

ARTIGO ORIGINAL**INFLUÊNCIA DA OBESIDADE SOBRE A POTÊNCIA MUSCULAR DE MEMBROS
INFERIORES DE IDOSAS FÍSICAMENTE ATIVAS****INFLUENCE OF OBESITY ON MUSCULAR POWER OF LOWER LIMBS IN ACTIVE
ELDERLY**

Jackeline Galego PALCA¹, Gustavo Henrique de OLIVEIRA³, Pedro Paulo DEPRÁ², Fernanda Errero
PORTO¹ e Wendell Arthur LOPES^{1,3}

¹Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual de Maringá –
Campus Regional do Vale do Ivaí

²Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Educação Física, Universidade Estadual de Maringá –
Campus Maringá

³Programa de Pós-Graduação em Educação Física Associado UEM/UEL, Departamento de Educação
Física, Universidade Estadual de Maringá

AUTOR CORRESPONDENTE:

Jackeline Galego Palca

Endereço: Rua Ceará, 240.

Lunardelli, Paraná, Brasil.

Universidade Estadual de Maringá, Campus Regional do Vale do Ivaí (UEM-CRV).

Telefone: (43) 984777291

E-mail: jackelinegpalca@hotmail.com

RESUMO: Há um declínio das capacidades funcionais com o aumento da idade. A obesidade tem sido relacionada à diversos distúrbios orgânicos, porém, a presença de obesidade parece exercer um efeito protetor contra a perda da força e da potência muscular. **Objetivo:** Este estudo teve por objetivo comparar a potência muscular de membros inferiores (MMII) entre idosas obesas e não obesas. **Materiais:** A amostra foi composta por 32 idosas fisicamente ativas. A estatura (cm) e o peso (kg) foram mensurados por meio da balança digital com estadiometro acoplado. A presença da obesidade foi avaliada pelo Índice de Massa Corporal (IMC) ≥ 30 kg/m². Para obtenção da massa livre gordura (MLG) utilizou-se o método de impedância bioelétrica. Para mensurar a potência muscular dos MMII utilizou-se a plataforma de força (EMG, System do Brasil®), na qual foi realizado o teste de salto *Counter Movement Jump* (CMJ). Utilizou-se o teste de Mann Whitney para a comparação dos grupos e a correlação Pearson para a relação entre o MLG e potência absoluta. **Resultados:** Não houve diferença significativa na idade e estatura entre os grupos, contudo, a MLG foi significativamente maior nas idosas obesas comparadas às não-obesas. Não houve diferença estatística significativa na potência absoluta ($p=0,45$), potência relativa à MC (Massa Corporal) ($p=0,08$) e a potência relativa à MLG (Massa Livre de Gordura) ($p=0,97$) entre idosas obesas e não-obesas. Verificou-se correlação positiva e significativa entre a MLG e a potência absoluta de MMII entre as idosas obesas e não-obesas ($r=0,76$, $p=0,001$), sendo que a variação da MLG explicou 58% da variação da potência absoluta observada entre as idosas. **Conclusão:** O presente estudo demonstrou que a presença da obesidade nas idosas fisicamente ativas não afetou negativamente a potência muscular de membros inferiores, pois os indivíduos mais obesos acabaram possuindo maior quantidade de massa magra.

PALAVRAS-CHAVE: Envelhecimento, mulheres, idoso, excesso de peso, potência.

ABSTRACT: There is a decline in the functional capacities with the increasing of age. Obesity has been related to several organic dysfunction, however, the presence of obesity seems to exert a protective effect against the strength and muscular power loss. **Objective:** This study aimed to compare lower limb muscle power between obese and non-obese elderly women. **Materials:** The sample consisted of 32 active elderly. Height (cm) and weight (kg) were measured using a digital scale

with a stadiometer attached. The presence of obesity was assessed by Body Mass Index (BMI) ≥ 30 kg/m². To obtain the fat free mass (FFM), the bioelectrical impedance method was used. To measure the muscle power of the lower limbs, it was used the force platform (EMG, System from Brazil), in which was performed the Counter Movement Jump (CMJ) test. We used the Mann Whitney test for group comparison and the Pearson correlation for the relation between the IMC, absolute power.

