

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM EDUCAÇÃO FÍSICA

SILVIA GONÇALVES RICCI NERI

**ESTUDO COMPREENSIVO DA OBESIDADE COMO FATOR
DE RISCO PARA QUEDAS EM IDOSOS**

BRASÍLIA

2020

SILVIA GONÇALVES RICCI NERI

**ESTUDO COMPREENSIVO DA OBESIDADE COMO FATOR
DE RISCO PARA QUEDAS EM IDOSOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
Stricto Sensu em Educação Física da Universidade
de Brasília como requisito parcial para obtenção
do Título de Doutora em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima

BRASÍLIA

2020

Ficha catalográfica elaborada automaticamente, com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a)

Ge

Gonçalves Ricci Neri, Silvia

Estudo compreensivo da obesidade como fator de risco
para quedas em idosos / Silvia Gonçalves Ricci Neri;
orientador Ricardo Moreno Lima. -- Brasília, 2020.

182 p.

1. Envelhecimento. 2. Risco de quedas. 3. Obesidade. I.
Moreno Lima, Ricardo, orient. II. Título.

SILVIA GONÇALVES RICCI NERI

ESTUDO COMPREENSIVO DA OBESIDADE COMO FATOR DE RISCO PARA QUEDAS EM IDOSOS

Tese aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Educação Física pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação Física da Universidade de Brasília.

Brasília-DF, 12 de novembro de 2020

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima
(Presidente – PPGEF/UnB)

Profa. Dra. Ana Cristina de David
(Examinador interno – PPGEF/UnB)

Prof. Dr. Patrícia Azevedo Garcia
(Examinador externo – PPGCR/UnB)

Profa. Dra. Karla Helena Coelho Vilaça e Silva
(Examinador externo – UCB)

Profa. Dra. Marisete Peralta Safons
(Examinador suplente – PPGEF/UnB)

PREFÁCIO

A presente tese foi elaborada para examinar a associação entre obesidade e ocorrência de quedas em indivíduos idosos. O seu conteúdo está organizado em sete capítulos, de forma que cada um deles possa ser lido de forma independente.

Capítulo 1: Introdução à tese. Nesse capítulo, é apresentada uma breve revisão de literatura sobre envelhecimento populacional, alterações da composição corporal decorrentes do envelhecimento, ocorrência de quedas em idosos, e relação entre obesidade e quedas.

Capítulo 2: Revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais investigando a influência da obesidade no risco e na severidade de quedas em indivíduos idosos. O capítulo apresenta o objetivo, métodos e resultados do estudo que se encontra publicado integralmente no *Journal of Gerontology: Medical Sciences*.

Capítulo 3: Estudo transversal que avalia a associação entre medidas de adiposidade corporal, equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas em mulheres idosas. O capítulo apresenta o objetivo, métodos e resultados do estudo que se encontra publicado integralmente no *Journal of Geriatric Physical Therapy*.

Capítulo 4: Estudo de coorte que analisa a influência da distribuição de gordura corporal na associação entre obesidade e incidência de quedas em mulheres idosas. O capítulo apresenta o objetivo, métodos e resultados do estudo que se encontra publicado integralmente na *Maturitas*.

Capítulo 5: Estudo de coorte que examina se a qualidade muscular, cargas plantares e equilíbrio postural são mediadores da relação entre obesidade e quedas. O capítulo apresenta o objetivo, métodos e resultados do estudo que se encontra publicado integralmente na *Gait & Posture*.

Capítulo 6: Discussão da tese. Nesse capítulo, são discutidos os achados principais do trabalho, os pontos fortes e limitações, as implicações práticas e as direções para pesquisas futuras.

Capítulo 7: Conclusão da tese.

Ao final da tese, são apresentados, como apêndices, os artigos que deram origem aos Capítulos 2, 3, 4 e 5, a lista de produção científica durante o doutoramento, os instrumentos utilizados para a coleta de dados e o parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	xii
CAPÍTULO 1: Introdução.....	15
1.1 Dados epidemiológicos do envelhecimento	16
1.2 Envelhecimento e alterações da composição corporal	18
1.3 Envelhecimento e quedas	20
1.4 Obesidade e quedas em idosos	22
1.4.1 Influência da distribuição de gordura corporal.....	23
1.4.2 Potenciais mediadores	25
1.4.2.1 Qualidade muscular	25
1.4.2.2 Cargas plantares.....	27
1.4.2.3 Equilíbrio postural	28
1.5 Referências	30
CAPÍTULO 2: A obesidade aumenta o risco e a severidade de quedas em pessoas idosas? Uma revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais.....	38
2.1 Objetivo	39
2.2 Métodos	39
2.2.1 Estratégia de busca e critérios de seleção dos estudos	39
2.2.2 Extração de dados e avaliação da qualidade metodológica.....	41
2.2.3 Análise dos dados	42
2.3 Resultados.....	43
2.3.1 Seleção dos estudos	44
2.3.2 Características dos estudos incluídos	45
2.3.2.1 Participantes	45
2.3.2.2 Exposição	46

2.3.2.3 Desfechos	46
2.3.2.4 Qualidade metodológica	47
2.3.2.5 Viés de publicação.....	47
2.3.4 Associação entre obesidade e desfechos relacionados a quedas	48
2.4 Referências	52
Material suplementar	56

CAPÍTULO 3: Associação entre medidas de adiposidade corporal, equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas em mulheres idosas: um estudo transversal..... 74

3.1 Objetivo	75
3.2 Métodos	75
3.2.1 Delineamento e participantes	75
3.2.2 Avaliações	75
3.2.2.1 Adiposidade corporal.....	75
3.2.2.2 Equilíbrio postural	77
3.2.2.3 Medo de cair	79
3.2.2.4 Risco de quedas	80
3.2.3 Análise estatística	81
3.3 Resultados.....	82
3.4 Referências	87

CAPÍTULO 4: Influência da distribuição de gordura corporal na associação entre obesidade e quedas em mulheres idosas: um estudo de coorte 89

4.1 Objetivo	90
4.2 Métodos	90
4.2.1 Delineamento e participantes	90
4.2.2 Avaliações	90
4.2.2.1 Obesidade	90
4.2.2.2 Quedas	91

4.2.3 Análise estatística	92
4.3 Resultados.....	93
4.4 Referências	96
Material suplementar	98

CAPÍTULO 5: Mediadores da relação entre obesidade e quedas em mulheres idosas: uma análise dos efeitos da qualidade muscular, carga plantar e equilíbrio postural 100

5.1 Objetivo	101
5.2 Métodos	101
5.2.1 Delineamento e participantes	101
5.2.2 Avaliações	101
5.2.2.1 Obesidade	101
5.2.2.2 Qualidade muscular	102
5.2.2.3 Cargas plantares.....	103
5.2.2.4 Equilíbrio postural	104
5.2.2.5 Quedas	106
5.2.3 Análise estatística	106
5.3 Resultados.....	108
5.4 Referências	111

CAPÍTULO 6: Discussão 113

6.1 Principais achados	114
6.2 Pontos fortes	119
6.3 Limitações	120
6.4 Implicações práticas	122
6.5 Direções para pesquisas futuras.....	123
6.6 Referências	123

CAPÍTULO 7: Conclusão 128

APÊNDICE A: Publicação do estudo apresentado no Capítulo 2.....	130
APÊNDICE B: Publicação do estudo apresentado no Capítulo 3	140
APÊNDICE C: Publicação do estudo apresentado no Capítulo 4	148
APÊNDICE D: Publicação do estudo apresentado no Capítulo 5.....	154
APÊNDICE E: Lista de produção científica durante o doutoramento	161
APÊNDICE F: Instrumentos utilizados para a coleta de dados.....	168
APÊNDICE G: Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos	181

RESUMO

Com o avançar da idade, observa-se mudança considerável da composição corporal, caracterizada sobretudo por acúmulo de massa gorda. A obesidade apresenta elevada prevalência em todo o mundo e está associada a um elevado índice de mortalidade, provavelmente mediado por seus efeitos em uma ampla gama de doenças crônicas, como câncer, doenças cardiovasculares e distúrbios musculoesqueléticos. Nesse sentido, o objetivo geral dessa tese foi investigar a associação entre obesidade e ocorrência quedas em indivíduos idosos. Para tanto, foi conduzida uma revisão sistemática com metanálise, um estudo transversal e dois estudos de coorte.

Para sumarizar as evidências prévias, uma revisão sistemática e metanálise foi conduzida e reportada no Capítulo 2. Foram realizadas buscas nas bases de dados MEDLINE, Embase, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscus, LILACS e Web of Science para identificar estudos observacionais que avaliaram a associação entre obesidade e desfechos relacionados a quedas em indivíduos com idade superior a 60 anos. Dois revisores independentes efetuaram a extração dos dados e a análise da qualidade dos estudos. Os riscos relativos (RR) e os intervalos de confiança de 95% (IC 95%) foram agrupados utilizando metanálises de efeito randômico. Trinta e um estudos, incluindo um total de 1.758.694 participantes, foram selecionados a partir de 7.815 referências. As estimativas agrupadas demonstraram que idosos obesos possuem um risco de quedas aumentado quando comparados com os seus pares de peso normal (24 estudos; RR: 1,16; IC 95%: 1,07-1,26; I²: 90%). A obesidade também foi relacionada a um risco aumentado de quedas múltiplas (quatro estudos; RR: 1.18; IC 95%: 1.08-1.29; I²: 0%). Não houve evidência, contudo, de associação com lesões relacionadas a quedas (sete estudos; RR: 1.04; IC 95%: 0.92-1.18; I²: 65%). A ocorrência de fraturas foi reportada em apenas um estudo, o qual demonstrou um menor risco de fraturas de quadril relacionado a obesidade (Odds Ratio: 0.65; IC 95%: 0.63-0.68).

Apesar da revisão sistemática e metanálise fornecer evidências consistentes de que a obesidade aumenta o risco de quedas, nenhum dos estudos incluídos havia examinado qual seria o melhor índice de adiposidade corporal para prever tais eventos. Sendo assim, o objetivo do estudo transversal apresentado no Capítulo 3 foi investigar a associação entre medidas de adiposidade corporal, equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas em mulheres idosas. Cento e quarenta e sete participantes foram submetidas à avaliação da composição corporal por meio da

absorciometria por dupla emissão de raios X e à avaliação do índice de massa corporal, circunferência da cintura e índice de adiposidade corporal. O equilíbrio postural foi mensurado utilizando uma plataforma de força, enquanto o medo de cair e o risco de quedas foram avaliados pela Escala de Eficácia de Quedas – Internacional e pelo *QuickScreen*® *Clinical Falls Risk Assessment*, respectivamente. Todos os índices de adiposidade foram correlacionados com pelo menos um parâmetro de estabilidade postural e com o medo de cair ($\rho = 0,163$, $p < 0,05$ a $r = 0,337$, $p < 0,001$); no entanto, a circunferência da cintura foi o índice mais fortemente correlacionado ao risco de quedas ($\rho = 0,325$; $p < 0,001$). Quando a obesidade foi classificada de acordo com a circunferência da cintura, observou-se que, em comparação às participantes não-obesas ($n = 51$), as obesas ($n = 96$) exibiram maior deslocamento do centro de pressão nas direções anteroposterior e mediolateral, principalmente nas condições com os pés afastados ($p < 0,05$). O grupo de obesas também apresentou maior medo de cair (28,04 vs. 24,59; $p = 0,002$) e exibiu maior proporção de participantes com risco de quedas elevado (72% vs. 35%; $p < 0,001$).

Outra lacuna identificada na revisão sistemática e metanálise está relacionada à influência da distribuição de gordura corporal na relação entre obesidade e ocorrência de quedas. Assim, o estudo de coorte apresentado no Capítulo 4 examinou a associação entre obesidade androide e ginoide e a incidência de quedas em mulheres idosas. Inicialmente, 246 participantes foram submetidas à avaliação da composição corporal por meio da absorciometria de raio-X de dupla energia. Com base no percentual de gordura corporal, elas foram classificadas em obesas ou não-obesas (ponto de corte: 42%). O tipo de obesidade foi definido pela razão do percentual de gordura androide/ ginoide (ponto de corte: 0,99). Após um período de seguimento de 18 meses, a ocorrência de quedas foi registrada por meio de inquérito telefônico. Testes qui-quadrado e modelos de regressão de Poisson foram empregados para examinar a associação da obesidade androide e ginoide com a ocorrência de quedas. Duzentos e quatro (83%) participantes completaram o período de seguimento. A proporção de idosas que reportaram quedas foi maior no grupo de obesidade ginoide ($n = 27$, 41%) do que nos demais grupos (obesidade androide: $n = 17$, 24%; não-obesas: $n = 12$, 18%; $p = 0,009$). Em relação às não-obesas, as participantes com obesidade ginoide exibiram um risco de quedas significativamente maior (RR: 2,20, IC 95%: 1,18-4,11); por outro lado, não foi observada associação significativa para a obesidade androide (RR: 1,38, IC 95%: 0,70-2,77).

Por fim, o estudo de coorte apresentado no Capítulo 5 foi desenhado para examinar os efeitos de fatores biomecânicos como potenciais mediadores da relação entre obesidade e quedas. Inicialmente, 246 mulheres idosas foram submetidas à avaliação da obesidade (índice de massa corporal $\geq 30\text{kg/m}^2$) e à mensuração da qualidade muscular (dinamômetro isocinético e absorciometria por dupla emissão de raios X), cargas plantares (plataforma de pressão) e equilíbrio postural (plataforma de força). A incidência de quedas foi registrada ao final de 18 meses de acompanhamento por meio de inquérito telefônico. Para verificar se os fatores biomecânicos mediarão a relação entre obesidade e quedas, os Efeitos Indiretos Naturais (NIE), Efeitos Diretos Naturais (NDE) e a proporção mediada foram calculados usando o método contrafactual. Duzentos e quatro participantes (83%) completaram o acompanhamento. Como esperado, a obesidade foi associada a um maior risco de quedas (RR: 2,13, IC 95%: 1,39-3,27). Utilizando a abordagem contrafactual, apenas o torque específico (NIE: 1,11, IC 95%: 1,01-1,38) e o pé plano (NIE: 1,10, IC 95%: 1,01-1,32) foram mediadores significativos da relação entre obesidade e quedas. O torque específico e o pé plano mediarão 19% e 21% do relacionamento, respectivamente.

De um modo geral, a presente tese fornece evidências de que a obesidade aumenta o risco de quedas em pessoas idosas. No entanto, não há evidências suficientes para concluir que a obesidade esteja associada a lesões ou fraturas relacionadas às quedas. Adicionalmente, os resultados apontam para o fato de que o acúmulo de gordura androide e ginoide desempenham papéis diferentes na relação entre obesidade e quedas. Especificamente, o acúmulo de gordura na região ginoide, e não na região androide, está associado a uma maior incidência de quedas. Dada a alta prevalência da obesidade em todo o mundo e sua associação com quedas, o manejo da obesidade por meio de estratégias de saúde pública se faz urgentemente necessário e pode auxiliar na prevenção de quedas. Além disso, a identificação da obesidade como um complemento a outros fatores de risco já bem estabelecidos pode ajudar a identificar idosos expostos a um maior risco e favorecer a implementação precoce de estratégias preventivas. Digno de nota, indivíduos obesos podem se beneficiar com a inclusão de fortalecimento muscular e de intervenções podológicas como parte de programas de prevenção de quedas, já que a baixa qualidade muscular e aumento do índice de arco plantar durante a marcha foram identificados como mediadores significativos da relação entre obesidade e quedas.

ABSTRACT

A well-documented alteration related to the aging process is fat mass accumulation; currently, a high prevalence of obesity is observed worldwide. Obesity is an established risk factor for all-cause mortality, likely mediated through its effects on a wide range of chronic diseases, including several types of cancer, cardiovascular disease, and musculoskeletal disorders. In this regard, the broad aim of this thesis was to investigate the association between obesity and falls among adults aged 60 years and older. It includes a systematic review with meta-analysis, a cross-sectional study, and two cohort studies.

In order to summarize the current evidence, a systematic review meta-analysis was conducted and is reported in Chapter 2. MEDLINE, Embase, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscus, LILACS and Web of Science databases were searched to identify observational studies that assessed the association between obesity and fall-related outcomes in participants aged 60 years and older. Two independent reviewers performed data extraction and quality assessment. Relative risks (RR) and 95% confidence intervals (CI) were pooled using random effect meta-analyses. Thirty-one studies including a total of 1,758,694 participants were selected from 7,815 references. Pooled estimates showed that obese older adults have an increased risk of falls compared to non-obese counterparts (24 studies; RR: 1.16; 95% CI: 1.07-1.26; I^2 : 90%). Obesity was also associated with an increased risk of multiple falls (four studies; RR: 1.18; 95% CI: 1.08-1.29; I^2 : 0%). There was no evidence, however, of an association between obesity and fall-related injuries (seven studies; RR: 1.04; 95% CI: 0.92-1.18; I^2 : 65%). Fall-related fractures were reported in only one study, which demonstrated a lower risk of hip fracture with obesity (Odds Ratio: 0.65; 95% CI: 0.63-0.68).

Although the systematic review and meta-analysis provides consistent evidence that obesity increases the risk of falls, no previous studies have examined the association between different body adiposity measures and risk of falls among older adults. Hence, the aim of the cross-sectional study presented in Chapter 3 was to investigate the association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and risk of falls in older women. One hundred and forty-seven participants underwent body composition assessment using dual-energy X-ray absorptiometry and had body mass index, waist circumference, and body adiposity index measured. Postural balance was assessed using a force platform, while fear of falling and risk of falls were respectively

evaluated by the Falls Efficacy Scale – International and the QuickScreen[®] Clinical Falls Risk Assessment. All adiposity measures were correlated to at least one postural stability parameter and to fear of falling ($\rho = 0.163$, $p < 0.05$ to $r = 0.337$, $p < 0.001$); however, waist circumference was the index most strongly correlated to risk of falls ($\rho = 0.325$; $p < 0.001$). When obesity was classified using waist circumference, it was observed that compared to non-obese ($n = 51$), obese individuals ($n = 96$) exhibited greater center of pressure displacement in the anteroposterior and mediolateral axes, especially during conditions with feet apart ($p < 0.05$). The obese group also exhibited an increased fear of falling (28.04 vs. 24.59; $p = 0.002$) and had a higher proportion of individuals with increased fall risk (72% vs. 35%; $p < 0.001$).

Other gap identified in the systematic review and meta-analysis is related to the influence of body fat distribution on the risk of falls. Thus, the cohort study presented in Chapter 4 examined the association between android and gynoid obesity and the incidence of falls in women aged 60 years and older. At baseline, 246 participants underwent obesity screening using dual-energy x-ray absorptiometry. Participants identified as obese (body fat percentage $> 42\%$) were classified as android or gynoid type based on the median of the of the android-gynoid fat percent ratio (0.99). Incident falls were recorded at the end of the 18-month follow-up period via participant recall. Chi-square test and modified Poisson regression were used to examine the association between obesity and falls. Two hundred four participants (83%) completed the follow-up. The gynoid obese group exhibited greater proportion of fallers ($n = 27$, 41%) than the android obese ($n = 17$, 24%) and non-obese ($n = 12$, 18%) groups ($p = 0.009$). Compared to non-obese women, participants with gynoid obesity were more likely to experience a fall (relative risk: 2.20, 95% confidence interval: 1.18- 4.11). No significant association was found to android obesity (RR: 1.38, 95% CI: 0.70- 2.77).

Finally, the cohort study presented in Chapter 5 was designed to examine the effects of biomechanical factors as potential mediators of the relationship between obesity and falls. At baseline, 246 female participants underwent obesity screening (body mass index $\geq 30\text{kg/m}^2$), and measurements of muscle quality (isokinetic dynamometer and dual-energy X-ray absorptiometry), foot loads (pressure platform) and postural balance (force platform). Incident falls were recorded at the end of the 18-month follow-up period via participant recall. To test whether, and to what extent, biomechanical factors mediated the relationship between obesity and falls, the Natural

Indirect Effects (NIE), Natural Direct Effects (NDE) and proportion mediated were calculated using the counterfactual approach. Two hundred four participants (83%) completed the follow-up. As expected, obesity was associated with a higher risk of being a faller (RR: 2.13, 95% CI: 1.39-3.27). Using the counterfactual approach, only specific torque (NIE: 1.11, 95% CI: 1.01-1.38) and flatfoot (NIE: 1.10, 95% CI: 1.01-1.32) were significant mediators of the relationship between obesity and falls. Specific torque and flatfoot mediated 19% and 21% of the relationship, respectively.

Overall, the results of this thesis provide evidence that obesity increases the risk of falls in people aged 60 years and older. However, there is insufficient evidence to conclude that obesity is associated with fall-related injuries or fractures. Moreover, it brings the novel insight that android and gynoid fat accumulation play different roles in the relationship between obesity and falls. Specifically, fat mass accumulation in the gynoid region rather than android region is associated to a greater incidence of falls. Given the high prevalence of obesity worldwide and its association with falls, addressing obesity via public health strategies is urgently needed and it may play a role in preventing falls. Furthermore, the screening of obesity as a supplement to other risk factors for falls may help to identify older adults at a greater risk of falling and to prompt early implementation of falls prevention programs. Since specific torque and being flatfooted were identified as significant mediator of the relationship between obesity and falls, the inclusion of muscle strengthening and podiatry intervention as part of a fall prevention program may benefit this population.

CAPÍTULO 1

Introdução

1.1 DADOS EPIDEMIOLÓGICOS DO ENVELHECIMENTO

O envelhecimento populacional é um fenômeno global (Figura 1). Conceitualmente, ele pode ser definido como uma mudança na estrutura etária da população que resulta em uma maior proporção de idosos (1). Dados da Organização das Nações Unidas evidenciam claramente esse fenômeno: em 1990, a participação de pessoas com 65 anos ou mais representava 6% da população mundial; em 2019, esse percentual subiu para 9%; e em 2050, segundo estimativas, subirá para 16% (2). No Brasil, as projeções são ainda superiores: estima-se que, em 2060, um quarto da população será de idosos (3).

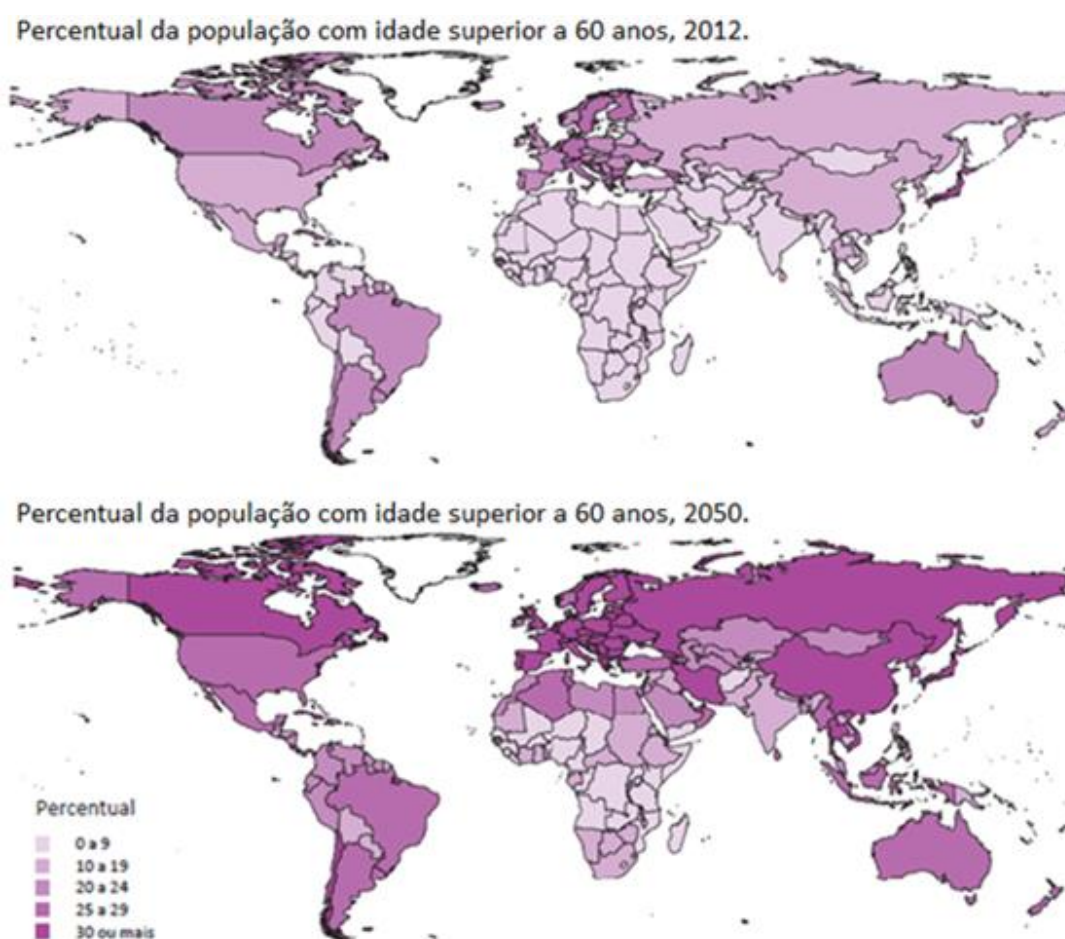


Figura 1. Percentual de idosos em diferentes regiões do mundo. Acima, percentual referente ao ano de 2012. Abaixo, projeção para 2050. Fonte: OMS, 2012.

Associado ao envelhecimento populacional, é possível observar um fenômeno denominado feminização da velhice, o qual se caracteriza por maior longevidade das mulheres em relação aos homens, e por maior representatividade das mesmas (4) (Figura 2). Na população mundial, a expectativa de vida das mulheres é de 74,2 anos, ao passo que a dos homens é de 69,8 (5). No Brasil, os números passam para 79,9 anos, entre as mulheres, e para 72,8 anos, entre os homens (6).

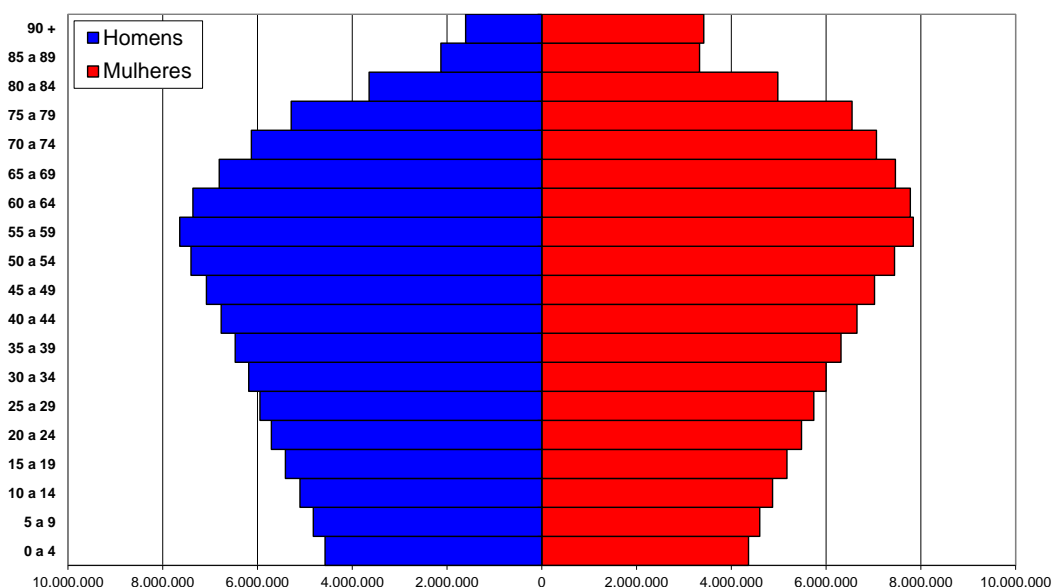


Figura 2. Projeção da pirâmide populacional do Brasil para 2060. Fonte: IBGE, 2013.

Cabe salientar que apesar da maior longevidade ser um indicativo de desenvolvimento humano, ela acarreta aumento da prevalência de problemas de saúde relacionados ao envelhecimento, o que traz sérias repercussões econômicas (7). Nesse sentido, o estudo das alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento propicia um melhor entendimento dessa população, possibilitando a implementação de intervenções preventivas e terapêuticas otimizadas, o que melhora a sua qualidade de vida e, em última análise, reduz gastos públicos.

1.2 ENVELHECIMENTO E ALTERAÇÕES DA COMPOSIÇÃO CORPORAL

O envelhecimento está relacionado a mudanças consideráveis na composição corporal. Com o avançar da idade, observa-se perda progressiva de massa muscular esquelética e concomitante aumento da massa gorda (8, 9) (Figura 3). Observa-se, ainda, uma redistribuição desses componentes, resultando em um aumento de gordura androide, em relação à ginoide, e em uma maior redução da massa magra periférica, quando comparada com a central (10).

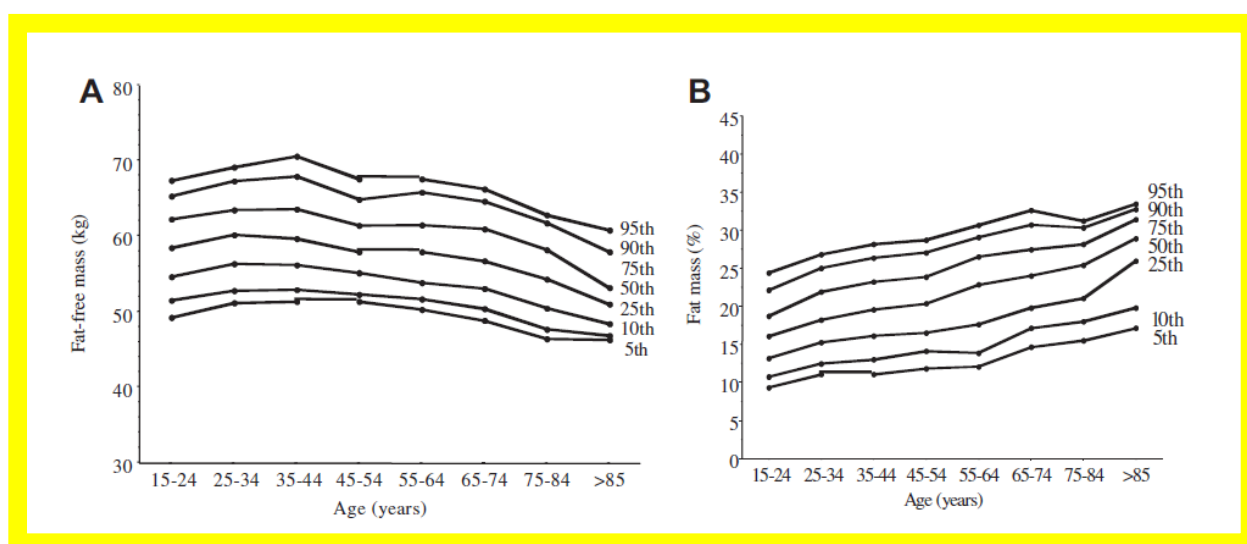


Figura 3. Associação entre envelhecimento e alterações da composição corporal. A) Redução da massa magra relacionada à idade. B) Aumento da massa gorda relacionado à idade. Fonte: Thibalti et al., 2012.

A perda importante de massa magra durante o processo de envelhecimento é denominada sarcopenia (8), fenômeno o qual está diretamente associado à redução de força e potência muscular em indivíduos idosos (11). O acúmulo excessivo de gordura, por sua vez, pode levar a uma condição denominada obesidade, que, segundo a Organização Mundial de Saúde, pode ser definida como o excesso de gordura corporal acumulada com implicações à saúde (12).

Atualmente, a obesidade acomete boa parte da população idosa em diversos países do mundo (Figura 4). Nos Estados Unidos, aproximadamente 40% dos idosos são classificados como obesos (13). No Brasil, dados da Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico – VIGITEL apontam que 21,5% da população com idade superior a 65 anos apresentam tal condição. Esse estudo revela, ainda, que a obesidade parece ser mais frequente no sexo feminino – a prevalência entre as mulheres é de 23,6%, e entre homens é de 18,3% (14).

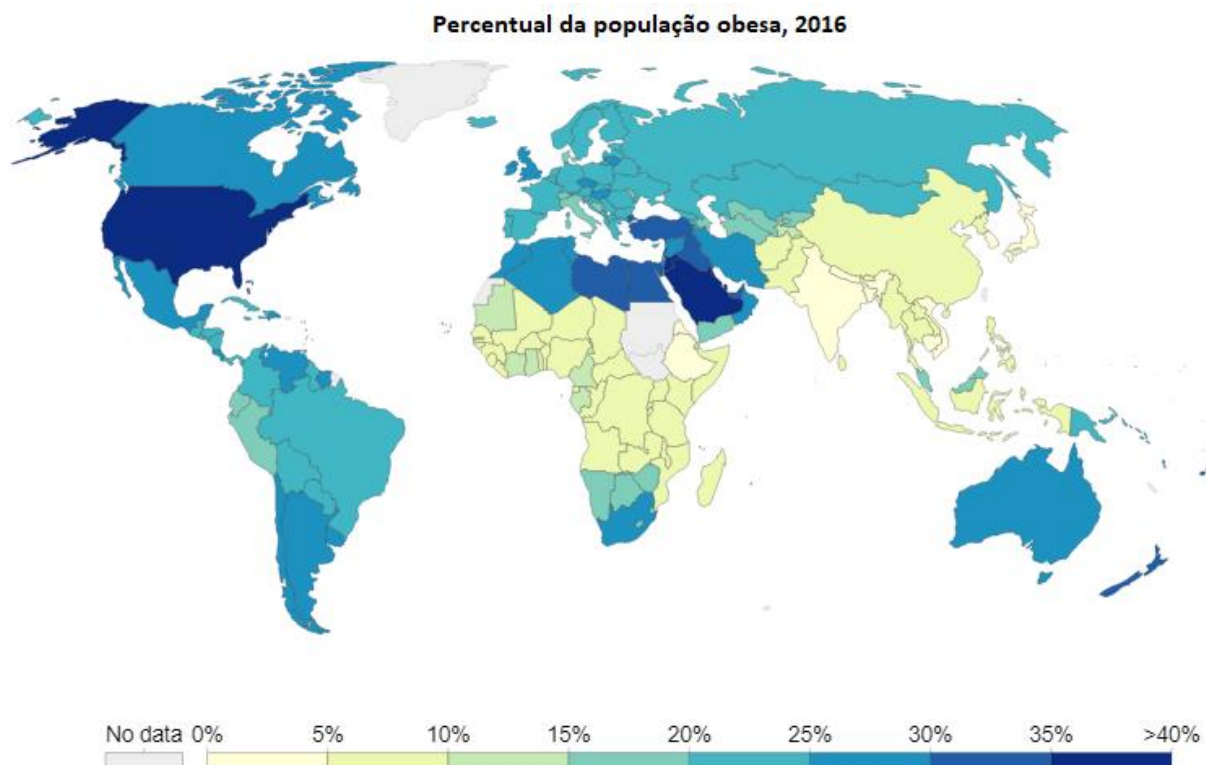


Figura 4. Percentual de obesos em diferentes regiões do mundo. Fonte: OMS, 2016.

Esses dados são especialmente alarmantes, já que a obesidade é um fator de risco bem estabelecido para mortalidade por todas as causas, provavelmente mediado por seus efeitos em uma ampla gama de doenças crônicas, incluindo vários tipos de câncer, doenças cardiovasculares e distúrbios musculoesqueléticos (15).

1.3 ENVELHECIMENTO E QUEDAS

As quedas podem ser definidas como um deslocamento não intencional do corpo, com incapacidade de correção em tempo hábil, que resulta na mudança da posição do indivíduo para um nível inferior à posição inicial (16). Elas decorrem da ineficiência dos mecanismos responsáveis pela manutenção do equilíbrio postural e estão fortemente associadas ao envelhecimento (17-20).

O equilíbrio postural caracteriza-se pela capacidade do indivíduo manter o centro de massa corporal sobre a sua base de sustentação, tanto em situações estáticas quanto dinâmicas. Para que isso ocorra, é necessária a ação de um complexo mecanismo de controle: a princípio, o indivíduo deve adquirir informações contínuas sobre seu posicionamento e sua trajetória no espaço (sistema sensorial); em seguida, realiza-se o mapeamento do centro de massa e o planejamento de estratégias de ajustes posturais (processamento central); e por fim, o corpo executa as estratégias determinadas (componente efetor) (21).

Para haver uma boa estabilidade postural, todo o aparato envolvido no seu mecanismo de controle deve estar íntegro. Durante o processo natural do envelhecimento, entretanto, ocorre o declínio desses componentes. No sistema sensorial, há diminuição da acuidade visual, alterações no reflexo vestíbulo-ocular, e perdas discretas das sensações proprioceptivas. A nível central, tem-se a diminuição da velocidade de condução nervosa, acarretando lentificação do processamento das informações sensoriais e atraso das respostas posturais automáticas. No sistema efetor, por sua vez, ocorre hipotrofia e enfraquecimento muscular, rigidez aumentada nos tecidos conjuntivos e diminuição da amplitude de movimento articular, diminuindo, assim, a eficácia da resposta a um desequilíbrio postural. Todas essas alterações, em conjunto, aumentam o risco de quedas em idosos (22).

Atualmente, as quedas representam a principal causa de morte acidental na população idosa, configurando-as como um importante problema de saúde pública (23). Cerca de 30% dos idosos com idade superior a 65 anos caem ao menos uma vez por ano, sendo que em metade dos casos o evento é recorrente (24, 25). Em indivíduos com 80 anos ou mais, a ocorrência de quedas sobe para 50% (26). Tratando especificamente das mulheres, elas são as mais suscetíveis a cair (27, 28). No que concerne às lesões, cerca de 5 a 10% das quedas resultam em ferimentos graves, como

fraturas ou traumatismos cranioencefálicos. Observa-se, ainda, a ocorrência de ferimentos de menor complexidade em 30 a 50% dos casos (29-31). Somado a isso, a maioria dos idosos que sofrem uma queda desenvolvem o medo de cair, o que repercute em restrição das atividades de vida diária em 40% dos indivíduos (32).

A elevada prevalência de quedas, associada às suas graves consequências, acarretam um impacto econômico significativo. Nos Estados Unidos, por exemplo, o custo direto com a ocorrência de quedas foi de 23,3 bilhões de dólares no ano de 2008 e, segundo estimativas, subirá ainda mais devido ao envelhecimento populacional (33) (Figura 5).

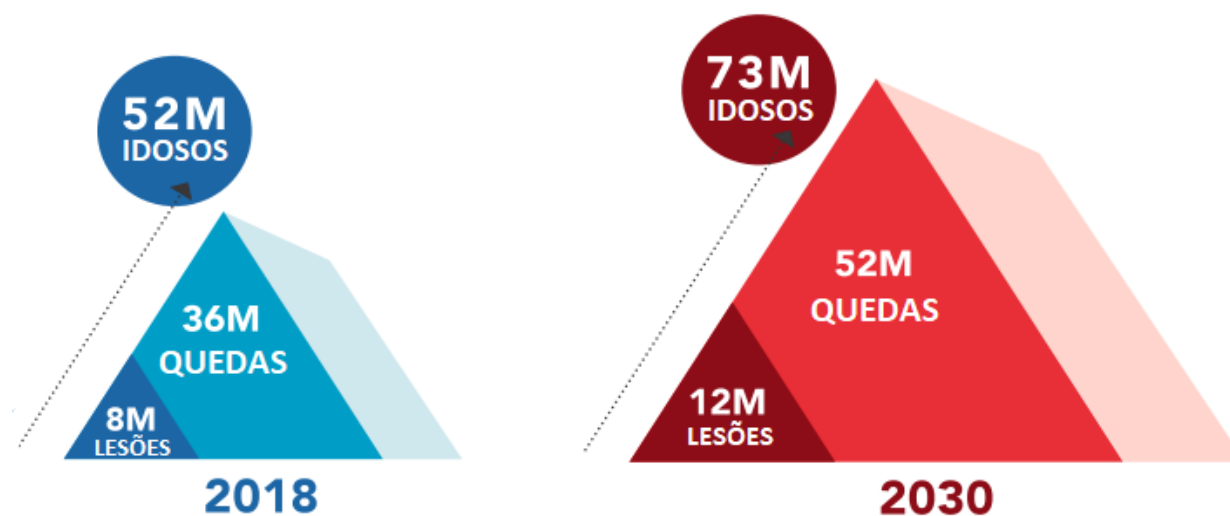


Figura 5. Impacto do envelhecimento populacional na prevalência de quedas e lesões associadas nos Estados Unidos. Fonte: CDC's STEADI, 2020.

Dessa forma, torna-se imperativo o desenvolvimento de estudos que propiciem um melhor entendimento dos fatores associados à ocorrência de quedas em idosos. Conhecendo tais fatores, seria possível implementar ações preventivas mais efetivas, o que reduziria gastos públicos e beneficiaria toda a população.

1.4 OBESIDADE E QUEDAS EM IDOSOS

Estudos recentes fornecem evidências de que a obesidade constitui um fator de risco para quedas (34-38). De maneira pioneira, Fjeldstad et al. (34) observaram que a obesidade estava associada a uma maior prevalência de quedas em indivíduos de meia-idade e idosos (n= 216). A prevalência entre os obesos foi de 27%, ao passo que entre aqueles com peso normal foi de 15%. Além disso, a ocorrência de tropeções (perda de equilíbrio sem resultar em quedas) também foi maior nas pessoas obesas (32%), quando comparadas com as de peso normal (14%).

Mais recentemente, estudo de base populacional analisou se idosos sobrepesados e obesos apresentariam maior ocorrência de quedas e maior risco de lesões relacionadas a quedas, quando comparados com idosos de peso normal (n= 5.681). A obesidade foi associada a um risco 31% maior de sofrer uma queda e a um risco 32% maior de sofrer quedas múltiplas. Quanto às lesões, os obesos apresentaram maior prevalência de dor e inatividade física pós-queda do que os de peso normal. Não houve associação significativa para o sobrepeso (35).

Himes & Reynolds (36), por sua vez, avaliaram a influência da obesidade no risco de um idoso cair, sofrer lesões, e apresentar limitações funcionais após o evento (n= 10.755). Comparado com os idosos de peso normal, o odds ratio (OR) para a ocorrência de quedas foi de 1,12 (intervalo de confiança – IC 95% 1,01-1,24) para obesidade grau I, 1,26 (IC 95% 1,05-1,51) para obesidade grau II, e 1,50 (IC 95% 1,21-1,86) para obesidade grau III. A obesidade grau III, no entanto, foi associada à menor ocorrência de lesões relacionadas às quedas (OR= 0,62, IC 95% 0,44-0,87). Quanto à funcionalidade, as obesidades grau I e II foram associadas a um risco aumentado de desenvolvimento de limitações funcionais após a ocorrência de quedas (OR= 1,17, IC 95% 1,02-1,34 e OR= 1,39, IC 95% 1,10-1,75, respectivamente).

Enfim, Ylitalo & Karvonen-Gutierrez (37) examinaram o impacto da obesidade no risco de quedas e de lesões pós-queda estratificados por sexo (n= 280.035). Após ajustes para variáveis confundidoras, observou-se que idosos obesos de ambos os sexos exibiam maior risco de quedas, mas não de lesões pós-queda. Diferentemente, Gale et al. (38) identificaram que a obesidade estava associada a um maior risco de quedas em mulheres, mas não em homens (n= 2.425).

Em relação aos cuidados médicos necessários para o tratamento das lesões decorrentes das quedas, Chuang et al. (39) observaram que pacientes obesos apresentaram maior período de hospitalização após sofrerem uma queda (n= 2.630, 10,1 vs. 8,9 dias, p= 0,049). Também no estudo conduzido por Compston et al. (40) observou-se maior tempo de hospitalização pós-fratura entre as mulheres obesas (n= 4.211, 6 vs. 5 dias, p= 0,017).

Apesar das evidências existentes (34-38), alguns estudos exibiram resultados conflitantes (41) (42). Cho et al. (41), por exemplo, não encontraram associação significativa entre o índice de massa corporal e a ocorrência de quedas em idosos comunitários (n= 2.139); enquanto Zhang et al. (42) observaram que a obesidade estava associada à redução do risco de quedas entre os idosos recém-admitidos em instituições de longa permanência (n= 1.366.913). Ademais, existem evidências de que a obesidade poderia prevenir lesões relacionadas a quedas (36, 41) e fraturas (42).

Dado o número de estudos investigando a associação entre obesidade e quedas e os seus achados conflitantes, torna-se imperativo sumarizar as evidências correntes. Até onde se sabe, os estudos publicados ainda não foram sintetizados sistematicamente. Uma melhor compreensão da força da associação entre obesidade e desfechos relacionados a quedas pode ajudar a identificar idosos com maior risco de cair e suportar a implementação de estratégias preventivas.

1.4.1 Influência da distribuição de gordura corporal

Apesar de haver um número considerável de estudos investigando a influência da obesidade no risco de quedas em indivíduos idosos (34-38, 41, 42), uma limitação importante se refere ao fato de eles utilizarem métodos pouco robustos para a avaliação da obesidade, sendo constituídos basicamente pela mensuração do índice de massa corporal. Apesar de esse índice ser amplamente utilizado nesse tipo de investigação, a sua acurácia diagnóstica na predição do excesso de adiposidade corporal é limitada, especialmente em indivíduos idosos (43).

Dentre os métodos disponíveis, muitos consideram a absorciometria de raios-x de dupla energia como padrão ouro de avaliação da composição corporal, fornecendo dados de massa gorda e massa livre de gordura para todo o corpo e para áreas específicas, como as regiões androide e ginoide

(44). Acredita-se que a distribuição androide, que reflete a gordura abdominal (45), ao invés do padrão ginoide, caracterizado por deposição de gordura predominantemente nos membros inferiores (46), represente um maior desafio para a manutenção da estabilidade postural (47, 48) e predisponha a um risco de quedas aumentado.

O uso da absorciometria de raios-x de dupla energia, no entanto, não é amplamente disponível. Portanto, medidas de adiposidade de baixo custo merecem atenção e proporcionariam importantes aplicações práticas. Em esforço para aprimorar os métodos comumente usados para estimar o percentual de gordura corporal, Bergman et al. (49) propuseram o índice de adiposidade corporal, o qual apresenta forte associação com o percentual de gordura mensurado pela absorciometria de raios-x de dupla energia. Outra medida simples de adiposidade é a relação cintura-quadril, que permite identificar o padrão de distribuição de gordura corporal, classificando-o como androide ou ginoide (50). Por fim, tem-se a circunferência da cintura, que é um indicativo de adiposidade abdominal e se apresenta como o melhor índice na predição de incapacidade funcional em mulheres idosas (51).

De acordo com extensa revisão de literatura, foram identificados dois estudos investigando a associação entre o percentual de gordura corporal e a incidência de quedas em indivíduos idosos (52, 53). Scott et al. (53) identificaram que homens idosos com percentual de gordura acima de 30% apresentaram maior incidência de quedas ($n= 1.449$); enquanto Follis et al. (52) observaram que mulheres com valores acima de 42% exibiram maior risco de quedas múltiplas ($n= 3.667$). Cabe ressaltar, no entanto, que nenhum deles analisou se o padrão de distribuição de gordura poderia afetar a relação entre obesidade e quedas.

Nesse sentido, Cho et al. (41) e Wu et al. (54) avaliaram a relação entre obesidade e quedas utilizando dois índices de adiposidade – o índice de massa corporal e a circunferência de cintura. Foi observado, em ambos os estudos, que a circunferência de cintura, mas não o índice de massa corporal, se associou significativamente com a maior ocorrência de desfechos relacionados a quedas. Embora esses resultados sejam inconsistentes com maioria dos estudos que relataram associações significativas do índice de massa corporal com o risco de quedas (34-38), esses estudos (41, 54) apontam para o fato de que a distribuição de gordura corporal pode ser mais importante para a predição de quedas do que a obesidade em si.

Sendo assim, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos que examinem a influência da distribuição de gordura corporal na associação entre a obesidade e desfechos relacionados a quedas, bem como aqueles que propiciem um melhor entendimento acerca do índice de adiposidade com melhor habilidade preditiva dos desfechos supracitados. Tal informação ajudaria na identificação de idosos com maior risco de quedas e na implementação de intervenções preventivas.

1.4.2 Potenciais mediadores

Apesar de haver evidências de que a obesidade esteja associada a um maior risco de quedas em indivíduos idosos (34-38), ainda não se sabe quais são os mecanismos mediadores dessa relação. Já foi identificado, por exemplo, que a presença de condições crônicas de saúde, o uso de medicamentos e o comportamento sedentário podem explicar a maior incidência de quedas em pessoas obesas (55). Além disso, foi levantada a hipótese de que restrições biomecânicas, como baixa qualidade muscular dos membros inferiores (56, 57), cargas plantares elevadas (58) e comprometimento do equilíbrio postural (59) podem contribuir para a ocorrência de quedas.

Um melhor entendimento acerca dos mediadores dessa relação pode direcionar o desenvolvimento de programas de prevenção de quedas para pessoas obesas. Além disso, é possível que uma investigação como essa identifique mais claramente a força da associação entre obesidade e quedas em idosos.

