;2020:6831791. doi: 10.1155/2020/6831791
38. Valenzuela PL, Maffiuletti NA, Tringali G, De Col A, Sartorio A. Obesity-associated poor muscle quality: prevalence and association with age, sex, and body mass index. *BMC Musculoskelet Disord*. 2020;21(1):200. doi: 10.1186/s12891-020-03228-y
39. Fragala MS, Kenny AM, Kuchel GA. Muscle quality in aging: a multi-dimensional approach to muscle functioning with applications for treatment. *Sports Med*. 2015;45(5):641-58. doi: 10.1007/s40279-015-0305-z
40. Santos EPRD, Silva CFR, Ohara DG, Matos AP, Pinto ACPN, Pegorari MS. Short Physical Performance Battery (SPPB) score as a discriminator of dynapenic abdominal obesity among community-dwelling