Results: There was no significant difference in age and height between the groups. However, the MLG was significantly higher in obese compared to non-obese older women. There was no significant difference in absolute power ($p=0,45$), power relative to BM ($p=0,08$) and power relative to FFMM ($p=0,97$) between obese and non-obese elderly women. There was a positive and significant correlation between the FFM and the absolute power of the lower limbs between the obese and non-obese elderly women ($r=0,76$, $p = 0.0001$), the FFM variation explained 58% of the absolute power variation observed among the elderly women. **Conclusion:** The present study demonstrated that the presence of obesity in physically active elderly women did not affect negatively lower limb muscle power.

KEYWORDS: Aging, women, elderly, overweight, power.

INTRODUÇÃO

A população idosa vem crescendo a cada ano, conforme dados da Organização Mundial de Saúde (OMS) (2010), o número de idosos total acima de 60 anos passará de 2 bilhões até 2050, no Brasil dentre os anos 1991 e 2000, houve um aumento de 35,5 % na população idosa e a expectativa é de um aumento de 160% até o ano de 2060, chegando a cerca de 73 milhões de idosos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2013) este crescimento demográfico se dá por conta do aumento na expectativa de vida, em que dentre os anos de 1940 até 2015 passou de 45 anos para 75 anos, devido às melhorias no saneamento básico, programas de saúde pública, controle epidemiológico, dentre outros. Em projeções futuras estima-se uma média de vida da população para 79,9 anos até o ano de 2040¹.

O envelhecimento é algo natural e acontece com os indivíduos no decorrer de suas vidas². Com o passar do tempo algumas patologias são acumuladas no organismo e levam a uma redução das funções biológicas, psicológicas e sociais. Dentre esses aspectos destacam-se a perda da massa óssea e muscular, além do acúmulo de gordura visceral, dificultando assim a realização das atividades de vida diária (AVD)³.

Neste sentido, o sistema musculoesquelético acaba sendo comprometido de forma que o envelhecimento promove um declínio progressivo destes sistemas como, o desempenho muscular, a aptidão física/motora e a capacidade funcional do idoso sejam reduzidos⁴.

Assim como o envelhecimento, a obesidade também ganhou um destaque na literatura por ser considerado um grande problema de saúde pública, inclusive nos países em desenvolvimento, como o é o caso do Brasil⁵. A obesidade é uma doença crônica decorrente de fatores, comportamentais, metabólicos, psicológicos, genéticos associado à inatividade física⁶ caracterizada como o acúmulo anormal ou excessivo de gordura podendo prejudicar a saúde⁷.

A literatura tem enfatizado muito as morbidades encontradas nos obesos jovens^{8, 9} e na população idosa³ como, por exemplo, o declínio de funções músculo esquelético, levando a uma redução da mobilidade e promovendo riscos de saúde, através do impacto na redução dos níveis de sinalização de cálcio afetando o sistema de actina e miosina, o que leva ao comprometimento da unidade contrátil. Mas pouco tem sido investigado sobre o impacto desse acúmulo de gordura sobre essas funções músculo-esquelética em idosos. Portanto averiguar o efeito combinado da obesidade e envelhecimento é primordial¹⁰.

Neste sentido, encontra-se um paradoxo em relação à obesidade no idoso, pois a literatura define muito bem os fatores de risco relacionados à obesidade, bem como as doenças cardiovasculares¹¹. Entretanto, essa obesidade pode servir como uma proteção musculo-articular e imunológica para o indivíduo idoso¹².

Sendo assim, a força e a potencia são os principais atributos funcionais do músculo, podendo ser avaliadas durante a contração concêntrica, excêntrica e isométrica, expressas em valores absolutos, ou em função da massa corporal (MC)⁸.

Alguns estudos relataram que a força e a potência absoluta de alguns grupos musculares em jovens e adultos podem estar sujeitos a um aumento devido ao fato de sustentarem maior carga corporal como, por exemplo, extensores de joelho e tronco^{13, 14} podendo levar a uma adaptação positiva nesses grupos musculares durante a inércia e a locomoção^{13, 8}.

No entanto, é possível dizer que quando essa força é relativizada o idoso obeso pode possuir menor força relativa, devido a estado inflamatório do tecido adiposo que atua como órgão endócrino realizando a secreção de diversas citocinas^{15, 14}. Além da sarcopenia, caracterizada pela redução no número e no tamanho das fibras musculares simultaneamente ocorre à diminuição da força muscular máxima e a potência devido a esse processo do envelhecimento¹⁶.