1.4.2.1 Qualidade muscular

A fraqueza muscular representa um importante fator de risco para quedas em idosos (60, 61). Dados de uma metanálise apontam que para a fraqueza de membros inferiores, o OR combinado é de 1,76 (IC 95% 1,31-2,37) para a ocorrência de quedas, e de 3,06 (IC 95% 1,86-5,04) para quedas múltiplas (60). Levando em consideração que para haver uma boa estabilidade postural, todo o aparato envolvido no seu mecanismo de controle deve estar íntegro, parece óbvio que

alterações do componente efetor comprometam o controle postural e predisponham às quedas (21). Teoricamente, a fraqueza muscular estaria relacionada a um maior risco de quedas por dificultar a execução de estratégias de ajustes posturais (61).

A influência da obesidade sobre a força muscular já foi investigada em estudos anteriores (56, 62-66). Em revisão de literatura, Maffiuletti et al. (65) apontam que a obesidade está associada a uma maior força muscular absoluta. Isso ocorre devido às adaptações musculoesqueléticas decorrentes de uma maior sobrecarga. Quando a força muscular é relativizada para a massa corporal, no entanto, notam-se valores menores entre indivíduos obesos. Tratando especificamente de idosos, Kalyani et al. (66) explicam que o processo de envelhecimento pode comprometer o mecanismo de adaptação à sobrecarga. Dessa maneira, a obesidade traria repercussões ainda mais severas ao sistema muscular, aumentando o risco de incapacidade física nesta população.

De fato, boa parte dos estudos que investigaram o impacto da obesidade sobre a força muscular em idosos verificou que a obesidade não estava relacionada a uma maior força absoluta (56, 62). Estudo conduzido por Paolillo et al. (62), por exemplo, avaliou o pico de torque isocinético dos extensores de joelho de 55 mulheres pós-menopausadas, classificadas como obesas ($IMC \geq 30$ kg/m²) ou não obesas (IMC entre 18,5 e 29,9). Foi observado que, a 60°/s, o pico de torque absoluto foi semelhante entre os estratos de adiposidade. O pico de torque relativo, por sua vez, foi significativamente menor nas mulheres obesas.

Vilaça et al. (56) também compararam a força muscular dos extensores de joelho de idosas obesas ($\%G \geq 38\%$) e não-obesas ($\%G < 38\%$) ($n = 75$); além de analisar a massa muscular e o torque específico. Percebeu-se que, apesar das obesas apresentarem maior massa muscular, não houve diferença entre os grupos quanto à força absoluta. No que concerne ao torque específico, foi encontrado um efeito negativo da obesidade nos membros inferiores.

Em estudo longitudinal conduzido em 238 mulheres (20-80 anos), Kim et al. (63) investigaram se a gordura visceral estaria associada a um declínio na massa muscular esquelética. Para mensurar a gordura visceral foi utilizada tomografia computadorizada, e para avaliar a massa muscular foi empregada a absorciometria de raios-x de dupla energia. Ao longo do período de follow-up (27,6 \pm 2,8 meses), observou-se aumento da massa gorda visceral, acompanhado de redução da massa magra apendicular. Além disso, as mulheres que apresentavam obesidade visceral na linha de base

exibiram maior perda de massa muscular apendicular, quando comparadas com as que não apresentavam obesidade visceral.

Resultados semelhantes foram encontrados por Koster et al. (64) ao examinar a associação da gordura corporal total, avaliada pela absorciometria de raios-x de dupla energia, com modificações na massa magra da perna, no pico de torque isocinético dos extensores de joelho (60°/s) e no torque específico de mulheres idosas durante um período de sete anos (n= 1.178). Os resultados indicaram que, apesar do excesso de adiposidade estar relacionado a uma maior massa muscular na linha de base, a obesidade acarretou um declínio muscular mais acentuado ao longo do follow-up. Verificou-se, ainda, que a gordura corporal se associou a uma maior força muscular absoluta e a um comprometimento do torque específico; não houve, entretanto, associação com alterações dessas variáveis ao longo do follow-up.

Cabe, por fim, salientar que, devido às dimensões corporais mais pronunciadas, os indivíduos obesos necessitam de torques musculares maiores para manter a estabilidade postural (47). O excesso de adiposidade, no entanto, parece estar associado a um comprometimento da qualidade muscular (56, 62-64). Sendo assim, esse pode ser um dos mecanismos relacionados ao maior risco de quedas em idosos obesos.

1.4.2.2 Cargas plantares

As desordens nos pés representam um importante fator de risco para quedas em idosos (67-72). No que concerne às cargas plantares, a sobrecarga parece estar associada a uma maior ocorrência de quedas por meio de dois mecanismos. Primeiro, a carga plantar elevada leva a hiperativação dos mecanorreceptores plantares, o que repercute em sensibilidade plantar reduzida. A diminuição da sensibilidade, por sua vez, dificultaria a detecção de oscilações posturais (73). Segundo, altas cargas plantares geradas durante a marcha podem colaborar para dores nos pés, o que se relaciona com um risco de quedas aumentado (70).

O efeito da obesidade nas cargas plantares de indivíduos idosos já foi investigado em estudos anteriores (58, 74). Mickle & Steele (74), por exemplo, observaram que idosos obesos geraram mais força ao caminhar do que os seus pares de peso normal (n= 312). No entanto, essas forças

elevadas foram distribuídas por uma maior área de contato do pé com o solo, devido à característica mais plana dos pés. A área de contato aumentada, todavia, não foi suficiente para compensar as forças mais altas, de modo que os picos de pressão plantar foram significativamente maiores nas regiões do mediopé e do primeiro metatarso.

Similarmente, Neri et al. (58) também verificaram que idosas obesas geraram mais força ao caminhar, possuíam pés mais planos, maior área de contato do pé com o solo e maiores picos de pressão nas regiões do mediopé e antepé (n=211). Adicionalmente, esse efeito foi independente do padrão de distribuição de gordura corporal.

Dado o exposto, a obesidade parece estar associada a alterações das cargas plantares (58, 74). Acredita-se então que esse pode ser um dos mecanismos relacionados ao maior risco de quedas em idosos obesos.

1.4.2.3 Equilíbrio postural

O comprometimento do equilíbrio postural é um dos principais fatores de risco para quedas (18, 75, 76). Dados de uma metanálise revelam que as alterações do equilíbrio representam o segundo fator que se associa mais fortemente com o risco de quedas, sendo que o primeiro é a ocorrência de quedas anteriores (75).

Para haver um bom equilíbrio postural, todo o aparato envolvido no seu mecanismo de controle deve estar íntegro (21). A obesidade, no entanto, parece estar associada a um comprometimento no mecanismo de controle postural (77). Duas hipóteses tentam explicar a influência negativa do excesso de adiposidade sobre esse mecanismo (Figura 6). A primeira diz respeito a uma sensibilidade plantar reduzida relacionada à hiperativação dos mecanorreceptores plantares, em decorrência da pressão plantar exercida pelo excesso de peso. Essa diminuição da sensibilidade dificultaria a detecção de oscilações posturais (73). A segunda hipótese está relacionada à sobrecarga mecânica exercida pelas dimensões corporais mais pronunciadas. O excesso de massa faz com que o centro de gravidade fique posicionado mais anteriormente em relação às articulações do tornozelo, o que causa um torque gravitacional maior. Para manter a estabilidade postural, este

torque gravitacional deve ser contrabalanceado por torques musculares mais pronunciados, gerando, assim, sobrecarga ao componente efetor (47, 48).

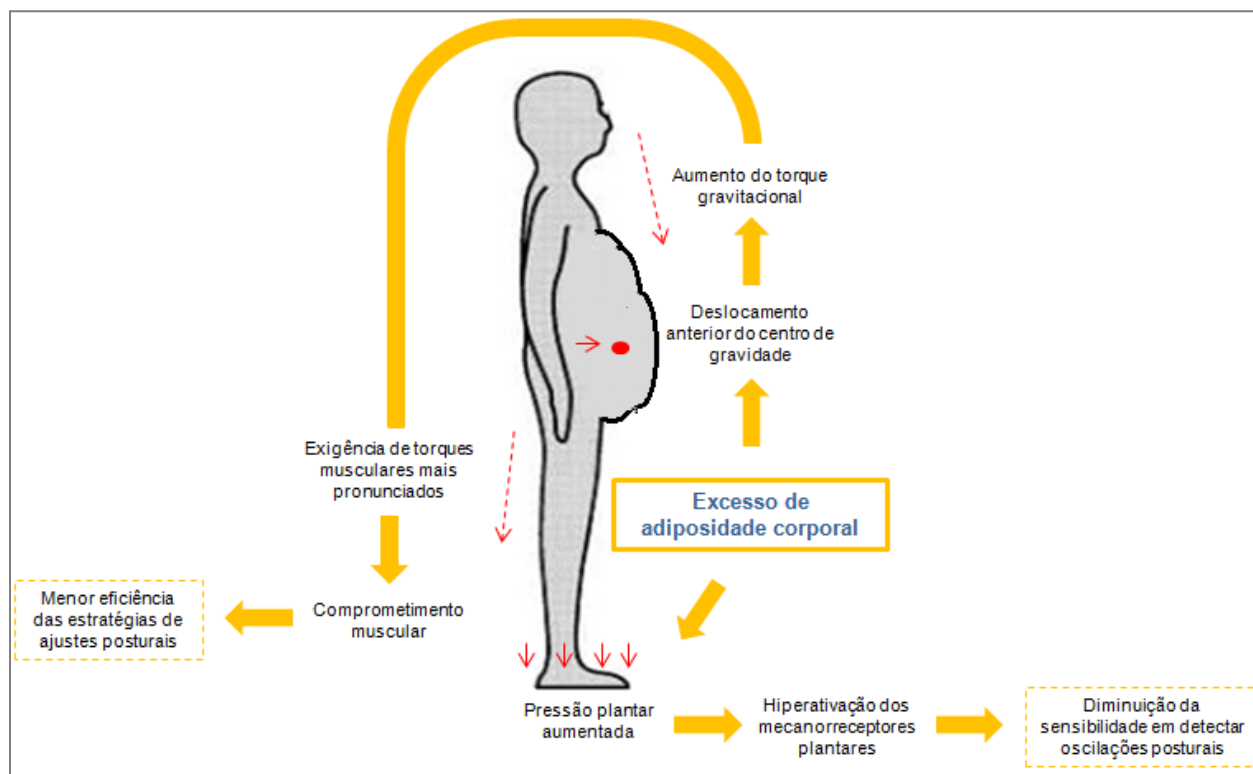


Figura 6. Representação hipotética da influência do excesso de adiposidade corporal sobre o mecanismo de controle postural.

Alguns estudos já investigaram o efeito da obesidade sobre o equilíbrio postural de indivíduos idosos (59, 78-82). Em geral, o equilíbrio postural é avaliado utilizando uma plataforma de força, com o voluntário em posição ortostática, sobre diferentes bases de sustentação, com e sem restrição da visão. Digno de nota, quanto menor é a base de sustentação, mais desafiadora é a tarefa, e ao restringir a visão, observa-se maior demanda por informações sensoriais proprioceptivas (59). As variáveis mais frequentemente analisadas são aquelas relacionadas à velocidade de oscilação do centro de pressão, com maior velocidade indicando um indivíduo menos estável, e à amplitude de deslocamento nas direções anteroposterior e mediolateral, que ajuda a entender os mecanismos de controle postural (59).

Melzer & Oddson (80) não identificaram influência significativa da obesidade sobre a velocidade de oscilação do centro de pressão; contudo, a amplitude de deslocamento anteroposterior e mediolateral se mostrou mais expressiva entre os indivíduos obesos (n= 66). Mainenti et al. (78), por sua vez, observaram que dentre as condições de equilíbrio testadas, apenas aquelas executadas com restrição da visão apresentaram diferenças estatisticamente significantes, sendo que as idosas obesas exibiram maior amplitude de deslocamento anteroposterior do centro de pressão (n= 45). Por fim, Dutil et al. (79) observaram que as mulheres obesas apresentaram maior velocidade de oscilação do centro de pressão em todas as condições testadas (n= 45). Quanto à amplitude de deslocamento nas direções anteroposterior e mediolateral, as obesas apresentaram valores significativamente maiores apenas na condição de olhos fechados.

Em suma, o excesso de adiposidade corporal parece estar associado a um comprometimento na estabilidade postural de indivíduos idosos (59, 78-82). Portanto, esse pode ser um dos mecanismos mediadores da relação entre obesidade e quedas.

1.5 REFERÊNCIAS

1. Carvalho JAMd, Garcia RA. O envelhecimento da população brasileira: um enfoque demográfico. *Cad saúde pública*. 2003;**19**:725-733.
2. United Nations. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. *World Population Prospects 2019: Highlights*. 2019.
3. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. Agência IBGE notícias. *Projeção da População 2018: número de habitantes do país deve parar de crescer em 2047*. 2018. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21837-projecao-da-populacao-2018-numero-de-habitantes-do-pais-deve-parar-de-crescer-em-2047> Accessed March 6, 2019
4. Lebrão ML. O envelhecimento no Brasil: aspectos da transição demográfica e epidemiológica. *Saúde Coletiva*. 2007;**4**:135-140.
5. World Health Organization. *Life expectancy*. 2019.
6. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. Agência IBGE notícias. *Em 2018, expectativa de vida era de 76,3 anos*. 2019. [https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-](https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21837-projecao-da-populacao-2018-numero-de-habitantes-do-pais-deve-parar-de-crescer-em-2047)

imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/26104-em-2018-expectativa-de-vida-era-de-76-3-anos#:~:text=Uma%20pessoa%20nascida%20no%20Brasil,6%20para%2079%2C9%20anos.

Accessed March 6, 2019

7. Schramm JMda, Oliveira AFd, Leite IdC, Valente JG, Gadelha ÂMJ, Portela MC, *et al.* Transição epidemiológica e o estudo de carga de doença no Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*. 2004;**9**:897-908.
8. Newman AB, Kupelian V, Visser M, Simonsick E, Goodpaster B, Nevitt M, *et al.* Sarcopenia: alternative definitions and associations with lower extremity function. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2003;**51**:1602-1609.
9. Rosenberg IH. Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1989;**50**:1121-1235.
10. Beaufriere B, Morio B. Fat and protein redistribution with aging: metabolic considerations. *European journal of clinical nutrition*. 2000;**54**:S48-53.
11. Roubenoff R, Castaneda C. Sarcopenia—understanding the dynamics of aging muscle. *Jama*. 2001;**286**:1230-1231.
12. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. WHO technical report series. 1999;**894**:253.
13. Hales CM, Fryar CD, Carroll MD, Freedman DS, Ogden CL. Trends in obesity and severe obesity prevalence in US youth and adults by sex and age, 2007-2008 to 2015-2016. *Jama*. 2018;**319**:1723-1725.
14. Brasil. VIGITEL Baasil 2018: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. 2019.
15. Collaborators GO. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *New England Journal of Medicine*. 2017;**377**:13-27.
16. Lamb SE, Jørstad-Stein EC, Hauer K, Becker C. Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2005;**53**:1618-1622.
17. Finlayson ML, Peterson EW. Falls, aging, and disability. *Physical medicine and rehabilitation clinics of North America*. 2010;**21**:357-373.
18. Ambrose AF, Paul G, Hausdorff JM. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature. *Maturitas*. 2013;**75**:51-61.

19. Rubenstein LZ. Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing*. 2006;**35**:ii37-ii41.
20. Fuller GF. Falls in the elderly. *American family physician*. 2000;**61**:2159-2168, 2173-2154.
21. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and ageing*. 2006;**35**:ii7-ii11.
22. Chandler JM. Equilíbrio e Quedas no Idoso: questões sobre a avaliação e o tratamento. In: Guccione AA, ed. *Fisioterapia Geriátrica*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2002:265-267.
23. Tinetti ME. Preventing falls in elderly persons. *New England Journal of Medicine*. 2003;**348**:42-49.
24. O'Loughlin JL, Robitaille Y, Boivin J-F, Suissa S. Incidence of and risk factors for falls and injurious falls among the community-dwelling elderly. *American journal of epidemiology*. 1993;**137**:342-354.
25. Tromp A, Smit J, Deeg D, Bouter L, Lips P. Predictors for falls and fractures in the Longitudinal Aging Study Amsterdam. *Journal of bone and mineral research*. 1998;**13**:1932-1939.
26. Inouye SK, Brown CJ, Tinetti ME. Medicare nonpayment, hospital falls, and unintended consequences. *New England Journal of Medicine*. 2009;**360**:2390-2393.
27. Dunlop DD, Manheim LM, Sohn M-W, Liu X, Chang RW. Incidence of functional limitation in older adults: the impact of gender, race, and chronic conditions. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2002;**83**:964-971.
28. Hornbrook MC, Stevens VJ, Wingfield DJ, Hollis JF, Greenlick MR, Ory MG. Preventing falls among community-dwelling older persons: results from a randomized trial. *The Gerontologist*. 1994;**34**:16-23.
29. Nevitt MC, Cummings SR, Hudes ES. Risk factors for injurious falls: a prospective study. *Journal of gerontology*. 1991;**46**:M164-M170.
30. Rubenstein LZ, Josephson KR. The epidemiology of falls and syncope. *Clinics in geriatric medicine*. 2002;**18**:141-158.
31. Goldacre MJ, Roberts SE, Yeates D. Mortality after admission to hospital with fractured neck of femur: database study. *Bmj*. 2002;**325**:868-869.

32. Zijlstra G, Van Haastregt J, Van Eijk JTM, van Rossum E, Stalenhoef PA, Kempen GI. Prevalence and correlates of fear of falling, and associated avoidance of activity in the general population of community-living older people. *Age and ageing*. 2007;**36**:304-309.
33. Davis J, Robertson M, Ashe M, Liu-Ambrose T, Khan K, Marra C. International comparison of cost of falls in older adults living in the community: a systematic review. *Osteoporosis international*. 2010;**21**:1295-1306.
34. Fjeldstad C, Fjeldstad AS, Acree LS, Nickel KJ, Gardner AW. The influence of obesity on falls and quality of life. *Dynamic Medicine*. 2008;**7**:4.
35. Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JC. Associations between obesity and overweight and fall risk, health status and quality of life in older people. *Australian and New Zealand journal of public health*. 2014;**38**:13-18.
36. Himes CL, Reynolds SL. Effect of obesity on falls, injury, and disability. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2012;**60**:124-129.
37. Ylitalo KR, Karvonen-Gutierrez CA. Body mass index, falls, and injurious falls among US adults: findings from the 2014 behavioral risk factor Surveillance system. *Preventive Medicine*. 2016;**91**:217-223.
38. Gale CR, Cooper C, Aihie Sayer A. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: The English Longitudinal Study of Ageing. *Age and ageing*. 2016;**45**:789-794.
39. Chuang J-F, Rau C-S, Liu H-T, Wu S-C, Chen Y-C, Hsu S-Y, *et al*. Obese patients who fall have less injury severity but a longer hospital stay than normal-weight patients. *World journal of emergency surgery*. 2016:3.
40. Compston JE, Flahive J, Hooven FH, Anderson Jr FA, Adachi JD, Boonen S, *et al*. Obesity, health-care utilization, and health-related quality of life after fracture in postmenopausal women: Global Longitudinal Study of Osteoporosis in Women (GLOW). *Calcified tissue international*. 2014;**94**:223-231.
41. Cho B-Y, Seo D-C, Lin H-C, Lohrmann DK, Chomistek AK. BMI and central obesity with falls among community-dwelling older adults. *American journal of preventive medicine*. 2018;**54**:e59-e66.
42. Zhang N, Lu SF, Zhou Y, Zhang B, Copeland L, Gurwitz JH. Body Mass Index, Falls, and Hip Fractures Among Nursing Home Residents. *The Journals of Gerontology: Series A*. 2018;**73**:1403-1409.

43. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell M, Korinek J, *et al.* Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International journal of obesity*. 2008;**32**:959-966.
44. Cornier M-A, Després J-P, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, *et al.* Assessing adiposity a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;**124**:1996-2019.
45. Kaul S, Rothney MP, Peters DM, Wacker WK, Davis CE, Shapiro MD, *et al.* Dual-energy X-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity*. 2012;**20**:1313-1318.
46. Mazess RB, Barden HS, Bisek JP, Hanson J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *The American journal of clinical nutrition*. 1990;**51**:1106-1112.
47. Corbeil P, Simoneau M, Rancourt D, Tremblay A, Teasdale N. Increased risk for falling associated with obesity: mathematical modeling of postural control. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*. 2001;**9**:126-136.
48. Simoneau M, Corbeil P. The effect of time to peak ankle torque on balance stability boundary: experimental validation of a biomechanical model. *Experimental brain research*. 2005;**165**:217-228.
49. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, Sumner AE, Reynolds JC, Sebring NG, *et al.* A better index of body adiposity. *Obesity*. 2011;**19**:1083-1089.
50. Molarius A, Seidell J, Sans S, Tuomilehto J, Kuulasmaa K. Waist and hip circumferences, and waist-hip ratio in 19 populations of the WHO MONICA Project. *International journal of obesity*. 1999;**23**:116-125.
51. Gadelha AB, Neri SGR, Safons MP, Moreira SR, Lima RM. Comparisons between body adiposity indexes and cutoff values in the prediction of functional disability in older women. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2016;**18**:381-390.
52. Follis S, Cook A, Bea JW, Going SB, Laddu D, Cauley JA, *et al.* Association between sarcopenic obesity and falls in a multiethnic cohort of postmenopausal women. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2018;**66**:2314-2320.
53. Scott D, Seibel M, Cumming R, Naganathan V, Blyth F, Le Couteur DG, *et al.* Sarcopenic Obesity and Its Temporal Associations With Changes in Bone Mineral Density, Incident Falls, and

Fractures in Older Men: The Concord Health and Ageing in Men Project. *J Bone Miner Res.* 2017;**32**:575-583.

54. Wu TY, Chie WC, Yang RS, Liu JP, Kuo KL, Wong WK, *et al.* Factors associated with falls among community-dwelling older people in Taiwan. *Ann Acad Med Singapore.* 2013;**42**:320-327.

55. Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JC. Obesity and falls in older people: mediating effects of disease, sedentary behavior, mood, pain and medication use. *Archives of gerontology and geriatrics.* 2015;**60**:52-58.

56. Vilaça KHC, Carneiro JAO, Ferriolli E, da Costa Lima NK, de Paula FJA, Moriguti JC. Body composition, physical performance and muscle quality of active elderly women. *Archives of gerontology and geriatrics.* 2014;**59**:44-48.

57. Gadelha AB, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: An 18-month follow-up study. *Experimental gerontology.* 2018;**110**:241-246.

58. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, de David AC, Lima RM. Obesity is Associated With Altered Plantar Pressure Distribution in Elderly Women. *Journal of Applied Biomechanics.* 2017:1-21.

59. Neri SGR, Gadelha AB, Pereira JC, Gutierrez Filho PJB, Lima RM. Obesity is associated with reduced postural control in community-dwelling older adults: a systematic review. *European Journal of Physiotherapy.* 2018:1-9.

60. Moreland JD, Richardson JA, Goldsmith CH, Clase CM. Muscle weakness and falls in older adults: a systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2004;**52**:1121-1129.

61. Horlings CG, van Engelen BG, Allum JH, Bloem BR. A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls. *Nature Clinical Practice Neurology.* 2008;**4**:504-515.

62. Paolillo FR, Milan JC, de Godoy Bueno P, Paolillo AR, Borghi-Silva A, Parizotto NA, *et al.* Effects of excess body mass on strength and fatigability of quadriceps in postmenopausal women. *Menopause.* 2012;**19**:556-561.

63. Kim TN, Park MS, Ryu JY, Choi HY, Hong HC, Yoo HJ, *et al.* Impact of Visceral Fat on Skeletal Muscle Mass and Vice Versa in a Prospective Cohort Study: The Korean Sarcopenic Obesity Study (KSOS). *PLoS One*. 2014;**9**:e115407.
64. Koster A, Ding J, Stenholm S, Caserotti P, Houston DK, Nicklas BJ, *et al.* Does the amount of fat mass predict age-related loss of lean mass, muscle strength, and muscle quality in older adults? *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2011;**66**:888-895.
65. Maffiuletti NA, Ratel S, Sartorio A, Martin V. The impact of obesity on in vivo human skeletal muscle function. *Current Obesity Reports*. 2013;**2**:251-260.
66. Kalyani RR, Corriere M, Ferrucci L. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2014;**2**:819-829.
67. Chaiwanichsiri D, Janchai S, Tantisiriwat N. Foot disorders and falls in older persons. *Gerontology*. 2008;**55**:296-302.
68. Menz HB, Morris ME, Lord SR. Foot and ankle risk factors for falls in older people: a prospective study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2006;**61**:866-870.
69. Ferrari C, Cristina SF, Moça TVF. Falls in Elderly with Plantar Changes. *British Journal of Medicine & Medical Research*. 2014;**4**.
70. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Foot pain, plantar pressures, and falls in older people: a prospective study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2010;**58**:1936-1940.
71. Menz HB. Biomechanics of the ageing foot and ankle: a mini-review. *Gerontology*. 2015;**61**:381-388.
72. Brenton-Rule AR. Foot and ankle characteristics associated with falls and falls risk in adults with rheumatoid arthritis: Auckland University of Technology; 2015.
73. Hue O, Simoneau M, Marcotte J, Berrigan F, Doré J, Marceau P, *et al.* Body weight is a strong predictor of postural stability. *Gait & posture*. 2007;**26**:32-38.
74. Mickle KJ, Steele JR. Obese older adults suffer foot pain and foot-related functional limitation. *Gait & posture*. 2015;**42**:442-447.
75. Ganz DA, Bao Y, Shekelle PG, Rubenstein LZ. Will my patient fall? *Jama*. 2007;**297**:77-86.

76. Deandrea S, Lucenteforte E, Bravi F, Foschi R, La Vecchia C, Negri E. Risk factors for falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *Epidemiology*. 2010;**21**:658-668.
77. Teasdale N, Simoneau M, Corbeil P, Handrigan G, Tremblay A, Hue O. Obesity alters balance and movement control. *Current Obesity Reports*. 2013;**2**:235-240.
78. Mainenti MRM, Rodrigues ÉdC, Oliveira JFd, Ferreira AdS, Dias CM, Silva ALdS. Adiposity and postural balance control: Correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signals in elderly Brazilian women. *Clinics*. 2011;**66**:1513-1518.
79. Dutil M, Handrigan GA, Corbeil P, Cantin V, Simoneau M, Teasdale N, *et al*. The impact of obesity on balance control in community-dwelling older women. *Age*. 2013;**35**:883-890.
80. Melzer I, Oddsson LI. Altered characteristics of balance control in obese older adults. *Obesity research & clinical practice*. 2015.
81. Siqueira FdMS, Geraldés AAR. Influência do estado nutricional, distribuição da gordura corporal e força muscular na estabilometria de idosas. *Rev nutr*. 2015;**28**:581-596.
82. Carneiro JAO, Santos-Pontelli TE, Vilaça KH, Pfrimer K, Colafêmina JF, Carneiro AAO, *et al*. Obese elderly women exhibit low postural stability: a novel three-dimensional evaluation system. *Clinics*. 2012;**67**:475-481.

CAPÍTULO 2

A obesidade aumenta o risco e a severidade de quedas em pessoas idosas? Uma revisão sistemática e metanálise de estudos observacionais

Esse capítulo foi publicado como:

Neri SGR, Oliveira JS, Dario AB, Lima RM, Tiedemann A. Does obesity increase the risk and severity of falls in people aged 60 years and older? A systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2020;75(5):952-960.

2.1 OBJETIVO

Examinar a associação entre obesidade e ocorrência de quedas, quedas múltiplas, quedas que resultam em lesões ou que necessitam de atenção médica, e quedas que resultam em fraturas em pessoas idosas.

2.2 MÉTODOS

Foi conduzida uma revisão sistemática da literatura, cujo protocolo foi registrado no PROSPERO antes do início da sua execução (CRD42018107741). A redação do manuscrito foi guiada pelas diretrizes de Metanálises de Estudos Observacionais em Epidemiologia (MOOSE) (1).

2.2.1 Estratégia de busca e critérios de seleção dos estudos

A busca foi realizada em 29 de agosto de 2018 nas bases de dados MEDLINE, Embase, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscus, LILACS e Web of Science, utilizando a combinação de termos livres e indexados (Suplemento 1). As listas de referências dos estudos encontrados também foram inspecionadas em busca de estudos pertinentes. Não houve restrição de idioma ou de período de publicação.

A elegibilidade dos estudos foi avaliada por dois pesquisadores independentes ($\kappa = 0,74$) de acordo com critérios de inclusão predeterminados (Quadro 1). Foram selecionados estudos em que todos os participantes tinham 60 anos de idade ou mais, ou aqueles em que a média de idade menos um desvio padrão era superior a 60 anos. A obesidade foi definida de acordo com a Organização Mundial da Saúde como “acúmulo anormal ou excessivo de gordura com implicações a saúde” (2). Em geral, as pessoas são consideradas obesas quando o índice de massa corporal é superior a 30 kg/m² (2); no entanto, outras medidas de adiposidade corporal (ex., circunferência da cintura e percentual de gordura corporal) também podem ser usadas (3). Além disso, diferentes pontos de corte são comumente aplicados a depender da população investigada. Foram selecionados estudos que incluíram participantes obesos como grupo exposto e participantes não-obesos como grupo

controle. Estudos que incluíam apenas participantes com baixo peso ou com sobrepeso no grupo controle não foram considerados.

Em relação ao desfecho, a queda foi definida como “deslocamento não intencional do corpo para um nível inferior à posição inicial, com incapacidade de correção em tempo hábil” (4). Os estudos foram considerados elegíveis se apresentassem número de quedas ou ocorrência de quedas como desfecho (desfecho primário dessa revisão sistemática). Os desfechos secundários foram quedas múltiplas, quedas que resultam em lesões ou que necessitam de atenção médica, e quedas que resultam em fraturas. Apenas estudos transversais, caso-controle ou de coorte foram selecionados.

Quadro 1. Critérios de inclusão.
<ul style="list-style-type: none">• Participantes: pessoas com idade superior a 60 anos• Exposição: obesidade• Controle: peso normal• Desfecho: número de quedas ou ocorrência de quedas• Desenho do estudo: transversal, caso-controle ou coorte

Estudos que não foram publicados na íntegra, como resumos de congressos e cartas aos editores, foram excluídos. Quando havia mais de um artigo fruto do mesmo banco de dados, apenas o artigo com maior tamanho amostral ou com mais desfechos relacionados à revisão foi incluído. Os manuscritos publicados em idiomas diferentes do inglês ou português foram selecionados por colaboradores com habilidades relevantes no idioma. Todas as divergências quanto à seleção dos estudos foram resolvidas por meio de discussão e, quando necessário, ocorreram arbitragens de um terceiro revisor. As referências foram armazenadas no software Endnote X8 (Clarivate Analytics, Filadélfia, Estados Unidos) e o processo de triagem foi registrado por meio de um fluxograma.

2.2.2 Extração de dados e avaliação da qualidade metodológica

As informações relevantes dos estudos incluídos foram extraídas pelo autor dessa tese e verificadas quanto à acurácia por um segundo revisor. As discrepâncias foram resolvidas por meio de discussão e, quando necessário, ocorreram arbitragens de um terceiro revisor. Para cada estudo, foram extraídos os seguintes dados: país, desenho do estudo, características dos participantes (número de participantes nos grupos expostos e controle, sexo, idade, condição de saúde e fonte de recrutamento), critérios de classificação para grupos expostos e controle e desfechos investigados. Todas as informações foram extraídas diretamente em uma tabela de síntese (Suplemento 2).

As estimativas da associação entre obesidade e quedas foram extraídas em duas outras tabelas: uma para a ocorrência dos desfechos relacionados à queda de acordo com o status da obesidade (i.e., número de eventos) (Suplemento 3) e outra para estimativas de risco [i.e., relativa risco (RR) ou odds ratio (OR) mais intervalo de confiança de 95% (IC)] (Suplemento 4). As estimativas de risco extraídas incluíram medidas não-ajustadas e ajustadas e covariáveis.

Quando um manuscrito não incluía dados pertinentes à revisão, os autores do estudo eram contatados por e-mail. Se o autor não respondesse dentro de duas semanas, um segundo e-mail era enviado como lembrete. Se, no final da quarta semana, uma resposta não tivesse sido recebida, apenas os dados disponíveis eram utilizados (taxa de resposta = 0,86).

A qualidade metodológica foi avaliada com base em critérios padrão (5, 6), os quais foram adaptados para atender aos objetivos dessa revisão sistemática (Quadro 2). Escores iguais ou superiores a seis foram indicativos de qualidade metodológica adequada.

Quadro 2. Critérios de avaliação da qualidade.

1. O desenho do estudo e a amostragem são apropriados para responder ao problema de pesquisa? Amostra aleatória ou população total (1 ponto).
2. O tamanho da amostra é adequado? Tamanho amostral superior a 100 indivíduos (1 ponto).
3. O método de avaliação da obesidade é adequado? Obesidade diagnosticada clinicamente (1 ponto).
4. É utilizado um grupo controle apropriado? Grupo controle obtido a partir da população não-obesa (1 ponto).
5. O método de avaliação dos desfechos relacionados a quedas é adequado? Registros oficiais ou autorrelato com perguntas apropriadas (1 ponto).
6. Os participantes expostos e controles são descritos em detalhes? Sujeitos expostos e controles descritos (1 ponto).
7. Para estudos que relatam a ocorrência dos desfechos relacionados a quedas nos grupos obeso e controle, as estimativas são fornecidas com intervalos de confiança (ICs)? ICs relatados (1 ponto).
8. Para estudos que relatam a associação entre obesidade e desfechos relacionados a quedas, as estimativas de associação são fornecidas com os ICs? ICs relatados (1 ponto).
9. As variáveis confundidoras foram controladas nas análises de associação? Confundidores controlados (1 ponto).

2.2.3 Análise dos dados

Foram calculados o RR combinado e o IC de 95% do efeito da obesidade em cada desfecho relacionado a quedas utilizando metanálises de efeitos randômicos. Para estudos que relataram efeitos não ajustados, bem como efeitos ajustados para variáveis confundidoras, apenas os efeitos não ajustados foram incluídos para melhorar a comparabilidade entre os estudos. Em estudos em que o RR não foi relatado, o OR foi transformado em RR com base na fórmula descrita por Zhang e Yu (7). Caso o OR também não fosse relatado, o RR era estimado com base no número de eventos relacionados a quedas em cada grupo (i.e., tabelas 2x2) (8). Para o desfecho relacionado a quedas

de natureza contínua (i.e., número de quedas), pretendia-se calcular as diferenças médias combinadas do efeito da obesidade; no entanto, isso não foi possível devido ao baixo número de estudos homogêneos que incluíram esse desfecho.

Em estudos em que várias estimativas foram reportadas, foi selecionada apenas uma, com base na homogeneidade clínica com outros estudos incluídos na metanálise e na amostra menos seletiva. Por exemplo, quando um estudo relatava estimativas de obesidade classificadas de acordo com critérios diferentes (e.g., índice de massa corporal e circunferência da cintura), foi incluída apenas a estimativa da classificação mais comum entre os outros estudos (i.e., índice de massa corporal). No mesmo sentido, quando um estudo relatava estimativas de acordo com a gravidade da obesidade (e.g., classes de obesidade I, II e III), foi escolhida a estimativa com o maior tamanho amostral (i.e., obesidade classe I). Entretanto, se um estudo relatasse estimativas específicas para grupos de participantes diferentes (e.g., sexo, faixa etária ou condição de saúde), todas as estimativas eram incluídas, pois elas não foram calculadas usando dados dos mesmos participantes.

Estudos com desenhos de coorte foram analisados separadamente dos estudos transversais. A heterogeneidade estatística foi determinada por inspeção visual dos gráficos de floresta e considerando o teste I^2 . Valores de I^2 de 25%, 50% e 75% foram considerados como evidência de baixa, moderada e alta heterogeneidade, respectivamente (9). Análises de meta-regressão foram realizadas para determinar se os resultados diferiam entre os desenhos.

Um gráfico de funil foi construído para avaliar possível viés de publicação na metanálise primária. A precisão dos estudos incluídos em relação às estimativas de associação foi plotada e os resultados foram inspecionados visualmente. O teste de Egger foi usado para quantificar a assimetria da plotagem, para a qual a hipótese nula representa simetria dos dados plotados (10). Todas as análises foram realizadas no software *Comprehensive Meta-Analysis* versão 2 (Biostat, Englewood, Estados Unidos).

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Seleção dos estudos

Inicialmente, foram identificados 7.815 estudos, dos quais 5.600 permaneceram após a remoção de duplicatas (Figura 1). Após a triagem do título e resumo, 220 textos completos foram avaliados quanto à elegibilidade; destes, 31 estudos foram incluídos na revisão (11-41). Vinte e quatro estudos apresentaram dados suficientes para serem incluídos na metanálise primária, avaliando a relação entre obesidade e quedas (11, 13, 15, 16, 19, 20, 22-28, 30, 32-41). Para análises secundárias, quatro estudos foram agrupados reportando quedas múltiplas (12, 24, 32, 33), e sete estudos foram agrupados reportando quedas que resultaram em lesões ou que necessitaram de atenção médica (11, 22, 27, 28, 33, 35, 41). Não foram identificados estudos o suficiente reportando quedas que resultaram em fraturas para serem agrupados.

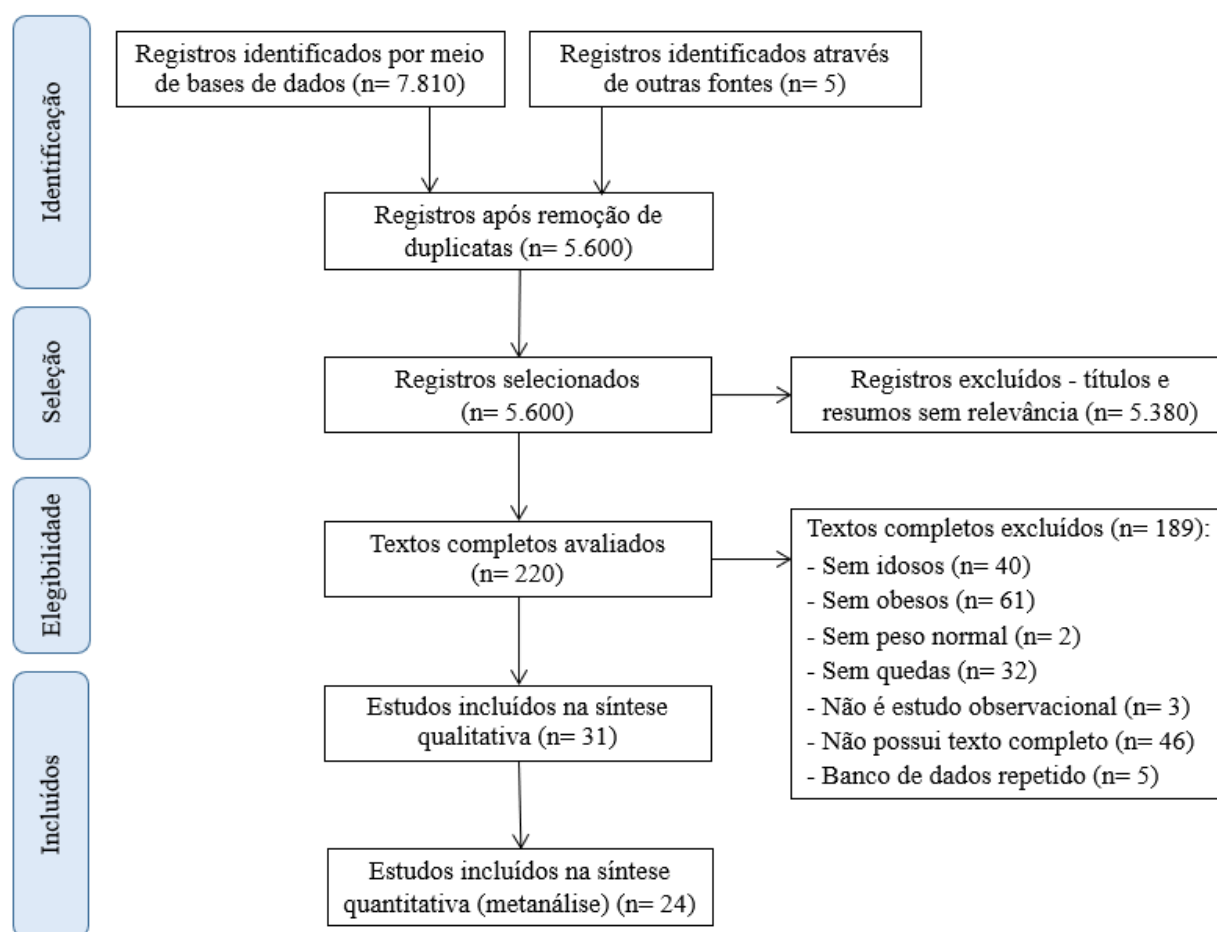


Figura 1. Fluxograma da seleção dos estudos.

2.3.2 Características dos estudos incluídos

Os 31 estudos incluídos na revisão reportaram dados de 12 países diferentes: Estados Unidos (11, 12, 14, 15, 20-22, 26, 27, 41), Brasil (24, 25, 32, 34, 36-38), Austrália (16-18, 29, 33), Canadá (28), Inglaterra (13), Japão (30), Coreia (31), México (19), Arábia Saudita (23), Espanha (35), Taiwan (40) e Tailândia (39). A maioria dos estudos foi publicada em inglês, exceto três estudos escritos em português (25, 37, 38) e um estudo em japonês (30). Onze estudos apresentaram resultados de análises de coorte (11-21), enquanto 20 estudos utilizaram dados transversais (22-41). O Suplemento 2 resume as características dos estudos incluídos, abrangendo as características dos participantes, exposição e desfechos.

2.3.2.1 Participantes

Os estudos incluídos englobaram 1.758.694 participantes no total, sendo que dados de 1.549.582 participantes foram incluídos na análise primária. As análises secundárias utilizaram dados de 11.151 participantes que relataram quedas múltiplas e dados de 311.572 participantes que relataram quedas que resultaram em lesões ou que necessitaram de atenção médica. A maioria dos estudos incluiu pessoas com 60 anos ou mais (11-23, 25-39, 41), exceto dois estudos que incluíram pessoas com mais de 55 anos (24, 40). Vinte e três estudos incluíram homens e mulheres (11, 14, 16, 19, 20, 22-29, 31-33, 35-41), enquanto os outros incluíram apenas homens (15, 17) ou mulheres (12, 13, 18, 21, 30, 34). Os participantes de nove estudos apresentavam uma condição clínica específica, incluindo sarcopenia (16, 29), não-sarcopenia (12, 16, 17, 29), não-dinapenia (32), instabilidade postural (35), diabetes (21), fibrilação atrial (36) e acidente vascular cerebral (25). Todos os outros estudos incluíram participantes com condições gerais de saúde (11, 13-15, 18-20, 22-24, 26-28, 30, 31, 33, 34, 37-41). Vinte e dois estudos recrutaram participantes da comunidade (11, 13, 14, 16, 17, 19, 21-23, 25-28, 30-34, 37-39, 41), quatro de hospitais (29, 35, 36, 40), dois de centros clínicos (12, 15), dois utilizaram o banco de dados do *Medicare* (18, 20) e um único estudo recrutou na atenção primária (24).

2.3.2.2 Exposição

Em todos os estudos, o grupo exposto incluiu pessoas obesas. A maioria dos autores classificou os participantes como obesos quando o índice de massa corporal estava acima de 30 kg/m² (11, 13-15, 18-29, 33-38, 41); no entanto, valores de corte de 25 kg/m² (31) e 28 kg/m² (39, 40) também foram utilizados. Quatro estudos usaram a circunferência da cintura (11, 16, 32, 40) e quatro usaram o percentual de gordura corporal (12, 16, 17, 30) como medida da obesidade. Os valores de corte da circunferência da cintura variaram de 90 cm (40) a 102 cm (11, 16, 32) para homens e de 80 cm (40) a 88 cm (11, 16, 32) para mulheres; enquanto os valores de corte do percentual de gordura corporal variaram de 28% (16) a 30% (17) e de 30% (30) a 42% (12), para homens e mulheres, respectivamente. Salienta-se que três estudos (11, 16, 40) usaram duas medidas de obesidade simultaneamente; assim, os mesmos participantes foram incluídos em dois grupos expostos diferentes. Em cinco estudos (14, 15, 20, 30, 41), os participantes foram classificados em diferentes grupos expostos de acordo com o grau de obesidade (por exemplo, classe I, II e III).

O grupo controle incluiu pessoas com peso normal em todos os estudos. Desses, nove estudos também incluíram participantes com baixo peso (11, 13, 18, 21, 24, 29, 34-36) e sete estudos incluíram indivíduos com excesso de peso (14, 20, 24, 27, 29, 35, 36). A mensuração da obesidade foi realizada por meio de medidas antropométricas objetivas em 18 estudos (11-13, 15-17, 20, 21, 24-26, 29, 30, 32, 34, 35, 38, 40), com os demais estudos utilizando medidas autorrelatadas.

2.3.2.3 Desfechos

Todos os estudos incluídos reportaram o número de quedas ou a ocorrência de quedas. Em relação aos desfechos secundários, seis estudos reportaram quedas múltiplas (12, 21, 24, 31-33), oito reportaram quedas que resultaram em lesões ou que necessitaram de atenção médica (11, 14, 22, 27, 28, 33, 35, 41), e um relatou fraturas relacionadas a quedas (20). Os desfechos foram registrados por meio de autorrelato na maioria dos estudos, com estudos únicos utilizando diários de quedas (16) ou questionários de acompanhamento (15). Apenas cinco estudos avaliaram a ocorrência de quedas prospectivamente (12, 15-17, 21); os demais reportaram quedas ocorridas

nos últimos três (20, 22, 24), seis (25, 29), 12 (18, 23, 24, 26, 28, 30-37, 40, 41) ou 24 (11, 13, 14, 19) meses. Além disso, dois estudos relataram quedas ocorridas desde os 60 anos de idade (38, 39).

2.3.2.4 Qualidade metodológica

O Suplemento 5 apresenta a avaliação da qualidade dos estudos incluídos. Vinte estudos (65%) foram classificados como tendo qualidade metodológica adequada (ou seja, pontuação de 6 ou mais) (11-21, 23, 28-33, 40, 41). Dezenove estudos (61%) possuíam delineamento e método de amostragem adequados (11-14, 16, 18-23, 27, 28, 30-33, 37, 39, 41); 26 (84%) tinham tamanhos amostrais adequados (11-20, 22-24, 27-35, 37, 39-41); 18 (58%) diagnosticaram a obesidade clinicamente (11-13, 15-17, 20, 21, 24-26, 29, 30, 32, 34, 35, 38, 40); 30 (97%) possuíam um grupo controle apropriado (11-35, 37-41); e 24 (77%) registraram adequadamente os desfechos relacionados a quedas (11-21, 23, 27-35, 37, 40, 41). As características dos grupos exposto e controle foram descritas em 10 estudos (32%) (15-17, 20, 24, 29, 30, 33-35). Para os estudos que descrevem a ocorrência de desfechos relacionados a quedas de acordo com os grupos (11-13, 15-17, 19, 20, 22-30, 32-40), os ICs foram relatados em apenas três (12%) (15, 28, 29). Para os estudos que relatam a associação entre obesidade e quedas (11-15, 17-23, 28, 31-33, 40, 41), os ICs foram relatados em todos os estudos, e ajustes para potenciais confundidores foram realizados em 17 estudos (94%) (11, 12, 14, 15, 17-23, 28, 31-33, 40, 41).

2.3.2.5 Viés de publicação

O gráfico de funil exibiu assimetria e o teste de Egger revelou um viés de publicação significativo ($p < 0,001$) (Figura 2).