Embora a potência muscular possa ser mais importante no idoso do que propriamente a força em si, bem como na realização de atividades de vida diária (AVD) como caminhada, sentar e levantar da cadeira, dentre outros, e ainda na redução do risco de quedas entre os idosos⁴, entretanto, a literatura deixa uma lacuna em relação a estudos sobre o desempenho muscular da força em relação à potência em idosos obesos e não obesos, pois os dados em relação aos idosos são muito controversos, alguns autores relataram força muscular absoluta reduzida em idosos obesos¹⁷, embora outros relataram força muscular similar e ainda maior em obesos comparados a idosos magros¹⁸.

Portanto, o objetivo deste estudo foi verificar a influência da obesidade na potência muscular de idosas fisicamente ativas. A hipótese desse estudo será que a obesidade não afeta a potência nos idosos.

MATERIAIS E MÉTODOS

PARTICIPANTES

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa de delineamento descritivo transversal¹⁹. A amostra foi composta por 32 idosas, com idades ≥ 60 anos, participantes no Projeto “Caminhada do Idoso”, da Secretaria Municipal de Ivaiporã-Pr. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê Permanente de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (COPEP), parecer nº 2.155.877., da

Universidade Estadual de Maringá. Todas as participantes do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), comprovando a anuência em participar da pesquisa.

INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

Avaliação da composição corporal

As coletas foram realizadas no Centro da Melhor Idade, da Prefeitura Municipal de Ivaiporã. Sendo as mesmas realizadas nas segundas, quartas e sextas-feiras, no período da manhã entre 7h45min e 9h15min.

Para mensurar a massa corporal (MC) foi utilizada uma balança digital da marca Marte (LS200) com capacidade de 201 kg e com precisão de 0,05 kg. A estatura (E) foi obtida através de um estadiômetro acoplado a esta balança.

O índice de massa corporal (IMC) foi calculado seguindo a equação $[IMC=MC/E^2]$. Para a classificação do estado nutricional do idoso em obesos e não obesos utilizou-se os valores proposto.

Para a avaliação da composição corporal utilizou-se a bioimpedância, da marca Maltron (modelo BF900), na qual foi utilizada para obter os valores da massa livre de gordura (MLG). A coleta foi realizada em um ambiente calmo, o avaliado repousou sobre uma superfície isolada na condução de energia em posição de decúbito dorsal, com os braços e pernas levemente separadas. Para padronizar as coletas os eletrodos de superfície foram posicionados no lado direito do corpo, na superfície dorsal das mãos e pés próximo às articulações metacarpofalângicas e metatarsofalângicas, respectivamente, e também entre as proeminências distais do rádio e da ulna e entre os maléolos laterais no tornozelo.

Avaliação da potência muscular

Para avaliação da potência muscular dos membros inferiores foi realizado o teste de salto *Counter Movement Jump* (CMJ) na plataforma de força (EMG System do Brasil®)^{20,21}. Para a

realização do CMJ o voluntário deveria ficar em posição bipodal (os dois pés sobre a plataforma), com o corpo ereto e com as mãos posicionadas na cintura, sobre a plataforma de força, ao sinal do avaliador, foram instruídos a descer o mais rápido possível e saltar o mais alto possível na fase concêntrica seguinte. Sendo possível verificar a duração do salto, o deslocamento do centro de gravidade, a força máxima absoluta e a potência máxima absoluta dos idosos. Os valores absolutos da força e da potência muscular foram relativizados pela massa corporal (MC) e pela massa livre de gordura (MLG), para obter a força e a potência relativa das idosas obesas e não obesas.

ANÁLISE DOS DADOS

A estatística descritiva foi realizada, os dados foram expressos como média e desvio padrão (DP) para todas as variáveis. Os dados da potência coletados pela plataforma foram tratados pelo software que acompanha o equipamento (EMGlab2 3.0). O software Excel 2010 foi utilizado para tabular os dados. O teste de normalidade de dados *Shapiro-Wilk* foi utilizado para identificar os dados paramétricos e não paramétricos. Para a comparação entre grupos foi utilizado o teste *t de student* para dados paramétricos e o teste *U de Mann-Whitney* para os não paramétricos. E a correlação de *Spearman* foi aplicada para verificar a relação entre a MLG à potência muscular absoluta. Para realizar as análises estatísticas foi utilizado o software *Statistical Package for Social Sciences-SPSS* para Windows (IBM SPSS, versão 23.0), adotando um nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Na TABELA 1, estão apresentadas as características gerais dos grupos. A idade e a estatura foram similares entre os grupos. O peso, IMC e a MLG foram significativamente maiores para o grupo obesas em comparação às não obesas.

Tabela 1 – Características antropométricas gerais divididas entre idosas obesas e não obesas.

	Obesas	Não obesas	p-valor
	(n=17)	(n=15)	
Idade (anos)	66,4±7,2	65,8±5,9	=0,8161
Estatura (m)	1,52±0,05	1,53±0,09	=0,6994
Peso (Kg)	80,0±9,4	63,3±7,3	<0,0000
IMC (Kg/m²)	34,5±3,5	27,0±2,2	<0,0000
MLG (Kg)	41,7±3,6	38,6± 4,8	<0,010

Legenda: Índice de Massa Corporal (IMC); Massa Livre de Gordura (MLG).

Na Figura 1, encontram-se representados os valores da potência absoluta, potência relativa à MC e a potência relativa à MLG entre os grupos idosas obesas e não-obesas. Não foram evidenciadas diferenças estatísticas significativas para a potência absoluta ($p=0,45$), potência relativa à MC ($p=0,08$) e a potência relativa à MLG ($p=0,97$) entre os grupos.

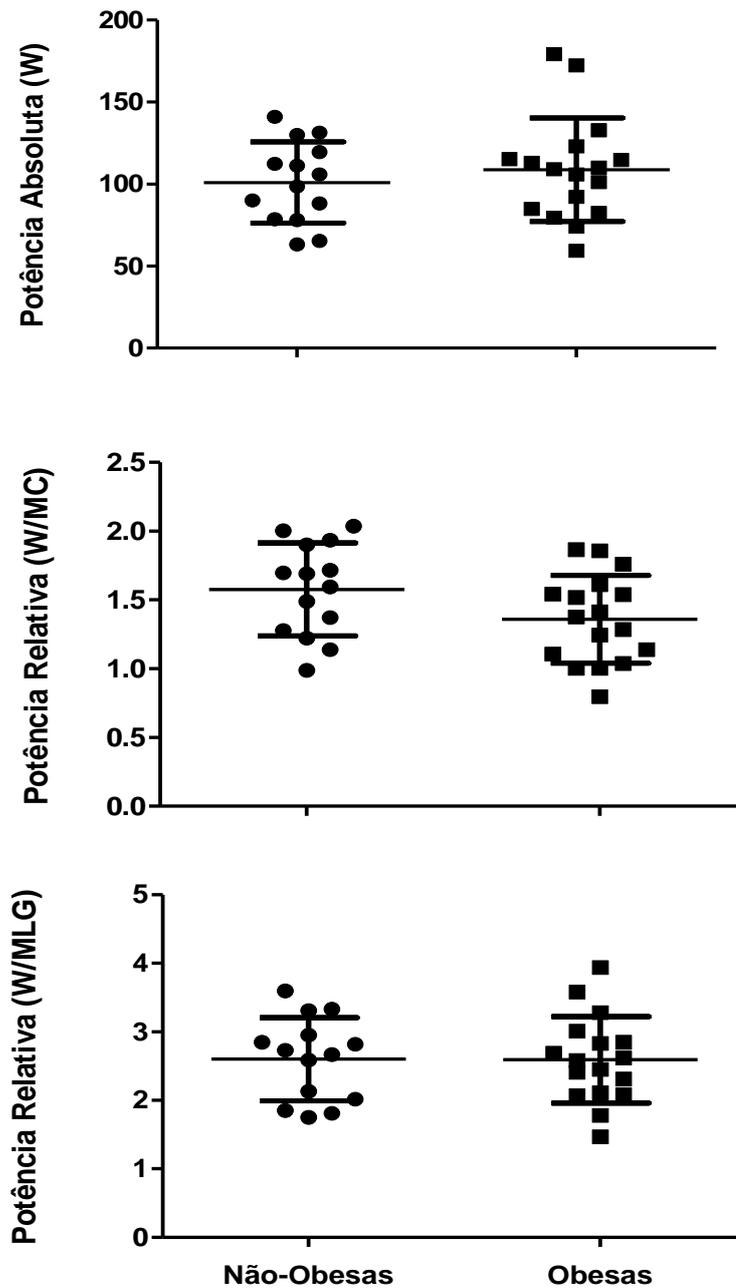


Figura 1. Valores da potência muscular de MMII absoluta, relativa à MC e a MLG entre idosas obesas e não obesas.