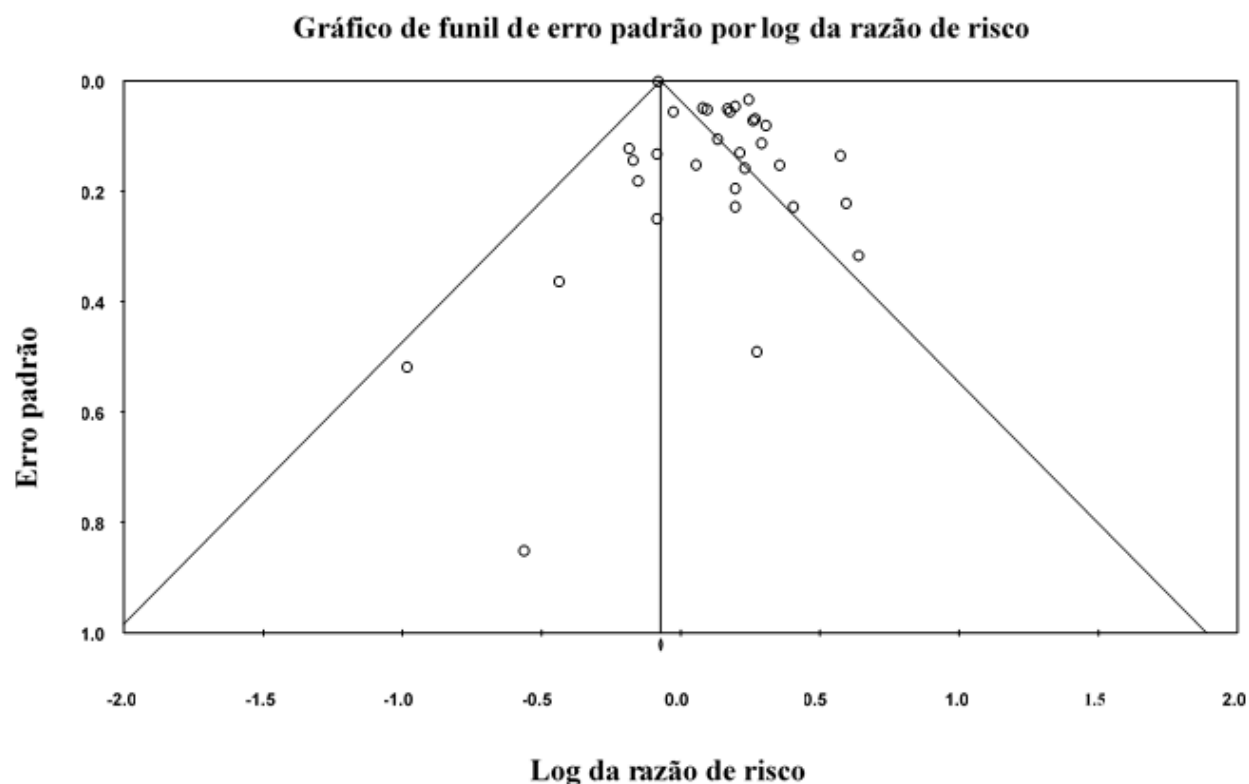


Figura 2. Análise do viés de publicação.

2.3.4 Associação entre obesidade e desfechos relacionados a quedas

Onze estudos de coorte investigaram a associação entre obesidade e ocorrência de quedas (11-21); desses, seis (11, 13, 15, 16, 19, 20) apresentaram dados suficientes para serem agrupados (Figura 3). Os resultados da metanálise evidenciaram que a obesidade estava associada a quedas (RR: 1,12; IC 95%: 1,00-1,26; I^2 : 87%). Dos 20 (22-41) estudos transversais, 18 (22-28, 30, 32-41) foram agrupados e a associação também foi significativa (RR: 1,20; IC 95%: 1,13-1,27; I^2 : 44%). Salienta-se que a meta-regressão apontou que os resultados não diferiram entre os delineamentos ($p = 0,393$); assim, os dados dos estudos de coorte e transversais foram agrupados. Em geral, idosos obesos exibiram um risco de quedas aumentado em comparação aos não-obesos; entretanto, foi observada heterogeneidade alta (RR: 1,16; IC 95%: 1,07-1,26; I^2 : 90%). Em relação aos estudos não incluídos na metanálise, a maioria deles constatou que a obesidade aumentava

significativamente o risco de quedas (12, 14, 17, 18, 31), e dois estudos demonstraram que não havia associação significativa (21, 29).

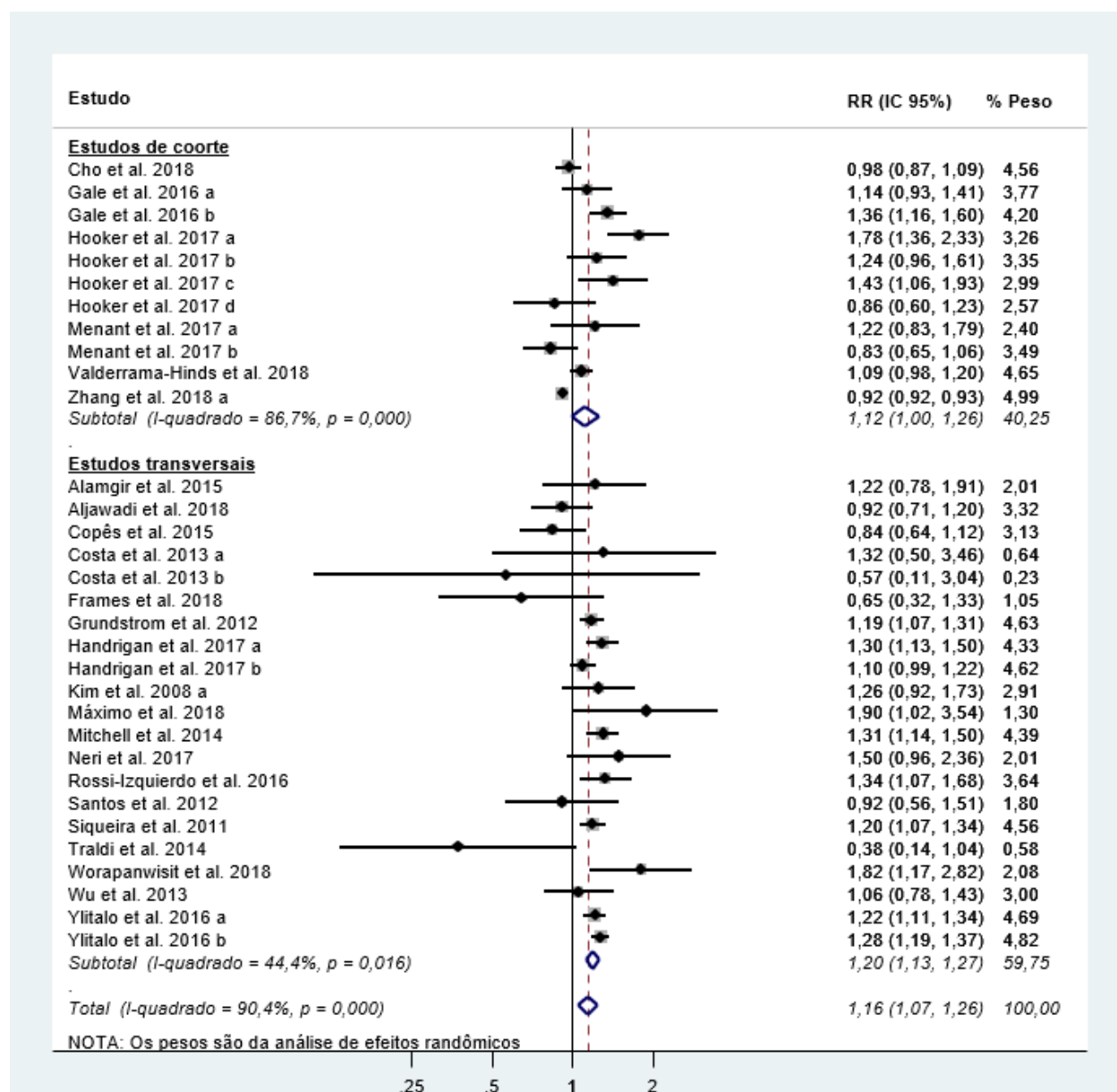


Figura 3. Metanálise da associação entre obesidade e quedas. Nota: Os estudos de Gale et al. 2016, Handrigan et al. 2017 e Ylitalo et al. 2016 apresentam associação estratificada para homens (a) e mulheres (b). O estudo de Hooker et al. 2017 apresenta associação estratificada para participantes de 65 a 69 anos (a), 70 a 74 anos (b), 75 a 79 anos (c) e ≥ 80 anos (d). Os estudos de Menant et al. 2017 e Costa et al. 2013 apresentam associações estratificadas para diferentes condições de saúde (a e b).

Em relação aos desfechos secundários, apenas um (12) dos dois (12, 21) estudos de coorte que relataram quedas múltiplas apresentaram dados suficientes para serem incluídos na metanálise (RR: 1,16; IC 95%: 1,03-1,30) (Figura 4). Os dados de três (24, 32, 33) dos quatro (24, 32, 33) estudos transversais foram agrupados e uma associação significativa entre obesidade e quedas múltiplas foi encontrada (RR: 1,21; IC 95%: 1,06-1,38; I^2 : 0%). Como as análises de meta-regressão mostraram que os resultados não diferiram entre os delineamentos ($p = 0,628$), todos os estudos foram agrupados. No geral, a obesidade foi associada a um risco de quedas múltiplas aumentado e foi observada baixa heterogeneidade (RR: 1,18; IC 95%: 1,08-1,29; I^2 : 0%). Entre os estudos não incluídos na metanálise, um constatou que a obesidade aumentava significativamente o risco de quedas múltiplas (31), enquanto o outro não encontrou associação significativa (21).

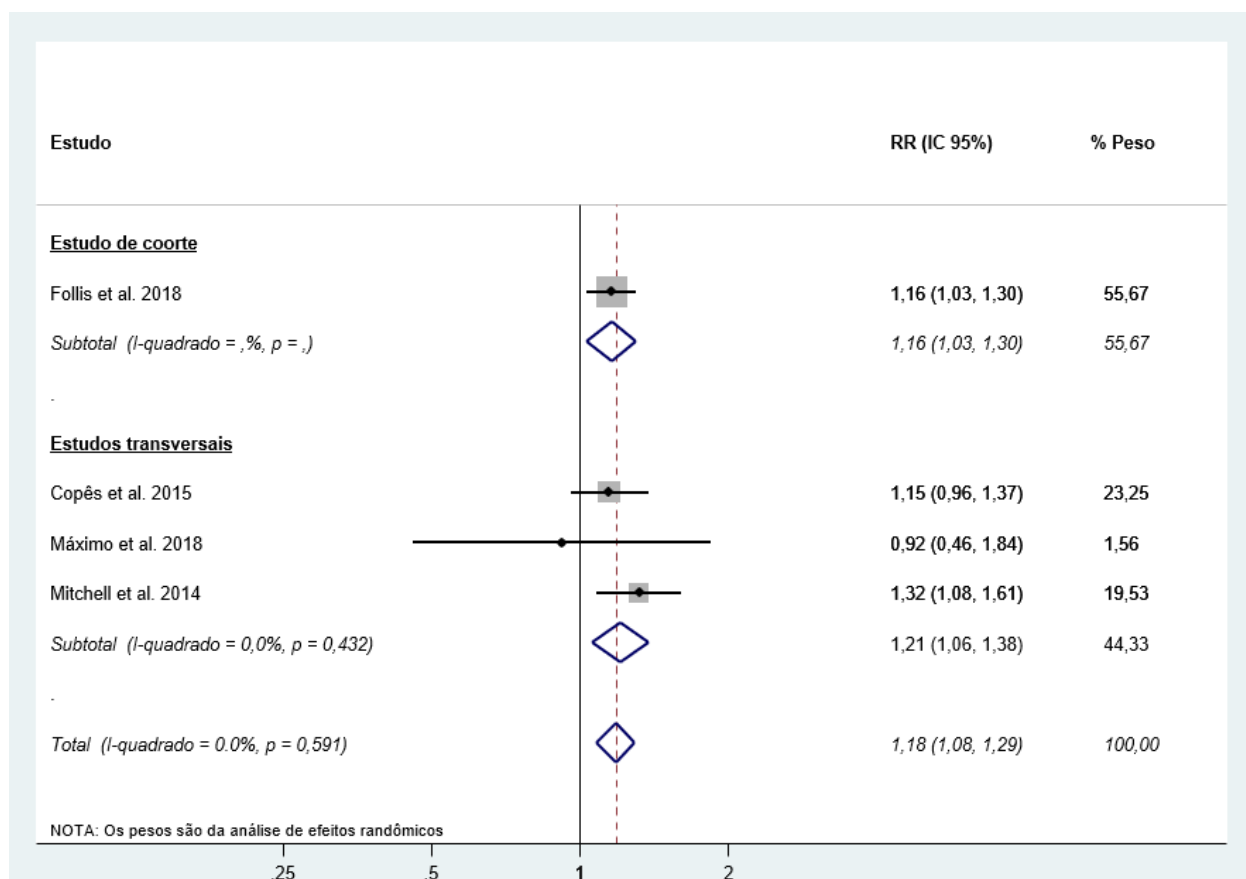


Figura 4. Metanálise da associação entre obesidade e quedas múltiplas.

Dos dois (11, 14) estudos de coorte que relataram quedas que resultaram em lesões ou que necessitaram de atenção médica, apenas um (11) apresentou dados suficientes para ser incluído na metanálise (RR: 0,74; IC 95%: 0,59-0,94) (Figura 5). Todos os estudos transversais (22, 27, 28, 33, 35, 41) foram agrupados e nenhuma evidência de associação foi observada (RR: 1,08; IC 95%: 0,97-1,21; I^2 : 51%). No geral, não houve associação entre obesidade e quedas que resultaram em lesões ou que necessitaram de atenção médica (RR: 1,04; IC 95%: 0,92-1,18; I^2 : 65%); no entanto, os resultados diferiram entre os delineamentos ($p = 0,027$). O estudo de coorte não incluído na metanálise reportou que a obesidade grau 1 e 2 não estava associada a lesões relacionadas a quedas, mas a classe 3 foi associada a uma menor propensão a lesões (14).

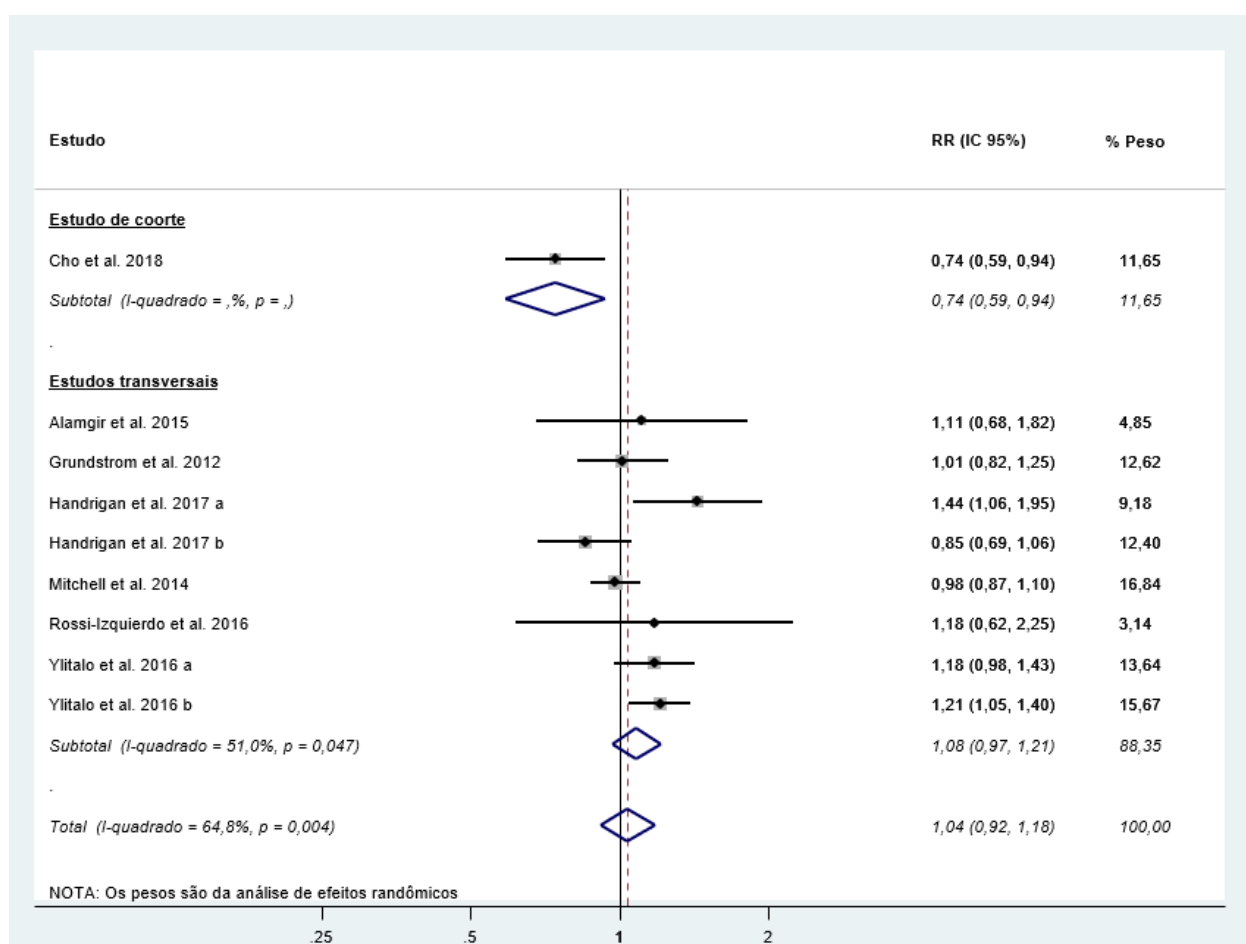


Figure 5. Metanálise da associação entre obesidade e quedas que resultaram em lesões ou que necessitaram de atenção médica. Nota: Os estudos de Handrigan et al. 2017 e Ylitalo et al. 2016 apresentam associações estratificadas para homens (a) e mulheres (b).

As fraturas relacionadas a quedas foram relatadas em apenas um estudo de coorte (20), que concluiu que tanto a obesidade classe 1 (OR: 0,65; IC 95%: 0,63-0,68) quanto as classes 2 e 3 (OR: 0,62; IC 95%: 0,57-0,63) eram significativamente associadas a um menor risco de fraturas de quadril entre residentes recém-admitidos em casas de repouso.

2.4 REFERÊNCIAS

1. Stroup DF, Berlin JA, Morton SC, Olkin I, Williamson GD, Rennie D, *et al.* Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. *Jama*. 2000;**283**:2008-2012.
2. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. WHO technical report series. 1999;**894**:253.
3. Neri SGR, Gadelha AB, de David AC, Ferreira AP, Safons MP, Tiedemann A, *et al.* The association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and fall risk in older community-dwelling women. *Journal of geriatric physical therapy*. 2017;**In press**.
4. World Health Organization. Falls. 2018. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>. Accessed November 6, 2018.
5. Jones L, Bellis MA, Wood S, Hughes K, McCoy E, Eckley L, *et al.* Prevalence and risk of violence against children with disabilities: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *The Lancet*. 2012;**380**:899-907.
6. Tacconelli E. Systematic reviews: CRD's guidance for undertaking reviews in health care. *The Lancet Infectious Diseases*. 2010;**10**:226.
7. Zhang J, Kai FY. What's the relative risk?: A method of correcting the odds ratio in cohort studies of common outcomes. *Jama*. 1998;**280**:1690-1691.
8. Borenstein M, Hedges LV, Higgins JP, Rothstein HR. *Introduction to meta-analysis*. John Wiley & Sons; 2011.
9. Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *Bmj*. 2003;**327**:557-560.
10. Egger M, Smith GD, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*. 1997;**315**:629-634.

11. Cho B-Y, Seo D-C, Lin H-C, Lohrmann DK, Chomistek AK. BMI and central obesity with falls among community-dwelling older adults. *American journal of preventive medicine*. 2018;**54**:e59-e66.
12. Follis S, Cook A, Bea JW, Going SB, Laddu D, Cauley JA, *et al*. Association between sarcopenic obesity and falls in a multiethnic cohort of postmenopausal women. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2018;**66**:2314-2320.
13. Gale CR, Cooper C, Aihie Sayer A. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: The English Longitudinal Study of Ageing. *Age and ageing*. 2016;**45**:789-794.
14. Himes CL, Reynolds SL. Effect of obesity on falls, injury, and disability. *J Am Geriatr Soc*. 2012;**60**:124-129.
15. Hooker ER, Abrahamson M, Marshall LM, Orwoll ES, Nielson CM, Shrestha S, *et al*. Obesity and Falls in a Prospective Study of Older Men: The Osteoporotic Fractures in Men Study. *J Aging Health*. 2017;**29**:1235-1250.
16. Menant J, Weber F, Lo J, Sturnieks D, Close J, Sachdev P, *et al*. Strength measures are better than muscle mass measures in predicting health-related outcomes in older people: time to abandon the term sarcopenia? *Osteoporosis International*. 2017;**28**:59-70.
17. Scott D, Seibel M, Cumming R, Naganathan V, Blyth F, Le Couteur DG, *et al*. Sarcopenic Obesity and Its Temporal Associations With Changes in Bone Mineral Density, Incident Falls, and Fractures in Older Men: The Concord Health and Ageing in Men Project. *J Bone Miner Res*. 2017;**32**:575-583.
18. White AM, Tooth LR, Peeters GG. Fall risk factors in mid-age women: the Australian Longitudinal Study on Women's Health. *American journal of preventive medicine*. 2018;**54**:51-63.
19. Valderrama-Hinds LM, Al Snih S, Chen N-w, Rodriguez MA, Wong R. Falls in Mexican older adults aged 60 years and older. *Aging clinical and experimental research*. 2018;**30**:1345-1351.
20. Zhang N, Lu SF, Zhou Y, Zhang B, Copeland L, Gurwitz JH. Body Mass Index, Falls, and Hip Fractures Among Nursing Home Residents. *The Journals of Gerontology: Series A*. 2018;**73**:1403-1409.

21. Volpato S, Leveille SG, Blaum C, Fried LP, Guralnik JM. Risk factors for falls in older disabled women with diabetes: the women's health and aging study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2005;**60**:1539-1545.
22. Alamgir H, Wong NJ, Hu Y, Yu M, Marshall A, Yu S. Epidemiology of falls in older adults in Texas. *South Med J.* 2015;**108**:119-124.
23. Aljawadi MH, Khoja AT, Alhammad AM, AlOtaibi AD, Al-Shammari SA, Khoja TA. The prevalence of benzodiazepines utilization and its association with falls among Saudi older adults; results from the Saudi national survey for elderly Health (SNSEH). *Saudi Pharmaceutical Journal.* 2018.
24. Copes RM, Comim FV, Langer FW, Codevilla AA, Sartori GR, de Oliveira C, *et al.* Obesity and Fractures in Postmenopausal Women: A Primary-care Cross-Sectional Study at Santa Maria, Brazil. *J Clin Densitom.* 2015;**18**:165-171.
25. Costa AGdS, Costa FBC, Oliveira ARdS, Silva VMd, Araujo TLd. Ocorrência de quedas e índice de massa corporal em idosos. *Rev enferm UERJ.* 2013;**21**:508-514.
26. Frames CW, Soangra R, Lockhart TE, Lach J, Ha DS, Roberto KA, *et al.* Dynamical Properties of Postural Control in Obese Community-Dwelling Older Adults. *Sensors.* 2018;**18**.
27. Grundstrom AC, Guse CE, Layde PM. Risk factors for falls and fall-related injuries in adults 85 years of age and older. *Arch Gerontol Geriatr.* 2012;**54**:421-428.
28. Handrigan GA, Maltais N, Gagne M, Lamontagne P, Hamel D, Teasdale N, *et al.* Sex-specific association between obesity and self-reported falls and injuries among community-dwelling Canadians aged 65 years and older. *Osteoporos Int.* 2017;**28**:483-494.
29. Huo YR, Suriyaarachchi P, Gomez F, Curcio CL, Boersma D, Gunawardene P, *et al.* Phenotype of sarcopenic obesity in older individuals with a history of falling. *Arch Gerontol Geriatr.* 2016;**65**:255-259.
30. Kim H, Suzuki T, Yoshida H, Yoshida Y, Shimada H. Prevalence of geriatric syndrome and risk factors associated with obesity in community-dwelling elderly women. [Japanese]. *Japanese Journal of Geriatrics.* 2008;**45**:414-420.
31. Kim SY, Kim MS, Sim S, Park B, Choi HG. Association Between Obesity and Falls Among Korean Adults: A Population-Based Cross-Sectional Study. *Medicine (Baltimore).* 2016;**95**:e3130.

32. de Oliveira Máximo R, Santos JLF, Perracini MR, de Oliveira C, de Oliveira Duarte YA, da Silva Alexandre T. Abdominal obesity, dynapenia and dynapenic-abdominal obesity as factors associated with falls. *Brazilian journal of physical therapy*. 2018.
33. Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JC. Associations between obesity and overweight and fall risk, health status and quality of life in older people. *Aust N Z J Public Health*. 2014;**38**:13-18.
34. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, Safons MP, Lima RM. Association between obesity, risk of falls and fear of falling in older women. *Rev bras cineantropom desempenho hum*. 2017;**19**:450-458.
35. Rossi-Izquierdo M, Santos-Perez S, Faraldo-Garcia A, Vaamonde-Sanchez-Andrade I, Gayoso-Diz P, Del-Rio-Valeiras M, *et al*. Impact of obesity in elderly patients with postural instability. *Aging Clin Exp Res*. 2016;**28**:423-428.
36. Santos ACSd, Nobre MRC, Nussbacher A, Rodrigues GHdP, Gebara OCE, Azul S, *et al*. Predictors of the risk of falls among elderly with chronic atrial fibrillation. *Clinics*. 2012;**67**:305-311.
37. Siqueira FV, Facchini LA, Silveira DS, Piccini RX, Tomasi E, Thume E, *et al*. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. *Cad Saude Publica*. 2011;**27**:1819-1826.
38. Traldi LPZ, Santos JLF. A influência da massa corporal em idosos caidores e idosos não caidores. *Rev Kairós*. 2014;**17**:157-173.
39. Worapanwisit T, Prabpai S, Rosenberg E. Correlates of Falls among Community-Dwelling Elderly in Thailand. *Journal of Aging Research*. 2018.
40. Wu TY, Chie WC, Yang RS, Liu JP, Kuo KL, Wong WK, *et al*. Factors associated with falls among community-dwelling older people in Taiwan. *Ann Acad Med Singapore*. 2013;**42**:320-327.
41. Ylitalo KR, Karvonen-Gutierrez CA. Body mass index, falls, and injurious falls among U.S. adults: Findings from the 2014 Behavioral Risk Factor Surveillance System. *Prev Med*. 2016;**91**:217-223.

Material suplementar

Suplemento 1. Estratégias de busca.

MEDLINE (OvidSP) – 1.148 referências

1. exp obesity/ or exp body composition/ or exp adipose tissue/
2. body mass index/ or skinfold thickness/ or waist circumference/ or waist-hip ratio/ or waist-height ratio/
3. (obes* or adipos* or overweight or over weight or body mass ind*).tw.
4. 1 or 2 or 3
5. accidental falls/
6. (fall*1 or faller*1).tw.
7. 5 or 6
8. exp aged/
9. (ag?ing or senior*1 or elder* or old* or geriatric or postmenopausal).tw.
10. 8 or 9
11. 4 and 7 and 10
12. exp animals/ not humans/
13. 11 not 12
14. exp clinical trial/
15. 13 not 14
16. review.pt.
17. 15 not 16

Embase (OvidSP) – 2.505 referências

1. exp obesity/ or exp body composition/ or exp adipose tissue/
2. body mass/ or skinfold thickness/ or waist circumference/ or waist hip ratio/ or waist to height ratio/
3. (obes* or adipos* or overweight or over weight or body mass ind*).tw.
4. 1 or 2 or 3
5. falling/
6. (fall*1 or faller*1).tw.

7. 5 or 6
8. exp aged/
9. (ag?ing or senior*1 or elder* or old* or geriatric or postmenopausal).tw.
10. 8 or 9
11. 4 and 7 and 10
12. (exp animals/ or nonhuman/) not exp human/
13. 11 not 12
14. exp clinical trial/
15. 13 not 14
16. (review or editorial or letter).pt.
17. 15 not 16

CINAHL (Ebsco) – 455 referências

1. MH obesity+ OR MH body composition+ OR MH adipose tissue+
2. MH body mass index OR MH skinfold thickness OR MH waist circumference OR MH waist-hip ratio OR MH waist-height ratio
3. TI (obes* or adipos* or overweight or over weight or body mass ind*) OR AB (obes* or adipos* or overweight or over weight or body mass ind*)
4. S1 OR S2 OR S3
5. MH accidental falls
6. TI (fall# or faller#) OR AB (fall# or faller#)
7. S5 OR S6
8. MH Aged+
9. TI (ag#ing or senior* or elder* or old* or geriatric or postmenopausal) OR AB (ag#ing or senior* or elder* or old* or geriatric or postmenopausal)
10. S8 OR S9
11. S4 AND S7 AND S10
12. MH animals+ not MH humans
13. S11 NOT S12
14. MH Clinical Trials+
15. S13 not S14

16. PT review or PT systematic review

17. S15 not S16

PsycINFO (OvidSP) – 113 referências

1. obesity/ or body fat/ or body mass index/
2. (obes\$ or adipos\$ or overweight or over weight or body mass ind\$).tw.
3. 1 or 2
4. falls/
5. (fall\$1 or faller\$1).tw.
6. 4 or 5
7. exp aging/ or geriatrics/ or gerontology/
8. (ag?ing or senior\$1 or elder\$ or old\$ or geriatric or postmenopausal).tw.
9. 7 or 8
10. 3 and 6 and 9
11. exp animals/
12. 10 not 11
13. exp clinical trials/
14. 12 not 13
15. exp literature review/
16. 14 not 15

SPORTDiscus (Ebsco) – 103 referências

1. DE "OBESITY" OR DE "HUMAN body composition" OR DE "ADIPOSE tissues"
2. DE "BODY mass index" OR DE "SKINFOLD thickness" OR DE "WAIST-hip ratio"
3. TI (obes* or adipos* or overweight or over weight or body mass ind*) OR AB (obes* or adipos* or overweight or over weight or body mass ind*)
4. S1 OR S2 OR S3
5. DE "ACCIDENTAL falls"
6. TI (fall# or faller#) OR AB (fall# or faller#)
7. S5 OR S6

8. DE "AGING" OR DE "OLDER people" OR DE "OLDER people's injuries" OR DE "GERIATRICS"
9. TI (ag#ing or senior* or elder* or old* or geriatric or postmenopausal) OR AB (ag#ing or senior* or elder* or old* or geriatric or postmenopausal)
10. S8 OR S9
11. S4 AND S7 AND S10
12. TI controlled trial or clinical trial
13. S11 not S12
14. TI review
15. S13 not S14

LILACS (BVS) – 68 referências

1. (obes* OR adipos* OR overweight OR “over weight” OR “body mass index” OR “skinfold thickness” OR “waist circumference” OR “waist-hip ratio” OR “waist-height ratio” OR "body composition") AND (fall OR falls OR faller OR fallers) AND (ageing OR aging OR senior* OR elder* OR old* OR geriatric OR postmenopausal)

Web of Science – 3.418 referências

1. TS=(obes* or adipos* or overweight or “over weight” or “body mass index” or “skinfold thickness” or “waist circumference” or “waist-hip ratio” or “waist-height ratio” or "body composition")
2. TS=(fall or faller)
3. TS=(aging or senior or elder* or old* or geriatric or postmenopausal)
4. #1 and #2 and #3
5. TI=("controlled trial" OR "clinical trial")
6. #4 NOT #5
7. TI=review
8. #6 not #7

Suplemento 2. Resumo das características dos estudos incluídos.

Estudos de coorte

Autor, ano	País	Participantes	Grupo Exposto	Grupo controle	Desfechos
Cho et al. 2018	Estados Unidos	GE: n= 1.302 GC: n= 837 GE: n= 2.184 GC: n= 1.152 Idade: ≥ 65 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ² CC > 102 cm (H) or > 88 cm (M)	IMC < 25 kg/m ² CC ≤ 102 cm (H) or ≤ 88 cm (M)	Número de quedas, ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas que necessitaram de atenção médica nos últimos 24 meses
Follis et al. 2018	Estados Unidos	GE: n= 2.038 M GC: n= 1.629 M Idade: 65-79 anos Indivíduos não-sarcopênicos de centros clínicos	%G ≥ 42%	%G < 42%	Ocorrência de quedas múltiplas avaliadas anualmente durante sete anos
Gale et al. 2016	Inglaterra	GE: n= 531 H, 757 M GC: n= 442 H, 695 M Idade: ≥ 60 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC < 25 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 24 meses
Himes et al. 2012	Estados Unidos	n= 9.589 Idade: ≥ 65 anos Comunidade em geral	GE1- IMC 30 - 34,9 kg/m ² GE2- IMC 35 - 39,9 kg/m ² GE3- IMC ≥ 40 kg/m ²	IMC 18,5 - 29,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas que necessitaram de atenção médica nos últimos 24 meses
Hooker et al. 2017	Estados Unidos	GE1 (65-69 anos): n= 368 H GE1 (70-74 anos): n= 323 H GE1 (75-79 anos): n= 202 H GE1 (≥80 anos): n= 119 H GE2 (65-69 anos): n= 98 H GE2 (70-74 anos): n= 74 H GE2 (75-79 anos): n= 43 H GE2 (≥80 anos): n= 17 H GC (65-69 anos): n= 383 H GC (70-74 anos): n= 438 H GC (75-79 anos): n= 387 H GC (≥80 anos): n= 383 H	GE1- IMC 30 - 34,9 kg/m ² GE2- IMC ≥ 35 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Número de quedas avaliadas três vezes ao ano durante cinco anos

		Indivíduos de centros clínicos			
Menant et al. 2017	Austrália	GE: n= 56 sarcopênicos, 222 não-sarcopênicos GC: n= 1 sarcopênicos, 140 não-sarcopênicos	%G > 28% (H) ou > 35% (M)	%G ≤ 28% (H) ou ≤ 35% (M)	Ocorrência de quedas avaliadas mensalmente durante 12 meses
		GE: n= 38 sarcopênicos, 171 não-sarcopênicos GC: n= 46 sarcopênicos, 164 não-sarcopênicos	CC > 102 cm (H) ou > 88 cm (M)	CC ≤ 102 cm (H) ou ≤ 88 cm (M)	
		Idade: 74-94 anos Comunidade em geral			
Scott et al. 2017	Austrália	GE: n= 531 H GC: n= 718 H Média de idade (DP): 76,6 (5,3) anos Não-sarcopênicos da comunidade	%G ≥ 30%	%G < 30%	Número de quedas avaliadas três vezes ao ano durante 24 meses
Valderrama-Hinds et al. 2018	México	GE: n= 937 GC: n= 1.622 Idade: ≥ 60 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 24 meses
Volpato et al. 2005	Estados Unidos	GE: n= 64 M GC: n= 23 M Idade: ≥ 65 anos Diabéticos da comunidade	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC < 25 kg/m ²	Ocorrência de quedas múltiplas avaliadas semestralmente durante três anos
White et al. 2018	Austrália	GE: n= 1.608 M GC: n= 2.170 M Média de idade (SD): 61,5 (1,5) anos Indivíduos do banco de dados do Medicare	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC < 25 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses
Zhang et al. 2018	Estados Unidos	EG1: n= 177.119 EG2: n= 145.488 GC: n= 1.044.306 Média de idade (DP): 78,1 (13,7) anos	GE1- IMC 30 - 34,9kg/m ² GE2- IMC ≥ 35 kg/m ²	IMC 18,5 - 29,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas no último mês, e ocorrência de quedas resultando em fratura de quadril nos últimos três meses

Recém admitidos em lares
de idosos do banco de dados
do Medicare

Estudos transversais

Autor, ano	País	Participantes	Grupo Exposto	Grupo controle	Desfechos
Alamgir et al. 2015	Estados Unidos	GE: n= 1.498 GC: n= 2.095 Idade: ≥ 65 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas que resultaram em lesões nos últimos três meses
Aljawadi et al. 2018	Arábia Saudita	GE: n= 943 GC: n= 836 Idade: ≥ 60 anos Comunidade em geral	IMC > 30 kg/m ²	IMC 18,5 - 25,0 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses
Copês et al. 2015	Brasil	GE: n= 385 GC: n= 588 Idade: ≥ 55 anos Indivíduos da atenção primária	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC < 30 kg/m ²	Ocorrência de quedas únicas, e ocorrência de quedas múltiplas nos últimos 12 meses
Costa et al. 2013	Brasil	GE: n= 5 AVC, 3 gerais GC: n= 11 AVC, 12 gerais Idade: ≥ 60 anos Comunidade	IMC 30 - 34,9 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos seis meses
Frames et al. 2018	Estados Unidos	GE: n= 30 GC: n= 34 Idade: ≥ 65 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC 19 - 25 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses
Grundstrom et al. 2012	Estados Unidos	GE: n= 1.225 GC: n= 9.534 Idade: ≥ 85 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC 20 – 29,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas que resultaram em lesões nos últimos três meses
Handrigan et al. 2017	Canadá	GE: n= 1.109 H, 1.618 M GC: n= 2.460 H, 4.043 M Idade: ≥ 65 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas que necessitaram de atenção médica nos últimos 12 meses
Huo et al. 2016	Austrália	GE: n= 96 sarcopênicos, 109 não-sarcopênicos	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC < 30 kg/m ²	Número de quedas nos últimos seis meses

		GC: n= 284 sarcopênicos, 191 não-sarcopênicos Média de idade (DP): 79 (9) anos Indivíduos de um hospital			
Kim et al. 2008	Japão	EG1: n= 275 M EG2: n= 335 M GC: n= 315 M Idade: ≥ 65 anos Comunidade em geral	GE1- %G 30 - 34,9% GE2- %G $\geq 35\%$	%G < 30%	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses
Kim et al. 2016	Coréia	GE: n= 898 GC: n= 41.642 Idade: ≥ 61 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 25 kg/m ²	IMC 18,5 - 23 kg/m ²	Ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas múltiplas nos últimos 12 meses
Máximo et al. 2018	Brasil	GE: n= 434 GC: n= 396 Idade: ≥ 60 anos Não-dinapênicos da comunidade	CC > 102 cm (H) ou > 88 cm (M)	CC ≤ 102 cm (H) ou ≤ 88 cm (M)	Ocorrência de quedas únicas, e ocorrência de quedas múltiplas nos últimos 12 meses
Mitchell et al. 2014	Austrália	n= 5.681 Idade: ≥ 65 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas, quedas múltiplas, quedas que resultaram em lesões, e quedas que necessitaram de atenção médica nos últimos 12 meses
Neri et al. 2017	Brasil	GE: n= 69 M GC: n= 67 M Idade: 60-80 anos Comunidade em geral	IMC > 30 kg/m ²	IMC ≤ 25 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses
Rossi-Izquierdo et al. 2016	Espanha	GE: n= 69 GC: n= 66 Idade: ≥ 65 anos Indivíduos com instabilidade postural de um hospital	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC < 30 kg/m ²	Ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas que necessitaram de atenção médica nos últimos 12 meses
Santos et al. 2012	Brasil	GE: n= 33 GC: n= 29 Média de idade (DP): 77.9 (6.4) anos Indivíduos com fibrilação atrial crônica de um hospital	IMC ≥ 30 kg/m ²	IMC < 30 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses
Siqueira et al. 2011	Brasil	GE: n= 1.077 GC: n= 2.089	IMC > 30 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses

		Idade: ≥ 60 anos Comunidade em geral			
Traldi et al. 2014	Brasil	GE: n= 20 GC: n= 46 Idade: ≥ 60 anos Comunidade em geral	IMC > 30 kg/m ²	IMC 23 - 28 kg/m ²	Ocorrência de quedas desde os 60 anos de idade
Worapanwisit et al. 2018	Tailândia	GE: n= 65 GC: n= 146 Idade: 60-69 anos Comunidade em geral	IMC ≥ 28 kg/m ²	IMC 17,5 - 22,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas desde os 60 anos de idade
		n= 671	IMC ≥ 28 kg/m ²	IMC 18,5 - 24 kg/m ²	
Wu et al. 2013	Taiwan	GE: n= 262 GC: n= 409	CC ≥ 90 cm (H) ou ≥ 80 cm (M)	CC < 90 cm (H) ou < 80 cm (M)	Ocorrência de quedas nos últimos 12 meses
		Idade: ≥ 55 anos Indivíduos de um hospital			
Ylitalo et al. 2016	Estados Unidos	n= 280.035 Idade: 65-79 anos Comunidade em geral	GE1- IMC 30 - 34,9 kg/m ² GE2- IMC ≥ 35 kg/m ²	IMC 18,5 - 24,9 kg/m ²	Ocorrência de quedas, e ocorrência de quedas que resultaram em lesões nos últimos 12 meses

GE: grupo exposto; GC: grupo controle; M: Mulheres; H: Homens; DP: desvio padrão; IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; %G: gordura corporal.

Suplemento 3. Ocorrência de desfechos relacionados a quedas de acordo com o status de obesidade.*Estudos de coorte*

Autor, Ano		Grupo Exposto	Grupo Controle
Cho et al. 2018	IMC	Quedas, média (IC 95%): 1,21 (0,99-1,42) Quedas: 36,5% Quedas que necessitam de atenção médica: 10,1%	Quedas, média (IC 95%): 0,98 (0,81-1,14) Quedas: 35,5% Quedas que necessitam de atenção médica: 13,6%
	CC	Quedas, média (IC 95%): 1,15 (0,99-1,31) Quedas: 37,4% Quedas que necessitam de atenção médica: 11,7%	Quedas, média (IC 95%): 0,89 (0,76-1,03) Quedas: 31,3% Quedas que necessitam de atenção médica: 11,5%
Follis et al. 2018		Quedas múltiplas: 27,6%	Quedas múltiplas: 24,0%
Gale et al. 2016		Quedas: H= 28,5%; M= 34,6%	Quedas: H= 24,9%; M= 25,4%
Hooker et al. 2017		Quedas por pessoa-ano: GE1 (65-69 anos)= 0,64 (0,60-0,68) GE1 (70-74 anos)= 0,73 (0,69-0,77) GE1 (75-79 anos)= 0,90 (0,84-0,96) GE1 (≥80 anos)= 1,02 (0,94-1,11) GE2 (65-69 anos)= 0,69 (0,62-0,77) GE2 (70-74 anos)= 0,84 (0,75-0,94) GE2 (75-79 anos)= 0,96 (0,83-1,10) GE2 (≥80 anos)= 1,47 (1,22-1,76)	Quedas por pessoa-ano: 65-69 anos= 0,44 (0,41-0,47) 70-74 anos= 0,54 (0,51-0,57) 75-79 anos= 0,62 (0,58-0,66) ≥80 anos= 1,07 (1,02-1,12)
Menant et al. 2017	%G	Quedas: sarcopênicos= 41%; não-sarcopênicos= 46%	Quedas: sarcopênicos= 100%; não-sarcopênicos= 49%
	CC	Quedas: sarcopênicos= 61%; não-sarcopênicos= 40%	Quedas: sarcopênicos= 50%; não-sarcopênicos= 48%
Scott et al. 2017		Quedas, média (DP): 0,5 (0,9)	Quedas, média (DP): 0,4 (0,7)
Valderrama-Hinds et al. 2018		Quedas: 40,7%	Quedas: 37,5%
Zhang et al. 2018		Quedas: GE1= 49,1%; GE2= 43,1% Quedas que resultam em fratura de quadril: GE1= 1,5%; GE2= 1,1%	Quedas: 53,1% Quedas que resultam em fratura de quadril: 2,5%

Estudos transversais

Autor, Ano	Grupo Exposto	Grupo Controle
Alamgir et al. 2015	Quedas: 21,1% Quedas que resultam em lesões: 6,9%	Quedas: 16,8% Quedas que resultam em lesões: 6,0%
Aljawadi et al. 2018	Quedas: 10,8%	Quedas: 15,4%
Copês et al. 2015	Quedas únicas: 15,8% Quedas múltiplas: 35,7%	Quedas únicas: 18,7% Quedas múltiplas: 31,1%
Costa et al. 2013	Quedas: AVC= 60,0%; Geral= 33,3%	Quedas: AVC= 45,5%; geral= 58,3%
Frames et al. 2018	Quedas: 26,7%	Quedas: 41,2%
Grundstrom et al. 2012	Quedas: 25,5% Quedas que resultam em lesões: 7,3%	Quedas: 21,5% Quedas que resultam em lesões: 7,2%
Handrigan et al. 2017	Quedas: H= 21,2% (17,7-24,7); M= 23,8% (20,4-27,2) Quedas que necessitam de atenção médica: H= 5,9% (3,8-8,7); M= 6,3% (4,8-8,1)	Quedas: H= 16,3% (14,4-18,2); M= 21,6% (19,6-23,6) Quedas que necessitam de atenção médica: H= 4,1% (3,1-5,2); M= 7,4% (6,2-8,5)
Huo et al. 2016	Quedas, média (DP): sarcopênicos= 4,43 (0,82); não-sarcopênicos= 2,75 (3,37)	Falls, média (DP): sarcopênicos= 4,2 (1,1); não-sarcopênicos= 3,24 (1,18)
Kim et al. 2008	Quedas: EG1= 23,6% EG2= 20,0%	Quedas: 18,7%
Máximo et al. 2018	Quedas únicas: 18,8% Quedas múltiplas: 13,2%	Quedas únicas: 11,8% Quedas múltiplas: 8,1%
Mitchell et al. 2014	Quedas: 30,1% Quedas múltiplas: 45,0% dos que caíram Quedas que resultam em lesões: 63,9% dos que caíram Quedas que necessitam de atenção médica: 24,2% dos que caíram	Quedas: 23,0% Quedas múltiplas: 34,2% dos que caíram Quedas que resultam em lesões: 65,4% dos que caíram Quedas que necessitam de atenção médica: 20,4% dos que caíram
Neri et al. 2017	Quedas: 44,9%	Quedas: 29,9%
Rossi-Izquierdo et al. 2016	Quedas: 81,2% Quedas que necessitam de atenção médica: 23,2%	Quedas: 60,6% Quedas que necessitam de atenção médica: 19,7%
Santos et al. 2012	Quedas: 48,5%	Quedas: 52,7%

Siqueira et al. 2011		Quedas: 31,6%	Quedas: 26,4%
Traldi et al. 2014		Quedas: 17,0%	Quedas: 45,3%
Worapanwisit et al. 2018		Quedas: 38,5%	Quedas: 21,2%
Wu et al. 2013	IMC	Quedas: 21,4%	Quedas: 20,2%
	CC	Quedas: 25,6%	Quedas: 18,1%

IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; %G: gordura corporal; GE: grupo exposto; H: Homens; M: Mulheres; IC: intervalo de confiança; DP: desvio padrão.

Suplemento 4. Associação entre obesidade e desfechos relacionados a quedas.*Estudos de coorte*

Autor, ano	Risco não-ajustado (IC 95%)	Risco Ajustado (IC 95%)	Covariáveis
Cho et al. 2018	I M C	IRR quedas: 0,94 (0,82-1,08) OR quedas: 0,79 (0,56-1,12) OR quedas que necessitam de atenção médica: 0,56 (0,35-0,91)	Sexo, idade, raça, autoavaliação da saúde, inchaço nos pés, comprometimento do equilíbrio, comprometimento da visão, tontura persistente, artrite, osteoporose, uso de medicamentos cardiovasculares, medicação pulmonar, insulina, medicação psiquiátrica, medicação para dormir e nível de atividade física.
	C C	IRR quedas: 1,15 (1,03-1,29) OR quedas: 1,37 (1,01-1,85) OR quedas que necessitam de atenção médica: 1,02 (0,67-1,54)	
Follis et al. 2018	RR quedas múltiplas: 1,16 (1,03-1,30)	RR quedas múltiplas: 1,16 (1,03-1,30)	Raça, ingestão de álcool, tabagismo, uso de hormônios e atividade física.
Gale et al. 2016	OR quedas: H= 1,09 (0,82-1,47); M= 1,53 (1,22-1,92)	-	-
Himes et al. 2012	-	OR quedas: GE1= 1,12 (1,01-1,24); GE2= 1,26 (1,05-1,51); GE3= 1,50 (1,21-1,86) OR quedas que necessitam de atenção médica: GE1= 0,85 (0,71-1,00); GE2= 0,86 (0,65-1,15); GE3= 0,62 (0,44-0,87)	Sexo feminino, idade, raça branca, dor, tontura, problema de visão, diabetes mellitus, AVC, artrite e limitação funcional dos membros inferiores.
Hooker et al. 2017		RR quedas: GE1 (65-69 anos)= 1,78 (1,36-2,33) GE1 (70-74 anos)= 1,24 (0,96-1,61) GE1 (75-79 anos)= 1,43 (1,06-1,94) GE1 (≥80 anos)= 0,86 (0,60-1,23) GE2 (65-69 anos)= 1,92 (1,28-2,89) GE2 (70-74 anos)= 1,69 (1,10-2,61) GE2 (75-79 anos)= 1,88 (1,09-3,23) GE2 (≥80 anos)= 1,45 (0,65-3,27)	Local do estudo.
Scott et al. 2017	IRR quedas: 1,33 (1,08-1,64)	IRR quedas: 1,30 (1,04-1,62)	Idade, renda, morar sozinho, número de comorbidades, uso de medicamentos psicotrópicos, 25OHD, tabagismo e atividade física.