Na figura 2, encontra-se ilustrada a relação entre a potência muscular e a MLG das idosas de ambos os grupos. Verificou-se forte correlação positiva e significante entre a potência absoluta e a MLG entre as idosas. Além disso, observou-se que a MLG explica 58% ($r^2=0,58$) da variação da potência absoluta das idosas.

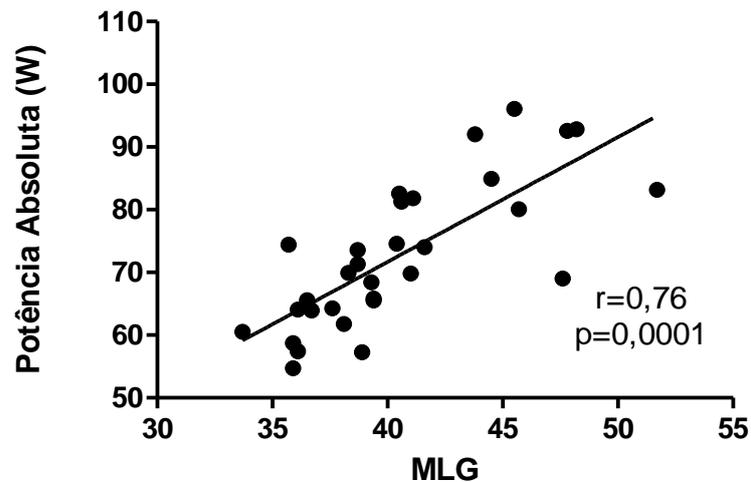


Figura 2. Correlação entre as variáveis MLG e a potência absoluta em idosas obesas e não obesas.

DISCUSSÃO

O presente estudo buscou analisar a potência muscular de membros inferiores (MMII) entre idosas obesas e não obesas. Os principais achados deste estudo foram que não houve diferença na potência muscular de MMII entre idosas obesas e não-obesas, mesmo quando relativizada pela MC e pela MLG. Além disso, a MLG se correlacionou positivamente com a potência muscular de idosas.

O excesso de massa corporal acarreta em carga adicional na estrutura musculoesquelética de indivíduos obesos, induzindo a adaptações favoráveis na massa muscular, massa óssea^{22, 23} e na força muscular^{24, 25}. Adicionalmente, indivíduos obesos demonstram um estado metabólico alterado em comparação aos não-obesos, com valores superiores de insulina basal, a qual pode promover um estado anabólico sistêmico^{14, 26}. A combinação deste estado anabólico e a sobrecarga extra podem ser os responsáveis pela maior massa muscular e óssea, bem como os maiores níveis de força verificada em obesos quando comparados aos não obesos²⁷.

A MLG tem sido considerada a principal responsável pelos maiores níveis de força muscular em obesos²⁸. No presente estudo, as idosas obesas apresentaram maiores valores de MLG em comparação as não-obesas. Além disso, a MLG apresentou associação direta e significativa com a potência muscular dos MMII, explicando 58% da variação na potência de MMII de idosas. Este

achado sugere que as adaptações neuromusculares nos MMII podem estar relacionadas a adaptações neurais acarretadas pela sobrecarga mecânica gerada pelo peso adicional, além das adaptações hipertróficas da musculatura evidenciada em obesos²¹.

Vários autores tem associado a obesidade com perda de massa muscular, o que tem sido nominado como obesidade sarcopênica, pois a presença de obesidade poderia exercer efeito negativo no tecido muscular e, conseqüentemente, na potência muscular de idosos^{28, 29}. O excesso de gordura armazenada no tecido adiposo corporal pode levar a estado inflamatório crônico sistêmico, pois este além de armazenar gordura este também é uma glândula endócrina produtora de inúmeras substâncias inflamatórias, assim o excesso de gordura promove o aumento de citocinas pró-inflamatórias³⁰, que exerce efeito catabólico ao longo do tempo sobre o músculo esquelético.

A estimulação do catabolismo na ausência de ambiente anabólico (redução das atividades físicas e dieta inadequada) poderia contribuir para a perda de massa muscular e da potência²⁹. No presente estudo, a presença da obesidade em idosos não teve efeito negativo sobre a potência absoluta de MMII, tendo em vista os valores similares de potência absoluta entre idosos obesas e não-obesas. Além disso, quando a potência expressa em relação à MLG, também não verificou-se diferença entre idosos obesas e não-obesas.

Nossos achados corroboram, em parte, com a literatura vigente. Embora alguns estudos tenham comparado a potência muscular entre obesos e não-obesos, a maioria sendo estes em jovens ou adultos obesos. Rauch *et al*, (2012) mostraram que os adolescentes obesos tiveram maior potência absoluta no salto em relação ao grupo controle. No estudo de Lazzer *et al*, (2009), comparou crianças obesas, em que apresentaram força explosiva absoluta maior que os seus grupos não obesos. E em uma comparação entre meninos e meninas, os meninos apresentaram valores absolutos maiores que as meninas.

De forma similar, Maffioletti *et al*, (2007) encontrou valores absolutos de potência maiores nos adultos obesos do que nos eutróficos. Entretanto, quando os valores de potência foram relativizados pela MLG, os adultos obesos foram semelhantes aos não obesos. Desta forma, podemos compreender que a obesidade parece não afetar negativamente a potência muscular nas diferentes populações estudadas na literatura, assim como nos idosos do presente estudo.

Entretanto, os estudos supracitados que investigaram adolescentes o efeito do envelhecimento sobre os sistemas musculoesquelético e neuronal não são observados, pois em idosos considera-se a existência do declínio natural com diminuição da resposta desses sistemas⁴. Este excesso de carga extra nos idosos obesos provavelmente minimizam tais efeitos por diminuir o grau de sarcopenia e degeneração neuronal e óssea¹⁸. Normalmente os idosos reduzem as atividades cotidianas com sustentação de carga o que leva a atrofia da musculatura, porém idosos obesos sustentam uma carga excessiva (devido a massa corporal extra) o processo de atrofia e degeneração natural promovida pelo envelhecimento é minimizada e, portanto, a perda de massa muscular também, assim o idoso obeso preservará a massa muscular e terá mais força e conseqüentemente maior potência muscular absoluta²².

A densidade óssea também é preservada devido ao excesso de carga alavancada³². O recrutamento constante da musculatura para deslocar frequentemente o peso também ativa o sistema neuronal. Mas essas informações geram um contraponto ao comparar idosos obesos com jovens, pois mesmo com o fator excesso de peso sendo benéfico analisando esse parâmetro. O envelhecimento acarreta em mudanças bioquímicas, hormonais e fisiológicas que levam ao declínio desses sistemas supracitados².

Em parte, o principal fator para que os indivíduos obesos apresentem maiores valores absolutos que os eutróficos está relacionado à quantidade de MLG²⁸. Assim, obesos estão expostos a uma sobrecarga extra natural diariamente, causando o aumento da MLG, o que desta forma, acaba gerando um efeito positivo na potência absoluta²⁵.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser mencionadas. Como o pequeno n de participantes, dificuldades em controlar o ambiente de coleta para que ficassem em total silêncio. O uso da BIA para estimativa da composição corporal de idosos, que pode subestimar a massa livre de gordura em função da desidratação crônica presente neste grupo. Além da indefinição de pontos de corte para obesidade em idosos, sendo a OMS preconiza >30 , mas outros autores sugerem >27 ³⁴. Outra limitação é a dificuldade dos idosos em saltarem na plataforma pela perda da habilidade da mesma ao longo da vida e medo de cair da plataforma. Por fim, o número reduzido de estudos com idosos e a ausência de estudos com a mesma ferramenta de avaliação dificulta a

comparação de nossos achados, sendo a maioria dos estudos realizados com crianças, jovens ou adultos.