Valderrama-Hinds et al. 2018	-	OR quedas: 1,14 (1,01-1,30)	Ano do estudo (tempo), gênero, escolaridade, e alterações de covariáveis ao longo do período de acompanhamento (estado civil, IMC, comorbidades, dor, problemas de visão, sintomas depressivos, vertigem, incontinência urinária, dependência em atividade de vida diária, limitações funcionais dos membros inferiores e atividade física).
Volpato et al. 2005	-	OR quedas múltiplas: 2,03 (0,73-5,65)	Idade, osteoartrite de joelho, AVC, dor nos membros inferiores, insulinoaterapia e desempenho físico.
White et al. 2018	OR quedas: 1,58 (1,37-1,82)	OR quedas: 1,19 (1,01-1,42)	Estado geral de saúde autorreferida, diabetes, doença cardíaca, hipertensão, distúrbio respiratório, osteoporose, dor no peito, dores de cabeça, cansaço intenso, dor articular, dor nas costas, ardência ao urinar, vazamento de urina, problemas de visão e audição, comprometimento da memória, status da menopausa, depressão, polifarmácia, funcionalidade, dependência em atividades de vida diária e atividade física.
Zhang et al. 2018	-	OR quedas: GE1= 0,94 (0,91-0,93); EG2= 0,84 (0,83-0,85) OR Quedas que resultam em fratura de quadril: GE1= 0,65 (0,63-0,68); EG2= 0,62 (0,57-0,63)	Sexo, idade, raça, estado civil, características das instalações do lar de idosos, doença cardiovascular, doença pulmonar obstrutiva crônica, AVC, doença de Alzheimer, demência, depressão, insuficiência renal, diabetes, deficiência visual, histórico de fratura de quadril, comprometimento cognitivo moderado a grave, uso de antipsicótico, ansiolítico, antidepressivo ou hipnótico, internação hospitalar, dependência nas atividades da vida diária e comprometimento da mobilidade.

Estudos transversais

Autor, ano	Risco não-ajustado (IC 95%)	Risco Ajustado (IC 95%)	Covariáveis
Alamgir et al. 2015	RR quedas: 1,22 (0,78-1,92) RR quedas que resultam em lesões: 1,11 (0,68-1,83)	RR quedas: 1,14 (0,72-1,81) RR quedas que resultam em lesões: 1,03 (0,61-1,76)	Sexo, idade, raça, estado civil, escolaridade, emprego, renda familiar, residência ao longo da fronteira entre Estados Unidos e México, estado geral de saúde, diabetes mellitus, doenças cardiovasculares e atividades físicas.
Aljawadi et al. 2018	-	RR quedas: 0,92 (0,71-1,20)	Sem descrição.

Handrigan et al. 2017	<p>OR quedas: H= 1,38 (1,09-1,75); M= 1,13 (0,91-1,41)</p> <p>OR quedas que necessitam de atenção médica: H= 1,60 (0,98-2,65); M= 0,95 (0,68-1,33)</p>	<p>OR quedas: H= 1,33 (1,04-1,70)^a; M= 0,99 (0,79-1,25)^b</p> <p>OR quedas que necessitam de atenção médica: H= 1,10 (0,66-1,84)^c; M= 0,71 (0,51-1,00)^d</p>	<p>a- Idade, estado civil, escolaridade, área geográfica, condição de vida, artrite, AVC, catarata, glaucoma, transtorno de humor, risco nutricional, número de medicações diárias, ingestão de vitamina D.</p> <p>b- Idade, artrite, osteoporose, diabetes, doenças cardíacas, AVC, incontinência urinária, distúrbio intestinal, catarata, transtorno de humor, risco nutricional, consulta com médicos de família, número de medicamentos diários, ingestão de cálcio e vitamina D, consumo de álcool, nível de atividade física.</p> <p>c- Idade, tipo de moradia, área geográfica, risco nutricional, número de medicações diárias, AVC e transtorno do humor.</p> <p>d- Idade, escolaridade, tipo de moradia, artrite, câncer, hipertensão, glaucoma, risco nutricional, consulta com médicos de família, número de medicações diárias e nível de atividade física.</p>
Kim et al. 2016	-	<p>OR quedas: 1,10 (1,02-1,18)</p> <p>OR quedas múltiplas: 1,12 (1,00-1,26)</p>	Sexo, idade, renda, escolaridade, diabetes, acidente vascular cerebral, angina ou infarto do miocárdio, artrite, horas de sono, nível de estresse, consumo de álcool, tabagismo, exercício físico vigoroso, e exercício físico moderado.
Máximo et al. 2018	-	<p>RR quedas únicas: 1,90 (1,02-3,55)</p> <p>RR quedas múltiplas: 0,92 (0,46-1,85)</p>	Sexo, idade, casa de andar, índice de massa corporal, diabetes, doenças articulares, tontura / vertigem, sintomas depressivos, estado funcional e polifarmácia.
Mitchell et al. 2014	<p>RR quedas: 1,31 (1,14-1,50)</p> <p>RR quedas múltiplas: 1,32 (1,08-1,60)</p> <p>RR quedas que resultam em lesões: 0,98 (0,87-1,10)</p> <p>RR quedas que necessitam de atenção médica: 1,17 (0,87-1,57)</p>	-	-
Wu et al. 2013	<p>I M C</p> <p>OR quedas: 1,02 (0,61-1,71)</p>	OR quedas: 0,53 (0,27-1,03)	Sexo feminino, funcionário público, hipertensão arterial, baixo peso corporal, perda de mais de 3 cm de estatura após os 40 anos de idade, fragilidade, depressão, polifarmácia, uso de medicamentos cardiovasculares, hiperglicemia preprandial, consumo de álcool, exercício físico regular e andar de moto ou dirigir um carro.
	<p>C C</p> <p>OR quedas: 1,56 (1,07-2,26)</p>	OR quedas: 1,67 (1,02-2,72)	

Ylitalo et al. 2016	RR quedas:	RR quedas:	Raça, estado civil, escolaridade, casa própria, doença pulmonar obstrutiva crônica, câncer, consumo de álcool e tabagismo.
	GE1= H= 1,22 (1,11-1,34); M= 1,28 (1,19-1,37)	GE1= H= 1,21 (1,10-1,34); M= 1,29 (1,20-1,39)	
	GE2= H= 1,56 (1,40-1,74); M= 1,50 (1,39-1,63)	GE2= H= 1,53 (1,37-1,70); M= 1,52 (1,40-1,65)	
	RR quedas que resultam em lesões:	RR quedas que resultam em lesões:	
	GE1= H= 1,18 (0,98-1,43); M= 1,21 (1,05-1,40)	GE1= H= 1,18 (0,97-1,44); M= 1,22 (1,06-1,40)	
	GE2= H= 1,47 (1,20-1,82); M= 1,53 (1,32-1,78)	GE2= H= 1,43 (1,15-1,77); M= 1,50 (1,29-1,73)	

IMC: índice de massa corporal; CC: circunferência de cintura; GE: grupo exposto; H: Homens; M: Mulheres; IC: intervalo de confiança; RR: risco relativo; OR: odds ratio; IRR: taxa de incidência.

Suplemento 5. Qualidade metodológica dos estudos incluídos.*Estudos de coorte*

Estudo	Critério de qualidade									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Cho et al. 2018	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
Follis et al. 2018	0	1	1	1	1	0	0	1	1	6
Gale et al. 2016	1	1	1	1	1	0	0	1	0	6
Himes et al. 2012	1	1	0	1	1	0	*	1	1	6
Hooker et al. 2017	0	1	1	1	1	1	1	1	1	8
Menant et al. 2017	1	1	1	1	1	1	0	*	*	6
Scott et al. 2017	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7
Valderrama-Hinds et al. 2018	1	1	0	1	1	0	0	1	1	6
Volpato et al. 2005	1	0	1	1	1	0	*	1	1	6
White et al. 2018	1	1	0	1	1	0	*	1	1	6
Zhang et al. 2018	1	1	1	1	1	1	0	1	1	8

Estudos transversais

Estudo	Critério de qualidade									Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Alamgir et al. 2015	1	1	0	1	0	0	0	1	1	5
Aljawadi et al. 2018	1	1	0	1	1	0	0	1	1	6
Copês et al. 2015	0	1	1	1	0	1	0	*	*	4
Costa et al. 2013	0	0	1	1	0	0	0	*	*	2
Frames et al. 2018	0	0	1	1	0	0	0	*	*	2
Grundstrom et al. 2012	1	1	0	1	1	0	0	*	*	4
Handrigan et al. 2017	1	1	0	1	1	0	1	1	1	7
Huo et al. 2016	0	1	1	1	1	1	1	*	*	6
Kim et al. 2008	1	1	1	1	1	1	0	*	*	6
Kim et al. 2016	1	1	0	1	1	0	*	1	1	6
Máximo et al. 2018	1	1	1	1	1	0	0	1	1	7
Mitchell et al. 2014	1	1	0	1	1	1	0	1	1	7
Neri et al. 2017	0	1	1	1	1	1	0	*	*	5
Rossi-Izquierdo et al. 2016	0	1	1	1	1	1	0	*	*	5
Santos et al. 2012	0	0	0	0	0	0	0	*	*	0
Siqueira et al. 2011	1	1	0	1	1	0	0	*	*	4
Traldi et al. 2014	0	0	1	1	0	0	0	*	*	2
Worapanwisit et al. 2018	1	1	0	1	0	0	0	*	*	3
Wu et al. 2013	0	1	1	1	1	0	0	1	1	6
Ylitalo et al. 2016	1	1	0	1	1	0	*	1	1	6

CAPÍTULO 3

Associação entre medidas de adiposidade corporal, equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas em mulheres idosas: um estudo transversal

Esse capítulo foi publicado como:

Neri SGR, Gadelha AB, de David AC, Ferreira AP, Safons MP, Tiedemann A, Lima RM. The association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and fall risk in older community-dwelling women. *J Geriatr Phys Ther.* 2019;42(3):E94-E10.

3.1 OBJETIVO

Investigar a associação entre medidas de adiposidade corporal, equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas em mulheres idosas.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Delineamento e participantes

Esse estudo de transversal foi conduzido entre julho de 2015 e junho de 2016 e incluiu mulheres com idades entre 60 e 85 anos residentes na comunidade. Inicialmente, 500 participantes em potencial foram contatadas através de *e-marketing*, ligações telefônicas, e visitas a grupos sociais da comunidade local do Distrito Federal. As participantes interessadas preencheram um questionário para verificar seu histórico médico e elegibilidade; os critérios de exclusão incluíram distúrbios musculoesqueléticos e neurológicos, vestibulopatia, diabetes, câncer e condição pós-operatória de até 6 meses. Adicionalmente, o Mini Exame do Estado Mental e o Índice de Katz foram utilizados para rastrear comprometimento cognitivo (1) e dependência funcional (2), respectivamente. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, 147 participantes foram incluídas nas análises. Todas as participantes assinaram o Termo de consentimento Livre e Esclarecido, e o protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (protocolo 1.223.636).

3.2.2 Avaliações

3.2.2.1 Adiposidade corporal

Foram adotados procedimentos padrão para mensurar a estatura, utilizando um estadiômetro de parede com precisão de 0,1 cm (WCS / CARDIOMED, Curitiba, Brasil), e a massa corporal,

utilizando uma balança médica de precisão 0,1 kg (modelo E150-INAN Filizola, São Paulo, Brasil) (Figura 1). A circunferência de cintura foi avaliada no nível do umbigo e circunferência do quadril no nível da extensão máxima das nádegas utilizando uma fita antropométrica (Sanny®, São Paulo, Brasil). O índice de massa corporal foi calculado dividindo a massa corporal pelo quadrado da estatura (kg/m^2) e o índice de adiposidade corporal foi calculado como $[(\text{hip circumference})/((\text{height})^{1.5}) - 18]$.

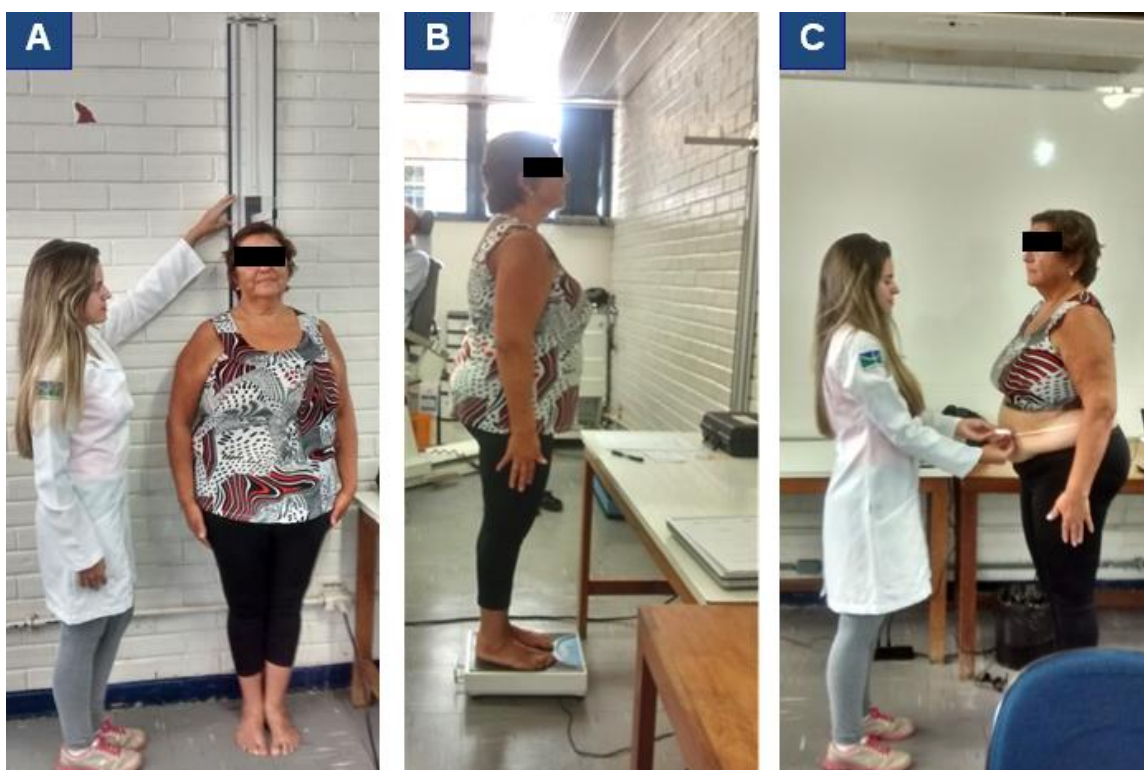


Figura 1. Registro fotográfico de uma voluntária durante a avaliação antropométrica. A) Mensuração da estatura. B) Mensuração da massa corporal. C) Mensuração da circunferência de cintura.

A composição corporal foi avaliada por meio da absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA, General Electric-GE modelo 8548 BX1L, 2005, tipo lunar DPX, software Encore 2010, Rommelsdorf, Alemanha), seguindo procedimentos padronizados (3) (Figura 2). Em suma, as participantes posicionaram-se em supino na mesa do DEXA com o corpo centralizado. O software

forneceu medidas de massa gorda e massa livre de gordura para todo o corpo e para regiões específicas. Em nota, os coeficientes de variação observados em nosso laboratório foram de 0,9% e 1,9% para massa gorda e massa livre de gordura, respectivamente. Para esse estudo, as variáveis analisadas foram os percentuais de gordura corporal total, androide e ginoide.

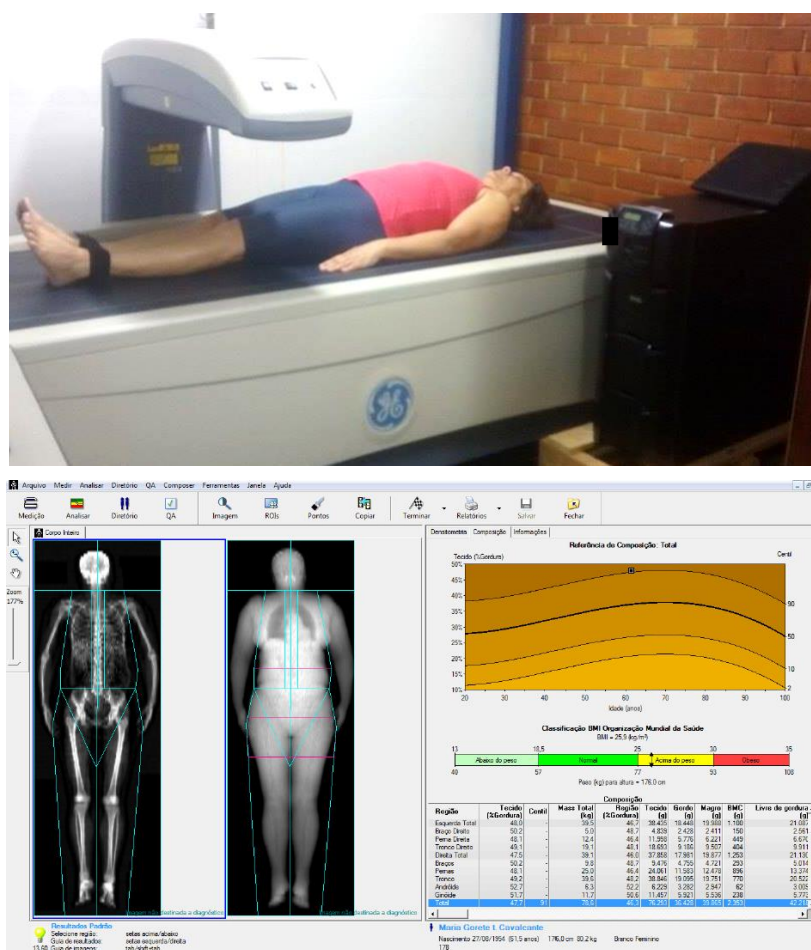


Figura 2. Registro fotográfico de uma voluntária durante a avaliação do DEXA. Abaixo, saída gráfica da composição corporal da voluntária avaliada.

3.2.2.2 Equilíbrio postural

O equilíbrio postural foi avaliado em uma plataforma de força AMTI (AccuSway Plus, Watertown, Estados Unidos) (Figura 3). Os sinais da plataforma de força foram coletados a uma frequência de

amostragem de 100 Hz e os dados foram filtrados a um filtro passa-baixas de 10 Hz. O software AMTI Balance Clinic foi utilizado para o registro do sinal.

O equilíbrio postural foi estudado em quatro condições experimentais: pés a 10 cm de distância/ olhos abertos, pés a 10 cm de distância/ olhos fechados, pés juntos/ olhos abertos, e pés juntos/ olhos fechados. Para padronizar a posição da participante, a plataforma de força foi marcada com fita adesiva para indicar o posicionamento desejado dos pés. As participantes foram instruídas a permanecer descalças por 30 segundos na plataforma de força, com os braços relaxados e com o mínimo balanço do corpo. A visão deveria permanecer fixa em uma marca na parede, posicionada a 2 metros da plataforma e a 1,5 metro acima do nível do solo, e a respiração deveria ser normal. Foram realizadas três medidas para cada condição, apresentadas aleatoriamente para minimizar os efeitos de fadiga e aprendizado, sendo que os valores médios foram utilizados para as análises. As condições ambientais foram mantidas constantes, sem distúrbios visuais ou auditivos.

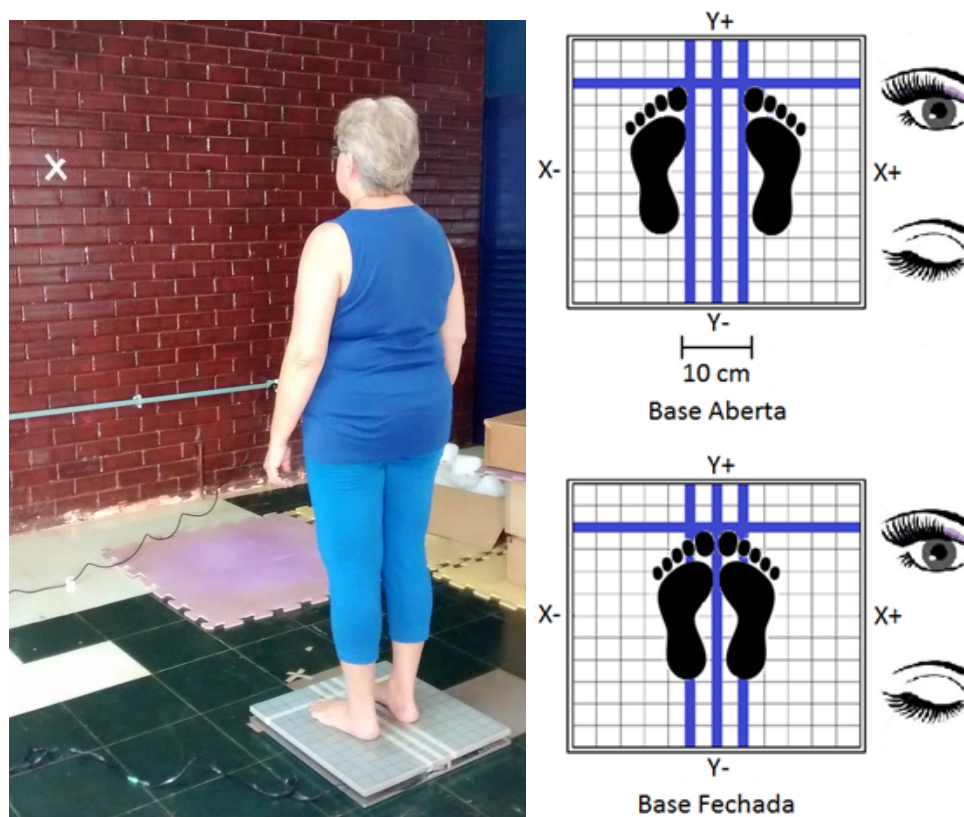


Figura 3. Registro fotográfico de uma voluntária durante a avaliação da estabilidade postural. À direita, representação esquemática das condições experimentais testadas.

Para quantificar o equilíbrio postural, foram registradas a velocidade média, e o deslocamento anteroposterior e mediolateral do centro de pressão (4). A velocidade média corresponde ao deslocamento durante o período de amostragem. É uma medida sensível e válida do equilíbrio postural, com maior velocidade indicando um indivíduo menos estável. A amplitude do deslocamento representa a diferença entre os valores máximo e mínimo da oscilação do centro de pressão ao longo dos eixos anteroposterior e mediolateral e ajuda a entender os mecanismos subjacentes ao controle postural (Figura 4).

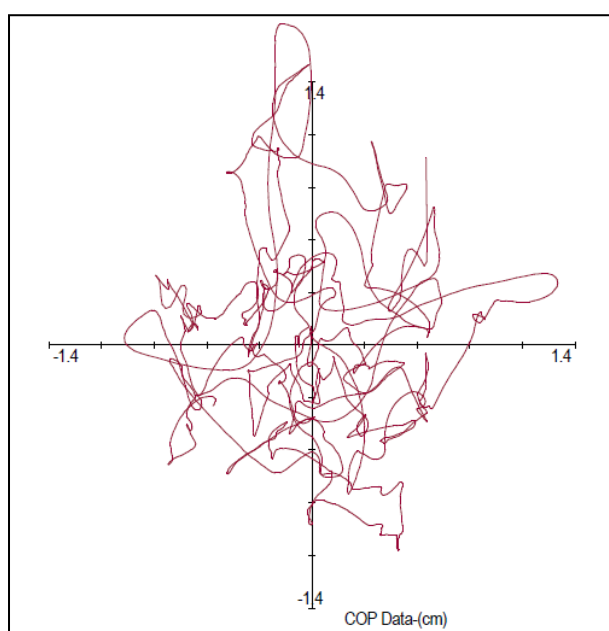


Figura 4. Saída gráfica da oscilação do centro de pressão no *software* AMTI *Balance Clinic*. O registro ilustra a oscilação do centro de pressão de uma voluntária durante a condição experimental executada com pés juntos e olhos fechados.

3.2.2.3 Medo de cair

O medo de cair foi avaliado por meio da Escala de Eficácia das Quedas - Internacional (5) (Figura 5). Essa escala avalia a preocupação da participante com a possibilidade de cair durante a realização de 16 atividades comum à vida diária, como tomar banho, limpar a casa e preparar

refeições simples. Cada atividade é pontuada de 1 a 4 pontos, fornecendo uma pontuação total que varia entre 16 (ausência de preocupação) e 64 (preocupação extrema).

Escala de eficácia de quedas – Internacional – Brasil (FES-I-Brasil)				
Agora nós gostaríamos de fazer algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você normalmente faz a atividade. Se você atualmente não faz a atividade (por ex. alguém vai às compras para você), responda de maneira a mostrar como você se sentiria em relação a quedas se você tivesse que fazer essa atividade. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o quadradinho que mais se aproxima de sua opinião sobre o quão preocupado você fica com a possibilidade de cair, se você fizesse esta atividade.				
	Nem um pouco preocupado	Um pouco preocupado	Muito preocupado	Extremamente preocupado
	1	2	3	4
1. Limpando a casa (ex: passar pano, aspirar ou tirar a poeira)	1	2	3	4
2. Vestindo ou tirando a roupa	1	2	3	4
3. Preparando refeições simples	1	2	3	4
4. Tomando banho	1	2	3	4
5. Indo às compras	1	2	3	4
6. Sentando ou levantando de uma cadeira	1	2	3	4
7. Subindo ou descendo escadas	1	2	3	4
8. Caminhando pela vizinhança	1	2	3	4
9. Pegando algo acima de sua cabeça ou do chão	1	2	3	4
10. Indo atender o telefone antes que pare de tocar	1	2	3	4
11. Andando sobre superfície escorregadia (ex: chão molhado)	1	2	3	4
12. Visitando um amigo ou parente	1	2	3	4
13. Andando em lugares cheios de gente	1	2	3	4
14. Caminhando sobre superfície irregular (com pedras, esburacada)	1	2	3	4
15. Subindo ou descendo uma ladeira	1	2	3	4
16. Indo a uma atividade social (ex: ato religioso, reunião de família ou encontro no clube)	1	2	3	4

Figura 5. Escala de Eficácia das Quedas – Internacional.

4.2.2.4 Risco de quedas

Para avaliar o risco de quedas, foi aplicado o QuickScreen© Clinical Falls Risk Assessment (6) (Figura 6). Esse instrumento avalia oito fatores relacionados às quedas, a saber: quedas nos últimos 12 meses, uso regular de quatro medicamentos ou mais, uso de psicotrópico, acuidade visual de baixo contraste, sensibilidade periférica, equilíbrio postural, tempo de reação e força muscular dos membros inferiores. O resultado indica a probabilidade de a participante sofrer uma queda nos próximos 12 meses, fornecendo classificação em um dos quatro possíveis níveis de risco: 7, 13, 27 ou 49%.



Figura 6. Registro fotográfico de uma voluntária durante a execução do *QuickScreen*. A) Avaliação da ocorrência de quedas no ano anterior, quantidade de medicamentos em uso e utilização de psicotrópicos. B) Avaliação da acuidade visual. C) Teste da sensibilidade periférica. D) Avaliação do equilíbrio. E) Avaliação do tempo de reação. F) Avaliação da força.

3.2.3 Análise estatística

Os dados descritivos foram expressos em média e desvio padrão, ou em frequência absoluta e relativa, conforme apropriado. Para verificar a distribuição de normalidade, foi empregado o teste

Kolmogorov-Smirnov. As correlações entre as medidas de adiposidade corporal e as variáveis dependentes foram avaliadas pelo teste de correlação de Pearson ou Spearman. A medida de adiposidade mais altamente correlacionada com o risco de quedas foi usada para classificar as participantes como obesas ou não-obesas, usando valores de corte recomendados pela Organização Mundial de Saúde (7). As comparações entre grupos foram realizadas utilizando o teste t para amostras independentes ou o teste U de Mann-Whitney para as variáveis contínuas, e o teste qui-quadrado para variáveis categóricas. O nível de significância estatística foi estabelecido em $p < 0,05$. Todas as análises foram conduzidas usando o software Statistical Package for the Social Sciences versão 22.0 (SPSS Inc, Chicago, Estados Unidos).

3.3 RESULTADOS

As características das participantes são apresentadas na Tabela 1. As correlações entre as medidas de adiposidade corporal e o equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas são exibidas na Tabela 2. Todas as medidas de adiposidade se correlacionaram positivamente com ao menos um parâmetro de estabilidade postural ($p < 0,05$). Digno de nota, correlações mais fortes foram observadas entre o índice de massa corporal e o deslocamento do centro de pressão no eixo anteroposterior durante as condições experimentais executadas com os pés afastados; e entre a circunferência de cintura e o deslocamento do centro de pressão no eixo anteroposterior durante as condições experimental executada com os pés afastados e olhos fechados (todos $p < 0,001$). Todas as medidas de adiposidade corporal também se correlacionaram positivamente com o medo de cair (todos $p < 0,05$). Em relação ao risco de quedas, a circunferência de cintura foi a medida que se correlacionou mais fortemente e, portanto, foi usada para classificar a obesidade nas análises subsequentes.

Noventa e seis participantes (65%) foram identificadas como obesas (i.e., circunferência de cintura ≥ 88 cm) e 51 (35%) como não-obesas. Não houve diferenças entre os grupos quanto à idade, tempo desde a menopausa, estatura, terapia de reposição hormonal, consumo de álcool e tabagismo (todos $p > 0,05$). Como esperado, as obesas exibiram maior massa corporal, índice de massa corporal, circunferência de cintura, índice de adiposidade corporal, e percentuais de gordura total, androide e ginoide (todos $p < 0,05$). Ademais, 75% das participantes obesas foram classificadas

como sedentárias ou irregularmente ativas, enquanto essa proporção foi de 55% no grupo de não-obesas ($p < 0,05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Características da amostra.

	Total (n= 147)	Não-obesas (n= 51)	Obesas (n= 96)
Idade (anos), x (DP)	68,6 (6,2)	68,8 (6,6)	68,5 (5,9)
Tempo de menopausa (anos), x (DP)	20,76 (9,4)	19,92 (9,5)	21,19 (9,5)
Massa corporal (kg), x (DP)	66,87 (11,4)	56,88 (6,7)	72,17 (9,8)**
Estatura (m), x (DP)	1,56 (0,1)	1,56 (0,1)	1,57 (0,1)
Índice de massa corporal (kg/m ²), x (DP)	27,34 (4,4)	23,36 (2,3)	29,45 (3,8)**
Circunferência de cintura (cm), x (DP)	92,82 (10,7)	81,72 (4,6)	98,72 (7,9)**
Índice de adiposidade corporal (%), x (DP)	34,98 (5,3)	31,32 (3,5)	36,92 (5,0)**
Gordura corporal (%), x (DP)	44,19 (5,9)	39,41 (5,3)	46,73 (4,4)**
Gordura androide (%), x (DP)	48,59 (7,0)	43,29 (6,9)	51,41 (5,1)**
Gordura ginoide (%), x (DP)	50,36 (5,7)	47,00 (6,3)	52,15 (4,5)**
Terapia de reposição hormonal, n (%)	11 (7,5)	7 (13,7)	4 (4,2)
Consumo de álcool, n (%)	53 (36,1)	17 (33,3)	36 (37,5)
Tabagismo corrente, n (%)	4 (2,7)	2 (3,9)	2 (2,1)
Nível de atividade física ^a , n (%)			
Sedentário	18 (12,3)	1 (2,0)	17 (17,7)*
Irregularmente ativo	82 (55,8)	27 (52,9)	55 (57,3)
Ativo	44 (29,9)	21 (41,2)	23 (24,0)
Muito ativo	3 (2,0)	2 (3,9)	1 (1,0)

^a Dados derivados da versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física. * $p < 0,05$;

** $p < 0,001$.

Tabela 2. Correlações entre índices de adiposidade corporal, equilíbrio postural, medo de cair e risco de queda em mulheres idosas (n= 147).

	IMC	CC	IAC	Gordura corporal ^a	Gordura androide ^a	Gordura ginoide ^a
<i>Equilíbrio postural</i>						
Pés afastados/ olhos abertos						
Velocidade do CoP	-0,025	0,010	-0,039	-0,026	0,004	-0,034
Deslocamento AP	0,319**	0,240*	0,257*	0,233*	0,212*	0,220
Deslocamento ML	0,219*	0,222*	0,195*	0,238*	0,187*	0,149
Pés afastados/ olhos fechados						
Velocidade do CoP	-0,024	-0,001	-0,050	0,015	0,001	0,033
Deslocamento AP	0,319**	0,337**	0,246*	0,256*	0,191*	0,240*
Deslocamento ML	0,189*	0,266*	0,136	0,140	0,043	0,081
Pés juntos/ olhos abertos						
Velocidade do CoP	-0,070	-0,007	-0,121	-0,040	0,001	-0,083
Deslocamento AP	0,127	0,127	0,059	0,079	0,144	0,110
Deslocamento ML	0,028	0,087	-0,075	0,033	0,002	-0,047
Pés juntos/ olhos fechados						
Velocidade do CoP	-0,066	-0,016	-0,138	-0,028	-0,021	-0,054
Deslocamento AP	0,163*	0,221**	0,043	0,164*	0,077	0,081
Deslocamento ML	0,075	0,152	-0,007	0,082	0,023	0,021
<i>Medo de cair</i>						
FES-I	0,240*	0,237*	0,265*	0,281*	0,225*	0,223*
<i>Risco de quedas</i>						
QuickScreen	0,220*	0,325**	0,182*	0,193*	0,115	0,130

IMC: índice de massa corporal; CC: Circunferência de cintura; IAC: Índice de adiposidade corporal; CoP: Centro de pressão; AP: Anteroposterior; ML: Mediolateral; FES-I: Escala de Eficácia das Quedas - Internacional; QuickScreen: QuickScreen© Clinical Falls Risk Assessment. ^a Dados derivados da absorciometria de raios-x de dupla energia. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

A Tabela 3 apresenta os parâmetros de equilíbrio postural de acordo com a classificação da obesidade. O grupo de obesas exibiu maior deslocamento do centro de pressão nos eixos anteroposterior e mediolateral durante as condições experimentais executadas com os pés afastados (todos $p < 0,05$). Além disso, as participantes obesas também exibiram maior deslocamento do centro de pressão no eixo anteroposterior durante a condição de pés juntos/ olhos fechados ($p < 0,05$).

Tabela 3. Equilíbrio postural em mulheres idosas estratificadas pela obesidade (n= 147).

Equilíbrio postural	Não-obesas (n= 51)	Obesas (n= 96)
Pés afastados/ olhos abertos		
Velocidade do CoP (cm/s), x (DP)	1,23 (0,4)	1,23 (0,4)
Deslocamento AP (cm), x (DP)	1,99 (0,5)	2,31 (0,5)*
Deslocamento ML (cm), x (DP)	1,25 (0,4)	1,50 (0,5)*
Pés afastados/ olhos fechados		
Velocidade do CoP (cm/s), x (DP)	1,57 (0,6)	1,51 (0,4)
Deslocamento AP (cm), x (DP)	2,31 (0,6)	2,82 (0,7)**
Deslocamento ML (cm), x (DP)	1,32 (0,5)	1,58 (0,5)*
Pés juntos/ olhos abertos		
Velocidade do CoP (cm/s), x (DP)	1,99 (0,7)	1,83 (0,5)
Deslocamento AP (cm), x (DP)	2,53 (0,7)	2,69 (0,6)
Deslocamento ML (cm), x (DP)	2,73 (0,7)	2,86 (0,7)
Pés juntos/ olhos fechados		
Velocidade do CoP (cm/s), x (DP)	2,67 (0,9)	2,50 (0,7)
Deslocamento AP (cm), x (DP)	3,04 (0,7)	3,35 (0,8)*
Deslocamento ML (cm), x (DP)	3,44 (0,9)	3,64 (1,0)

CoP: Centro de pressão; AP: Anteroposterior; ML: Mediolateral. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$.

A Figura 7 ilustra as diferenças entre os grupos em relação ao medo de cair. O grupo de obesas exibiu maior medo de cair (mediana= 27, amplitude interquartílica= 12) do que o de não-obesas (mediana= 22, amplitude interquartílica= 6, $p= 0,002$).

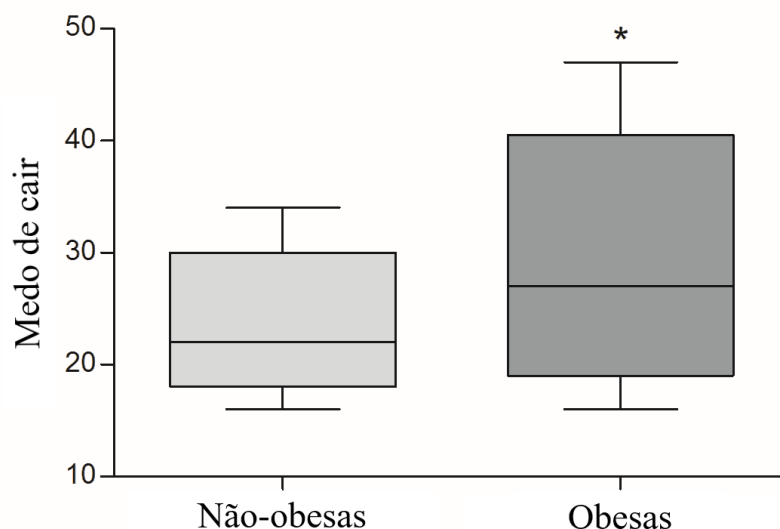


Figura 7. Medo de cair em mulheres idosas estratificadas pela obesidade (n= 147). * Indica diferença significativa entre os grupos ($p = 0,002$).

A Figura 8 apresenta a probabilidade de as participantes sofrerem uma queda nos próximos 12 meses. Notavelmente, a proporção de idosas com risco de quedas mais alto foi maior no grupo de obesas. Setenta e dois por cento das obesas tiveram um risco de quedas de 13 ou 27%, enquanto apenas 35% do grupo não obeso apresentaram as mesmas probabilidades ($p < 0,001$). Vale ressaltar que nenhuma das participantes foi classificada com a maior probabilidade de quedas possível (i.e., 49%). Em relação aos aspectos avaliados pelo QuickScreen© Clinical Falls Risk Assessment, o grupo de obesas apresentou maior proporção de participantes com comprometimento do equilíbrio postural (50% vs. 29%, $p= 0,022$), tempo de reação (45% vs. 16%, $p < 0,001$) e força de membros inferiores (38% vs. 10%, $p < 0,001$) do que o grupo de não-obesas. Não houve diferenças para os outros fatores de risco (todos $p > 0,05$).

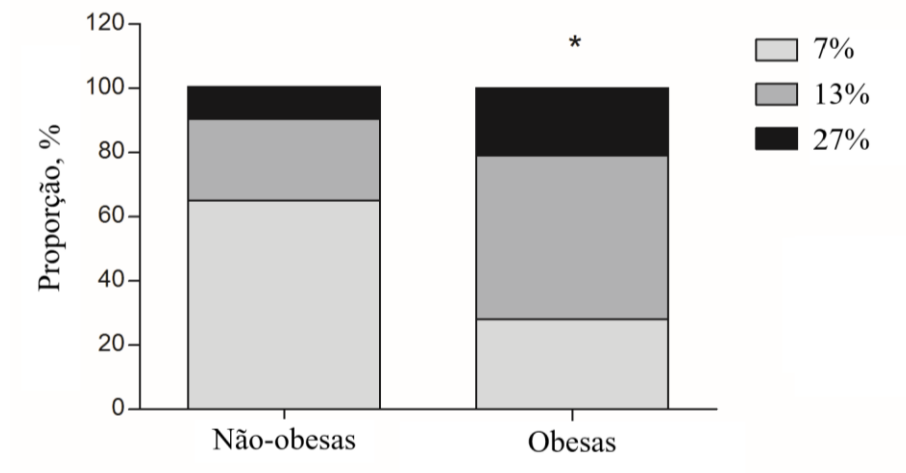


Figura 8. Risco de quedas em mulheres idosas estratificadas pela obesidade (n= 147). * Indica diferença significativa entre os grupos ($p < 0,001$).

3.4 REFERÊNCIAS

1. Bertolucci PH, Brucki S, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr.* 1994;**52**:1-7.
2. Shelkey M, Wallace M. Katz index of independence in activities of daily living (ADL). *The Gerontologist.* 1998;**10**:20-30.
3. Gadelha AB, Myers J, Moreira S, Dutra MT, Safons MP, Lima RM. Comparison of adiposity indices and cut-off values in the prediction of metabolic syndrome in postmenopausal women. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews.* 2016.
4. Neri SGR, Gadelha AB, Pereira JC, Gutierrez Filho PJB, Lima RM. Obesity is associated with reduced postural control in community-dwelling older adults: a systematic review. *European Journal of Physiotherapy.* 2018:1-9.
5. Delbaere K, Close JC, Mikolaizak AS, Sachdev PS, Brodaty H, Lord SR. The falls efficacy scale international (FES-I). A comprehensive longitudinal validation study. *Age and ageing.* 2010;**39**:210-216.
6. Tiedemann A, Lord SR, Sherrington C. The development and validation of a brief performance-based fall risk assessment tool for use in primary care. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences.* 2010:glq067.

7. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. WHO technical report series. 1999;**894**:253.

CAPÍTULO 4

Influência da distribuição de gordura corporal na associação entre obesidade e quedas em mulheres idosas: um estudo de coorte

Esse capítulo foi publicado como:

Neri SGR, Tiedemann A, Gadelha AB, Lima RM. Body fat distribution in obesity and the association with falls: a cohort study of Brazilian women aged 60 years and over. *Maturitas*. 2020;139:64-68.

4.1 OBJETIVO

Examinar a influência da distribuição de gordura corporal na associação entre a obesidade e a incidência de quedas, quedas múltiplas e lesões relacionadas a quedas em mulheres idosas.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Delineamento e participantes

Esse estudo de coorte foi conduzido entre julho de 2015 e janeiro de 2018 e incluiu mulheres com idades entre 60 e 85 anos residentes na comunidade. As participantes em potencial foram contatadas através de *e-marketing*, ligações telefônicas, e visitas a grupos sociais da comunidade local do Distrito Federal. Todas as participantes interessadas preencheram um questionário para verificar seu histórico médico e elegibilidade; os critérios de exclusão incluíram condições musculoesqueléticas que pudessem interferir nas avaliações, distúrbios neurológicos, câncer e condição pós-operatória de até 6 meses. Adicionalmente, o Mini Exame do Estado Mental e o Índice de Katz foram utilizados para rastrear comprometimento cognitivo (1) e dependência funcional (2), respectivamente. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, as participantes foram avaliadas quanto à obesidade e seguidas por 18 meses para verificar a incidência de quedas. Todas as participantes assinaram o Termo de consentimento Livre e Esclarecido, e o protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (protocolo 1.223.636).

4.2.2 Avaliações

4.2.2.1 Obesidade

A presença de obesidade foi avaliada por meio da absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA, General Electric-GE modelo 8548 BX1L, 2005, tipo lunar DPX, software Encore 2010,

Rommelsdorf, Alemanha), de acordo com procedimentos descritos anteriormente (3). Em suma, as participantes posicionaram-se em supino na mesa do DEXA com o corpo centralizado. O software forneceu medidas de massa gorda e massa livre de gordura para todo o corpo e para regiões específicas. Para esse estudo, as variáveis analisadas foram o percentual de gordura corporal e a razão do percentual de gordura androide-ginoide. O ponto de corte para obesidade foi um percentual de gordura maior ou igual a 42% (4). As participantes identificadas como obesas foram então classificadas como tendo distribuição de gordura androide ou ginoide, com base na mediana da razão do percentual de gordura androide-ginoide (0,99).

Para ampliar a aplicabilidade dos resultados desse estudo a contextos clínicos, a obesidade também foi definida utilizando medidas antropométricas. Procedimentos padrão foram utilizados para mensurar estatura, massa corporal, circunferência da cintura e circunferência do quadril (3). O índice de massa corporal foi calculado dividindo a massa corporal pelo quadrado da estatura, e a relação cintura-quadril foi calculada dividindo a circunferência de cintura pela circunferência de quadril. As participantes identificadas como obesas (índice de massa corporal $> 30 \text{ kg/m}^2$) (4) foram classificadas como tendo distribuição de gordura androide ou ginoide com base na mediana da razão cintura-quadril (0,91).

4.2.2.2 Quedas

As quedas foram definidas como um “deslocamento não intencional do corpo para um nível inferior à posição inicial, com incapacidade de correção em tempo hábil” (5). A sua incidência foi mensurada através de inquérito telefônico realizado 18 meses após a avaliação da linha de base (Figura 1). Para tanto, foi utilizada a seguinte pergunta: "Você sofreu alguma queda nos últimos 18 meses?". As participantes que reportaram quedas também foram questionadas quantas vezes caíram e se a queda resultou em alguma lesão. As respostas às perguntas foram registradas como variáveis dicotômicas se as participantes haviam ou não experimentado ao menos uma queda (desfecho primário), quedas múltiplas (i.e., duas ou mais) e lesões relacionadas à queda (desfechos secundários). Todas as ligações telefônicas foram feitas pelo mesmo membro da equipe, que possuía experiência em inquéritos telefônicos. Foram feitas ao menos dez tentativas de contato para cada participante com chamadas perdidas.

Acompanhamento de quedas			
DADOS PESSOAIS			
ID:	1		
Nome:			
Efetuiu contato diretamente com a voluntária?	SIM		Se não, com que você efetuou contato? CLIQUE AQUI
Data da última avaliação:	2	10	2015
Data ATUAL:	3	4	2017
Data nascimento:	4	5	1943
Idade:	73.91506849 anos		
Tempo de acompanhamento:	1.509589041 anos	ou	18.11507 meses
ANTROPOMETRIA			
MEDIDO AVALIAÇÃO 1		RELATADO	
Peso:	53 kg	Peso:	54 kg Dif. 1 kg
Estatura:	1.47 m	Estatura:	1.48 m Dif. 0.01 cm
IMC:	24.52681753 kg / m ²	IMC:	24.82073911 kg / m ² Dif. 0.293922 kg / m ²
QUEDAS			
Você caiu nos últimos 18 meses?	SIM		Se sim, quantas vezes? 1
Caso a resposta seja sim, continue respondendo			
Você se machucou com a queda?	NÃO		Local da queda? Banheiro de casa
Qual foi o principal determinante para a queda?	Externo (ex. piso molhado)		
Houve algum tipo de fratura?	NÃO		Limitação funcional NÃO
Necessitou de atendimento médico?	NÃO		Se sim, qual?
Houve hospitalização?	NÃO		Se sim, quanto tempo?
Descreva a situação:	Ao sair do banho no dia 18/12/2016, a voluntária perdeu o equilíbrio, pois o chão estava molhado. A voluntária declarou que ninguém presenciou o fato.		
Mudança de hábitos nos últimos 18 meses			
Consumo de álcool	Não		
Tabagismo	Não		
Rep. Hormonal	Não		
Atividade física	Não		
Estado geral de saúde:	A voluntária relatou dores no joelho direito nos últimos 3 meses. Não sabe a origem da dor e não foi ao médico investigar.		

Figura 1. Inquérito para avaliação da incidência de quedas.

4.2.3 Análise estatística

Os dados descritivos foram expressos em média e desvio padrão, ou em frequência absoluta e relativa, conforme apropriado. Para verificar a distribuição de normalidade, foi empregado o teste Shapiro-Wilk. As comparações entre grupos foram realizadas utilizando o teste U de Mann-Whitney para as variáveis contínuas e o teste qui-quadrado para variáveis categóricas. Modelos de regressão de Poisson modificada foram utilizados para examinar a associação entre obesidade e quedas. O modelo 1 foi ajustado para a idade. O modelo 2 foi adicionalmente ajustado para condições médicas (hipertensão arterial, diabetes mellitus, osteoporose e dor/ lesão nos membros inferiores), uso de medicamentos (uso de quatro ou mais medicamentos e uso psicotrópico) e

hábitos de vida (inatividade física, consumo de álcool e tabagismo). Os resultados foram expressos como riscos relativos (RR) com intervalos de confiança de 95% (IC95%). Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software Statistical Package for the Social Sciences versão 20.0 (SPSS Inc, Chicago, Estados Unidos).

4.3 RESULTADOS

Inicialmente, 500 participantes em potencial foram contatadas. Após a aplicação dos critérios de exclusão, 246 voluntárias foram submetidas à avaliação da obesidade. Da amostra inicial, 204 participantes foram seguidas com sucesso para verificar a incidência de quedas durante 18 meses. Não houve diferença significativa entre a amostra final e as participantes perdidas ao longo do período de seguimento em nenhuma das variáveis de caracterização.

Utilizando a classificação da obesidade baseada no DEXA, 78 (32%) participantes foram identificadas como não-obesas, 91 (37%) como obesas andróides e 77 (31%) como obesas ginoídes. As características da amostra de acordo com a classificação da obesidade baseada na antropometria são apresentadas no Suplemento 1. Não houve diferenças entre os grupos quanto a idade, altura, condições médicas (exceto diabetes, $p=0,027$), uso de medicamentos e hábitos de vida (todos $p>0,05$). Como esperado, os grupos exibiram diferenças em todas as medidas de adiposidade corporal (todos $p<0,001$) (Tabela 1).

Em geral, 56 (27%) participantes caíram durante o seguimento; desses, 20 (36%) tiveram quedas múltiplas e 17 (30%) sofreram alguma lesão relacionada à queda. Como a incidência dos desfechos secundários foi muito pequena para garantir poder estatístico, as análises foram realizadas apenas para o desfecho primário.