CONCLUSÃO

Confirmando nossa hipótese inicial, o presente estudo mostrou que a presença de obesidade em idosas fisicamente ativas não afetou negativamente a potência muscular de membros inferiores. A maior sobrecarga apresentada por idosas obesas promove o desenvolvimento de maior MLG para sustentação dessa carga adicional, bem como mantém os níveis funcionais do sistema musculoesquelético. Embora a obesidade esteja associada com diversos fatores de risco cardiometabólicos, a obesidade parece exercer um efeito paradoxal sobre a musculatura esquelética de idosos. Estudos futuros são necessários para investigar os efeitos da obesidade na MLG em indivíduos idosos sedentários.

AGRADECIMENTOS

Em agradecimento a Universidade Estadual de Maringá campus regional do vale do Ivaí (UEM-CRV) por todo conhecimento proporcionado.

Ao grupo GEBIMEX que proporcionou momentos de grande aprendizado e reflexão.

Ao professor Dr. Wendell Arthur Lopes pela orientação e paciência, foram de suma importância para a realização do trabalho.

A prefeitura Municipal de Ivaiporã e Secretaria Municipal de Saúde pelo apoio e confiança.

E ao Labcom pelo empréstimo da plataforma de força que foi de extrema importância para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Projeção da população do Brasil por sexo e idade: 2000-2060. Disponível em:
<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/projecao_da_populacao/2013/default.shtm<https://doi.org/10.11606/d.17.2019.tde-17102018-135239>> .
2. Rauch R, Veilleux LN, Rauch F, Bock D, Welisch E, Filler G, Robinson T, Burrill E, Norozi KJ. Muscle force and power in obese and overweight children. *Musculoskelet Neuronal Interact.* 2012 Jun;12(2):80-3
3. Argento, René de Souza Vianello. Benefits of the physical activities in the health and life quality of the elderly. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Educação Física. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.
4. Freitas ERFS, Rogério FRPG, Yamacita CM, et al. Prática habitual de atividade física afeta o equilíbrio de idosos? *Rev. Fisioter. Mov., Curitiba*, v. 26, n. 4, p. 813-821, set./dez. 2013.
5. Who. Global recommendations on physical activity for health. Geneva: WHO, 2010.
6. Pinheiro, ARO; Freitas, SFT; Corso, ACT. Uma abordagem epidemiológica da obesidade. *Rev. Nutr.* 2004; 17(4); 523-533. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-52732004000400012>.
7. Tallis J; James RS.; Seebacher F. The effects of obesity on skeletal muscle contractile function. *J Exp Biol.* 2018 Jul; 221(13) <https://doi.org/10.1242/jeb.163840>
8. Maffiuletti, N.A., Ratel, S., Sartorio, A. et al.. The Impact of Obesity on In Vivo Human Skeletal Muscle Function. . *Curr Obes Rep* (2013) 2: 251. <https://doi.org/10.1007/s13679-013-0066-7>
9. Associação Brasileira para o Estudo da Obesidade e da Síndrome Metabólica (Abeso). Diretrizes Brasileiras de Obesidade. 3º edição, 2009/2010
10. Rosenberg IH: Sarcopenia: origins and clinical relevance. *J Nutr* 127: 990S-1S, 1997.

11. Silva LR, Cavaglieri C, Lopes WA, Pizzi J, Coelho-E-Silva MJC, Leite N. Endothelial wall thickness, cardiorespiratory fitness and inflammatory markers in obese and non- obese adolescents. *Braz J PhysTher.* 2014; 18(1):47-55.
12. Young Y, Myers AH, Provenzano G. Factors Associated with Time to First Hip Fracture. *J Aging Health.* 2001 Nov;13(4):511-26 <https://doi.org/10.1177/089826430101300404>
13. Lafortuna, C L., Maffiuletti, N A., Agosti, F. And Sartorio, A. Gender variations of body composition, muscle strength and power output in morbid obesity. *Int J Obes (Lond).* 2005 Jul; 29(7):833-41.
14. Tomlinson, DJ, Erskine, RM, Morse, CI, et al. Combined effects of body composition and ageing on joint torque, muscle activation and co-contraction in sedentary women. *Age (Dordr).* 2014 Jun;36(3):9662, <https://doi.org/10.1007/s11357-014-9652-1>
15. Schragar MA, Metter EJ, Simonsick E, Ble A, Bandinelli S, Lauretani F, Ferrucci L. Sarcopenic Obesity And Inflammation in the in Chianti . *J Appl Physiol.* 2007 Mar;102(3):919-25. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00627.2006>.
16. Aagaard P, Suetta C, Caserotti P, Magnusson SP, Kjær M. Role of the nervous system in sarcopenia and muscle atrophy with aging: strength training as a countermeasure. *Scand J Med Sci Sports* 2010; 20: 49-64
17. Villareal DT, Banks M, Siener C, et al. Physical frailty and body composition in obese elderly men and women. *Obes Res.* 2004 Jun;12(6):913-20
18. Rolland Y, Lauwers-Cances V, Pahor M, et al. Muscle strength in obese elderly women: effect of recreational physical activity in a cross-sectional study. *Am J Clin Nutr.* 2004 Apr;79(4):552-7. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.4.552>
19. Thomas, JR; Nelson, JK; Silverman SJ. *Métodos de Pesquisa em Atividade Física.* 6. ed. Porto Alegre: Artmed, p.478, 2012.
20. Cronin JB, Hing, RD, McNair, PJ. Reability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. *J Strength Cond Res.* 2004;18(3):590-3.