Tabela 1. Características da amostra na linha de base (n= 246).

	Total (n= 246)	Não-obesas (n= 78)	Obesidade androide (n= 91)	Obesidade ginoide (n= 77)	<i>p</i>
Idade (anos), x (DP)	68,1 (6,2)	69,1 (7,0)	67,6 (5,9)	67,8 (5,7)	0,556
Estatura (m), x (DP)	1,56 (0,06)	1,55 (0,07)	1,57 (0,06)	1,56 (0,06)	0,651
Massa corporal (kg), x (DP)	67,8 (11,8)	57,5 (7,5)	73,7 (9,3) ^a	71,0 (11,3) ^a	< 0,001
Índice de massa corporal (kg/m ²), x (DP)	27,8 (4,5)	23,8 (2,4)	30,1 (3,9) ^a	29,1 (3,9) ^a	< 0,001
Circunferência de cintura (cm), x (DP)	94,2 (11,1)	85,0 (7,7)	101,6 (9,1) ^a	94,6 (9,3) ^{a, b}	< 0,001
Circunferência de quadril (cm), x (DP)	103,7 (9,7)	94,6 (5,3)	108,3 (8,1) ^a	107,5 (8,4) ^a	< 0,001
Gordura corporal (%), x (DP)	44,3 (6,1)	37,2 (4,2)	47,5 (3,4) ^a	47,6 (3,6) ^a	< 0,001
Gordura androide (%), x (DP)	49,6 (6,8)	42,5 (6,4)	54,6 (3,8) ^a	50,9 (3,1) ^{a, b}	< 0,001
Gordura ginoide (%), x (DP)	50,5 (5,8)	44,6 (4,9)	51,5 (3,8) ^a	55,1 (3,1) ^{a, b}	< 0,001
Hipertensão arterial, n (%)	131 (54,1)	35 (45,5)	51 (57,3)	45 (59,2)	0,175
Diabetes mellitus, n (%)	35 (14,5)	11 (14,3)	19 (21,3)	5 (6,6)	0,027
Osteoporose, n (%)	56 (23,1)	19 (24,7)	15 (16,9)	22 (28,9)	0,172
Dor/ lesão nos membros inferiores, n (%)	81 (32,9)	23 (29,5)	35 (38,5)	23 (29,9)	0,367
Uso de 4+ medicamentos, n (%)	89 (36,3)	25 (32,5)	35 (38,5)	29 (37,7)	0,693
Uso de psicotrópico, n (%)	45 (18,4)	13 (16,9)	18 (19,8)	14 (18,2)	0,889
Inatividade física, n (%) *	175 (72,3)	49 (63,6)	65 (73,0)	61 (80,3)	0,070
Consumo de álcool, n (%)	80 (33,2)	21 (27,3)	35 (39,8)	24 (31,6)	0,220
Tabagismo corrente, n (%)	8 (3,3)	3 (3,9)	2 (2,3)	3 (4,0)	0,792

* Dados derivados da versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física. Letras sobrescritas denotam diferenças estatisticamente significantes em relação aos grupos (a) não-obesas e (b) obesidade androide.

As participantes obesas, conforme determinado pelo DEXA, caíram mais do que as não-obesas ($n=44, 32\%$ vs. $n=12, 18\%$, $p=0,044$). Curiosamente, a obesidade ginoide, e não a androide, foi associada a uma maior proporção de quedas ($n=27, 41\%$ vs. $n=17, 24\%$, $p=0,009$) (Figura 2). Resultados semelhantes foram encontrados quando as análises foram conduzidas usando a definição de obesidade baseada na antropometria (i.e., índice de massa corporal e razão cintura-quadril) (Suplemento 1).

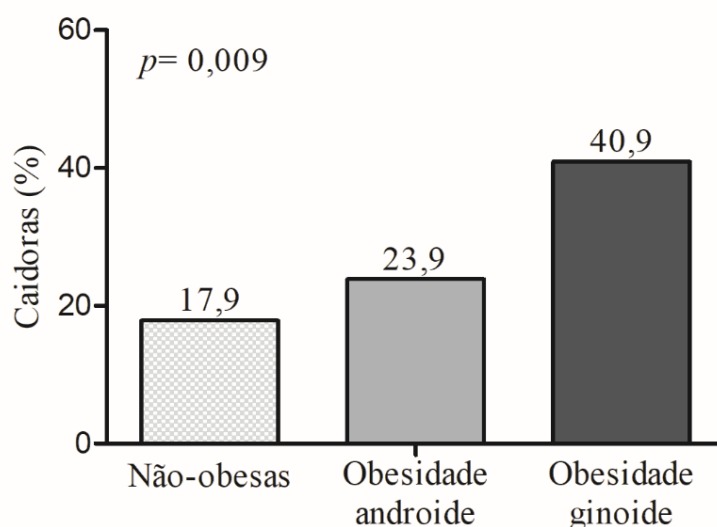


Figura 2. Associação entre distribuição de gordura corporal e ocorrência de quedas em mulheres idosas ($n=204$).

Comparadas às não-obesas, as idosas obesas exibiram um risco de quedas aumentado (RR: 1,79, IC95%: 1,02 - 3,16). Em relação à distribuição de gordura corporal, as participantes com obesidade ginoide apresentaram maior probabilidade de sofrer uma queda do que as não-obesas (RR: 2,20, IC 95%: 1,18 - 4,11); por outro lado, obesidade androide não se associou com a incidência de quedas (RR: 1,38, IC 95%: 0,70 - 2,77). Notavelmente, esses achados foram consistentes com as análises usando a definição de obesidade baseada na antropometria (Tabela 2).

Tabela 2. Associação entre distribuição de gordura corporal e risco de quedas em mulheres idosas (n = 204).

	Modelo univariado	Modelo 1	Modelo 2
	RR (IC95%)	RR ajustado (IC95%)	RR ajustado (IC95%)
Classificação baseada no DEXA			
Não-obesas	ref	ref	ref
Obesidade androide	1,34 (0,69 - 2,58)	1,36 (0,71 - 2,63)	1,38 (0,70 - 2,77)
Obesidade ginoide	2,28 (1,27 - 4,12) *	2,32 (1,30 - 4,17) *	2,20 (1,18 - 4,11) *
Classificação baseada na antropometria			
Não-obesas	ref	ref	ref
Obesidade androide	1,80 (1,05 - 3,07) *	1,75 (1,02 - 3,00) *	1,68 (0,95 - 3,00)
Obesidade ginoide	2,62 (1,61 - 4,26) **	2,75 (1,69 - 4,47) **	2,66 (1,51 - 4,68) *

RR: Risco relativo; IC95%: Intervalo de confiança de 95%; DEXA: Absorciometria de raios-x de dupla energia. Modelo 1: Ajustado para idade; Modelo 2: Adicionalmente ajustado para condições médicas, uso de medicamentos e hábitos de vida. As significâncias estatísticas são indicadas por * $p < 0,05$ ou ** $p < 0,001$.

4.4 REFERÊNCIAS

1. Bertolucci PH, Brucki S, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr.* 1994;**52**:1-7.
2. Shelkey M, Wallace M. Katz index of independence in activities of daily living (ADL). *The Gerontologist.* 1998;**10**:20-30.
3. Neri SGR, Gadelha AB, de David AC, Ferreira AP, Safons MP, Tiedemann A, *et al.* The association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and fall risk in older community-dwelling women. *Journal of geriatric physical therapy.* 2017;**In press**.
4. Gallagher D, Heymsfield SB, Heo M, Jebb SA, Murgatroyd PR, Sakamoto Y. Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index. *The American journal of clinical nutrition.* 2000;**72**:694-701.

5. World Health Organization. Falls. 2018. <https://www.who.int/news-room/factsheets/detail/falls>. Accessed November 6, 2018.

Material suplementar

Suplemento 1. Características da amostra de acordo com a classificação da obesidade baseada na antropometria (n= 246).

	Não-obesas (n= 173)	Obesidade androide (n= 46)	Obesidade ginoide (n= 27)	<i>p</i>
Idade (anos), x (DP)	68,2 (6,5)	69,2 (5,8)	66,0 (5,1)	0,064
Estatura (m), x (DP)	1,56 (0,06)	1,56 (0,06)	1,55 (0,06)	0,759
Massa corporal (kg), x (DP)	62,2 (8,5)	82,1 (7,9) ^a	78,5 (6,7) ^a	< 0,001
Índice de massa corporal (kg/m ²), x (DP)	25,5 (2,7)	33,8 (2,6) ^a	32,6 (2,0) ^a	< 0,001
Circunferência de cintura (cm), x (DP)	89,4 (8,3)	109,6 (6,5) ^a	98,5 (5,2) ^{a, b}	< 0,001
Circunferência de quadril (cm), x (DP)	99,5 (7,0)	113,8 (7,8) ^a	114,3 (7,0) ^a	< 0,001
Gordura corporal (%), x (DP)	42,0 (5,5)	49,4 (3,2) ^a	50,6 (3,3) ^a	< 0,001
Gordura androide (%), x (DP)	47,6 (6,7)	54,9 (3,9) ^a	53,5 (4,4) ^a	< 0,001
Gordura ginoide (%), x (DP)	48,8 (5,5)	53,1 (4,3) ^a	56,8 (3,2) ^{a, b}	< 0,001
Hipertensão arterial, n (%)	80 (47,3)	33 (71,7)	18 (66,7)	0,005
Diabetes mellitus, n (%)	21 (12,4)	11 (23,9)	3 (11,1)	0,127
Osteoporose, n (%)	40 (23,7)	8 (17,4)	8 (29,6)	0,468
Dor/ lesão nos membros inferiores, n (%)	49 (28,3)	22 (47,8)	10 (37,0)	0,039
Uso de 4+ medicamentos, n (%)	59 (34,3)	21 (45,7)	9 (33,3)	0,343
Uso de psicotrópico, n (%)	34 (19,8)	7 (15,2)	4 (14,8)	0,685
Inatividade física, n (%) *	113 (66,9)	38 (82,6)	24 (88,9)	0,013
Consumo de álcool, n (%)	56 (33,3)	16 (34,8)	8 (29,6)	0,901
Tabagismo corrente, n (%)	7 (4,2)	1 (2,2)	0 (0,0)	0,481
Incidência de quedas, n (%)	30 (20,7)	13 (37,1)	13 (54,2)	0,001

* Dados derivados da versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física. Letras sobrescritas denotam diferenças estatisticamente significantes em relação aos grupos (a) não-obesas e (b) obesidade androide.

CAPÍTULO 5

Mediadores da relação entre obesidade e quedas em mulheres idosas: uma análise dos efeitos da qualidade muscular, carga plantar e equilíbrio postural

Esse capítulo foi publicado como:

Neri SGR, Harvey LA, Tiedemann A, Gadelha AB, Lima RM. Obesity and falls in older women: mediating effects of muscle quality, foot loads and postural control. *Gait Posture*. 2020;77:138-143.

5.1 OBJETIVO

Examinar se a qualidade muscular dos membros inferiores, as cargas plantares e o equilíbrio postural são mediadores da relação entre obesidade e quedas em mulheres idosas.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Delineamento e participantes

Esse estudo de coorte foi conduzido entre julho de 2015 e janeiro de 2018 e incluiu mulheres com idades entre 60 e 85 anos residentes na comunidade. As participantes em potencial foram contatadas através de *e-marketing*, ligações telefônicas, e visitas a grupos sociais da comunidade local do Distrito Federal. Todas as participantes interessadas preencheram um questionário para verificar seu histórico médico e elegibilidade; os critérios de exclusão incluíram condições musculoesqueléticas que pudessem interferir nas avaliações, distúrbios neurológicos, câncer e condição pós-operatória de até 6 meses. Adicionalmente, o Mini Exame do Estado Mental e o Índice de Katz foram utilizados para rastrear comprometimento cognitivo (1) e dependência funcional (2), respectivamente. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, as participantes foram avaliadas quanto à obesidade, qualidade muscular, cargas plantares e equilíbrio postural; e seguidas por 18 meses para verificar a incidência de quedas. Todas as participantes assinaram o Termo de consentimento Livre e Esclarecido, e o protocolo da pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade (protocolo 1.223.636).

5.2.2 Avaliações

5.2.2.1 Obesidade

A obesidade foi identificada com base nas recomendações da Organização Mundial da Saúde (3). Em suma, foram adotados procedimentos padrão para mensurar a massa corporal, utilizando uma balança médica de precisão 0,1 kg (modelo E150-INAN Filizola, São Paulo, Brasil), e a estatura, utilizando um estadiômetro de parede com precisão de 0,1 cm (WCS / CARDIOMED, Curitiba, Brasil). O índice de massa corporal foi calculado dividindo a massa corporal pelo quadrado da estatura, e o ponto de corte para obesidade foi de 30 kg/m².

5.2.2.2 Qualidade muscular

O pico de torque dos extensores do joelho da perna dominante foi mensurado utilizando um dinamômetro isocinético (Biodex 4, Biodex Medical, Inc., Nova York, Estados Unidos) seguindo procedimentos padronizados (4) (Figura 1). De forma breve, o protocolo envolveu duas séries de contrações isométricas máximas a 60° de flexão do joelho com duração de quatro segundos. O valor registrado foi o maior pico de torque obtido durante o protocolo, expresso em Newton-metro (Nm).

A massa magra da perna dominante foi mensurada por meio da absorciometria de raios-x de dupla energia (DEXA, General Electric-GE modelo 8548 BX1L, 2005, tipo lunar DPX, software Encore 2010, Rommelsdorf, Alemanha), de acordo com procedimentos descritos anteriormente (5) (Figura 1). O equipamento é capaz de fornecer estimativas de composição corporal do corpo inteiro, assim como de regiões específicas. Para esse estudo, o valor registrado foi a massa magra da perna dominante. Uma única participante foi escaneada por seis dias consecutivos e os coeficientes de variação observados foram de 0,9% para massa livre de gordura e 1,9% para massa gorda.

O torque específico foi definido como a razão entre o pico de torque dos extensores do joelho e a massa magra da perna (Nm/kg) (6). Para as análises subsequentes, os dados sobre a qualidade muscular foram divididos em quartis, com o quartil mais baixo indicando baixa qualidade muscular.



Figura 1. Registro fotográfico da avaliação da qualidade muscular. À esquerda, avaliação da força dos extensores do joelho do membro inferior dominante. À direita, mensuração da massa magra da perna dominante.

5.2.2.3 Cargas plantares

Os dados referentes às cargas plantares foram coletados utilizando uma plataforma de pressão Emed AT-4 (Novel GmbH, Munique, Alemanha; 50 Hz; 4 sensores/cm²; 415x255 mm), a qual foi calibrada de acordo com as especificações do fabricante e posicionada em uma passarela de espuma densa especificamente projetada para fornecer uma superfície estável de caminhada (três metros de comprimento) (Figura 2). Cada participante foi avaliada utilizando o protocolo de três passos (7); isto é, a voluntária se posicionava no início da passarela, começava a andar, de modo que seu terceiro passo entrasse em contato com o centro da plataforma, e continuava caminhando até o final da mesma. A participante era instruída a olhar para frente e a andar numa velocidade

confortável. Foram efetuadas três medidas bem sucedidas para cada um dos pés, sendo que para a análise, foi utilizada a média das três tentativas.

A força máxima, a área de contato e o pico de pressão foram avaliados usando o software EMED/R - Database Light 23.3.43. Esses dados foram divididos em quartis, com o quartil mais alto indicando carga plantar elevada. Além disso, o índice do arco dinâmico foi calculado pela razão da área de contato do mediopé pela área de contato total (excluindo os dedos), com valores acima de 0,26 indicando pé plano (8). Cabe ressaltar que apenas as medidas do pé direito foram usadas para análises subsequentes, pois não houve diferenças significativas entre o pé direito e o esquerdo em todas as variáveis.

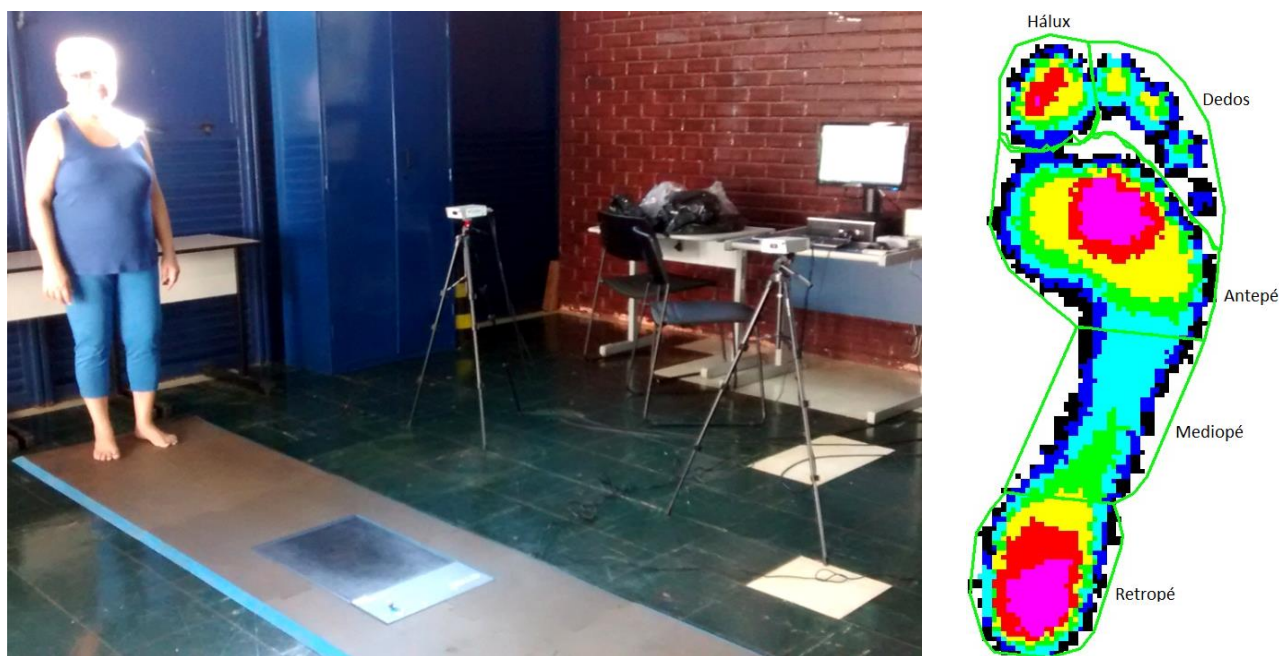


Figura 2. Registro fotográfico de uma voluntária durante a avaliação das cargas plantares. À direita, impressão plantar do pé direito da voluntária.

5.2.2.4 Equilíbrio postural

O equilíbrio postural foi avaliado em uma plataforma de força AMTI (AccuSway Plus, Watertown, Estados Unidos) (Figura 3). Para tanto, as participantes deveriam ficar descalças sobre a

plataforma, mantendo uma postura estável, com os pés afastados a 10 cm e os braços mantidos ao lado do corpo, enquanto fixavam um ponto de referência localizado ao nível dos olhos (a 2,0 m de distância). Um sinal auditivo indicava que a participante deveria fechar os olhos para iniciar a medida. Foram efetuadas três medidas com duração de 30 segundos, sendo que os valores médios foram utilizados para as análises.

Os sinais da plataforma de força foram coletados a uma frequência de amostragem de 100 Hz e os dados foram filtrados a um filtro passa-baixas de 10 Hz. O software AMTI Balance Clinic foi utilizado para a aquisição do sinal. Para quantificar o equilíbrio postural, foram registradas a velocidade média, e o deslocamento anteroposterior e mediolateral do centro de pressão (9). A velocidade média corresponde ao deslocamento durante o período de amostragem. É uma medida sensível e válida do equilíbrio postural, com maior velocidade indicando um indivíduo menos estável. A amplitude do deslocamento representa a diferença entre os valores máximo e mínimo da oscilação do centro de pressão ao longo dos eixos anteroposterior e mediolateral e ajuda a entender os mecanismos subjacentes do equilíbrio postural. Os dados foram divididos em quartis, sendo o quartil mais alto foi considerado como equilíbrio postural prejudicado.

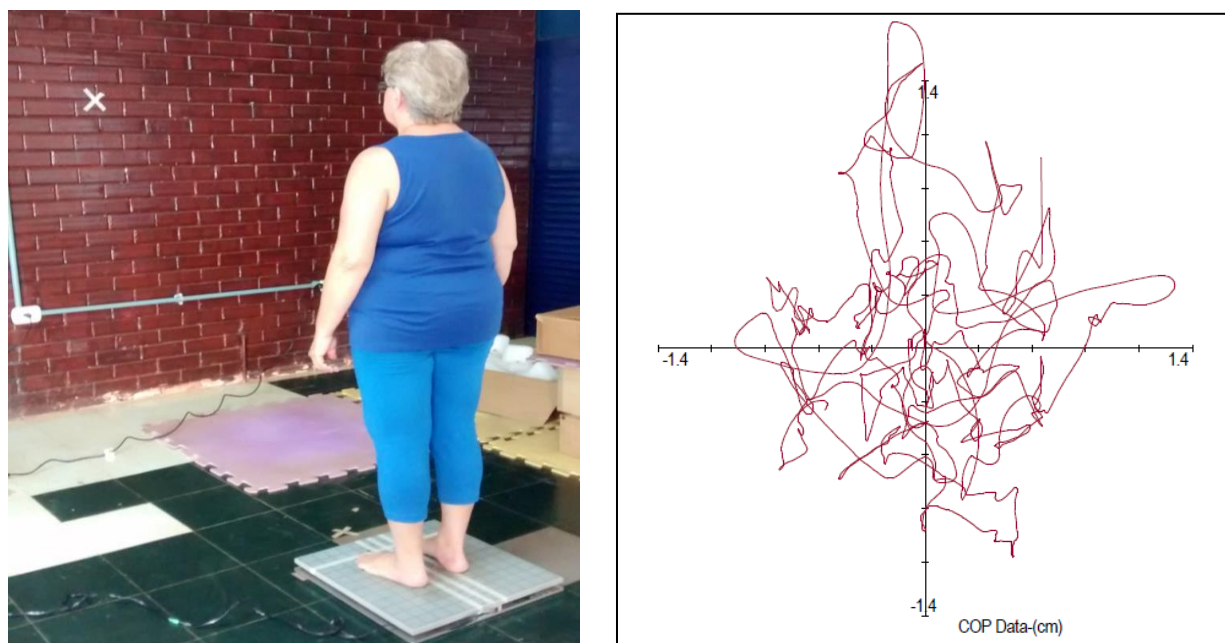


Figura 3. Registro fotográfico de uma voluntária durante a avaliação do equilíbrio postural. À direita, saída gráfica da oscilação do centro de pressão no *software* AMTI Balance Clinic.

5.2.2.5 Quedas

As quedas foram definidas como um “deslocamento não intencional do corpo para um nível inferior à posição inicial, com incapacidade de correção em tempo hábil” (10). A sua incidência foi mensurada através de inquérito telefônico realizado 18 meses após a avaliação da linha de base. Para tanto, foi utilizada a seguinte pergunta: "Você sofreu alguma queda nos últimos 18 meses?". A resposta a essa pergunta foi registrada como variável dicotômica se a participante havia ou não experimentado ao menos uma queda durante o período de seguimento. Todas as ligações telefônicas foram feitas pelo mesmo membro da equipe, que possuía experiência em inquéritos telefônicos. Foram feitas ao menos dez tentativas de contato para cada participante com chamadas perdidas.

5.2.3 Análise estatística

Os dados descritivos foram expressos em média e desvio padrão, ou em frequência absoluta e relativa, conforme apropriado. Para verificar a distribuição de normalidade, foi empregado o teste Shapiro-Wilk. As comparações entre grupos foram realizadas utilizando o teste t para amostras independentes ou o teste U de Mann-Whitney para as variáveis contínuas, e o teste qui-quadrado para variáveis categóricas.

Para testar se, e em que medida, os comprometimentos biomecânicos mediam a relação entre obesidade e quedas, foi utilizada a abordagem contrafactual descrita por VanderWeele (11). Para cada potencial mediador, foram conduzidas duas regressões de Poisson modificada: (I) com quedas como variável dependente, e obesidade, potencial mediador, termo de interação entre obesidade e potencial mediador e idade (variável confundidora) como variáveis independentes; e (II) com o potencial mediador como variável dependente, e a obesidade e idade como variáveis independentes. Utilizando os coeficientes produzidos a partir dessas regressões, foram calculados os Efeitos Indiretos Naturais (NIE) e Efeitos Diretos Naturais (NDE). Os resultados foram expressos como riscos relativos (RRs) com intervalos de confiança de 95% (IC95%).

Em resumo, o NIE avalia a mudança esperada no desfecho (Y) se a exposição (X) é mantida constante em $X = 1$, e a variável mediadora (M) muda do valor que apresentaria se $X = 0$ para um valor que teria atingido se $X = 1$ (11). Em termos práticos, o NIE captura o efeito da obesidade nas quedas que operam alterando o nível do potencial mediador; portanto, se o NIE é significativo, a variável pode ser considerada um mediador.

$$\text{NIE} = E [Y (X=1, M_{(X=1)})] - E [Y (X=1, M_{(X=0)})]$$

Em contraste, o NDE mensura quanto o desfecho mudaria se a exposição fosse definida no nível $X= 0$ versus $X= 1$, mas com a variável mediadora assumindo o valor que teria atingido em $X= 0$ (11). Ou seja, o NDE captura qual efeito da obesidade nas quedas permaneceria se a relação entre obesidade e potencial mediador fosse desabilitada. Ele é usado para calcular em que medida o efeito total da obesidade nas quedas foi mediado pelos comprometimentos biomecânicos.

$$\text{NDE} = E [Y (X=1, M_{(X=0)})] - E [Y (X=0, M_{(X=0)})]$$

A proporção mediada (PM) foi calculada usando a seguinte fórmula (12):

$$PM = \frac{RR^{NDE} (RR^{NIE} - 1)}{(RR^{NDE} \times RR^{NIE} - 1)}$$

Os registros com dados perdidos foram excluídos da análise e o nível de significância estatística foi estabelecido em $p < 0,05$. A análise descritiva foi conduzida usando o software Statistical Package for the Social Sciences versão 22.0 (SPSS Inc, Chicago, Estados Unidos), e a análise de mediação usando o software STATA versão 15 (StataCorp LLC, College Station, Estados Unidos).

5.3 RESULTADOS

Inicialmente, 500 participantes em potencial foram contatadas. Após a aplicação dos critérios de exclusão, 246 foram submetidas à avaliação da obesidade, qualidade muscular, cargas plantares e equilíbrio postural. Da amostra inicial, 204 participantes foram seguidas com sucesso para verificar a incidência de quedas durante 18 meses (Figura 1). Não houve diferença significativa entre a amostra final e as participantes perdidas ao longo do período de seguimento em nenhuma das variáveis de caracterização. Nota-se, ainda, que houve dados perdidos devido a problemas técnicos durante a coleta de dados.

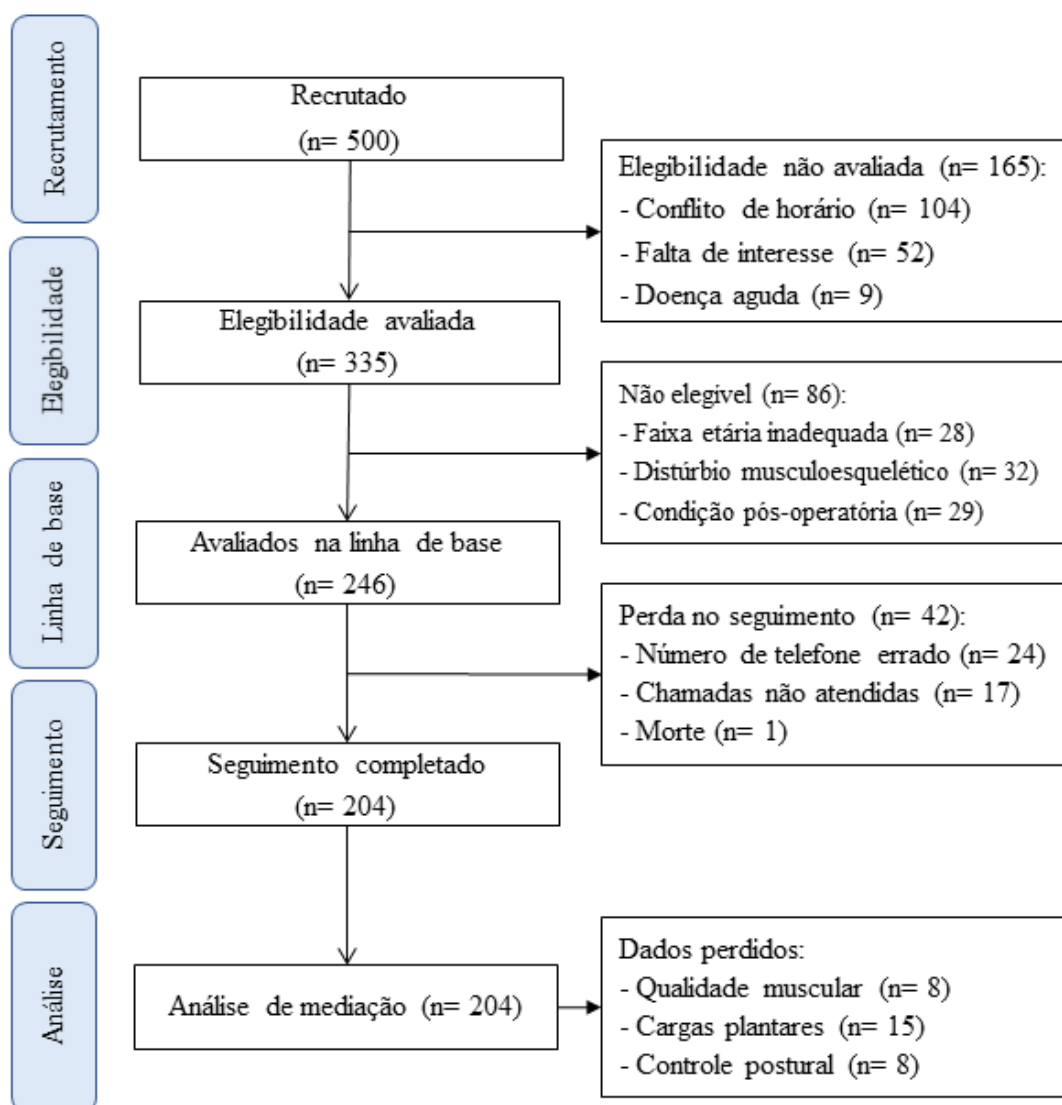


Figura 1. Fluxograma da seleção amostral.

Cinquenta e nove (30%) participantes foram identificadas como obesas. Comparadas com as não-obesas, não houve diferenças quanto à idade, estatura, condições médicas (i.e., diabetes mellitus e osteoporose) e uso de medicamentos (todos $p < 0,05$). No entanto, uma proporção maior de obesas, reportou hipertensão arterial ($p = 0,030$) e inatividade física ($p = 0,005$) (Tabela 1).

Tabela 1. Características da amostra.

	Total (n= 204)	Obesas (n= 59)	Não-obesas (n= 145)	<i>p</i>
Idade (anos), x (DP)	68,0 (6,0)	67,9 (5,7)	68,0 (6,1)	0,876 [‡]
Índice de massa corporal (kg/m ²), x (DP)	27,7 (4,4)	33,3 (2,5)	25,4 (2,7)	< 0,001 [‡]
Gordura corporal (%), x (DP)	44,3 (6,0)	50,0 (3,4)	42,0 (5,2)	< 0,001 [‡]
Condições médicas, n (%)				
Hipertensão arterial	109 (53,4)	39 (66,1)	70 (48,3)	0,030 [#]
Diabetes mellitus	29 (14,2)	11 (18,6)	18 (12,4)	0,272 [#]
Osteoporose	45 (22,1)	15 (25,4)	30 (20,8)	0,464 [#]
Medicação, n (%)				
4+ medicamentos	74 (36,3)	23 (39,0)	51(35,2)	0,632 [#]
Psicotrópico	36 (17,6)	8 (13,6)	28 (19,3)	0,419 [#]
Nível de atividade física ^a , n (%)				
Sedentário	42 (20,6)	19 (32,2)	23 (15,9)	0,005 ⁺
Irregularmente ativo	108 (52,9)	32 (54,2)	76 (52,4)	
Ativo/ muito ativo	54 (26,5)	8 (13,6)	46 (31,7)	

^aO nível de atividade física foi avaliado utilizando a versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física. [‡] Teste U de Mann-Whitney; [#] Teste exato de Fisher; ⁺ Teste qui-quadrado.

A proporção de idosas que sofreram ao menos uma queda durante o período de seguimento foi maior entre as obesas do que entre as não-obesas (44% vs. 21%, $p = 0,001$). Em relação aos potenciais mediadores da relação entre obesidade e quedas, o grupo obeso exibiu maior massa magra das pernas ($p < 0,001$), mas menor torque específico ($p < 0,001$). Os dados das cargas plantares revelaram que as participantes obesas geraram mais força ao caminhar em comparação

com as não obesas ($p < 0,001$); além disso, as obesas apresentaram uma área de contato maior sob o pé ($p < 0,001$) e um pé mais plano ($p = 0,004$). Os parâmetros de equilíbrio postural indicaram que o grupo obeso exibiu maior deslocamento do centro de pressão ao longo dos eixos anteroposterior ($p = 0,001$) e mediolateral ($p = 0,014$). Não houve diferenças para outros potenciais mediadores (Tabela 2).

Tabela 2. Qualidade muscular dos membros inferiores, cargas plantares, equilíbrio postural e incidência de quedas na amostra.

	Total (n= 204)	Obesas (n= 59)	Não-obesas (n= 145)	<i>p</i>
Qualidade muscular, X (SD)				
PT dos extensores do joelho (Nm)	110,1 (63,1)	101,3 (27,4)	113,4 (71,9)	0,097 [£]
Massa magra da perna (kg)	5,5 (0,8)	6,0 (0,7)	5,3 (0,7)	< 0,001 [§]
Torque específico (Nm.kg ⁻¹)	20,1 (11,3)	17,0 (4,5)	21,3 (12,9)	< 0,001 [£]
Cargas plantares, X (SD)				
Força máxima (N)	762,4 (127,6)	906,2 (90,7)	706,4 (90,8)	< 0,001 [§]
Área de contato (cm ²)	131,4 (16,0)	141,5 (15,1)	127,5 (14,6)	< 0,001 [£]
Pico de pressão (kPa)	565,3 (209,0)	587,5 (203,7)	556,7 (211,1)	0,185 [£]
Pé plano, n (%)	73 (38,6)	29 (54,7)	44 (32,4)	0,004 [#]
Equilíbrio postural, X (SD)				
Velocidade do CoP (cm/s)	1,6 (0,6)	1,7 (0,9)	1,5 (0,5)	0,535 [£]
Deslocamento AP do CoP (cm)	2,8 (0,9)	3,2 (1,2)	2,7 (0,7)	0,001 [£]
Deslocamento ML do CoP (cm)	1,5 (0,6)	1,7 (0,7)	1,5 (0,5)	0,014 [£]
Quedas durante o seguimento, n (%)	56 (27,5)	26 (44,1)	30 (20,7)	0,001 [#]

PT: pico de torque; CoP: Centro de pressão; AP: anteroposterior; ML: mediolateral. [§] Teste T de amostras independentes; [£] Teste U de Mann-Whitney; [#] Teste exato de Fisher.

A obesidade foi associada a um risco de quedas aumentado (RR: 2,13, IC 95%: 1,39 - 3,27). Utilizando a abordagem contrafactual, apenas o torque específico (NIE: 1,11, IC 95%: 1,01 - 1,38) e o pé plano (NIE: 1,10, IC 95%: 1,01-1,32) mediarão a relação entre obesidade e quedas. Quando

a relação entre a obesidade e o mediador foi desativada, a força da associação entre obesidade e quedas foi reduzida para o torque específico (NDE: 1,95, IC 95%: 1,09-3,61) e deixou de ser significativa para o pé plano (NDE: 1,66, IC 95%: 0,87 - 3,05). O torque específico e o pé plano mediaram 19% e 21% do relacionamento entre obesidade e quedas, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3. Avaliação da qualidade muscular dos membros inferiores, cargas plantares e equilíbrio postural como potenciais mediadores da relação entre obesidade e quedas (n= 204).

	Efeito indireto natural (RR, IC95%)	Efeito direto natural (RR, IC95%)	Proporção mediada (%)
Qualidade muscular			
PT dos extensores do joelho (< 88,1 Nm)	1,04 (0,99 - 1,20)	2,07 (1,24 - 3,26)	-
Massa magra da perna (< 5,0 kg)	0,88 (0,70 - 1,11)	2,37 (1,36 - 3,71)	-
Torque específico (< 16,1 Nm.kg ⁻¹)	1,11 (1,01 - 1,38)	1,95 (1,09 - 3,61)	19,0
Cargas plantares			
Força máxima (> 848,3 N)	1,08 (0,83 - 1,99)	1,95 (0,71 - 4,03)	-
Área de contato (> 141,8 cm ²)	1,07 (0,95 - 1,45)	1,94 (0,96 - 3,40)	-
Pico de pressão (> 680,0 kPa)	1,01 (0,99 - 1,10)	2,22 (1,30 - 3,63)	-
Pé plano (índice de arco dinâmico > 0,26)	1,10 (1,01 - 1,32)	1,66 (0,87 - 3,05)	20,6
Equilíbrio postural			
Velocidade do CoP (> 1,83 cm/s)	1,00 (0,96 - 1,03)	2,38 (1,42 - 3,89)	-
Deslocamento AP do CoP (> 3,3 cm)	1,03 (0,97 - 1,17)	2,24 (1,31 - 4,07)	-
Deslocamento ML do CoP (> 1,8 cm)	0,99 (0,93 - 1,03)	2,48 (1,47 - 4,21)	-

PT: pico de torque; CoP: Centro de pressão; AP: anteroposterior; ML: mediolateral; RR: Risco relativo; IC95%: Intervalo de confiança de 95%; CoP: Centro de pressão.

5.4 REFERÊNCIAS

1. Bertolucci PH, Brucki S, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. Arq Neuropsiquiatr. 1994;**52**:1-7.

2. Shelkey M, Wallace M. Katz index of independence in activities of daily living (ADL). *The Gerontologist*. 1998;**10**:20-30.
3. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. WHO technical report series. 1999;**894**:253.
4. Gadelha AB, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: An 18-month follow-up study. *Experimental gerontology*. 2018;**110**:241-246.
5. Gadelha AB, Vainshelboim B, Ferreira AP, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. Stages of sarcopenia and the incidence of falls in older women: A prospective study. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2018;**79**:151-157.
6. Goodpaster BH, Park SW, Harris TB, Kritchevsky SB, Nevitt M, Schwartz AV, *et al*. The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2006;**61**:1059-1064.
7. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, de David AC, Lima RM. Obesity is Associated With Altered Plantar Pressure Distribution in Elderly Women. *Journal of Applied Biomechanics*. 2017:1-21.
8. Cavanagh PR, Rodgers MM. The arch index: a useful measure from footprints. *Journal of biomechanics*. 1987;**20**:547-551.
9. Neri SGR, Gadelha AB, Pereira JC, Gutierrez Filho PJB, Lima RM. Obesity is associated with reduced postural control in community-dwelling older adults: a systematic review. *European Journal of Physiotherapy*. 2018:1-9.
10. World Health Organization. Falls. 2018. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>. Accessed November 6, 2018.
11. VanderWeele T. *Explanation in causal inference: methods for mediation and interaction*. Oxford University Press; 2015.
12. VanderWeele TJ, Vansteelandt S. Odds ratios for mediation analysis for a dichotomous outcome. *American journal of epidemiology*. 2010;**172**:1339-1348.

CAPÍTULO 6

Discussão

A presente tese foi elaborada para examinar a associação entre obesidade e ocorrência de quedas em indivíduos idosos. Especificamente, foram conduzidos estudos para: (I) Sumarizar as evidências de estudos observacionais que investigaram a influência da obesidade no risco e na severidade de quedas em pessoas com idade superior a 60 anos; (II) Investigar a associação entre diferentes índices de adiposidade corporal, equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas em mulheres idosas; (III) Verificar a influência da distribuição de gordura corporal na incidência de quedas em mulheres idosas ao longo de 18 meses de acompanhamento; e (IV) Examinar se a qualidade muscular, cargas plantares e equilíbrio postural são mediadores da relação entre obesidade e incidência de quedas em mulheres idosas. Para melhor compreensão do leitor, a discussão da tese segue estruturada nos seguintes tópicos: discussão dos principais achados, pontos fortes, limitações, implicações práticas e direções para pesquisas futuras.

6.1 PRINCIPAIS ACHADOS

A revisão sistemática e metanálise apresentada no Capítulo 2 demonstrou que idosos obesos apresentam um risco de quedas 16% maior do que idosos não-obesos. Além disso, a obesidade foi relacionada a um risco aumentado de múltiplas quedas. Em nota, tal revisão incluiu estudos (1, 2) que atendiam a maioria dos critérios sugeridos por Bradford Hill para inferência casual (3), como força de associação, temporalidade e gradiente biológico; portanto, pode-se inferir uma relação causal entre obesidade e quedas.

Tal relação é biologicamente plausível, com pesquisas anteriores reportando que a obesidade aumenta o risco de quedas em função do comportamento sedentário, condições crônicas de saúde e uso de medicamentos (4). Também já foi hipotetizado que aspectos biomecânicos, como baixa qualidade muscular dos membros inferiores (5, 6), cargas plantares aumentadas (7) e comprometimento do equilíbrio postural (8), podem reduzir a estabilidade postural e predispor às quedas. Entretanto, apenas um dos estudos incluídos avaliou possíveis mecanismos relacionados a maior ocorrência de quedas em idosos obesos, demonstrando que o equilíbrio dinâmico poderia mediar tal associação (2).

Em relação à severidade das quedas, não há evidências suficientes para concluir que a obesidade esteja associada a lesões ou fraturas. No entanto, os dados utilizados na revisão foram limitados a estudos que incluíram a ocorrência de quedas como um de seus desfechos; assim, estudos que incluíram apenas a ocorrência de lesões ou fraturas relacionadas às quedas podem ter sido perdidos. É importante ressaltar que, embora os estudos transversais não tenham encontrado associação significativa, os estudos de coorte sugeriram que idosos obesos têm menor probabilidade de sofrer lesão por queda (1, 9) ou fratura de quadril (10). Além disso, pesquisas anteriores demonstraram que a associação entre obesidade e fraturas é sítio-dependente, com pessoas obesas sendo protegidas contra fraturas de quadril (11), mas expostas a um maior risco de fraturas do braço (11), perna e tornozelo (12). As razões para essas variações são desconhecidas, mas podem estar relacionadas a diferentes padrões de quedas e atenuação do seu impacto pelo tecido adiposo.

Apesar da revisão sistemática e metanálise apresentada no Capítulo 2 ter identificado uma relação clara entre obesidade e um maior risco de quedas, nenhum dos estudos incluídos havia examinado qual seria o melhor índice de adiposidade corporal para prever tais eventos. Nesse sentido, o estudo transversal apresentado no Capítulo 3 foi delineado para examinar a relação entre diferentes índices de adiposidade, equilíbrio postural, medo de cair e risco de quedas em mulheres idosas. Os principais achados indicaram que todos os índices avaliados se correlacionaram positivamente com o risco de quedas, sendo que a circunferência de cintura foi o índice que exibiu a correlação mais forte. Além disso, as participantes com circunferência de cintura aumentada (≥ 88 cm) apresentaram pior controle do equilíbrio postural e mais medo de cair. Em conjunto, tais observações confirmam que a obesidade esteja ligada às quedas e sugerem que a circunferência de cintura, uma medida simples e de baixo custo, seria o índice de adiposidade mais indicado para identificar as idosas mais predispostas a cair.

Cabe salientar que a circunferência de cintura foi identificada como o melhor preditor do risco de quedas mesmo em comparação a um método padrão-ouro de avaliação da composição corporal (i.e., absorciometria por dupla emissão de raios X – DEXA) (13). Ademais, a circunferência de cintura também já foi previamente identificada como o melhor preditor de outros desfechos relacionados à saúde, como síndrome metabólica (14) e incapacidade funcional (15).

Os resultados do estudo apresentado no Capítulo 3 também forneceram informações sobre potenciais mecanismos referentes à associação entre obesidade e quedas, já que as voluntárias com circunferência de cintura aumentada exibiram um comprometimento do equilíbrio postural. Hipotetiza-se que o acúmulo de gordura na região abdominal faça com que o centro de massa fique posicionado mais anteriormente em relação às articulações do tornozelo, exigindo um maior torque muscular para contrabalancear o torque gravitacional (16). Assim, os efeitos da obesidade sobre o controle do equilíbrio postural, observado nesse e em outros estudos (17), predisporia à ocorrência de quedas.

Idosas com circunferência de cintura aumentada também exibiram mais medo de cair, o que leva à restrição das atividades de vida diária, declínio funcional, e conseqüente aumento no risco de quedas (18). Foi demonstrado anteriormente que idosos que relataram ter medo de cair exibiam uma chance 75% maior de sofrer ao menos uma queda nos 20 meses subsequentes (18). Em nota, a associação entre obesidade e medo de cair foi reafirmada por outro estudo conduzido em indivíduos idosos (19).

Outra lacuna identificada na revisão sistemática e metanálise apresentada no Capítulo 2 diz respeito à influência da distribuição de gordura corporal sobre o risco de quedas. Sendo assim, o estudo de coorte apresentado no Capítulo 4 analisou a influência do acúmulo de gordura androide e ginoide na incidência de quedas em mulheres idosas ao longo de 18 meses de acompanhamento. Os principais resultados indicaram que, embora a obesidade geral aumente o risco de quedas, o acúmulo de gordura nas regiões androide e ginoide desempenham papéis diferentes nesse relacionamento. Especificamente, o acúmulo de gordura na região ginoide, e não na androide, foi associado a uma maior incidência de quedas. Esses achados dão suporte à avaliação da distribuição de gordura corporal como complemento à avaliação de outros fatores de risco já bem estabelecidos para quedas.

O fato de a distribuição de gordura ginoide ter sido o melhor preditor para quedas foi um resultado surpreendente, já que o estudo transversal apresentado no Capítulo 3 apontou que a circunferência de cintura, que reflete a adiposidade androide, seria o índice de adiposidade mais fortemente associado com o risco de quedas. Cabe ressaltar, no entanto, que a avaliação do risco de quedas conduzida no referido estudo não foi realizada de forma objetiva; e sim por meio do *QuickScreen*[®] *Clinical Falls Risk Assessment*, um instrumento que avalia oito fatores relacionados às quedas

(quedas nos últimos 12 meses, uso regular de quatro ou mais medicamentos, uso de medicamento psicotrópico, acuidade visual de baixo contraste, sensação periférica, equilíbrio, tempo de reação e força muscular dos membros inferiores) e através de seus resultados estima a probabilidade do indivíduo sofrer uma queda nos próximos 12 meses (20). Salienta-se ainda que, embora a circunferência de cintura tenha sido o índice mais forte relacionado ao resultado geral do *QuickScreen*[®], não foi encontrada associação significativa com o histórico de quedas nos últimos 12 meses.

Nesse sentido, um estudo de coorte analisou a influência da obesidade geral, determinada pelo índice de massa corporal, e da obesidade abdominal, determinada pela circunferência de cintura, na incidência de quedas durante 24 meses de acompanhamento (9). Os resultados mostraram que os participantes com obesidade abdominal exibiram maior probabilidade de sofrer uma queda, ao passo que não foram encontradas associações significativas para a obesidade geral. Embora esses resultados sejam inconsistentes com maioria dos estudos incluídos na revisão sistemática apresentada no Capítulo 2, que relataram associações significativas da obesidade geral com o risco de quedas, o estudo aponta para o fato de que a distribuição de gordura corporal pode ser mais importante para quedas do que a obesidade sozinha. Em relação ao efeito da obesidade ginoide na incidência de quedas, não foram encontradas outras pesquisas investigando a temática; portanto, ainda é necessária a condução de estudos para obter evidências conclusivas sobre essa associação.

O estudo apresentado no Capítulo 4 também teve como objetivo examinar o efeito da distribuição de gordura corporal na ocorrência de quedas múltiplas e de lesões relacionadas às quedas. No entanto, devido à baixa incidência desses desfechos na amostra, o poder estatístico para abordar esse objetivo não foi alcançado.

Por fim, o estudo de coorte apresentado no Capítulo 5 foi delineado para investigar os mecanismos pelos quais a obesidade aumenta o risco de quedas em mulheres idosas. Especificamente, foi analisado se a qualidade muscular dos membros inferiores, as cargas plantares e o equilíbrio postural seriam mediadores dessa relação. Os achados indicaram que apenas a qualidade muscular (torque específico) e as cargas plantares (índice de arco dinâmico) eram mediadores significativos. Sendo assim, o maior risco de quedas apresentado por idosas obesas ocorre, ao menos parcialmente, em função de um baixo torque específico e de um pé mais plano. Portanto, a inclusão

de treinamento resistido e de intervenções podológicas como parte de um programa de prevenção de quedas pode beneficiar essa população (21, 22).

O comprometimento da função muscular dos membros inferiores é um fator de risco bem estabelecido para quedas e, portanto, sua avaliação tem sido enfatizada em indivíduos idosos (5). Foi demonstrado previamente que apesar da obesidade estar associada a um aumento da massa magra em mulheres idosas, a força muscular não é alterada; como consequência, a obesidade acarreta um torque específico reduzido (6). A massa magra se associa com o peso corporal porque a sobrecarga estimula mecanorreceptores que modulam a produção de fatores de crescimento; por outro lado, a infiltração de gordura no músculo reduz sua capacidade contrátil, acarretando pior desempenho físico (23). Como o comprometimento do torque específico mediou 19% da relação entre obesidade e quedas, sugere-se que o fortalecimento muscular seja importante para evitar quedas nessa população. Nesse sentido, existem evidências de que programas que incluem exercícios resistidos, além de exercícios de equilíbrio, reduzem a taxa de quedas em 34% (21). Entretanto, esse valor deve ser interpretado com cautela, pois é derivado da população idosa em geral e não especificamente de obesos.

Em relação às cargas plantares, as mulheres obesas geraram mais forças ao caminhar do que as não-obesas. Contudo, essas forças elevadas foram distribuídas por uma maior área de contato do pé com o solo; portanto, não houve diferença entre os grupos para a pressão plantar. Adicionalmente, as idosas obesas exibiram maior índice de arco dinâmico, o que é indicativo de pé plano e pode ser resultado de uma condição crônica de sobrecarga (24). Esses achados são consistentes com relatos anteriores, que também identificaram maiores cargas plantares em idosos obesos (25). Foi sugerido que cargas plantares elevadas contribuem para dores nos pés, que, como consequência, geram distúrbios no equilíbrio e predispõem à ocorrência de quedas (26). Ademais, a hiperativação dos mecanorreceptores plantares devido à sobrecarga contínua pode reduzir a sensibilidade plantar e afetar a estabilidade postural (27). De fato, o pé plano mediou 21% da relação entre obesidade e quedas em mulheres idosas. Como o risco de quedas apresentado por idosas obesas é parcialmente explicado pelo pé plano, e há evidências de que intervenções podológicas proporcionam reduções pequenas, mas significativas, na taxa de quedas (22), a inclusão dessa modalidade de intervenção como parte de um programa de prevenção de quedas pode beneficiar essa população.

Outra via biomecânica essencial para manter a estabilidade postural envolve o controle do centro de pressão nos limites da base de sustentação. O estudo apresentado no Capítulo 5 demonstrou que as participantes obesas exibiam comprometimento do equilíbrio postural, especialmente nas direções anteroposterior e mediolateral. Esses resultados estão de acordo com achados anteriores (17), e foi atribuído à localização do centro de massa corporal mais anteriormente em relação às articulações do tornozelo, exigindo um maior torque muscular para contrabalancear o torque gravitacional (16). O comprometimento da sensibilidade plantar devido ao aumento das cargas plantares também ajuda a explicar o efeito prejudicial da obesidade no equilíbrio postural (27). Em nota, a oscilação do centro de pressão é um importante indicativo de quedas; porém, não há consenso sobre o parâmetro com o melhor valor preditivo para esse desfecho (28, 29). No presente estudo, a análise de mediação refutou a hipótese de que o comprometimento do equilíbrio postural, avaliado pelos parâmetros selecionados, seria um elo mecanicista entre obesidade e quedas em mulheres idosas. No entanto, é possível que testes de equilíbrio dinâmico possam refletir melhor a capacidade de controle postural e ajudar a explicar o risco de queda nessa população (2).

6.2 PONTOS FORTES

A presente tese inclui a primeira revisão sistemática e o primeiro estudo de coorte brasileiro a investigar a associação entre obesidade e quedas em indivíduos idosos. A revisão foi realizada de acordo com as Diretrizes para Metanálises e Revisões Sistemáticas de Estudos Observacionais – MOOSE e seguiu um protocolo pré-especificado registrado no Registro Internacional Prospectivo de Revisões Sistemáticas – PROSPERO. Para identificar o maior número de estudos possível, foi realizada uma busca em sete bases de dados, sem restrição de idioma ou período de publicação. Outro ponto forte se refere ao fato dela ter incluído estudos de 12 países e quatro continentes diferentes, aumentando a generalização dos resultados. Ademais, a amostra foi composta por 1.759.244 participantes, provenientes tanto da população em geral e quanto de populações com condições clínicas específicas. Além disso, a maioria dos estudos incluídos era de alta qualidade metodológica.

Em relação ao estudo de coorte, foram utilizadas diferentes medidas de adiposidade corporal para investigar a relação entre distribuição de gordura corporal e incidência de quedas. Notavelmente,

o DXA tem sido considerado o padrão-ouro para avaliar a composição corporal, fornecendo dados de massa gorda e massa livre de gordura para todo o corpo e para regiões específicas, como as regiões androide e ginoide (30). Seu uso, no entanto, não é amplamente disponível; portanto, o uso adicional de medidas antropométricas de adiposidade para a previsão de quedas fornece importantes aplicações práticas.

A presente tese também foi pioneira em examinar os efeitos de fatores biomecânicos como potenciais mediadores da relação entre obesidade e quedas. Em nota, a análise de mediação foi conduzida utilizando a abordagem contrafactual descrita recentemente por VanderWeele (30), que supera várias das limitações dos métodos mais tradicionais, como a abordagem de Baron e Kenny (31). Através da análise contrafactual, foi possível explorar a interação entre obesidade e cada potencial mediador, o que aumentou o poder de detecção da mediação. Na coorte, a inclusão da interação entre ser obeso e possuir o pé plano permitiu a identificação desse fator como um mediador significativo. Como ter o pé plano estava relacionado um risco de quedas aumentado em participantes obesas, mas não em não-obesas, sem a inclusão do termo de interação no modelo, o pé plano não seria identificado como mediador. Adicionalmente, foi possível decompor o efeito total em efeitos diretos e indiretos, mesmo na presença de interação, permitindo estimar a proporção mediada. Por fim, a análise permitiu controlar os efeitos de variáveis confundidoras.

6.3 LIMITAÇÕES

Apesar dos pontos fortes, as limitações da tese também são reconhecidas. Primeiramente, foi observada heterogeneidade estatística elevada na metanálise. Essa variabilidade pode ter ocorrido em função das diferenças nos delineamentos dos estudos incluídos, como a inclusão de participantes com características diversas e as variações nos métodos de mensuração das variáveis de exposição e desfecho. Cabe salientar, entretanto, que devido ao baixo número de estudos com desenhos semelhantes, não foi possível avaliar o efeito dos diferentes atributos nas estimativas analisadas. É importante ressaltar ainda que alguns estudos não foram incluídos na análise devido à ausência de dados. Embora não seja possível afirmar como a inclusão desses estudos afetaria a magnitude das estimativas, as suas conclusões não diferiram dos resultados gerais da metanálise. Ademais, o uso de efeitos não ajustados pode ter feito com que fatores confundidores tenham

afetado os resultados. Considerando essa preocupação, foram realizadas metanálises secundárias utilizando apenas estimativas ajustadas e as conclusões foram as mesmas. Finalmente, a assimetria do gráfico de funil e a significância do teste de Egger revelaram que a metanálise pode ter sido afetada por viés de publicação.

Outra potencial limitação diz respeito ao fato de boa parte dos estudos incluídos na metanálise ter utilizado a estatura e a massa corporal autorrelatada para estimar o índice de massa corporal e assim identificar a obesidade. É bem descrito que idosos tendem a superestimar a estatura e subestimar a massa corporal, o que minimiza o índice de massa corporal e consequentemente subestima o número de idosos que seriam classificados como obesos. Embora esse índice seja a medida de obesidade mais amplamente utilizada, ela apresenta baixa sensibilidade em indivíduos idosos (32). Nesse sentido, o estudo de coorte que compõe a presente tese utilizou diferentes medidas de adiposidade corporal para identificar a obesidade, incluindo um método padrão-ouro. O que não foi feito em nenhum dos estudos, porém, foi avaliar a exposição latente da obesidade; isto é, é possível que participantes que não eram obesos na linha de base tenham desenvolvido obesidade durante o acompanhamento.

Em relação aos desfechos, a maioria dos estudos incluídos na metanálise mensuraram a incidência de quedas por meio de *recall* dos participantes, o que pode ter afetado o seu resultado (33). Inclusive, o estudo de coorte conduzido nessa tese avaliou a incidência de quedas por meio de inquérito telefônico usando *recall* retrospectivo. No entanto, é válido ressaltar que foi conduzida uma avaliação do estado mental para certificar que nenhuma das voluntárias da amostra apresentava comprometimento cognitivo que pudesse comprometer a qualidade dos dados. Em tempo, não se pode prever se os métodos empregados atenuariam ou ampliariam as estimativas observadas.

A análise dos potenciais mediadores da relação entre obesidade e quedas também pode ter sido afetada por questões metodológicas. É possível questionar se foram utilizadas as melhores variáveis para retratar cada um dos constructos e se os pontos de corte adotados para categorizar as variáveis não afetaram os resultados. Nesse contexto, a análise de mediação também foi conduzida utilizando dados contínuos e as conclusões foram as mesmas.

Por fim, cabe destacar que o tamanho da amostra do estudo de coorte era relativamente pequeno. No entanto, é preciso considerar que foram utilizados instrumentos padrão-ouro para mensuração

das variáveis, o que dificulta a expansão do tamanho da amostra, tendo em vista os gastos e a baixa acessibilidade para grandes populações. Além disso, o fato de a amostra ter sido composta por mulheres saudáveis e funcionalmente independentes pode reduzir a aplicabilidade dos resultados aos homens e aos segmentos mais frágeis da população idosa.

6.4 IMPLICAÇÕES PRÁTICAS

Os resultados apresentados na presente tese demonstram que a obesidade aumenta o risco de quedas em pessoas idosas. Apesar de não haver evidência da associação entre a obesidade e a severidade das quedas, os achados ainda são clinicamente relevantes. Mesmo quando as quedas não resultam em lesões, elas acarretam no medo de cair, o que leva a restrições nas atividades de vida diária e a conseqüente declínio funcional (34). Além disso, os resultados devem ser considerados sob a luz da alta prevalência de obesidade e do impacto econômico das quedas. Atualmente, mais de 60% dos idosos brasileiros apresentam excesso de peso (35), e os custos médicos diretos com quedas não fatais são estimados em US\$ 31,3 bilhões por ano (36). Assim, o aumento no risco de quedas inerente a obesidade pode ter um impacto importante na saúde pública.

Nesse sentido, a triagem da obesidade pode ser uma adição útil às avaliações do risco de queda, ajudando na identificação de idosos mais propensos a cair e na implementação de estratégias preventivas mais eficazes. Especificamente, os resultados dessa tese apontam para o fato de que a distribuição de gordura corporal pode ser mais importante para a predição de quedas do que a obesidade em si; porém, esse achado é pioneiro e merece ser melhor investigado. Adicionalmente, indivíduos obesos podem se beneficiar da inclusão de fortalecimento muscular e de intervenções podológicas como parte de programas de prevenção de quedas (22, 23), já que a baixa qualidade muscular e aumento do índice de arco plantar durante a marcha foram identificados como mediadores significativos da relação entre obesidade e quedas. Por fim, a prevenção e o tratamento da obesidade podem ajudar a minimizar o impacto econômico das quedas, além de reduzir o risco de outras condições de saúde ligadas ao excesso de adiposidade corporal (37).

6.5 DIREÇÕES PARA PESQUISAS FUTURAS

A presente tese fornece evidências consistentes de que a obesidade está associada a um maior risco de quedas em indivíduos idosos; entretanto, o impacto dessa condição na severidade das quedas ainda não está claro. Portanto, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos prospectivos que avaliem a relação entre a obesidade e a ocorrência de lesões e fraturas relacionadas às quedas. Também é necessário estabelecer os efeitos da obesidade nos desfechos relacionados às quedas em populações específicas (i.e., diferentes sexos, faixas etárias, condições de saúde e contextos clínicos).

Essa tese é pioneira em investigar a influência da distribuição de gordura corporal no risco de quedas e em examinar qual seria o melhor índice de adiposidade corporal para predizer a ocorrência desses eventos. Por esse motivo, ainda é necessário conduzir estudos para obter evidências conclusivas a respeito dessa questão. Adicionalmente, seria útil examinar outros potenciais mediadores da relação entre obesidade e quedas, já que compreender os mecanismos pelos quais a obesidade leva a um aumento do risco de quedas pode ajudar no delineamento de estratégias preventivas. Por fim, é preciso compreender como a obesidade interage com fatores de risco coexistentes e avaliar a viabilidade e a eficácia do direcionamento à obesidade em estratégias de prevenção de quedas.

6.6 REFERÊNCIAS

1. Himes CL, Reynolds SL. Effect of obesity on falls, injury, and disability. *J Am Geriatr Soc.* 2012;**60**:124-129.
2. Hooker ER, Abrahamson M, Marshall LM, Orwoll ES, Nielson CM, Shrestha S, *et al.* Obesity and Falls in a Prospective Study of Older Men: The Osteoporotic Fractures in Men Study. *J Aging Health.* 2017;**29**:1235-1250.
3. Höfler M. The Bradford Hill considerations on causality: a counterfactual perspective. *Emerging themes in epidemiology.* 2005;**2**:11.

4. Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JC. Obesity and falls in older people: mediating effects of disease, sedentary behavior, mood, pain and medication use. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2015;**60**:52-58.
5. Gadelha AB, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: An 18-month follow-up study. *Experimental gerontology*. 2018;**110**:241-246.
6. Vilaça KHC, Carneiro JAO, Ferriolli E, da Costa Lima NK, de Paula FJA, Moriguti JC. Body composition, physical performance and muscle quality of active elderly women. *Archives of gerontology and geriatrics*. 2014;**59**:44-48.
7. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, de David AC, Lima RM. Obesity is Associated With Altered Plantar Pressure Distribution in Elderly Women. *Journal of Applied Biomechanics*. 2017:1-21.
8. Neri SGR, Gadelha AB, de David AC, Ferreira AP, Safons MP, Tiedemann A, *et al.* The association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and fall risk in older community-dwelling women. *Journal of geriatric physical therapy*. 2017;**In press**.
9. Cho B-Y, Seo D-C, Lin H-C, Lohrmann DK, Chomistek AK. BMI and central obesity with falls among community-dwelling older adults. *American journal of preventive medicine*. 2018;**54**:e59-e66.
10. Zhang N, Lu SF, Zhou Y, Zhang B, Copeland L, Gurwitz JH. Body Mass Index, Falls, and Hip Fractures Among Nursing Home Residents. *The Journals of Gerontology: Series A*. 2018;**73**:1403-1409.
11. Prieto-Alhambra D, Premaor MO, Fina Avilés F, Hermosilla E, Martinez-Laguna D, Carbonell-Abella C, *et al.* The association between fracture and obesity is site-dependent: a population-based study in postmenopausal women. *Journal of bone and mineral research*. 2012;**27**:294-300.
12. Compston JE, Watts NB, Chapurlat R, Cooper C, Boonen S, Greenspan S, *et al.* Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW. *The American journal of medicine*. 2011;**124**:1043-1050.
13. Cornier M-A, Després J-P, Davis N, Grossniklaus DA, Klein S, Lamarche B, *et al.* Assessing adiposity a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2011;**124**:1996-2019.

14. Gadelha AB, Myers J, Moreira S, Dutra MT, Safons MP, Lima RM. Comparison of adiposity indices and cut-off values in the prediction of metabolic syndrome in postmenopausal women. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*. 2016.
15. Gadelha AB, Neri SGR, Safons MP, Moreira SR, Lima RM. Comparisons between body adiposity indexes and cutoff values in the prediction of functional disability in older women. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 2016;**18**:381-390.
16. Simoneau M, Teasdale N. Balance control impairment in obese individuals is caused by larger balance motor commands variability. *Gait & posture*. 2015;**41**:203-208.
17. Neri SGR, Gadelha AB, Pereira JC, Gutierrez Filho PJB, Lima RM. Obesity is associated with reduced postural control in community-dwelling older adults: a systematic review. *European Journal of Physiotherapy*. 2018:1-9.
18. Friedman SM, Munoz B, West SK, Rubin GS, Fried LP. Falls and fear of falling: which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2002;**50**:1329-1335.
19. Jeon B-J. The effects of obesity on fall efficacy in elderly people. *Journal of Physical Therapy Science*. 2013;**25**:1485-1489.
20. Tiedemann A, Lord SR, Sherrington C. The development and validation of a brief performance-based fall risk assessment tool for use in primary care. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*. 2010:glq067.
21. Sherrington C, Fairhall NJ, Wallbank GK, Tiedemann A, Michaleff ZA, Howard K, *et al*. Exercise for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane database of systematic reviews*. 2019.
22. Wylie G, Torrens C, Campbell P, Frost H, Gordon AL, Menz HB, *et al*. Podiatry interventions to prevent falls in older people: a systematic review and meta-analysis. *Age and ageing*. 2019.
23. Kalyani RR, Corriere M, Ferrucci L. Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*. 2014;**2**:819-829.
24. Faria A, Gabriel R, Abrantes J, Brás R, Moreira H. The relationship of body mass index, age and triceps-surae musculotendinous stiffness with the foot arch structure of postmenopausal women. *Clinical Biomechanics*. 2010;**25**:588-593.

25. Mickle KJ, Steele JR. Obese older adults suffer foot pain and foot-related functional limitation. *Gait & posture*. 2015;**42**:442-447.
26. Mickle KJ, Munro BJ, Lord SR, Menz HB, Steele JR. Foot pain, plantar pressures, and falls in older people: a prospective study. *Journal of the American Geriatrics Society*. 2010;**58**:1936-1940.
27. Wu X, Madigan ML. Impaired plantar sensitivity among the obese is associated with increased postural sway. *Neuroscience letters*. 2014;**583**:49-54.
28. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people—a review. *Gerontology*. 2006;**52**:1-16.
29. Zhou J, Habtemariam D, Iloputaife I, Lipsitz LA, Manor B. The Complexity of Standing Postural Sway Associates with Future Falls in Community-Dwelling Older Adults: The MOBILIZE Boston Study. *Scientific Reports*. 2017;**7**.
30. VanderWeele T. *Explanation in causal inference: methods for mediation and interaction*. Oxford University Press; 2015.
31. Baron RM, Kenny DA. The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: Conceptual, strategic, and statistical considerations. *Journal of personality and social psychology*. 1986;**51**:1173.
32. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, Thomas RJ, Collazo-Clavell M, Korinek J, *et al*. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *International journal of obesity*. 2008;**32**:959-966.
33. Hannan MT, Gagnon MM, Aneja J, Jones RN, Cupples LA, Lipsitz LA, *et al*. Optimizing the tracking of falls in studies of older participants: comparison of quarterly telephone recall with monthly falls calendars in the MOBILIZE Boston Study. *American journal of epidemiology*. 2010;**171**:1031-1036.
34. Auais M, French S, Alvarado B, Pirkle C, Belanger E, Guralnik J. Fear of falling predicts incidence of functional disability 2 years later: a perspective from an international cohort study. *The Journals of Gerontology: Series A*. 2017;**73**:1212-1215.
35. Brasil V. VIGITEL Baasil 2018: Vigilância de fatores de risco e proteção para doenças crônicas por inquérito telefônico. 2019.
36. Burns ER, Stevens JA, Lee R. The direct costs of fatal and non-fatal falls among older adults—United States. *Journal of safety research*. 2016;**58**:99-103.

37. The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *New England Journal of Medicine*. 2017;**377**:13-27.

CAPÍTULO 7

Conclusão

A presente tese fornece evidências consistentes de que a obesidade aumenta o risco de quedas em indivíduos idosos; entretanto, o impacto dessa condição na severidade das quedas requer esclarecimento em estudos futuros. Adicionalmente, os resultados observados indicam que a distribuição de gordura corporal, especialmente o padrão ginoide, pode desempenhar um papel importante na predição de quedas. Dada a alta prevalência da obesidade em todo o mundo e sua associação com quedas, o manejo da obesidade por meio de estratégias de saúde pública se faz urgentemente necessário e pode auxiliar na prevenção de quedas. Nesse sentido, a identificação da obesidade como um complemento a outros fatores de risco já bem estabelecidos pode ajudar na identificação de idosos expostos a um maior risco e favorecer a implementação precoce de estratégias preventivas. Digno de nota, indivíduos obesos podem se beneficiar com a inclusão de fortalecimento muscular e de intervenções podológicas como parte de programas de prevenção de quedas, já que a baixa qualidade muscular e aumento do índice de arco plantar durante a marcha foram identificados como mediadores significativos da relação entre obesidade e quedas na presente tese. Mais pesquisas são necessárias para explorar o custo-efetividade do direcionamento à obesidade em estratégias de prevenção de quedas.

APÊNDICE A

Publicação do estudo apresentado no Capítulo 2

Review

Does Obesity Increase the Risk and Severity of Falls in People Aged 60 Years and Older? A Systematic Review and Meta-analysis of Observational Studies

Silvia G. R. Neri, MSc,^{1,*} Juliana S. Oliveira, PhD,² Amabile B. Dario, PhD,³ Ricardo M. Lima, PhD,¹ and Anne Tiedemann, PhD²

¹Faculty of Physical Education, University of Brasilia, Brazil. ²Institute for Musculoskeletal Health, School of Public Health, Faculty of Medicine and Health and ³Work Integrated Learning, Faculty of Health Sciences, The University of Sydney, Australia.

*Address correspondence to: Silvia G. R. Neri, MSc, Faculty of Physical Education, University of Brasilia, Asa Norte 70910-900, Brasilia/DF, Brazil. E-mail: silvia_grn@hotmail.com

Received: September 11, 2019; Editorial Decision Date: October 30, 2019

Decision Editor: Anne Newman, MD, MPH

Abstract

Background: Recent investigations suggest that obesity may be associated with an increased risk of falls; however, this theory has yet to be definitively confirmed. This systematic review and meta-analysis examined the strength of the association between obesity and falls, multiple falls, fall-related injuries, and fall-related fractures among older adults.

Methods: MEDLINE, Embase, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscus, LILACS, and Web of Science databases were searched to identify observational studies that assessed the association between obesity and fall-related outcomes in participants aged 60 years and older. Two independent reviewers performed data extraction and quality assessment. Relative risks and 95% confidence intervals (CI) were pooled using random effect meta-analyses.

Results: Thirty-one studies including a total of 1,758,694 participants were selected from 7,815 references. Pooled estimates showed that obese older adults have an increased risk of falls compared with nonobese counterparts (24 studies; relative risk: 1.16; 95% CI: 1.07–1.26; I^2 : 90%). Obesity was also associated with an increased risk of multiple falls (four studies; relative risk: 1.18; 95% CI: 1.08–1.29; I^2 : 0%). There was no evidence, however, of an association between obesity and fall-related injuries (seven studies; relative risk: 1.04; 95% CI: 0.92–1.18; I^2 : 65%). Fall-related fractures were reported in only one study, which demonstrated a lower risk of hip fracture with obesity (odds ratio: 0.65; 95% CI: 0.63–0.68).

Conclusions: Obesity increases the risk of falls and multiple falls in people aged 60 years and older; however, there is insufficient evidence of an association with fall-related injuries or fractures. Prevention and treatment of obesity may play a role in preventing falls in older age.

Keywords: Adiposity, Accidental falls, Injuries, Risk factors, Aging

An important change related to the aging process is fat mass accumulation; currently, more than 40% of Americans older than 60 years are classified as obese (1). It is well documented that obesity can introduce or exacerbate many health conditions (2) and can adversely affect an individual's ability to perform activities of daily living (3). Moreover, recent investigations have suggested that obesity may be associated with an increased risk of falls in people aged 60 years and older (4–6).

Falls in older age are a major public health issue. Approximately one third of community-dwelling older adults fall each year, and half

of them experience recurrent falls (7). Falls can cause injuries that contribute to disability, health care costs, and increased mortality (8,9). Even when falls do not result in physical injury, they can cause older people to become fearful of falling, with consequent restrictions on daily activities and onset of functional decline (10,11).

Despite the suggested link between obesity and higher occurrence of falls (4–6), some studies have shown conflicting results (12,13). For instance, Cho and colleagues observed no significant association between body mass index (BMI) and falls among community-dwelling older adults (12), whereas Zhang and colleagues found that increased

BMI was associated with reduced risk of falls among newly admitted nursing home residents (13). In addition, there is some evidence that obesity could prevent fall-related injuries (12,14) and fractures (13). Given the recent increase in the number of published studies examining the association between obesity and falls and their conflicting findings, it is relevant to summarize current evidence. To the best of our knowledge, available studies have not been systematically synthesized. Understanding the strength of the association between obesity and falls may help to identify older individuals at increased risk of falling and support the implementation of preventive strategies. To address this current evidence gap, we conducted a systematic review and meta-analysis of observational studies that evaluated the relationship between obesity and falls among people aged 60 years and older. The secondary aims were to examine the association between obesity and multiple falls, fall-related injuries/falls requiring medical attention, and fall-related fractures.

Methods

The systematic review protocol was registered with PROSPERO prior to commencement (CRD42018107741). The reporting process has been guided by the Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) checklist (15).

Search Strategy and Selection Criteria

We searched MEDLINE, Embase, CINAHL, PsycINFO, SPORTDiscus, LILACS, and Web of Science from inception to August 29, 2018. A search strategy was developed for each database using a combination of free text and controlled vocabulary terms (Supplementary Appendix 1). We used search terms from three categories relating to obesity, falls, and older adults. The reference lists of retrieved studies were also handsearched. No language restrictions were applied.

Study eligibility was assessed independently by two investigators (S.G.R.N. and J.S.O.; $\kappa = 0.74$) according to the predetermined inclusion criteria (Panel 1). Eligible studies were those that included only participants aged 60 years and over, or studies in which the mean age minus 1 *SD* was more than 60 years. Obesity was defined according to the World Health Organization as “abnormal or excessive fat accumulation that may impair health” (16). People are generally considered obese when their BMI is over 30 kg/m² (16); however, other body adiposity measures (eg, waist circumference and body fat percentage) may be used to supplement information regarding body fatness (17). Also, different cutoff values may be applied according to the population investigated. Studies were eligible if they included obese participants as exposed group and nonobese participants as control group. Studies that included only underweight or overweight participants as control group were not considered.

In regards to the outcome, a fall was defined as “an event which results in a person coming to rest inadvertently on the ground or floor or other lower level” (18). Studies were eligible if they included the number of falls or fallers as an outcome (primary outcome for this systematic review). Secondary outcomes were multiple falls, fall-related injury/fall requiring medical attention, and fall-related fracture. Only cross-sectional, case-control, or cohort studies were included. Studies that were not published as full reports, such as conference abstracts and letters to editors were excluded. If a site-specific data set had been published more than once, only the publication with greater sample size or reporting more outcomes relevant

to this review was included. Articles written in a language other than English were screened by researchers with relevant language skills that worked in the authors’ institution. All disagreements regarding the selection of included studies were solved by discussion and, when necessary, arbitration occurred with a third reviewer (A.T.). The references were stored in the Endnote X8 software (Clarivate Analytics, Philadelphia, PA), and we included a flow diagram to document the screening process.

Panel 1. Inclusion criteria

- Participants: people aged 60 years and over
- Exposure: obesity
- Control: nonobesity
- Outcomes: number of falls or number of fallers (primary)

Data Extraction and Quality Assessment

Relevant information was extracted from included studies by one author (S.G.R.N.) and checked for accuracy and omissions by a second author (J.S.O.). Discrepancies were resolved by discussion and, when necessary, arbitration occurred with a third reviewer (A.T.). For each study, the following data were extracted: country, study design, participants’ characteristics (number of participants in the exposed and control groups, sex, age, health condition, and source of recruitment), classification criteria for exposed and control groups, and outcomes of interest measured. All information was extracted directly into a summary table (Supplementary Appendix 2).

Estimates of the association between obesity and falls were extracted into two other tables: one for the occurrence of fall-related outcomes according to obesity status (ie, number of events; Supplementary Appendix 3), and the other for risk estimates (ie, relative risk [RR] or odds ratio plus 95% confidence interval [CI; Supplementary Appendix 4). The risk estimates extracted included unadjusted and adjusted measures, and covariates.

If the study reports were incomplete or if data were missing, study authors were contacted via email. If the author did not reply within 2 weeks, a second email was sent as a reminder. If, at the end of the fourth week, a reply had not been received, available data were used (reply rate = 0.86).

Methodological quality was assessed based on standard criteria (19,20), which was slightly adapted to fit the aims of this systematic review (Supplementary Appendix 5). The total scores were dichotomized into categories of ≥ 6 or < 6 indicating good or poor methodological quality, respectively.

Data Analysis

We calculated the pooled RR and 95% CI of the effect of obesity on each binary fall-related outcome using random effects meta-analyses. For studies reporting unadjusted effects as well as effects adjusted for potential confounding, only unadjusted effects were included to improve comparability between studies. Where the RR was not reported, we transformed odds ratio to RR based on the formula described by Zhang and Yu (21). If estimates were not available, we estimated the RR based on the number of fall-related events of obese and nonobese groups (ie, 2 × 2 tables) (22). For the continuous fall-related outcome (ie, number of falls), we intended to calculate pooled mean differences of the obesity effect; however, it

was not possible due to the low number of homogeneous studies that included this outcome.

When several estimates were reported within one study, we chose a single estimate based on clinical homogeneity with other studies in the meta-analysis and the less selective sample. For example, when one study reported estimates from obesity classified according to different criteria (eg, BMI and waist circumference), we included only the estimate from the most common classification among the other studies (ie, BMI). When one study reported estimates according to the severity of obesity (eg, obesity classes I, II, and III), we chose the estimate from the severity with the biggest sample size (ie, obesity class I). However, when one study reported specific estimates from different groups of participants (eg, sex, age groups or health condition), all the estimates were included because they were not calculated using data from the same set of participants.

Studies that used a cohort design were analyzed separately from cross-sectional studies. Statistical heterogeneity was determined by visual inspection of the forest plots and with consideration of the I^2 test. I^2 values of 25%, 50%, and 75% were considered as evidence of low, moderate, and high heterogeneity, respectively (23). Meta-regression analyses were undertaken to determine whether findings differed across designs.

A funnel plot was built for the primary meta-analysis to assess possible publication bias. We plotted the precision (ie, SE) of included studies against the estimates of association and results were visually inspected. Egger's test was used to quantify plot asymmetry, for which a null hypothesis represents symmetry of the plotted data (24). All analyses were conducted using Comprehensive Meta-Analysis Software version 2 (Biostat, Englewood, NJ).

Results

Study Selection

The search identified 7,815 studies, of which 5,600 remained after removing duplicates (Figure 1). After title and abstract screening, 220 full-text papers were assessed for eligibility; of these, 31 studies were included in the review (4–6,12–14,25–49). There were enough data reported from 24 studies to be included in the primary meta-analysis evaluating the relationship between obesity and falls (6,12,13,25–27,30–36,38,40–49). For secondary analyses, four studies were pooled reporting multiple falls (4,32,40,41), and seven studies were pooled reporting fall-related injuries/falls requiring medical attention (12,30,35,36,41,43,49). There were not enough data to calculate the pooled estimate for fall-related fractures.

Characteristics of the Included Studies

The 31 studies included in the review reported data from 12 different countries as follows: United States (4,12–14,26,29,30,34,35,49), Brazil (32,33,40,42,44–46), Australia (5,27,28,37,41), Canada (36), England (25), Japan (38), Korea (39), Mexico (6), Saudi Arabia (31), Spain (43), Taiwan (48), and Thailand (47). Most studies were published in English, except for three studies written in Portuguese (33,45,46) and one single study in Japanese (38). Eleven studies presented results from cohort analysis (4–6,12–14,25–29), whereas 20 studies used cross-sectional data (30–49). Supplementary Appendix 2 summarizes the characteristics of the included studies, including the characteristics of the participants, exposure and outcomes.

Participants

The included studies comprised 1,758,694 participants in total, with data from 1,549,582 participants included in the primary analysis.

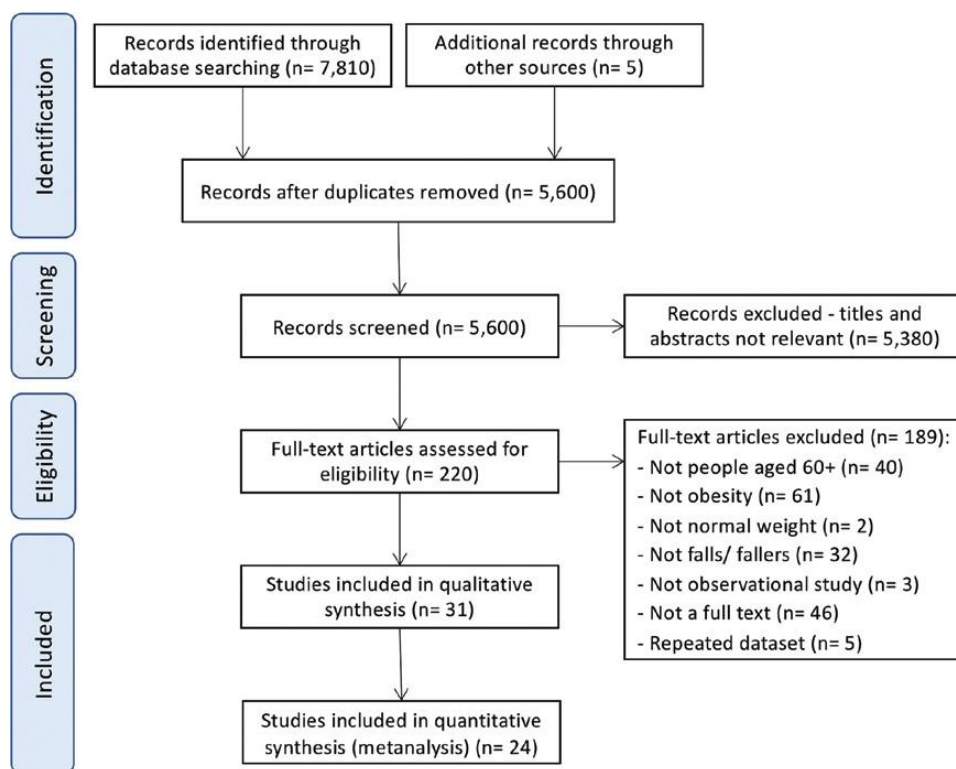


Figure 1. Flowchart of study selection.

The secondary analyses used data from 11,151 participants reporting multiple falls and data from 311,572 participants reporting fall-related injuries/falls requiring medical attention. Most studies included people aged 60 years or older (4–6,12–14,25–31,33–47,49), except for two studies that included people older than 55 years (32,48). Twenty-three studies included both men and women (6,12–14,27,30–37,39–41,43–49), whereas the others included only men (26,28) or women (4,5,25,29,38,42). The participants from nine studies had a specific clinical condition, including sarcopenia (27,37), nonsarcopenia (4,27,28,37), nondynapenia (40), postural instability (43), diabetes (29), atrial fibrillation (44), and stroke (33). All other studies included participants with general health conditions (5,6,12–14,25,26,30–32,34–36,38,39,41,42,45–49). Twenty-two studies recruited participants from the community (6,12,14,25,27–31, 33–36,38–42,45–47,49), four from hospitals (37,43,44,48), two from clinical centers (4,26), two from Medicare database (5,13), and a single study recruited from primary care (32).

Exposure

In all studies, the exposed group included obese people. Most authors classified participants as obese when their BMI was over 30 kg/m² (5,6,12–14,25,26,29–37,41–46,49); however, cutoff values of 25 kg/m² (39) and 28 kg/m² (47,48) were also used. Four studies used waist circumference (12,27,40,48) and four used body fat percentage (4,27,28,38) as a measure of obesity. The waist circumference cutoff values ranged from 90 cm (48) to 102 cm (12,27,40) for men and from 80 cm (48) to 88 cm (12,27,40) for women, whereas the body fat percentage cutoff values ranged from 28% (27) to 30% (28) and from 30% (38) to 42% (4), for men and women, respectively. Of note, three studies (12,27,48) used two measures of obesity simultaneously; thus, the same participants were included into two different exposed groups. In five studies (13,14,26,38,49), participants were classified into different exposed groups according to the severity of obesity (eg, classes I, II, and III).

The control group included normal weight people in all studies. Of those, nine studies also included underweight participants (5,12,25,29,32,37,42–44) and seven studies included overweight individuals (13,14,32,35,37,43,44). The measure of obesity was performed using objective anthropometric measures in 18 studies (4,12,13,25–29,32–34,37,38,40,42,43,46,48), with the remaining studies using self-reported measures.

Outcomes

All the included studies reported the number of falls or fallers. Regarding secondary outcomes, six studies reported multiple falls (4,29,32,39–41), eight reported fall-related injuries/falls requiring medical attention (12,14,30,35,36,41,43,49), and one reported fall-related fractures (13). The outcomes were recorded via participant recall in most studies, with single studies using fall diaries (27) or follow-up questionnaires (26). Only five studies evaluated falls prospectively (4,26–29); the others reported falls that occurred in the last three (13,30,32), six (33,37), 12 (5,31,32,34,36,38–45,48,49), or 24 (6,12,14,25) months. In addition, two studies reported falls that occurred since the participants were 60 years old (46,47).

Methodological Quality

Supplementary Appendix 5 presents the quality assessment of the included studies. Twenty studies (65%) were rated as having good methodological quality (ie, score of 6 or more) (4–6,12–14, 25–29,31,36–41,48,49). Nineteen studies (61%) had appropriate

design and sampling method (4–6,12–14,25,27,29–31,35,36, 38–41,45,47,49); 26 (84%) had adequate sample sizes (4–6, 12–14,25–28,30–32,35–43,45,47–49); 18 (58%) clinically diagnosed obesity (4,12,13,25–29,32–34,37,38,40,42,43,46,48); 30 (97%) used an appropriate control group (4–6,12–14,25–43, 45–49); and 24 (77%) appropriately recorded fall-related outcomes (4–6,12–14,25–29,31,35–43,45,48,49). The characteristics of the exposed and control groups were described in 10 studies (32%) (13,26–28,32,37,38,41–43). For studies describing the occurrence of fall-related outcomes according to groups (4,6,12,13,25–28, 30–38,40–48), the CIs were reported in only three (12%) (26,36,37). For studies reporting the association between obesity and falls (4–6,12–14,25,26,28–31,36,39–41,48,49), the CIs were reported in all studies, and adjustments for potential cofounders were conducted in 17 studies (94%) (4–6,12–14,26,28–31,36,39–41,48,49).

Publication Bias

The funnel plot displayed over asymmetry and the Egger's tests revealed significant publication bias ($p < .001$; Supplementary Appendix 6).

Association Between Obesity and Fall-Related Outcomes

Eleven cohort studies investigated the association between obesity and falls (4–6,12–14,25–29); of these, six (6,12,13,25–27) presented enough data to be pooled (Figure 2). The meta-analysis showed that obesity was significantly associated with falls (RR: 1.12; 95% CI: 1.00–1.26; I^2 : 87%). Data from 18 (30–36,38,40–49) of 20 (30–49) cross-sectional studies were also pooled and the association was also found to be significant (RR: 1.20; 95% CI: 1.13–1.27; I^2 : 44%). Meta-regression analyses showed that the findings did not differ across the designs ($p = .393$); thus, data from cohort and cross-sectional studies were pooled. Overall, obese older adults had an increased risk of falls compared with their nonobese counterparts, but high heterogeneity was observed (RR: 1.16; 95% CI: 1.07–1.26; I^2 : 90%). Regarding the studies that were not included in the meta-analysis, most of them found that obesity significantly increases the risk of falls (4,5,14,28,39), with two studies showing no significant association (29,37).

Regarding secondary outcomes, only one (4) of two (4,29) cohort studies that reported multiple falls presented enough data to be included in the meta-analysis (RR: 1.16; 95% CI: 1.03–1.30; Figure 3). Data from three (32,40,41) of four (32,39–41) cross-sectional studies were pooled and we found a significant association between obesity and multiple falls (RR: 1.21; 95% CI: 1.06–1.38; I^2 : 0%). Because the meta-regression analyses showed that the findings did not differ across the designs ($p = .628$), all the studies were pooled. Overall, obesity was associated with an increased risk of multiple falls, and low heterogeneity was observed (RR: 1.18; 95% CI: 1.08–1.29; I^2 : 0%). For the studies that were not included in the meta-analysis, one found that obesity significantly increases the risk of multiple falls (39), whereas the other found no significant association (29).

One (12) of two (12,14) cohort studies reporting fall-related injuries/falls requiring medical attention presented enough data to be included in the meta-analysis (RR: 0.74; 95% CI: 0.59–0.94; Figure 4). All the cross-sectional studies (30,35,36,41,43,49) were pooled and no evidence of association was observed (RR: 1.08; 95% CI: 0.97–1.21; I^2 : 51%). Overall, there was no association between obesity and fall-related injuries/falls requiring medical attention (RR: 1.04; 95% CI: 0.92–1.18; I^2 : 65%); however, the findings

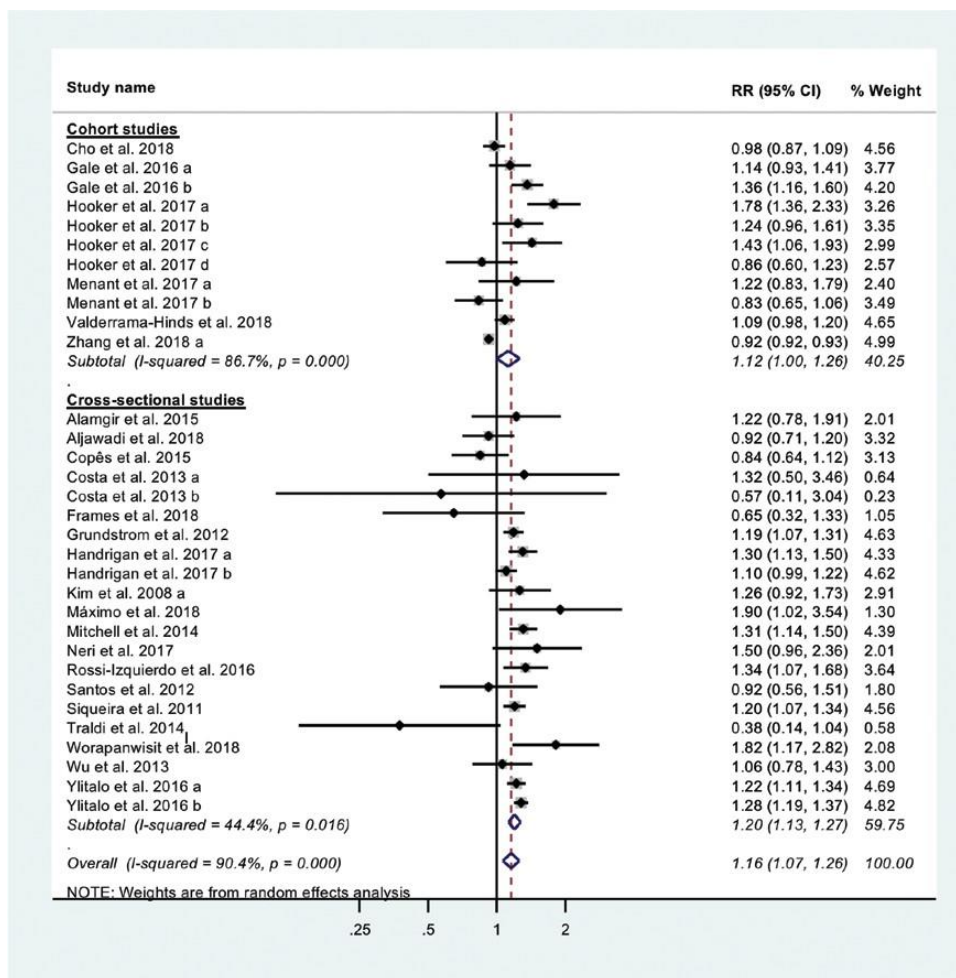


Figure 2. Meta-analysis of the association between obesity and falls. The studies by Gale and colleagues (2016), Handrigan and colleagues (2017), and Ylitalo and colleagues (2016) present stratified association for men (a) and women (b). The study by Hooker and colleagues (2017) presents stratified association for participants aged 65–69 years (a), 70–74 years (b), 75–79 years (c), and ≥80 years (d). The studies by Menant and colleagues (2017) and Costa and colleagues (2013) present stratified associations for different healthy conditions (a and b).

differed across the designs ($p = .027$). The cohort study not included in the meta-analysis found that obesity classes I and II were not associated with fall-related injuries, but obesity class III was associated with a lower propensity for a fall-related injury (14).

Fall-related fractures were reported in only one cohort study (13), which concluded that both obesity class I (odds ratio: 0.65; 95% CI: 0.63–0.68) and classes II and III (odds ratio: 0.62; 95% CI: 0.57–0.63) were associated with a significantly lower risk of hip fractures among newly admitted nursing homes residents.

Discussion

Main Findings

This systematic review and meta-analysis demonstrated that older people with obesity have a 16% increase in the risk of falls compared with nonobese older people. Moreover, being obese is related to a greater risk of multiple falls. Of relevant note, we included studies (14,26) that satisfied many of Bradford Hill's suggested criteria for causal inference (50), such as strength of association, temporality, and biological gradient; thus, we can infer causal connection between obesity and falls.

The relationships between obesity and falls identified in this review are biologically plausible, with previous research reporting that the mechanistic links between obesity and falls include sedentary behavior, chronic health conditions, and medication use (51). Furthermore, it has been hypothesized that biomechanical impairments of obese older adults, such as poor lower-limb muscle quality (52,53), increased foot loads (54), and impaired postural control (17), may reduce postural stability and predispose them to falls. However, only one of the included studies assessed possible causal mechanisms and demonstrated that gait instability may mediate this association (26).

There is not enough evidence to conclude that obesity is associated with fall-related injuries or fractures. However, data extracted for this study were limited to studies that included at least number of falls or fallers as an outcome, so other relevant studies that included fall-related injuries or fractures may have been missed. It is important to highlight that, even though the cross-sectional studies did not find any significant association, the cohort studies suggested that obese older people are less likely to experience a fall injury (12,14) or hip fracture (13). Furthermore, previous reports demonstrated that the association between obesity and fracture is site dependent, with obese people being protected from hip fractures (55)

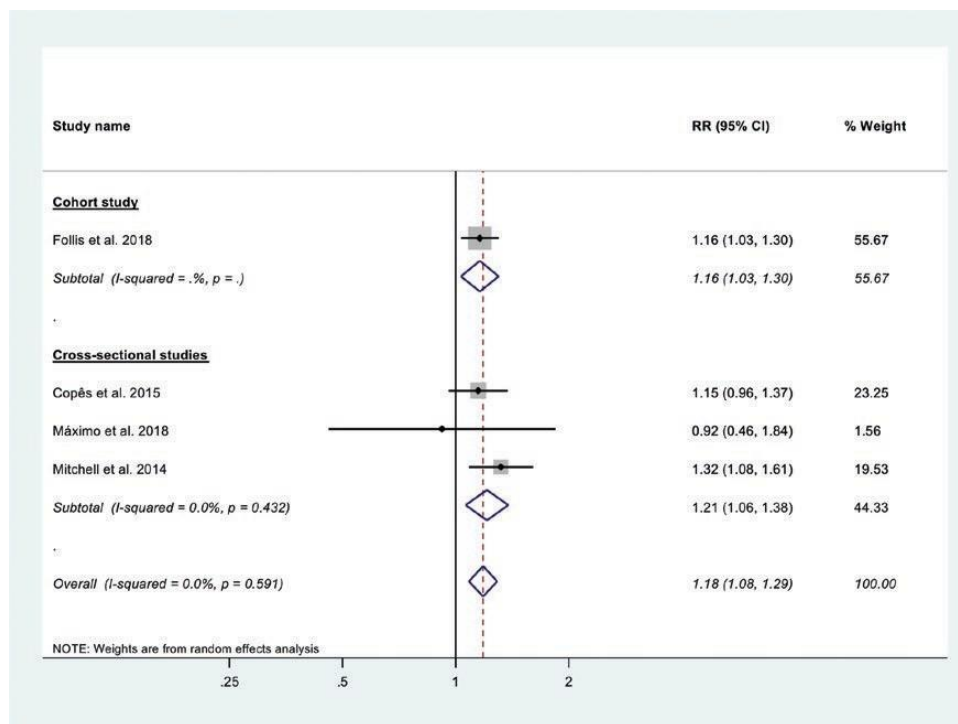


Figure 3. Meta-analysis of the association between obesity and multiple falls.