21. Galdi EHG. Pesquisas com salto vertical: uma revisão. *Revista Treinamento Desportivo*, 2000.
22. Vanderwalle S, Taes Y, Van Helvoirt M, Debode P, Herregods N, Ernst C, et al. Bone size and bone strength are increased in obese male adolescents. *J Clin Endocrinol Metab* 2013;98:3019-3028.
23. Wetzsteon RJ, Petit MA, Macdonald HM, Hughes JM, Beck TJ, McKay HA. Bone Structure and Volumetric BMD in Overweight Children: A Longitudinal Study. *J Bone Miner Res* 2008;23:1946-53.
24. Blimkie CJ, Ebbesen B, MacDougall D, Bar-Or O, Sale D. Voluntary and electrically evoked strength characteristics of obese and nonobese preadolescents boys. *Hum Biol* 1989; 61(4):515-532.
25. Tsiros MD. et al. Knee extensor strength differences in obese and healthy-weight 10-to 13-year-olds. *European Journal Of Applied Physiology* (2012); 113(6) 1415-1422.
<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-012-2561-z>
26. Kern PA, Simsolo RB, Fournier M. Efect of weight loss on muscle fiber type, fiber size, capillarity, and succinate desidrogenase activity in humans. *J Clin Endocrinol Metab* 1999;84 (11):4185-90
27. Lopes WA, Leite N, Silva LR, Moraes Junior FB, Consentino CLM, Araújo CT, et al. Influência da obesidade na força muscular de membros inferiores e superiores em adolescentes. *Rev. Bras. Ativ Fis e Saúde*. 2013; 18(6):720-9.
28. Beyer I, Mets T, Bautmans I. Chronic low-grade infammation and age-related sarcopenia. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* 2012;15:12-22.
29. Benton MJ, Whyte MD, Dyal BW. Sarcopenic obesity: strategies for management. *Am J Nurs* 2011;111:38-44.
30. Gleeson M, Bishop NC, Stendel DJ, Lindley MR, Mastana SS, Nimmo MA. Te anti-inflammatory effects of exercise: mechanisms and implications for the prevention and treatment of disease. *Nat Rev Immunol* 2011;11: 607-615.

31. Maffiuletti N A, Jubeau M, Munzinger U, *et al.* Differences in quadriceps muscle strength and fatigue between lean and obese subjects. *Eur J Appl Physiol.* 2007 Sep; 101(1):51-9.
32. NIH Consensus Development Panel on Osteoporosis Prevention, Diagnosis, and Therapy. Osteoporosis prevention, diagnosis, and therapy. *JAMA* 2001; 285: 785-795 [PMID: 11176917 DOI: 10.1001/jama.285.6.785]
33. Lazzer S, Pozzo R, Rejc E, Antonutto G, Francescato MP. Maximal explosive muscle power in obese and non-obese prepubertal children. *Clin Physiol Funct Imaging.* 2009 May;29(3):224-8. doi: 10.1111/j.1475-097X.2009.00863.x.
34. Frisancho AR. New standards of weight and body composition by frame size and height for assessment of nutritional status of adults and the elderly. *Am J Clin Nutr* 1984;40(4):808-19.