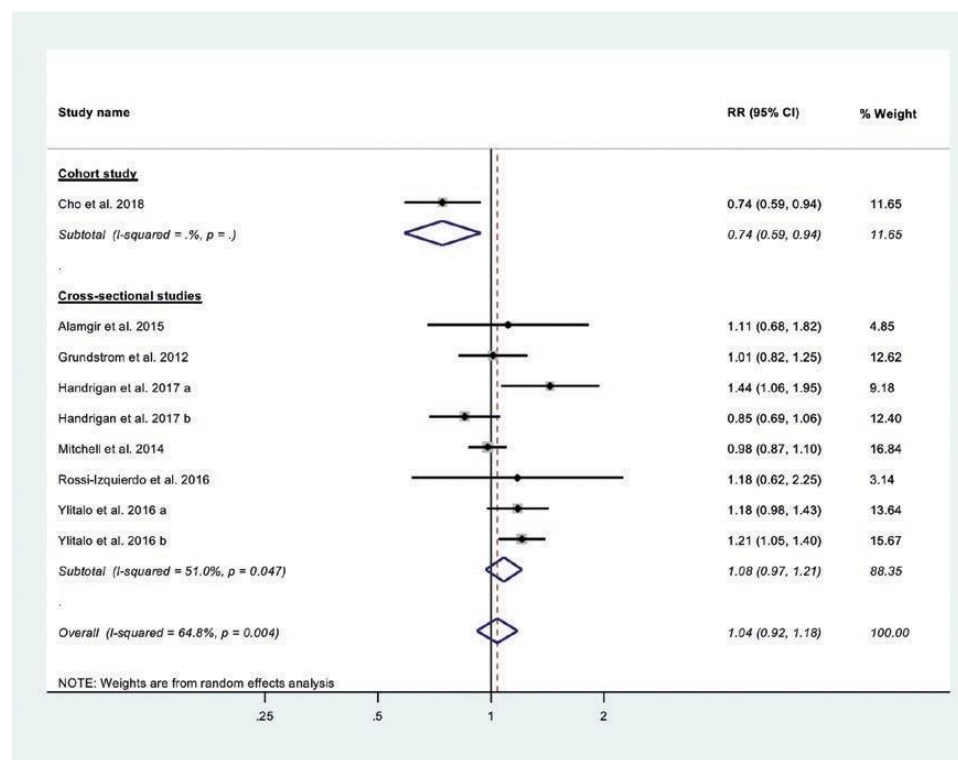


Figure 4. Meta-analysis of the association between obesity and fall-related injuries/falls requiring medical attention. The studies by Handrigan and colleagues (2017) and Ylitalo and colleagues (2016) present stratified associations for men (a) and women (b).

but exposed to a greater risk of humerus (55), and leg and ankle fractures (56). The reasons for these site-specific variations are unknown but may be related to different patterns of falls and attenuation of their impact by adipose tissue.

Strengths and Limitations of the Study

To the best of our knowledge, this is the first systematic review and meta-analysis to evaluate the association between obesity and falls among people aged 60 years and over. We conducted this systematic review in accordance with MOOSE guidelines and followed a prespecified protocol registered on PROSPERO. To identify as many relevant studies as possible, we searched in seven different electronic databases, and we did not restrict our search by language or date. A key strength is that our review included studies from 12 countries representing four global regions, increasing the generalizability of our results. In addition, it involved a substantial and diverse sample of 1,759,244 participants from the general population and participants with clinical conditions. Furthermore, most of the studies included were of high methodological quality.

Despite these strengths, we acknowledge that this review also has certain limitations. One potential limitation is that many studies used self-reported weight and height to calculate BMI and diagnose obesity. It is well known that older adults tend to overestimate height and underestimate weight, which tends to minimize BMI and thus underestimates those who would be classified as obese. Although BMI is the most widely used measurement of obesity, it has poor sensitivity in older people (57). Furthermore, none of the cohort studies in the review assessed latent exposure to obesity. It is possible that participants who were not obese at baseline (ie, unexposed), developed obesity during follow-up (ie, became exposed), but we could not assess this from the included studies. In addition, a few studies described the characteristics of the exposed and control groups, leading to uncertainty about the possible effect on the results of any between-group differences. Another potential limitation is that most studies measured falls via participant recall, which may lead to an underestimation of the outcome (58). It is not clear, however, whether the methods used to measure the exposure and the outcome would attenuate or amplify our estimates.

High statistical heterogeneity was present in the meta-analyses for falls. The variability between included studies may possibly be explained by the differences in the study designs (eg, age and sex of the participants, variation in the measurement of the exposure and outcome, etc.). However, due to the low number of included studies with similar designs, we were unable to assess the effect of various study characteristics on the observed estimates. It is worth emphasizing that some studies were not included in the analysis due to missing data. Although we cannot state how the inclusion of these studies would affect the magnitude of our estimates, their conclusions did not differ from our findings. Furthermore, the use of unadjusted effects in the meta-analysis might have led to confounders affecting the results. To address this concern, we performed secondary meta-analysis using only adjusted estimates, and we obtained the same overall results. Finally, the asymmetrical funnel plot and Egger's test revealed that the analysis might be affected by publication bias.

Implications for Clinicians and Policy Makers

Our review shows that obesity increases the risk of falls in people aged 60 years and older. Despite the small effects, our results need to be considered in the context of the high prevalence of obesity worldwide and the burden of falls. Currently, more than 40% of older Americans are classified as obese (1), and the direct medical costs

for nonfatal falls are estimated at \$31.3 billion per year (8); thus, an increase of 16% in the risk of falls may have a serious public health impact. Despite our inability to show an association between obesity and fall-related injuries or fractures, the influence of obesity on the risk of falls is an important finding. Even when falls do not result in serious physical injury, they can cause older people to become fearful of falling, with consequent restrictions in daily activity and onset of functional decline (10,11). Given that, prevention and treatment of obesity may play a role in reducing the burden of falls in addition to reducing the risk of other well-established health conditions linked to body fat excess (2). Furthermore, the screening of obesity may be a useful addition to assessments of fall risk, helping in the identification of older individuals at increased risk of falling, so that they may benefit from specific programs designed to prevent falls.

Directions for Future Research

Our results provide evidence of an association between obesity and increased risk of falls in people aged 60 years and older; however, the impact of this condition on the severity of falls is not clear. Therefore, prospective studies that evaluate the relationship between obesity and fall-related injuries and fractures are needed. In addition, there are a few studies investigating whether patterns of body fat distribution affect the risk and severity of falls and for this reason, more research is required. Our findings also point to a need for future studies to establish the specific effects of obesity on fall-related outcomes among people from different sex, age groups, health conditions, and settings. Moreover, it would be useful to formally identify the mechanisms by which obesity leads to an increased risk of falls. Understanding how obesity interacts with other co-existing risk factors could further inform targeted intervention strategies to prevent falls. Certainly, future trials that assess the feasibility and efficacy of targeting obesity in fall preventive strategies are warranted.

Conclusion

In conclusion, the results of this systematic review and meta-analysis provide evidence that obesity increases the risk of falls and multiple falls in people aged 60 years and older. However, there is insufficient evidence to conclude that obesity is associated with fall-related injuries/falls requiring medical attention or fractures. Given the high prevalence of obesity worldwide and its association with falls, addressing obesity via public health strategies is urgently needed and it may play a role in preventing falls. Furthermore, the screening of obesity as a supplement to other risk factors for falls may help to identify older adults at a greater risk of falling and to prompt early implementation of falls prevention programs.

Supplementary Material

Supplementary data are available at *Journals of Gerontology, Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* online.

Appendix 1. Search strategies.

Appendix 2. Summary of the characteristics of the included studies.

Appendix 3. Occurrence of fall-related outcomes according to obesity status.

Appendix 4. Associations between obesity status and fall-related outcomes.

Appendix 5. Quality assessment of the included studies.

Appendix 6. Publication bias analysis.

Funding

This review received no specific grant from any funding agency in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Acknowledgments

We are grateful to Koya Mine for the translation of the included study in Japanese. S.G.R.N. received a PhD scholarship provided by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior while conducting this study (PDSE/CAPES grant no. 88881.189221/2018-01). R.M.L. receives research funding from the Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq grant no. 307203/2016-6). A.T. receives salary funding from an National Health and Medical Research Council Fellowship.

Author Contributions

S.G.R.N., R.M.L., and A.T. conceived the study and contributed to the study design. S.G.R.N. coordinated the literature search and data collection with assistance from J.S.O. S.G.R.N., J.S.O., A.B.D., and A.T. contributed to data analysis and interpretation of the data. S.G.R.N. drafted the manuscript, and all authors contributed to revisions and approved the final manuscript.

S.G.R.N. is the guarantor for the study.

Conflict of Interest

None reported.

References

- Hales CM, Fryar CD, Carroll MD, Freedman DS, Ogden CL. Trends in obesity and severe obesity prevalence in US youth and adults by sex and age, 2007–2008 to 2015–2016. *JAMA*. 2018;319:1723–1725. doi:10.1001/jama.2018.3060
- The GBD 2015 Obesity Collaborators. Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years. *N Engl J Med*. 2017;377:13–27. doi:10.1056/NEJMoa1614362
- Gadelha AB, Neri SGR, Safons MP, Moreira SR, Lima RM. Comparisons between body adiposity indexes and cutoff values in the prediction of functional disability in older women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2016;18:381–390. doi:10.5007/1980-0037.2016v18n4p381
- Follis S, Cook A, Bea JW, et al. Association between sarcopenic obesity and falls in a multiethnic cohort of postmenopausal women. *J Am Geriatr Soc*. 2018;66:2314–2320. doi:10.1111/jgs.15613
- White AM, Tooth LR, Peeters GMEEG. Fall risk factors in mid-age women: the Australian longitudinal study on women's health. *Am J Prev Med*. 2018;54:51–63. doi:10.1016/j.amepre.2017.10.009
- Valderrama-Hinds LM, Al Snih S, Chen NW, Rodriguez MA, Wong R. Falls in Mexican older adults aged 60 years and older. *Aging Clin Exp Res*. 2018;30:1345–1351. doi:10.1007/s40520-018-0950-9
- Tinetti ME. Clinical practice. Preventing falls in elderly persons. *N Engl J Med*. 2003;348:42–49. doi:10.1056/NEJMcp020719
- Burns ER, Stevens JA, Lee R. The direct costs of fatal and non-fatal falls among older adults – United States. *J Safety Res*. 2016;58:99–103. doi:10.1016/j.jsr.2016.05.001
- Lohman MC, Sonnega AJ, Nicklett EJ, Estenson L, Leggett AN. Comparing estimates of fall-related mortality incidence among older adults in the United States. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2019;74:1468–1474. doi:10.1093/gerona/gly250
- Sekaran NK, Choi H, Hayward RA, Langa KM. Fall-associated difficulty with activities of daily living in functionally independent individuals aged 65 to 69 in the United States: a cohort study. *J Am Geriatr Soc*. 2013;61:96–100. doi:10.1111/jgs.12071
- Auais M, French S, Alvarado B, Pirkle C, Belanger E, Guralnik J. Fear of falling predicts incidence of functional disability 2 years later: a perspective from an international cohort study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2018;73:1212–1215. doi:10.1093/gerona/glx237
- Cho BY, Seo DC, Lin HC, Lohrmann DK, Chomistek AK. BMI and central obesity with falls among community-dwelling older adults. *Am J Prev Med*. 2018;54:e59–e66. doi:10.1016/j.amepre.2017.12.020
- Zhang N, Lu SF, Zhou Y, Zhang B, Copeland L, Gurwitz JH. Body mass index, falls, and hip fractures among nursing home residents. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2018;73:1403–1409. doi:10.1093/gerona/gly039
- Himes CL, Reynolds SL. Effect of obesity on falls, injury, and disability. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60:124–129. doi:10.1111/j.1532-5415.2011.03767.x
- Stroup DF, Berlin JA, Morton SC, et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. Meta-analysis Of Observational Studies in Epidemiology (MOOSE) group. *JAMA*. 2000;283:2008–2012. doi:10.1001/jama.283.15.2008
- World Health Organization (WHO). Obesity and Overweight. 2018. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>. Accessed November 6, 2018.
- Neri SGR, Gadelha AB, de David AC, et al. The association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and fall risk in older community-dwelling women. *J Geriatr Phys Ther*. 2019;42:E94–E100. doi:10.1519/JPT.0000000000000165
- World Health Organization (WHO). Falls. 2018. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/falls>. Accessed November 6, 2018.
- Jones L, Bellis MA, Wood S, et al. Prevalence and risk of violence against children with disabilities: a systematic review and meta-analysis of observational studies. *Lancet*. 2012;380:899–907. doi:10.1016/S0140-6736(12)60692-8
- Tacconelli E. Systematic reviews: CRD's guidance for undertaking reviews in health care. *Lancet Infect Dis*. 2010;10:226. doi:10.1016/S1473-3099(10)70065-7
- Zhang J, Yu KF. What's the relative risk? A method of correcting the odds ratio in cohort studies of common outcomes. *JAMA*. 1998;280:1690–1691. doi:10.1001/jama.280.19.1690
- Borenstein M, Hedges LV, Higgins JP, Rothstein HR. *Introduction to Meta-analysis*. New Jersey, USA: John Wiley & Sons; 2011.
- Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG. Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*. 2003;327:557–560. doi:10.1136/bmj.327.7414.557
- Egger M, Smith GD, Schneider M, Minder C. Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *BMJ*. 1997;315:629–634. doi:10.1136/bmj.315.7109.629
- Gale CR, Cooper C, Aihie Sayer A. Prevalence and risk factors for falls in older men and women: the English Longitudinal Study of Ageing. *Age Ageing*. 2016;45:789–794. doi:10.1093/ageing/afw129
- Hooker ER, Shrestha S, Lee CG, et al. Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Study. Obesity and falls in a prospective study of older men: the Osteoporotic Fractures in Men study. *J Aging Health*. 2017;29:1235–1250. doi:10.1177/0898264316660412
- Menant JC, Weber F, Lo J, et al. Strength measures are better than muscle mass measures in predicting health-related outcomes in older people: time to abandon the term sarcopenia? *Osteoporos Int*. 2017;28:59–70. doi:10.1007/s00198-016-3691-7
- Scott D, Seibel M, Cumming R, et al. Sarcopenic obesity and its temporal associations with changes in bone mineral density, incident falls, and fractures in older men: the concord health and ageing in men project. *J Bone Miner Res*. 2017;32:575–583. doi:10.1002/jbmr.3016
- Volpato S, Leveille SG, Blaum C, Fried LP, Guralnik JM. Risk factors for falls in older disabled women with diabetes: the Women's Health and Aging Study. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2005;60:1539–1545. doi:10.1093/gerona/60.12.1539
- Alamgir H, Wong NJ, Hu Y, Yu M, Marshall A, Yu S. Epidemiology of falls in older adults in Texas. *South Med J*. 2015;108:119–124. doi:10.14423/SMJ.0000000000000237
- Aljawadi MH, Khoja AT, Alhammad AM, AlOtaibi AD, Al-Shammari SA, Khoja TA. The prevalence of benzodiazepines utilization and its association with falls among Saudi older adults; results from the Saudi National Survey for Elderly Health (SNSEH). *Saudi Pharm J*. 2018;26:1112–1119. doi:10.1016/j.jsps.2018.05.022

32. Copês RM, Comim FV, Langer FW, et al. Obesity and fractures in postmenopausal women: a primary-care cross-sectional study at Santamaria, Brazil. *J Clin Densitom*. 2015;18:165–171. doi:10.1016/j.jocd.2014.09.005
33. Costa AGDS, Costa FBC, Oliveira ARDS, Silva VMD, Araujo TLD. Ocorrência de quedas e índice de massa corporal em idosos. *Rev Enferm UERJ*. 2013;21:508–514.
34. Frames CW, Soangra R, Lockhart TE, et al. Dynamical properties of postural control in obese community-dwelling older adults. *Sensors*. 2018;18:1692. doi:10.3390/s18061692
35. Grundstrom AC, Guse CE, Layde PM. Risk factors for falls and fall-related injuries in adults 85 years of age and older. *Arch Gerontol Geriatr*. 2012;54:421–428. doi:10.1016/j.archger.2011.06.008
36. Handrigan GA, Maltais N, Gagné M, et al. Sex-specific association between obesity and self-reported falls and injuries among community-dwelling Canadians aged 65 years and older. *Osteoporos Int*. 2017;28:483–494. doi:10.1007/s00198-016-3745-x
37. Huo YR, Suriyaarachchi P, Gomez F, et al. Phenotype of sarcopenic obesity in older individuals with a history of falling. *Arch Gerontol Geriatr*. 2016;65:255–259. doi:10.1016/j.archger.2016.04.003
38. Kim H, Suzuki T, Yoshida H, Yoshida Y, Shimada H. Prevalence of geriatric syndrome and risk factors associated with obesity in community-dwelling elderly women. *Nihon Ronen Igakkai Zasshi*. 2008;45:414–420. doi:10.3143/geriatrics.45.414
39. Kim SY, Kim MS, Sim S, Park B, Choi HG. Association between obesity and falls among Korean adults: a population-based cross-sectional study. *Medicine (Baltim)*. 2016;95:e3130. doi:10.1097/MD.0000000000003130
40. Máximo RO, Santos JLF, Perracini MR, Oliveira C, Duarte YAO, Alexandre TDS. Abdominal obesity, dynapenia and dynapenic-abdominal obesity as factors associated with falls. *Braz J Phys Ther*. 2019;23:497–505. doi:10.1016/j.bjpt.2018.10.009
41. Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JC. Associations between obesity and overweight and fall risk, health status and quality of life in older people. *Aust NZ J Public Health*. 2014;38:13–18. doi:10.1111/1753-6405.12152
42. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, Safons MP, Lima RM. Association between obesity, risk of falls and fear of falling in older women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2017;19:450–458. doi:10.5007/19800037.2017v19n4p450
43. Rossi-Izquierdo M, Santos-Pérez S, Faraldo-García A, et al. Impact of obesity in elderly patients with postural instability. *Aging Clin Exp Res*. 2016;28:423–428. doi:10.1007/s40520-015-0414-4
44. Santos ACS, Nobre MRC, Nussbacher A, et al. Predictors of the risk of falls among elderly with chronic atrial fibrillation. *Clinics*. 2012;67:305–311. doi:10.6061/clinics/2012(04)02
45. Siqueira FV, Facchini LA, Silveira DS, et al. Prevalence of falls in elderly in Brazil: a countrywide analysis. *Cad Saude Publ*. 2011;27:1819–1826. doi:10.1590/s0102-311x2011000900015
46. Traldi LPZ, Santos JLF. A influência da massa corporal em idosos saudáveis e idosos não saudáveis. *Rev Kairós*. 2014;17:157–173.
47. Worapanwisit T, Prabpai S, Rosenberg E. Correlates of falls among community-dwelling elderly in Thailand. *J Aging Res*. 2018;2018:8546085. doi:10.1155/2018/8546085
48. Wu TY, Chie WC, Yang RS, et al. Factors associated with falls among community-dwelling older people in Taiwan. *Ann Acad Med Singapore*. 2013;42:320–327.
49. Ylitalo KR, Karvonen-Gutierrez CA. Body mass index, falls, and injurious falls among U.S. adults: findings from the 2014 behavioral risk factor surveillance system. *Prev Med*. 2016;91:217–223. doi:10.1016/j.ypmed.2016.08.044
50. Höfler M. The Bradford Hill considerations on causality: a counterfactual perspective. *Emerg Themes Epidemiol*. 2005;2:11. doi:10.1186/1742-7622-2-11
51. Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JC. Obesity and falls in older people: mediating effects of disease, sedentary behavior, mood, pain and medication use. *Arch Gerontol Geriatr*. 2015;60:52–58. doi:10.1016/j.archger.2014.09.006
52. Gadelha AB, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: an 18-month follow-up study. *Exp Gerontol*. 2018;110:241–246. doi:10.1016/j.exger.2018.06.018
53. Vilaça KHC, Carneiro JAO, Ferriolli E, da Costa Lima NK, de Paula FJA, Moriguti JC. Body composition, physical performance and muscle quality of active elderly women. *Arch Gerontol Geriatr*. 2014;59:44–48. doi:10.1016/j.archger.2014.02.004
54. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, de David AC, Lima RM. Obesity is associated with altered plantar pressure distribution in older women. *J Appl Biomech*. 2017;33:323–329. doi:10.1123/jab.2016-0357
55. Prieto-Alhambra D, Premaor MO, Fina Avilés F, et al. The association between fracture and obesity is site-dependent: a population-based study in postmenopausal women. *J Bone Miner Res*. 2012;27:294–300. doi:10.1002/jbmr.1466
56. Compston JE, Watts NB, Chapurlat R, et al; Glow Investigators. Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW. *Am J Med*. 2011;124:1043–1050. doi:10.1016/j.amjmed.2011.06.013
57. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes (Lond)*. 2008;32:959–966. doi:10.1038/ijo.2008.11
58. Hannan MT, Gagnon MM, Aneja J, et al. Optimizing the tracking of falls in studies of older participants: comparison of quarterly telephone recall with monthly falls calendars in the MOBILIZE Boston study. *Am J Epidemiol*. 2010;171:1031–1036. doi:10.1093/aje/kwq024

APÊNDICE B

Publicação do estudo apresentado no Capítulo 3



The Association Between Body Adiposity Measures, Postural Balance, Fear of Falling, and Fall Risk in Older Community-Dwelling Women

Silvia Gonçalves Ricci Neri, PT, MSc¹; André Bonadias Gadelha, MSc¹;
Ana Cristina de David, PhD¹; Aparecido Pimentel Ferreira, PhD²;
Marisete Peralta Safons, PhD¹; Anne Tiedemann, PhD³;
Ricardo M. Lima, PhD¹

ABSTRACT

Background and Purpose: Recent investigations demonstrate an association between obesity and the propensity of older adults to fall. The aim of this study was to investigate the association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and risk of falls in older women.

Methods: One hundred forty-seven volunteers took part in this cross-sectional study. Participants underwent body composition assessment using dual-energy x-ray absorptiometry and had body mass index, waist circumference (WC), and body adiposity index measured. Postural balance was assessed using a force platform, while fear of falling and risk of falls were, respectively, evaluated by the Falls Efficacy Scale—International and the QuickScreen Clinical Falls Risk Assessment.

Results and Discussion: All adiposity measures were correlated to at least 1 postural stability parameter and to fear of falling ($p = 0.163$, $P < .05$ to $r = 0.337$, $P < .001$); however, WC was the index most strongly correlated to risk of falls ($p = 0.325$; $P < .001$). When obesity was classified using WC, it was observed that compared with nonobese individuals ($n = 51$), obese individuals ($n = 96$) exhibited greater center of pressure displacement in the anteroposterior and mediolateral axes, especially during conditions with feet apart ($P < .05$). The obese group also exhibited an increased fear of falling (28.04 vs 24.59; $P = .002$) and had a higher proportion of individuals with increased fall risk (72% vs 35%; $P < .001$).

Conclusion: In summary, adiposity measures are associated

with risk of falls in older women, which might be mediated by reduced postural balance and increased fear of falling. Among these indices, WC, an easy and low-cost assessment, demonstrated the strongest association with falls-related outcomes.

Key Words: aging, falls, obesity, postural balance

(*J Geriatr Phys Ther* 2019;42(3):E94-E100.)

INTRODUCTION

An important change that occurs with advancing age is fat mass accumulation; currently, more than 35% of Americans older than 60 years are classified as obese.¹ This number and related complications are expected to increase as the world's population ages. Gadelha and others documented that obesity is associated with a variety of metabolic disorders,² and that obesity can also contribute to a reduction in the ability to perform activities of daily living.³ Moreover, recent investigations have demonstrated an association between obesity and the propensity of older adults to fall.^{4,5} Obesity is also associated with longer periods of hospitalization⁶ and a higher risk of disability after a fall.⁴

Falls represent the leading cause of accidental deaths among people aged 60 years and older⁷ and can also contribute to long-term physical, psychological, and economic costs.⁸ There are a variety of risk factors for falls that contribute to reduced postural stability.⁹ An essential biomechanical pathway to maintaining postural stability involves controlling the body center of pressure (CoP) with respect to its base of support.¹⁰ Laboratory-based assessments using measures of CoP recorded with force platforms have identified an association between increased CoP sway and a higher risk of falls.¹¹ Postural instability may be linked to obesity and falls in older people. Indeed, previous research demonstrates a negative association between obesity and postural control, with obese older adults demonstrating increased CoP sway during quiet standing when compared with their leaner counterparts.¹²⁻¹⁵ These studies^{12,13,15} used body mass index (BMI) to classify obesity, while the influence of different body adiposity measures on postural

¹College of Physical Education, University of Brasília, Brasília/DF, Brazil.

²Catholic University of Brasília, Brasília/DF, Brazil.

³Musculoskeletal Division, The George Institute for Global Health, The University of Sydney, Sydney, New South Wales, Australia.

The authors declare no conflicts of interest.

Address correspondence to: Silvia Gonçalves Ricci Neri, PT, MSc, College of Physical Education, University of Brasília, Asa Norte, Zip code: 70910-900, Brasília/DF, Brazil (silvia_grn@hotmail.com).

Bill Andrews was the Decision Editor.

Copyright © 2017 Academy of Geriatric Physical Therapy, APTA.

stability has yet to be explored. Another important factor that might be involved in the relationship between body fat excess and falls is fear of falling,¹⁶ which is more common among obese older adults.¹⁷

Although BMI is the most widely used measurement to classify obesity, it does not consider body fat distribution.¹⁸ In this regard, dual-energy x-ray absorptiometry (DXA) has been considered the gold standard for assessing body composition, providing data of fat mass and fat-free mass for whole body as well for specific regions, such as android and gynoid areas.¹⁹ In addition, android distribution, which reflects abdominal fat,²⁰ rather than gynoid pattern, which is characterized by body fat deposition predominantly in the lower limbs,²¹ may exert a greater impact on postural stability due to a greater proportion of body mass further away from the ankle axis of rotation.²² The use of DXA, however, is not widely available.²³ Therefore, the use of more accessible measurements of adiposity for the prediction of falls merits attention and would provide important practical applications. In an effort to improve upon commonly used methods to estimate percent body fat, Bergman et al²⁴ recently proposed the body adiposity index, which was strongly associated with DXA-derived body fat percentage. Another simple adiposity index, that is frequently used by health professionals, is waist circumference (WC), which is positively associated with abdominal fat mass and has been shown to be the best adiposity index in the prediction of functional disability in older women.³

To our knowledge, no previous studies have examined the association between different body adiposity measures and risk of falls among older adults. Information on body adiposity measures more strongly associated to falls-related outcomes would help in the identification of older individuals at increased risk of falling and in the implementation of preventive interventions. Also, such an investigation is likely to more clearly identify the strength of the association between obesity and falls in older age. Hence, the aim of this study was to investigate the association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and risk of falls in older women.

METHODS

Design and Participants

This cross-sectional study was conducted from July 2015 to June 2016 and included women aged between 60 and 80 years. Two hundred forty-seven volunteers were recruited through flyers and visits to local community social groups by the research team. All potential participants completed a questionnaire to verify their eligibility prior to enrolment; exclusion criteria included musculoskeletal and neurological disorders, vestibulopathy, diabetes, cancer, and 6-month postoperative condition. In addition, the Mini-Mental State Examination and the Katz index were used to verify that none of the volunteers had cognitive impairment²⁵ or functional dependency,²⁶ respectively. Physical activity level was evaluated using

the short version of the International Physical Activity Questionnaire.²⁷ After exclusion criteria were applied, a total of 147 women (mean age = 68.6 years, SD = 6.1) were included in the present analyses. All participants gave their written informed consent to participate in this study, and the experimental protocol was approved by the University Ethics Committee (protocol 1.223.636).

Study Measures

Body adiposity

Standard procedures were used to measure weight with 0.1 kg precision on a physician's digital balance beam scale (model E150-INAN Filizola, São Paulo, São Paulo, Brazil), and height was measured at the nearest 0.1 cm using a wall stadiometer (WCS/CARDIOMED, Curitiba, Paraná, Brazil). Waist circumference was assessed at the level of umbilicus and hip circumference was determined at the level of the maximum extension of the buttocks posteriorly in a horizontal plane. An anthropometric tape (Sanny, São Paulo, São Paulo, Brazil) was used to measure both waist and hip circumferences. Body mass index was derived as body weight divided by height squared (kg/m^2) and body adiposity index was calculated as hip circumference \div height^{1.5-18}. Body composition was measured using DXA (General Electric-GE model 8548 BX1L, 2005, DPX lunar type, Encore 2010 software, Rommelsdorf, North Rhine-Westphalia, Germany), according to procedures described elsewhere.² Briefly, participants laid supine on the DXA table with body centered. The software provided measures of fat mass and fat-free mass for whole body as well for specific regions. Coefficients of variation observed for the DXA in our laboratory were 2.1% and 1.9% for fat mass and fat-free mass, respectively. For this study, the variables analyzed were whole body, android, and gynoid fat percentage. All measurements were carried out by the same trained technician and the equipment was calibrated daily according to the manufacturers' specifications.

Postural stability

Postural stability was evaluated using a force platform (AccuSway Plus, AMTI, Watertown, Massachusetts), which measures displacements of CoP. The force platform signals were sampled at 100 Hz and data were filtered using 10 Hz low-pass cutoff frequency. The software AMTI Balance Clinic was used for signal recording.²⁸ The reliability coefficient was described elsewhere ($r \geq 0.75$).²⁹

Postural stability was measured under 4 experimental conditions: feet 10-cm apart/eyes open, feet 10-cm apart/eyes closed, feet together/eyes open, and feet together/eyes closed. To standardize participant stance position, the force platform was marked with tape to indicate the desired positioning of the feet. Participants were asked to keep their sight fixed at a mark on the wall, positioned 2 m away from the platform and 1.5 m above floor level, and to breathe normally. Participants were barefoot and were instructed to stand for 30 seconds on the force platform,

with arms relaxed and with minimal body sway. They performed 3 trials for each condition, which were randomly presented to minimize fatigue and learning effects, and they were able to rest midway through the trials. Environmental conditions were kept constant, with no visual or auditory disturbances. An assessor helped throughout the session to ensure that procedures were adequately followed.

To quantify postural stability, CoP mean speed and the range of CoP displacement along anteroposterior (AP) and mediolateral (ML) axes were measured. The mean speed of the CoP corresponds to the cumulative distance over the sampling period. The range of the CoP displacement represents the difference between the maximum and minimum values of the CoP along the AP and ML axes. Center of pressure mean speed is considered to be a sensitive and valid measure of postural stability with a faster speed indicating a less stable individual.³⁰ In addition, ML range is a strong single predictor of falling risk,¹¹ and AP range is associated with risk of serious injury following fall events.³¹

Fear of falling

Fear of falling was evaluated using the Falls Efficacy Scale—International.³² This scale assesses the level of concern about the possibility of falling during the performance of 16 activities of daily living, such as taking a bath, cleaning the house, and preparing simple meals. Each activity is

scored from 1 to 4 points, providing a total score ranging from 16 (absence of concern) to 64 (extreme concern). The assessment was carried out by a trained examiner.

Risk of falls

To evaluate risk of falls, the QuickScreen Clinical Falls Risk Assessment (QuickScreen) was applied.³³ This instrument assesses 8 factors related to falls, as follows: falls in the last 12 months, regular use of 4 or more medications, any psychotropic medication use, low contrast visual acuity, peripheral sensation, balance, reaction time, and lower-limb muscle strength. The result indicates the probability of falling in the next 12 months, providing classification in 1 of 4 possible levels of risk (7%, 13%, 27%, or 49%). The assessment procedures were conducted in accordance with specifications described elsewhere³³ and carried out by a trained examiner.

Statistical Analysis

Data were expressed as means and standard deviations, medians and interquartile range, or as relative frequencies as appropriate. To investigate the data distribution, the Kolmogorov-Smirnov test was performed. Correlations between body adiposity measures and dependent variables were assessed using Pearson's or Spearman's correlation test (when the variables did not meet all the assumptions for parametric statistics). The adiposity measure most highly

Table 1. Characteristics of Sample^a

Variables	Total (n = 147)	Nonobese (n = 51)	Obese (n = 96)
Age, y	68.6 (6.2)	68.8 (6.6)	68.5 (5.9)
Time since menopause, y	20.8 (9.4)	19.9 (9.5)	21.2 (9.5)
Weight, kg	66.9 (11.4)	56.9 (6.7)	72.2 (9.8) ^b
Height, m	1.6 (0.1)	1.6 (0.1)	1.6 (0.1)
Body mass index, kg/m ²	27.3 (4.4)	23.4 (2.3)	29.4 (3.8) ^b
Waist circumference, cm	92.8 (10.7)	81.7 (4.6)	98.7 (7.9) ^b
Body adiposity index, %	35 (5.3)	31.3 (3.5)	36.9 (5.0) ^b
Body fat, %	44.2 (5.9)	39.4 (5.3)	46.7 (4.4) ^b
Android fat, %	48.6 (7.0)	43.3 (6.9)	51.4 (5.1) ^b
Gynoid fat, %	50.4 (5.7)	47 (6.3)	52.1 (4.5) ^b
Hormone replacement therapy	11 (7.5)	7 (13.7)	4 (4.2)
Alcohol consumption	53 (36.1)	17 (33.3)	36 (37.5)
Current smoker	4 (2.7)	2 (3.9)	2 (2.1)
Physical activity level ^c			
Sedentary	18 (12.3)	1 (2.0)	17 (17.7) ^d
Irregularly active	82 (55.8)	27 (52.9)	55 (57.3)
Active	44 (29.9)	21 (41.2)	23 (24.0)
Very active	3 (2.0)	2 (3.9)	1 (1.0)

^aData are presented as mean and standard deviation or absolute and relative frequencies.

^b $P < .001$.

^cPhysical activity level was evaluated using the International Physical Activity Questionnaire.

^d $P < .05$.

correlated with falls risk was used to classify participants as obese or nonobese, using cutoff values recommended by the World Health Organization.³⁴ Between-group comparisons for the continuous measures were conducted using independent samples *t* test or Mann-Whitney *U* test. For categorical variables, the χ^2 test was used to identify between-group differences. Statistical significance was set at $P < .05$. All statistical analyses were conducted with Statistical Package for Social Sciences software version 20.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois).

RESULTS

Participant characteristics are presented in Table 1. Correlations between body adiposity measures, postural stability, fear of falling, and fall risk are shown in Table 2. All adiposity measures were positively significantly correlated with at least 1 postural stability parameter. Of note, highly significant correlations were observed between BMI and range of CoP displacement along the AP axis during the feet apart experimental condition. Similarly, WC was highly significantly correlated with AP range in feet apart/eyes closed and feet together/eyes closed condi-

tions. Also, all the adiposity measures were positively and significantly correlated with fear of falling. Importantly, WC was the measure that more strongly correlated to risk of falls and thus was used to classify obesity in subsequent analyses.

Ninety-six participants (65%) were identified as obese (WC ≥ 88 cm) and 51 (35%) as nonobese (WC < 88 cm). There were no between-group differences for age, time since menopause, height, hormone replacement therapy, alcohol consumption, and smoking status. As expected, obese participants had higher weight, BMI, WC, body adiposity index, body fat, android fat, and gynoid fat percentage than their leaner counterparts. Obese individuals were less physically active. Of note, 75% of obese participants were classified as sedentary or irregularly active, while this proportion was 55% among nonobese group (Table 1).

Postural stability parameters according to obesity classification are summarized in Table 3. The obese group exhibited significantly higher mean CoP displacement along the AP and ML axes during the experimental conditions with feet apart. Moreover, the mean AP CoP displacement was also significantly higher in the feet

Table 2. Correlations Between Body Adiposity Indices, Postural Stability, Fear of Falling, and Risk of Falls in Older Women (n = 147)

Falls-Related Variables	BMI, kg/m ²	WC, cm	BAI, %	Body Fat, % ^a	Android Fat, % ^a	Gynoid Fat, % ^a
<i>Postural stability</i>						
Feet apart, eyes open						
CoP speed, cm/s	-0.025	0.010	-0.039	-0.026	0.004	-0.034
AP range, cm	0.319 ^b	0.240 ^c	0.257 ^c	0.233 ^c	0.212 ^c	0.220
ML range, cm	0.219 ^c	0.222 ^c	0.195 ^c	0.238 ^c	0.187 ^c	0.149
Feet apart, eyes closed						
CoP speed, cm/s	-0.024	-0.001	-0.050	0.015	0.001	0.033
AP range, cm	0.319 ^b	0.337 ^b	0.246 ^c	0.256 ^c	0.191 ^c	0.240 ^c
ML range, cm	0.189 ^c	0.266 ^c	0.136	0.140	0.043	0.081
Feet together, eyes open						
CoP speed, cm/s	-0.070	-0.007	-0.121	-0.040	0.001	-0.083
AP range, cm	0.127	0.127	0.059	0.079	0.144	0.110
ML range, cm	0.028	0.087	-0.075	0.033	0.002	-0.047
Feet together, eyes closed						
CoP speed, cm/s	-0.066	-0.016	-0.138	-0.028	-0.021	-0.054
AP range, cm	0.163 ^c	0.221 ^b	0.043	0.164 ^c	0.077	0.081
ML range, cm	0.075	0.152	-0.007	0.082	0.023	0.021
<i>Fear of falling</i>						
FES-I	0.240 ^c	0.237 ^c	0.265 ^c	0.281 ^c	0.225 ^c	0.223 ^c
<i>Risk of falls</i>						
QuickScreen	0.220 ^c	0.325 ^b	0.182 ^c	0.193 ^c	0.115	0.130
Abbreviations: AP, anteroposterior; BAI, body adiposity index; BMI, body mass index; CoP, center of pressure; FES-I, Falls Efficacy Scale—International; ML, mediolateral; QuickScreen, QuickScreen Clinical Falls Risk Assessment; WC, waist circumference.						
^a Dual-energy x-ray absorptiometry derived data.						
^b $P < .001$.						
^c $P < .05$.						

Table 3. Postural Stability in Older Women Stratified According to Obesity Group (n = 147)^a

Postural Stability Measure	Nonobese (n = 51)	Obese (n = 96)
Feet apart, eyes open		
CoP speed, cm/s	1.23 (0.4)	1.23 (0.4)
AP range, cm	1.99 (0.5)	2.31 (0.5) ^b
ML range, cm	1.25 (0.4)	1.50 (0.5) ^b
Feet apart, eyes closed		
CoP speed, cm/s	1.57 (0.6)	1.51 (0.4)
AP range, cm	2.31 (0.6)	2.82 (0.7) ^c
ML range, cm	1.32 (0.5)	1.58 (0.5) ^b
Feet together, eyes open		
CoP speed, cm/s	1.99 (0.7)	1.83 (0.5)
AP range, cm	2.53 (0.7)	2.69 (0.6)
ML range, cm	2.73 (0.7)	2.86 (0.7)
Feet together, eyes closed		
CoP speed, cm/s	2.67 (0.9)	2.50 (0.7)
AP range, cm	3.04 (0.7)	3.35 (0.8) ^b
ML range, cm	3.44 (0.9)	3.64 (1.0)
Abbreviations: AP, anteroposterior; CoP, center of pressure; ML, mediolateral. ^a Data are presented as mean and standard deviation. ^b $P < .05$. ^c $P < .001$.		

together/eyes closed condition for obese participants compared with nonobese participants.

Figure 1 illustrates between-group differences for fear of falling. The obese group exhibited a significantly higher fear of falling (median = 27, interquartile range = 12) than the nonobese group (median = 22, interquartile range = 6, $P = .002$ for between-group comparison).

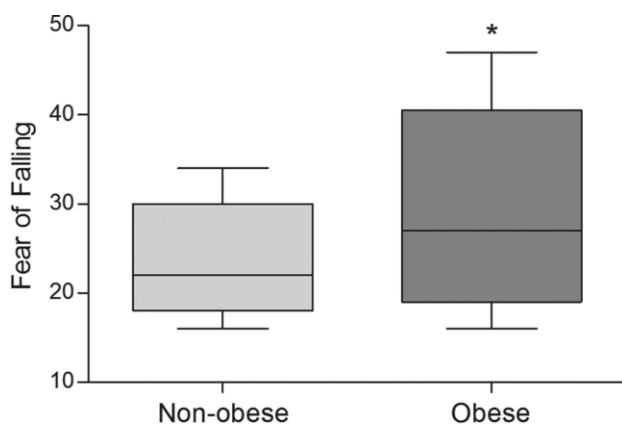


Figure 1. Fear of falling in older women stratified by obesity group (n = 147). Data are presented as minimum value, first quartile, median, third quartile, and maximum value.

Asterisk denotes significant between-group difference ($P = .002$).

Figure 2 shows the estimated probability of participants falling in the next 12 months as evaluated using the QuickScreen. The proportion of older participants with increased risk of falls was significantly higher in the obese group. Seventy-two percent of the obese group had a fall risk of 13 or 27%, while 35% of the nonobese group presented the same fall risk scores ($P < .001$). Noteworthy, none of the participants were classified at the highest probability of falls level (49%). Regarding the aspects evaluated by the QuickScreen, the obese group exhibited a greater proportion of women with reduced balance (50% vs 29%, $P = .022$), reaction time (45% vs 16%, $P < .001$), and lower-limb muscle strength (38% vs 10%, $P < .001$) compared with the nonobese group. There were no between-group differences for other items (all $P > .05$).

DISCUSSION

Recent reports have identified an association between obesity and increased risk of falls.^{4,5} However, the mechanisms responsible for and the selection of the adiposity measure to evaluate this association are not clear. The present study was designed to examine the relationship between body adiposity measures and risk of falls and to investigate the associations between obesity and postural balance and fear of falling in older women. The salient findings indicated that all the adiposity measures were positively associated with an increased risk of falls, with the strongest correlation observed for WC. Moreover, obese participants (WC ≥ 88 cm) exhibited reduced postural balance control and increased both risk and fear of falling. In conjunction, these observations provide support for the concept that obesity is linked to an increased risk of falls among older people and suggest that WC should be the preferred measure to assess obesity in the context of identifying older women at risk of falling.

To our knowledge, no previous studies have examined the association between different body adiposity measures and the risk of falls among older adults. Although DXA has been considered a gold standard assessment for body composition,¹⁹ we observed that WC, an anthropometric measure that reflects abdominal fat mass, was the best predictor of falls risk. In agreement

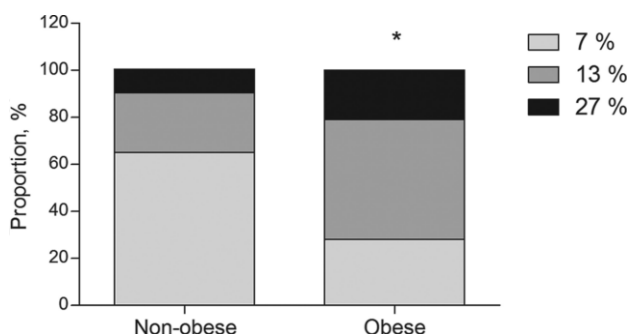


Figure 2. Risk of falls in older women stratified by obesity group (n = 147). Data are presented as relative frequency. Asterisk denotes significant between-group difference ($P < .001$).

with this finding, WC has previously been identified as the best predictor for other health outcomes, such as metabolic syndrome² and functional disability.³ Based on these results, we suggest that WC should be used in preference to other high-cost adiposity measures since it is widely available, easy to use, and demonstrated to be associated with risk of falls and other negative outcomes in older people.

Our results provide some information about potential underlying mechanisms for the association between obesity and falls, since obese participants had reduced objectively measured postural balance compared with their nonobese peers. This may be attributed to a greater proportion of body mass further away from the ankle axis of rotation, requiring a larger ankle torque to counter the greater gravitational torque,²² which in turn may affect balance control, gait patterns, and the ability to easily perform activities of daily living.³ The reduced reaction time and lower-limb muscle strength may also affect postural adjustment strategies and predispose the individual to fall.³⁵ Furthermore, it is known that central obesity is a pivotal risk factor for metabolic disorders,² which can contribute, even indirectly, to increased fall risk.¹²

Fear of falling was also positively associated with obesity, resulting from the recognition of being at risk of falling and of the adverse outcomes caused from falls.¹⁶ Several studies have shown activity restriction secondary to fear of falling, which could in turn lead to deconditioning and increased risk of falling.¹⁶ In this regard, we observed that obese older adults tended to be less physically active than their leaner counterparts, which may contribute to the link between obesity and falls. From a practical standpoint, it was previously demonstrated that older people who have reported fear of falling were 75% more likely to fall in the subsequent 20 months than those who did not express this condition.¹⁶ Our findings corroborate a previous report from Jeon et al,¹⁷ who showed an association between BMI and fear of falling in a sample of 351 Korean older people living in rural areas; however, exploration of the risk of falls was not in the scope of the study. Conversely, Mitchell et al⁵ found a higher risk of falls among obese seniors, while fear of falling did not differ across BMI groups; however, fear of falling was assessed as a dichotomous response to a single question. This approach to determine fear of falling has been shown to be less sensitive than more specific instruments to evaluate the outcome such as the Falls Efficacy Scale—International.³² Therefore, the association may have been apparent if a more detailed scale had been used.

The current study has several strengths and limitations. Objective measurement of the outcomes and novelty of the results are strengths. The fact that the study sample was composed of healthy and functionally independent community-dwelling women may reduce the applicability of the results to men and to more frail sections of the older population. Moreover, the cross-sectional nature of the

study does not allow cause-and-effect relationships to be established. Therefore, the results should be considered preliminary and further research with a prospective follow-up is recommended to confirm whether WC is the best body adiposity measure in the prediction of postural instability, fear of falling, and risk of falls among older people.

CONCLUSION

The results indicate that several body adiposity measures are associated with postural instability, fear of falling, and fall risk among older women. Despite the inclusion of the gold standard (ie, DXA) method for measuring body composition in this study, a stronger association with risk of falls was observed for WC, an easy and low-cost assessment. The results provide support for the concept that obesity is associated with reduced balance control, higher fear of falling, and increased risk of falls. In practical terms, given that WC is a simple low-cost measurement, it may be a useful addition to assessments of fall risk among older women.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Brazilian Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES). Author Tiedemann is supported by an Australian National Health and Medical Research Council Fellowship.

REFERENCES

1. Flegal KM, Carroll MD, Kit BK, Ogden CL. Prevalence of obesity and trends in the distribution of body mass index among US adults, 1999-2010. *JAMA*. 2012;307(5):491-497.
2. Gadelha AB, Myers J, Moreira S, Dutra MT, Safons MP, Lima RM. Comparison of adiposity indices and cut-off values in the prediction of metabolic syndrome in postmenopausal women. *Diab Metab Syndr Clin Res Rev*. 2016;10(3):143-148.
3. Gadelha AB, Neri SGR, Safons MP, Moreira SR, Lima RM. Comparisons between body adiposity indexes and cutoff values in the prediction of functional disability in older women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2016;18(4):381-390.
4. Himes CL, Reynolds SL. Effect of obesity on falls, injury, and disability. *J Am Geriatr Soc*. 2012;60(1):124-129.
5. Mitchell RJ, Lord SR, Harvey LA, Close JC. Associations between obesity and overweight and fall risk, health status and quality of life in older people. *Aust N Z J Public Health*. 2014;38(1):13-18.
6. Chuang JF, Rau CS, Liu HT, et al. Obese patients who fall have less injury severity but a longer hospital stay than normal-weight patients. *World J Emerg Surg*. 2016;11(3):1-6.
7. Fuller GF. Falls in the elderly. *Am Fam Physician*. 2000;61(7):2159-2168.
8. Heinrich S, Rapp K, Rissmann U, Becker C, König HH. Cost of falls in old age: a systematic review. *Osteoporos Int*. 2010;21(6):891-902.
9. Ganz DA, Bao Y, Shekelle PG, Rubenstein LZ. Will my patient fall? *JAMA*. 2007;297(1):77-86.
10. Horak FB. Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age Ageing*. 2006;35(suppl 2):ii7-ii11.
11. Piirtola M, Era P. Force platform measurements as predictors of falls among older people—a review. *Gerontology*. 2006;52(1):1-16.
12. Di Iorio A, Abate M, Pini B, et al. Effects of vascular risk factors on balance assessed by computerized posturography in the elderly. *Aging Clin Exp Res*. 2009;21(2):136-142.
13. Dutil M, Handrigan GA, Corbeil P, et al. The impact of obesity on balance control in community-dwelling older women. *Age*. 2013;35(3):883-890.
14. Mainenti MR, Rodrigues Ede C, Oliveira JF, Ferreira Ade S, Dias CM, Silva AL. Adiposity and postural balance control: correlations between bioelectrical impedance and stabilometric signals in elderly Brazilian women. *Clinics*. 2011;66(9):1513-1518.
15. Melzer I, Oddsson LI. Altered characteristics of balance control in obese older adults. *Obes Res Clin Pract*. 2016;10(2):151-158.

16. Friedman SM, Munoz B, West SK, Rubin GS, Fried LP. Falls and fear of falling: which comes first? A longitudinal prediction model suggests strategies for primary and secondary prevention. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(8):1329-1335.
17. Jeon BJ. The effects of obesity on fall efficacy in elderly people. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(11):1485-1489.
18. Romero-Corral A, Somers VK, Sierra-Johnson J, et al. Accuracy of body mass index in diagnosing obesity in the adult general population. *Int J Obes.* 2008;32(6):959-966.
19. Cornier MA, Després JP, Davis N, et al. Assessing adiposity: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;124(18):1996-2019.
20. Kaul S, Rothney MP, Peters DM, et al. Dual-energy x-ray absorptiometry for quantification of visceral fat. *Obesity.* 2012;20(6):1313-1318.
21. Mazess RB, Barden HS, Bisek JP, Hanson J. Dual-energy x-ray absorptiometry for total-body and regional bone-mineral and soft-tissue composition. *Am J Clin Nutr.* 1990;51(6):1106-1112.
22. Simoneau M, Teasdale N. Balance control impairment in obese individuals is caused by larger balance motor commands variability. *Gait Posture.* 2015;41(1):203-208.
23. Villareal DT, Apovian CM, Kushner RF, Klein S. Obesity in older adults: technical review and position statement of the American Society for Nutrition and NAASO, The Obesity Society. *Obes Res.* 2005;13(11):1849-1863.
24. Bergman RN, Stefanovski D, Buchanan TA, et al. A better index of body adiposity. *Obesity.* 2011;19(5):1083-1089.
25. Bertolucci PH, Brucki S, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade. *Arq Neuropsiquiatr.* 1994;52(1):1-7.
26. Shelkey M, Wallace M. Katz Index of Independence in Activities of Daily Living (ADL). *Gerontologist.* 1998;10(1):20-30.
27. Matsudo S, Araújo T, Marsudo V, Andrade D, Andrade E, Braggion G. Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saúde.* 2001;6(2):5-18.
28. Scoppa F, Capra R, Gallamini M, Shiffer R. Clinical stabilometry standardization: basic definitions-acquisition interval-sampling frequency. *Gait Posture.* 2013;37(2):290-292.
29. Ruhe A, Fejer R, Walker B. The test-retest reliability of centre of pressure measures in bipedal static task conditions—a systematic review of the literature. *Gait Posture.* 2010;32(4):436-445.
30. Raymakers J, Samson M, Verhaar H. The assessment of body sway and the choice of the stability parameter (s). *Gait Posture.* 2005;21(1):48-58.
31. Kurz I, Oddsson L, Melzer I. Characteristics of balance control in older persons who fall with injury—a prospective study. *J Electromyogr Kinesiol.* 2013;23(4):814-819.
32. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale—International (FES-I). *Age Ageing.* 2005;34(6):614-619.
33. Tiedemann A, Lord SR, Sherrington C. The development and validation of a brief performance-based fall risk assessment tool for use in primary care. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci.* 2010;65(8):896-903.
34. World Health Organization. Obesity: preventing and managing the global epidemic: report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser.* 2000;894:i-xii, 1-253.
35. Horlings CG, Van Engelen BG, Allum JH, Bloem BR. A weak balance: the contribution of muscle weakness to postural instability and falls. *Nat Clin Pract Neurol.* 2008;4(9):504-515.

APÊNDICE C

Publicação do estudo apresentado no Capítulo 4



Contents lists available at ScienceDirect

Maturitas

journal homepage: www.elsevier.com/locate/maturitas

Body fat distribution in obesity and the association with falls: A cohort study of Brazilian women aged 60 years and over



Silvia G. R. Neri^{a,*}, Anne Tiedemann^b, André B. Gadelha^c, Ricardo M. Lima^a

^a Faculty of Physical Education, University of Brasilia, Brazil

^b Sydney School of Public Health, Faculty of Medicine and Health, The University of Sydney, Australia

^c Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano, Brazil

ARTICLE INFO

Keywords:

Adiposity
Accidental falls
Risk factors
Aging

ABSTRACT

Objectives: Obesity is associated with an increased risk of falls in older women; however, it is not certain how body fat distribution affects this relationship. This study examined the association between android and gynoid obesity and the incidence of falls in women aged 60 years and over.

Study design: Participants were recruited from the community in Brasilia, Brazil. At baseline, participants underwent obesity screening using dual-energy x-ray absorptiometry. Participants identified as obese (body fat percentage > 42 %) were classified as android or gynoid type, based on the median of the android-gynoid fat percent ratio (0.99). Incident falls were recorded at the end of the 18-month follow-up period via participant recall. Chi-square test and modified Poisson regression were used to examine the association between obesity and falls.

Results: A total of 246 participants were recruited and 204 completed the follow-up. The gynoid obese group had a larger proportion of fallers (n = 27, 41 %) than the android obese (n = 17, 24 %) and non-obese (n = 12, 18 %) groups (p = .009). Compared with non-obese women, participants with gynoid obesity were more likely to experience a fall (RR: 2.09, 95 %CI: 1.13–3.87). The risk of falling did not differ between non-obese participants and those with android obesity (RR: 1.26, 95 %CI: 0.64–2.50).

Conclusions: Gynoid obesity is associated with an increased risk of falls in women aged 60 years and over. Screening for body fat distribution as a supplement to other risk factors for falls may help to identify older adults at a greater risk of falling and to prompt early implementation of fall prevention programs.

1. Introduction

Ageing is associated with fat mass accumulation; currently, more than 40 % of Americans older than 60 years are classified as obese [1]. Obesity is an established risk factor for all-cause mortality, likely mediated through its effects on a wide range of chronic diseases, including several types of cancer, cardiovascular disease, and musculo-skeletal disorders [2]. Moreover, a recent systematic review has demonstrated that obesity is associated with an increased risk of falls in people aged 60 years and older [3].

Falls are the leading cause of both fatal and non-fatal injuries among older people [4]. Approximately one fourth of American older adults fall each year, and the direct medical costs for falls are estimated at \$50 billion per year [5]. Noteworthy, women are more likely to experience a fall, and they account for 71 % of the total medical costs [4]. Even when falls do not result in physical injury, they can cause older people

to become fearful of falling, with consequent restrictions on daily activities and onset of functional decline [6].

Although obesity is associated with an increased risk of falls [3], it is not certain whether body fat distribution affects this relationship. Two well-known types of fat distribution include android and gynoid profiles; android pattern describes fat accumulation around the abdomen, and gynoid pattern defines fat accumulation in the femoral region [7]. Noteworthy, it has been reported that a higher ratio of android to gynoid fat mass is associated with increased mortality risk in older women, but not in older men [8].

To the best of our knowledge, no previous studies have examined the effects of body fat distribution on falls incidence. Understanding the pattern of fat deposition more strongly associated with falls may help to identify older individuals at increased risk of falling and may influence the implementation of preventive interventions. Also, such an investigation is likely to more clearly identify the strength of the

association between obesity and falls in older age. Hence, the aim of this study was to examine the association between android and gynoid obesity and the incidence of falls, multiple falls and fall-related injuries in women aged 60 years and older.

2. Methods

2.1. Design and participants

This cohort study included Brazilian community-dwelling women aged between 60 and 85 years. The research project was presented to potential participants during visits to local community social groups in Brasilia, Brazil. Additionally, women who had been previously registered in our volunteer database were contacted via phone calls, and informative flyers were shared in social media groups. All potential participants who agreed to participate in the study attended a screening visit at the University of Brasilia from July 2015 to July 2016, where they completed a questionnaire to verify their medical history and eligibility. Exclusion criteria included musculoskeletal conditions that could interfere with the study measures, neurological disorders, cancer, and 6-month postoperative condition. Moreover, the Mini-Mental State Examination and the Katz Index were used to verify that none of the volunteers had cognitive impairment [9] and functional dependency [10], respectively. Physical inactivity was evaluated using the short version of the International Physical Activity Questionnaire [11]. All participants provided written informed consent, and the experimental protocol was approved by the University Research Ethics Committee (protocol 1.223.636).

2.2. Study measures

2.2.1. Obesity

Standard procedures were used to obtain anthropometric data [12]. Obesity status was assessed using dual-energy x-ray absorptiometry (DXA, General Electric-GE model 8548 BX1L, 2005, DPX lunar type, Encore 2010 software, Rommelsdorf, North Rhine-Westphalia, Germany) according to procedures described elsewhere [12]. Briefly, participants laid face up on the DXA table with body centered. The software provided measures of fat mass and fat free mass for whole body as well for specific regions. The android region is the area between the ribs and the pelvis; the upper demarcation is 20 % of the distance between the iliac crest and the neck and the lower demarcation is at the top of the pelvis [13]. The gynoid region includes the hips and upper thighs; the upper demarcation is below the top of the iliac crest at a distance of 1.5 times the android height and the total height of the gynoid region is 2 times the height of the android region [13]. For this study, the variables analysed were body fat percentage, and android-gynoid fat percent ratio. The cut-off value for obesity was a body fat of 42 % [14]. Participants identified as obese were then classified as android or gynoid type based on the median of the android-gynoid fat percent ratio (0.99).

2.2.2. Falls

Incident falls were assessed according to procedures described elsewhere [15–17]. In brief, a fall was defined as “an unexpected event in which the participants come to rest on the ground, floor, or lower level” [18]. Falls were measured through telephone surveys with the question “During the past 18 months, did you fall any time?”. Participants who had fallen were also asked how many times they fell, and whether they got injured because of the fall. Responses to the questions were recorded as dichotomous variables of whether or not participants had experienced at least one fall (primary outcome), multiple falls (i.e., twice or more), and fall-related injuries (secondary outcomes). All telephone calls were made by the same team member, who had experience with telephone surveys. At least ten contact attempts were made to each participant with missed calls.

2.3. Statistical analysis

Descriptive data were expressed as means and standard deviations, or as number and proportion as appropriate. To test for normality of the data distribution, the Shapiro-Wilk test was performed. Between-group comparisons were conducted using Mann-Whitney U test for the continuous measures, and chi-squared test for categorical variables. As both obesity and falls were common in our sample, modified Poisson regression was used to examine the association between obesity and falls. Model 1 was adjusted for age. Model 2 was further adjusted for medical conditions (high blood pressure, diabetes mellitus, osteoporosis, lower-limb injury or pain, and history of falls in the previous year), medication use (use of four or more medications, and psycho-tropic use), and lifestyle habits (physical inactivity, alcohol consumption, and smoking status).

Results were expressed as relative risks (RR) with 95 % confidence intervals (95 % CI). All statistical analyses were conducted with Statistical Package for Social Sciences software version 20.0 (SPSS Inc, Chicago, Illinois).

3. Results

Five hundred potential participants were initially contacted and after exclusion criteria were applied, a total of 246 women were re-recruited and underwent obesity screening. From the baseline sample, 204 volunteers were successfully tracked for ascertainment of falls over the 18-month follow-up period and were included in the final analyses. There were no significant differences between the final sample and the participants lost to follow-up in all characterisation variables (all $p > .05$).

Seventy-eight (32 %) participants were identified as non-obese, 91 (37 %) as android obese, and 77 (31 %) as gynoid obese. There were no between group differences for age, height, medical conditions (except for diabetes, $p = .027$), medication use, and lifestyle habits (all $p > .05$). As expected, groups exhibited differences in all body adiposity measures (all $p < .001$) (Table 1).

Overall, 56 (27 %) participants fell over during the follow-up; of those, 20 (36 %) had multiple falls and 17 (30 %) sustained a fall-related injury. Since the incidence of secondary outcomes was too small to ensure statistical power, analyses were performed only for the primary outcome.

The obese group reported a greater proportion of fallers than the non-obese group ($n = 44$, 32 % vs. $n = 12$, 18 %, $p = .044$). Interestingly, gynoid obesity rather than android obesity was associated to a greater proportion of fallers ($n=27$, 41 % vs. $n=17$, 24 %, $p = .009$) (Fig. 1).

Compared to non-obese, the obese group had an increased risk of being a faller (RR: 1.79, 95 % CI: 1.02–3.16). Regarding body fat distribution, participants with gynoid obesity were more likely to experience a fall compared to non-obese (RR: 2.09, 95 % CI: 1.13–3.87); conversely, no association was found with android obesity (RR: 1.26, 95 % CI: 0.64–2.50) (Table 2).

4. Discussion

Previous reports have demonstrated that obesity is associated with an increased risk of falls in older people [3]. However, it is not certain how body fat distribution affects this relationship. The present study examined the association between android and gynoid obesity and the incidence of falls in women aged 60 years and older. The salient findings indicated that, although overall obesity increases the risk of falls, android and gynoid fat accumulation play different roles in this relationship. Specifically, fat mass accumulation in the gynoid region rather than android region is associated with a greater incidence of falls. These results support the evaluation of body fat distribution as a supplement to established risk factors for falls and may help to identify

Table 1
Baseline characteristics of the sample (n = 246).

	Total (n = 246)	Non-obesity (n = 78)	Android obesity (n = 91)	Gynoid obesity (n = 77)	p
Age (years), mean (SD)	68.1 (6.2)	69.1 (7.0)	67.6 (5.9)	67.8 (5.7)	.556
Height (m), mean (SD)	1.56 (0.06)	1.55 (0.07)	1.57 (0.06)	1.56 (0.06)	.651
Body mass (kg), mean (SD)	67.8 (11.8)	57.5 (7.5)	73.7 (9.3) ^a	71.0 (11.3) ^a	< .001
Body mass index (kg/m ²), mean (SD)	27.8 (4.5)	23.8 (2.4)	30.1 (3.9) ^a	29.1 (3.9) ^a	< .001
Waist circumference (cm), mean (SD)	94.2 (11.1)	85.0 (7.7)	101.6 (9.1) ^a	94.6 (9.3) ^{a, b}	< .001
Hip circumference (cm), mean (SD)	103.7 (9.7)	94.6 (5.3)	108.3 (8.1) ^a	107.5 (8.4) ^a	< .001
Body fat (%), mean (SD)	44.3 (6.1)	37.2 (4.2)	47.5 (3.4) ^a	47.6 (3.6) ^a	< .001
Android fat (%), mean (SD)	49.6 (6.8)	42.5 (6.4)	54.6 (3.8) ^a	50.9 (3.1) ^{a, b}	< .001
Gynoid fat (%), mean (SD)	50.5 (5.8)	44.6 (4.9)	51.5 (3.8) ^a	55.1 (3.1) ^{a, b}	< .001
High blood pressure, n (%)	131 (54.1)	35 (45.5)	51 (57.3)	45 (59.2)	.175
Diabetes mellitus, n (%)	35 (14.5)	11 (14.3)	19 (21.3)	5 (6.6)	.027
Osteoporosis, n (%)	56 (23.1)	19 (24.7)	15 (16.9)	22 (28.9)	.172
Lower-limb injury or pain, n (%)	81 (32.9)	23 (29.5)	35 (38.5)	23 (29.9)	.367
History of falls, n (%)	84 (34.3)	22 (28.6)	36 (39.6)	26 (33.8)	.325
Use of 4+ medications, n (%)	89 (36.3)	25 (32.5)	35 (38.5)	29 (37.7)	.693
Psychotropic use, n (%)	45 (18.4)	13 (16.9)	18 (19.8)	14 (18.2)	.889
Physical inactivity, n (%)	175 (72.3)	49 (63.6)	65 (73.0)	61 (80.3)	.070
Alcohol consumption, n (%)	80 (33.2)	21 (27.3)	35 (39.8)	24 (31.6)	.220
Current smoker, n (%)	8 (3.3)	3 (3.9)	2 (2.3)	3 (4.0)	.792

Superscript letters denote statistically significant differences in relation to ^(a) non-obesity and ^(b) android obesity groups.

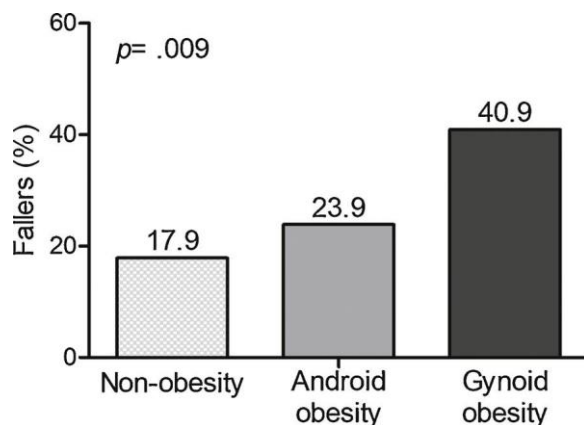


Fig. 1. Association between body fat distribution and the occurrence of falls among older community-dwelling women (n = 204).

Table 2
Association between body fat distribution and risk of falls in older community-dwelling women (n = 204).

	Univariate model Crude RR (95 % CI)	Model 1 Adjusted RR (95 % CI)	Model 2 Adjusted RR (95 % CI)
Non-obesity	ref	ref	ref
Android obesity	1.34 (0.69–2.58)	1.36 (0.71–2.63)	1.26 (0.64–2.50)
Gynoid obesity	2.28 (1.27–4.12) *	2.32 (1.30–4.17) *	2.09 (1.13–3.87) *

Model 1: Adjusted for age; Model 2: Additionally adjusted for medical conditions, medication use and lifestyle habits. Statistical significances are indicated by * p < .05, or ** p < .001.

older adults at a greater risk of falling and to prompt early implementation of falls prevention programs.

The fact that gynoid obesity is the best predictor of falls is a surprising result. A previous cross-sectional study investigating the relationship between different body adiposity measures and the risk of falls in older women found that waist circumference, which reflects abdominal adiposity, demonstrated the strongest association [12]. However, the risk of falls was not objectively measured; instead, it was evaluated using the QuickScreen© Clinical Falls Risk Assessment, which assesses eight factors related to falls, as follows: falls in the last 12 months, regular use of four or more medications, any psychotropic medication use, low contrast visual acuity, peripheral sensation,

balance, reaction time, and lower limb muscle strength [19]. Although waist circumference was the strongest index related to its overall result, no significant association was found with the history of falls in the last months [12].

Similarly, a cohort study analysed the influence of general obesity, as determined by body mass index, and abdominal obesity, as determined by waist circumference, on the incidence of falls among older adults [20]. The results showed that participants with abdominal obesity were more likely to experience a fall, whereas no significant associations of general obesity with falls incidence were found. Although these findings are inconsistent with previous studies that reported positive associations of body mass index with the risk of falls [3], the results point to the fact that adipose tissue distribution may be a more important risk factor for falls than obesity alone.

Regarding the effect of gynoid obesity on the incidence of falls identified in the current study, no clear evidence was previously found; thus, further investigation is needed to obtain conclusive evidence about this association. Nevertheless, it is important to highlight that this connection is biologically plausible, with previous research reporting that the mechanistic links between obesity and falls include low knee extensors muscle quality [17]. We hypothesize that gynoid fat accumulation may lead to greater knee extensors fat mass infiltration, which reduces its contractile capacity and consequently increases the risk of falls. This assumption, however, requires examination in future studies.

This study also aimed to examine the effect of body fat distribution on multiple falls and fall-related injuries; however, due to the low incidence of these outcomes in the cohort, statistical power to address this purpose has not been reached. In this regard, a recent systematic review has demonstrated that obesity is associated with multiple falls, but no evidence of association with fall-related injuries was found [3]. Moreover, the association between obesity and injuries seems to be site-dependent, with obese people being protected from hip fractures [21] but exposed to a greater risk of leg and ankle fractures [22]. The reasons for these site-specific variations are unknown but may be related to a protective effect of the fat tissue accumulation over specific regions. Although this theory is biomechanically reasonable, further investigation is needed to determine how body fat distribution affects the severity of falls.

The current study has several strengths and limitations. To our knowledge, this is the first study to investigate the influence of body fat distribution on the incidence of falls in older women. We acknowledge that the sample size was relatively small; however, we used gold

standard measures for the assessment of body fat distribution, which made it difficult to expand the sample size given the expense and low accessibility to large populations. The fact that the study sample was composed of healthy and functionally independent community-dwelling women may reduce the applicability of the results to men and to more frail samples of the older population. In addition, the ascertainment of falls through telephone surveys using retrospective recall may be affected by recall bias; nevertheless, a mental examination was performed to certify none of the volunteers had cognitive impairment at baseline that could affect our results. Certainly, further research is required to formally identify the mechanisms by which gynoid obesity leads to an increased risk of falls, and to assess the feasibility and efficacy of targeting obesity in fall preventive strategies.

5. Conclusions

Consistent with previous reports, it is concluded that overall obesity increases the risk of falls in women aged 60 years and over. Moreover, the present study brings the novel insight that android and gynoid fat accumulation play different roles in the relationship between obesity and falls. Specifically, fat mass accumulation in the gynoid region rather than android region is associated with a greater incidence of falls. The impact of body fat distribution on multiple falls and fall-related injuries, however, is still unclear. In practical terms, the evaluation of the body fat distribution as a supplement to other well-known risk factors for falls may help to identify older adults at a greater risk of falling and to prompt early implementation of fall prevention programs.

Contributors

Silvia G. R. Neri conceived the study and contributed to the study design, coordinated data collection, contributed to data analysis and interpretation of the data, drafted the manuscript, and is the guarantor for the study.

Anne Tiedemann contributed to data analysis and interpretation of the data.

André B. Gadelha conceived the study and contributed to the study design, and assisted with data collection.

Ricardo M. Lima conceived the study and contributed to the study design, and contributed to data analysis and interpretation of the data.

All authors contributed to revisions and approved the final manuscript.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest.

Funding

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Ethical approval

This study was approved by the University of Brasilia Research Ethics Committee (protocol 1.223.636), and all participants provided written informed consent.

Research data (data sharing and collaboration)

There are no linked research data sets for this paper. Data will be made available on request.

Provenance and peer review

This article was not commissioned and was externally peer reviewed.

Acknowledgments

The authors acknowledge Juscélia Pereira, Ana Luiza Correia, and Andrew Fonsêca for assistance in data collection. SGRN receives a PhD scholarship provided by the Brazilian Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel. AT receives salary funding from an Australian National Health and Medical Research Council fellowship. RML receives research funding from the Brazilian National Council for Scientific and Technological Development.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary material related to this article can be found, in the online version, at doi:<https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2020.06.009>.

References

- [1] C.M. Hales, C.D. Fryar, M.D. Carroll, D.S. Freedman, C.L. Ogden, Trends in obesity and severe obesity prevalence in US youth and adults by sex and age, 2007–2008 to 2015–2016, *Jama* 319 (16) (2018) 1723–1725, <https://doi.org/10.1001/jama.2018.3060>.
- [2] The G.B.D. Obesity Collaborators, Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years, *N. Eng. J. M.* 377 (2017) 13–27, <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1614362>.
- [3] S.G.R. Neri, J.S. Oliveira, A.B. Dario, R.M. Lima, A. Tiedemann, Does obesity increase the risk and severity of falls in people aged 60 years and older? A systematic review and meta-analysis of observational studies, *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 75 (5) (2020) 952–960, <https://doi.org/10.1093/gerona/glz272>.
- [4] E.R. Burns, J.A. Stevens, R. Lee, The direct costs of fatal and non-fatal falls among older adults - United States, *J. Safety Res.* 58 (2016) 99–103, <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2016.05.001>.
- [5] C.S. Florence, G. Bergen, A. Atherly, E. Burns, J. Stevens, C. Drake, Medical costs of fatal and nonfatal falls in older adults, *J. Am. Geriatr. Soc.* 66 (4) (2018) 693–698, <https://doi.org/10.1111/jgs.15304>.
- [6] M. Auais, S. French, B. Alvarado, C. Pirkle, E. Belanger, J. Guralnik, Fear of falling predicts incidence of functional disability 2 years later: a perspective from an international cohort study, *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 73 (9) (2017) 1212–1215, <https://doi.org/10.1093/gerona/glx237>.
- [7] Y. Matsuzawa, S. Fujioka, K. Tokunaga, S. Tarui, Classification of obesity with respect to morbidity, *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 200 (2) (1992) 197–201, <https://doi.org/10.3181/00379727-200-43417>.
- [8] F. Toss, P. Wiklund, P. Nordström, A. Nordström, Body composition and mortality risk in later life, *Age Ageing* 41 (5) (2012) 677–681, <https://doi.org/10.1093/ageing/afs087>.
- [9] P.H. Bertolucci, S. Brucki, S.R. Campacci, Y. Juliano, O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade, *Arq. Neuropsiquiatr.* 52 (1) (1994) 1–7.
- [10] M. Shelley, M. Wallace, Katz index of independence in activities of daily living (ADL), *Gerontologist* 10 (1) (1998) 20–30.
- [11] S. Matsudo, T. Araújo, V. Marsudo, D. Andrade, E. Andrade, G. Braggion, Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil, *Rev. Bras. Ativ. Fis. Saúde* 6 (2) (2001) 05–18, <https://doi.org/10.12820/rbafs.v.6n2p5-18>.
- [12] S.G.R. Neri, A.B. Gadelha, A.C. de David, A.P. Ferreira, M.P. Safons, A. Tiedemann, et al., The association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and fall risk in older community-dwelling women, *J. Geriatr. Phys. Ther.* 42 (3) (2019) E94–E100, <https://doi.org/10.1519/JPT.000000000000165>.
- [13] M.A. Stults Kolehmainen, P.R. Stanforth, J.B. Bartholomew, Fat in android, trunk, and peripheral regions varies by ethnicity and race in college aged women, *Obesity* 20 (3) (2012) 660–665, <https://doi.org/10.1038/oby.2011.300>.
- [14] D. Gallagher, S.B. Heymsfield, M. Heo, S.A. Jebb, P.R. Murgatroyd, Y. Sakamoto, Healthy percentage body fat ranges: an approach for developing guidelines based on body mass index, *Am. J. Clin. Nutr.* 72 (3) (2000) 694–701, <https://doi.org/10.1093/ajcn/72.3.694>.
- [15] A.B. Gadelha, B. Vainshelboim, A.P. Ferreira, S.G.R. Neri, M. Bottaro, R.M. Lima, Stages of sarcopenia and the incidence of falls in older women: a prospective study, *Arch. Gerontol. Geriatr.* 79 (2018) 151–157, <https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.07.014>.
- [16] A.B. Gadelha, S.G.R. Neri, M. Bottaro, R.M. Lima, The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: an 18-month follow-up study, *Exp. Gerontol.* 110 (2018) 241–246, <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.06.018>.
- [17] S.G.R. Neri, L.A. Harvey, A. Tiedemann, A.B. Gadelha, R.M. Lima, Obesity and falls in older women: mediating effects of muscle quality, foot loads and postural control, *Gait Posture* 77 (2020) 138–143, <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.01.025>.
- [18] S.E. Lamb, E.C. Jørstad Stein, K. Hauer, C. Becker, Development of a common

- outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus, *J. Am. Geriatr. Soc.* 53 (9) (2005) 1618–1622, <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53455.x>.
- [19] A. Tiedemann, S.R. Lord, C. Sherrington, The development and validation of a brief performance-based fall risk assessment tool for use in primary care, *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 65 (8) (2010) 896–903, <https://doi.org/10.1093/gerona/gdq067>.
- [20] B.-Y. Cho, D.-C. Seo, H.-C. Lin, D.K. Lohrmann, A.K. Chomistek, BMI and central obesity with falls among community-dwelling older adults, *Am. J. Prev. Med.* 54 (4) (2018) e59–e66, <https://doi.org/10.1016/j.amepre.2017.12.020>.
- [21] D. Prieto Alhambra, M.O. Premaor, F. Fina Avilés, E. Hermosilla, D. Martínez Laguna, C. Carbonell Abella, et al., The association between fracture and obesity is site dependent: a population based study in postmenopausal women, *J. Bone Miner. Res.* 27 (2) (2012) 294–300, <https://doi.org/10.1002/jbmr.1466>.
- [22] J.E. Compston, N.B. Watts, R. Chapurlat, C. Cooper, S. Boonen, S. Greenspan, et al., Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW, *Am. J. Med.* 124 (11) (2011) 1043–1050, <https://doi.org/10.1016/j.amjmed.2011.06.013>.

APÊNDICE D

Publicação do estudo apresentado no Capítulo 5



Full length article

Obesity and falls in older women: Mediating effects of muscle quality, foot loads and postural control



Silvia G.R. Neri^{a,*}, Lara A. Harvey^b, Anne Tiedemann^c, André B. Gadelha^a, Ricardo M. Lima^a

^a Faculty of Physical Education, University of Brasília, Brazil

^b Neuroscience Research Australia, University of New South Wales, Australia

^c Institute for Musculoskeletal Health, The University of Sydney, Australia

ARTICLE INFO

Keywords:

Accidental falls
Body weight
Muscle strength
Flatfoot
Postural balance

ABSTRACT

Background: Obesity is associated with an increased risk of falls in older women. However, it is not certain whether factors commonly associated with obesity and falls mediate this risk.

Research question: Do lower-limb muscle quality, foot loads and postural control mediate the relationship between obesity and falls in women aged 60 years and older?

Methods: At baseline, 246 female participants underwent obesity screening ($BMI \geq 30 \text{ kg/m}^2$), and measurements of muscle quality (isokinetic dynamometer and dual-energy X-ray absorptiometry), foot loads (pressure platform) and postural balance (force platform). Incident falls were recorded at the end of the 18-month follow-up period via participant recall. To test whether, and to what extent, biomechanical factors mediated the relationship between obesity and falls, the Natural Indirect Effects (NIE), Natural Direct Effect (NDE) and proportion mediated were calculated using the counterfactual approach. Significance level was set at $p < .05$.

Results: 204 participants (83 %) completed the follow-up. As expected, obesity was associated with a higher risk of being a faller (RR: 2.13, 95 % CI: 1.39–3.27). Using the counterfactual approach, only specific torque (NIE: 1.11, 95 % CI: 1.01–1.38) and flatfoot (NIE: 1.10, 95 % CI: 1.01–1.32) were significant mediators of the relationship between obesity and falls. Specific torque and flatfoot mediated 19 % and 21 % of the relationship, respectively.

Significance: Lower-limb muscle quality (specific torque) and foot loads (flatfoot) mediate the relationship between obesity and falls in older women. The inclusion of muscle strengthening and podiatry interventions as part of a fall prevention program may benefit this population.

1. Introduction

An important change that occurs with advancing age is fat mass accumulation; currently, more than 40 % of Americans older than 60 years are classified as obese [1]. This number and related complications are expected to increase as the world's population ages. It is well documented that obesity can introduce or exacerbate existing health conditions and can adversely affect an individual's ability to perform activities of daily living [2]. Moreover, a recent systematic review has demonstrated an association between obesity and an increased risk of falls in people aged 60 years and older [3]. In mid-life women, obesity was also found to be a risk factor for injurious falls [4], which is the leading cause of accidental deaths among this population [5].

Although obesity is associated with an increased risk of falls [3], it is not certain which factors commonly associated with obesity and falls

mediate this relationship. Mechanistic links between obesity and falls include sedentary behavior, chronic health conditions and medication use [6]. In addition, it has been hypothesized that biomechanical impairments of obese older women, like low lower-limb muscle quality (i.e., muscle's strength relative to its mass) [7,8], elevated foot loads [9] and impaired postural control [10] may reduce postural stability and predispose them to falls.

To our knowledge, no previous studies have examined the effects of biomechanical factors as potential mediators of the relationship between obesity and falls. Understanding of the mediating factors may help to identify older individuals at increased risk of falling and may influence the implementation of preventive interventions. Also, such an investigation is likely to more clearly identify the strength of the association between obesity and falls in older age. Hence, the aim of this study was to examine whether lower-limb muscle quality, foot loads

* Corresponding author at: Faculty of Physical Education, University of Brasília, Asa Norte, 70910-900, Brasília, DF, Brazil.

E-mail addresses: silvia_grn@hotmail.com, silvia.neri@estacio.br (S.G.R. Neri).

and postural control mediate the relationship between obesity and falls in older women. Based on the well-documented clinical significance of muscle quality in the elderly, we hypothesized that specific torque, rather than muscle mass and strength, would be a significant mediator of this relationship. We also expected that plantar arch index during gait, but not maximal force, contact area or peak plantar pressure, would be a significant mediator. Regarding postural control, we hypothesized that only range of center of pressure (CoP) displacement along anteroposterior and mediolateral axes would play a mechanistic role in the association between obesity and falls.

2. Method

2.1. Design AND PARTICIPANTS

This cohort study was conducted from July 2015 to January 2018 and included Brazilian community-dwelling women aged between 60 and 85 years. Five hundred volunteers were recruited through phone calls, flyers, and visits to local community social groups by the research team. All potential participants completed a questionnaire to verify their medical history and eligibility prior to enrolment; exclusion criteria included neurological/ musculoskeletal disorders that could preclude the assessment of the study variables (e.g., Parkinson disease, stroke, acute muscular lesion), cancer, and 6-month postoperative condition. In addition, the Mini-Mental State Examination and the Katz index were used to verify that none of the volunteers had cognitive impairment [11] or functional dependency [12], respectively. After exclusion criteria were applied, a total of 246 women underwent obesity evaluation, and had lower-limb muscle quality, foot loads and postural control assessed. From the baseline sample, 204 volunteers were successfully tracked for ascertainment of falls over the 18-month follow-up period and were included in the final analyses. It should be noted that a few data were missing due to technical issues during data collection (Fig. 1). There were no significant differences between the final sample and the participants lost to follow-up in all variables of the study. All participants provided written informed consent, and the experimental protocol was approved by the University Research Ethics Committee (protocol 1.223.636).

2.2. Study MEASURES

2.2.1. Obesity

In order to classify participants as obese or non-obese, the recommendations from the World Health Organization were followed [13]. Standard procedures were used to measure body mass with 0.1 kg precision on a physician's digital balance beam scale (model E150-INAN Filizola, São Paulo, Brazil), and height was measured at the nearest 0.1 cm with a wall stadiometer (WCS/ CARDIOMED, Curitiba, Brazil). Body mass index (BMI) was derived as body mass divided by height squared (kg/m^2). The cut-off value for obesity was $30 \text{ kg}/\text{m}^2$.

2.2.2. Muscle QUALITY

Peak torque of the dominant leg knee extensors was measured using an isokinetic dynamometer (Biodex 4, Biodex Medical, Inc., New York, United States) according to procedures described elsewhere [7]. In brief, leg dominance was determined by a skill test of kicking a ball, and the testing protocol consisted of two sets of four second maximal isometric contractions at 60-degrees of knee flexion. The recorded value was the single muscle contraction that elicited the highest peak torque throughout the protocol, which was expressed in Newton meters (Nm).

Dominant leg lean mass was measured by dual-energy X-ray absorptiometry - DXA (General Electric-GE model 8548 BX1L, 2005, DPX lunar type, Encore 2010 software, Rommelsdorf, Germany), according to standard procedures [14]. It provides whole body and regional (i.e., trunk, arms and legs) estimates of the body composition. The recorded value was the lean soft tissue mass of the leg. A single individual was

scanned for six consecutive days in the equipment and observed coefficients of variation were 0.9 % for fat-free mass and 1.9 % for fat mass. Specific torque was defined as the ratio of knee extensors peak torque to leg lean mass of the same limb (Nm/kg) [15]. For subsequent analyses, data on muscle quality were divided into quartiles, with the lowest quartile considered as poor muscle quality.

2.2.3. Foot LOADS

Foot load data were collected using an Emed AT-4 pressure platform (Novel GmbH, Munich, Germany; 50 Hz; 4 sensors/ cm^2 ; $415 \times 255 \text{ mm}$), calibrated according to manufacturer's specifications and positioned on a dense foam walkway (three meters) specifically designed to provide a stable walking surface. Each subject was evaluated using the 3-step protocol, which was described before [9]. In brief, volunteers stood at one end of the walkway and were instructed to walk barefoot to the other end at their self-selected speed, looking forward, and to strike the center of the platform on their third step. To assess foot loads, three successful trials were recorded for both feet, with the mean value of each foot used for analyses.

Maximal force, contact area and peak pressure were assessed during the whole stance phase of gait using the SOFTWARE EMED/R - DATABASE Light 23.3.43. Data on foot loads were divided into quartiles, with the highest quartile considered as increased foot load. In addition, dynamic arch index was calculated from the ratio of the contact area of midfoot to the total contact area excluding toes, with a higher ratio indicating a flatfoot (> 0.26) [16]. Of note, measurements of right foot were used for subsequent analyses as there were no significant differences between right and left foot in all variables.

2.2.4. POSTURAL control

Postural control was evaluated using a force platform (AccuSway Plus, AMTI, Watertown, United States), which measures displacements of CoP. Participants were asked to maintain a stable posture, with their feet 10 cm apart, arms held alongside the body, while fixating a reference point located at eye level (1.5 m in front of them). To standardize participant stance position, the platform was marked with tape to indicate the desired positioning of the feet. An auditory signal, presented 5 s before the trial, indicated to the participant to close their eyes. They performed three 30-second trials, and the mean values were used for analyses.

The force platform signals were sampled at 100 Hz and data were filtered using 10 Hz low-pass cutoff frequency. The software AMTI Balance Clinic was used for signal recording. To quantify the postural control, CoP mean speed and the range of CoP displacement along anteroposterior and mediolateral axes were recorded [17]. The mean speed of the CoP corresponds to the cumulative distance over the sampling period. It is a sensitive and valid measure of postural control with a faster speed indicating a less stable individual. The range of the CoP displacement represents the difference between the maximum and minimum values of the CoP along the anteroposterior and mediolateral axes, and it helps to understand the underlying mechanisms of postural control. Data on CoP sway parameters were divided into quartiles, with the highest quartile considered as impaired postural control.

2.2.5. FALLS

Falls were assessed according to procedures described elsewhere [7,14]. In brief, a fall was defined as "an unexpected event in which the participants come to rest on the ground, floor, or lower level" [18]. This definition was explained to the participants during the baseline assessment, and incident falls were recorded at the end of the follow-up period through telephone surveys with the question "During the past 18 months, did you fall any time?". Responses to the question were recorded as a dichotomous variable of whether or not participants experienced falling down at least once during the follow-up. All telephone calls were made by the same person, who had experience with telephone surveys. At least ten contact attempts were made to each

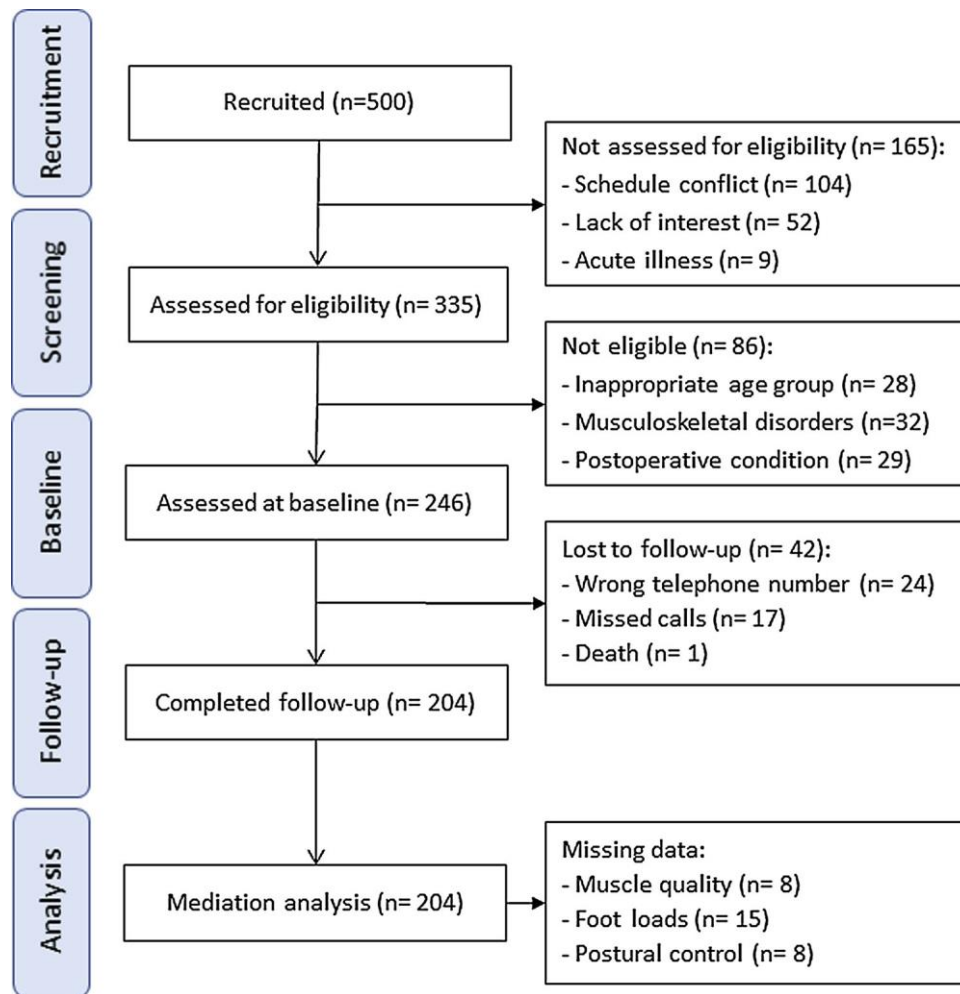


Fig. 1. Flowchart of the study.

participant with missed calls.

2.3. STATISTICAL ANALYSIS

Descriptive data were expressed as medians and quartiles, or as number and proportion as appropriate. To test for normality of the data distribution, the Shapiro-Wilk test was performed. Between-group comparisons were conducted using independent samples *t*-test or Mann-Whitney *U* test for the continuous measures, and chi-squared test for categorical variables.

To test whether, and to what extent, the biomechanical impairments mediated the relationship between obesity and falls, the counterfactual approach described by VanderWeele was used [19]. For each potential mediator, two regressions were performed: (1) with falls as dependent variable and obesity, potential mediator, interaction term between obesity and the mediator and age (cofounder) as independent variables; and (2) with the potential mediator as dependent variable and obesity and age as independent variables. As both obesity and falls were common in our sample, modified Poisson regression was used for the regressions. Using the coefficients produced from these regressions, Natural Indirect Effects (NIE) and Natural Direct Effects (NDE) were calculated. Results were expressed as relative risks (RRs) with 95 % bias accelerated bootstrap confidence intervals.

In brief, NIE assesses the expected change in the outcome (Y) if the exposure (X) is held constant at X = 1, and the mediator variable (M) changes from the value it would present if X = 0 to a value it would have attained under X = 1 [19]. In practical terms, NIE captures the

effect of obesity on falls that operates by changing the level of the potential mediator; hence if the NIE is significant, the variable can be considered a mediator.

$$NIE = E [Y (X = 1, M_{(X=1)})] - E [Y (X = 1, M_{(X=0)})]$$

In contrast, NDE measures how much the outcome changes if the exposure is set at level X = 0 vs X = 1, but the mediator variable is set at the value it would have attained under X = 0 [19]. The NDE captures what effect of obesity on falls would remain if the pathway from obesity to the potential mediator was disabled. It is used to calculate the extent to which the total effect of obesity on falls was mediated by the mechanical constraints.

$$NDE = E [Y (X = 1, M_{(X=0)})] - E [Y (X = 0, M_{(X=0)})]$$

The proportion mediated (PM) was then calculated using the formula [20]:

$$PM = \frac{RR_{NDE} (RR_{NIE} - 1)}{(RR_{NDE} \times RR_{NIE} - 1)}$$

Records with missing data were excluded from the analysis and statistical significance was set at $p < .05$. Descriptive analysis was conducted using SPSS version 22.0 (SPSS Inc, Chicago, United States) and the counterfactual mediation analysis using STATA version 15 (StataCorp LLC, College Station, United States).

3. Results

Baseline characteristics of the participants are presented in

Table 1

Lower-limb muscle quality, foot loads, postural control and prevalence of falls in the sample^a.

Characteristic	Total (n = 204)	Obese (n = 59)	Non-obese (n = 145)	p-value
Lower-limb muscle quality, Mdn (Q1 – Q3) Knee extensor peak torque (Nm)	104.0 (88.1–120.9)	99.6 (82.5–117.6)	106.3 (89.5–124.8)	.097
Leg lean mass (kg)	5.4 (4.9–6.1)	5.9 (5.6–6.4)	5.2 (4.9–5.7)	< .001
Specific torque (Nm.kg ⁻¹)	19.5 (16.1–22.3)	17.3 (13.9–19.3)	20.3 (17.3–22.7)	< .001
Foot loads, Mdn (Q1 – Q3)				
Maximum force (N)	743.1 (678.1–848.3)	896.1 (840.6–968.7)	703.4 (644.1–763.8)	< .001
Contact area (cm ²)	129.0 (120.4–141.8)	142.1 (128.9–154.2)	126.9 (117.8–136.1)	< .001
Peak pressure (kPa)	520.0 (405.0–680.0)	560.0 (445.0–700.0)	507.5 (391.2–670.0)	.185
Flatfoot, n (%)	73 (38.6)	29 (54.7)	44 (32.4)	.005
Postural control, Mdn (Q1 – Q3)				
CoP speed (cm/s)	1.5 (1.2–1.8)	1.5 (1.3–1.8)	1.4 (1.2–1.8)	.535
CoP anteroposterior range (cm)	2.7 (2.3–3.3)	3.0 (2.5–3.5)	2.6 (2.2–3.1)	.001
CoP mediolateral range (cm)	1.5 (1.1–1.8)	1.6 (1.2–1.6)	1.4 (1.1–1.7)	.014
Fallers during the follow-up, n (%)	56 (27.5)	26 (44.1)	30 (20.7)	.001

£ Mann-Whitney U test; § Independent samples T-test; # Chi-squared test. CoP = center of pressure.

^a Data are presented as median (Mdn), first and third quartiles (Q1 – Q3), or as number (n) and proportion (%).

Supplement 1. We included 204 participants (median age: 66 years, 1st and 3rd quartiles: 63 and 71 years), of whom 59 (29 %) were classified as being obese. The proportion of fallers over the follow-up was higher among obese than among nonobese participants (44 % vs. 21 %, $\chi^2 [1] = 11.5, p = .001$). Regarding the potential mediators between obesity and falls, the obese group had greater leg lean mass ($t [201] = -6.3, p < .001$), but lower specific torque ($t [194] = 5.1, p < .001$). Data from foot loads revealed that the heavier individuals generated more force when walking compared to their leaner counterparts ($t [187] = 13.6, p < .001$). In addition, obese participants had a larger contact area under the foot ($U = 1818.5, p < .001$) and flatter foot ($\chi^2 [1] = 8.0, p = .005$). Postural control parameters indicated that the obese group exhibited higher mean CoP displacement along the anteroposterior ($U = 2728.0, p = .001$) and mediolateral ($U = 3034.0, p = .014$) axes. There were no differences for other potential mediators (Table 1).

Obesity was associated with a higher risk of being a faller (RR: 2.13, 95 % CI: 1.39–3.27). Using the counterfactual approach, only specific torque (NIE: 1.11, 95 % CI: 1.01–1.38) and flatfoot (NIE: 1.10, 95 % CI: 1.01–1.32) mediated the relationship between obesity and falls. Once the pathway between obesity and mediator was disabled, the relationship between obesity and falls was reduced for specific torque (NDE: 1.95, 95 % CI: 1.09–3.61) and was no longer significant for flatfoot (NDE: 1.66, 95 % CI: 0.87–3.05). Specific torque and flatfoot mediated 19 % and 21 % of the relationship, respectively (Table 2).

Table 2

Assessment of lower-limb muscle quality, foot loads and postural control as potential mediators of the relationship between obesity and falls using the counterfactual approach.

	Natural Indirect Effect (RR, 95 % CI)	Natural Direct Effect (RR, 95 % CI)	Proportion mediated (%)
Lower-limb muscle quality			
Knee extensor peak torque (< 88.1 Nm)	1.04 (0.99–1.20)	2.07 (1.24–3.26)	–
Leg lean mass (< 5.0 kg)	0.88 (0.70–1.11)	2.37 (1.36–3.71)	–
Specific torque (< 16.1 Nm.kg ⁻¹)	1.11 (1.01–1.38)	1.95 (1.09–3.61)	19.0
Foot loads			
Maximum force (> 848.3 N)	1.08 (0.83–1.99)	1.95 (0.71–4.03)	–
Contact area (> 141.8 cm ²)	1.07 (0.95–1.45)	1.94 (0.96–3.40)	–
Peak pressure (> 680.0 kPa)	1.01 (0.99–1.10)	2.22 (1.30–3.63)	–
Flatfoot (dynamic arch index > 0.28)	1.10 (1.01–1.32)	1.66 (0.87–3.05)	20.6
Postural control			
CoP speed (> 1.83 cm/s)	1.00 (0.96–1.03)	2.38 (1.42–3.89)	–
CoP anteroposterior range (> 3.3 cm)	1.03 (0.97–1.17)	2.24 (1.31–4.07)	–
CoP mediolateral range (> 1.8 cm)	0.99 (0.93–1.03)	2.48 (1.47–4.21)	–

Note: CoP = center of pressure.

4. Discussion

Recent reports have identified an association between obesity and increased risk of falls [3]. However, the mechanisms responsible for this relationship are not clear. The present study was designed to examine whether lower-limb muscle quality, foot loads and postural control mediate the relationship between obesity and falls in older women. The salient findings indicated that only muscle quality (specific torque) and foot loads (flatfoot) were significant mediators. This observation provides support for the concept that the higher risk of falls presented by obese older women is at least partially due to a low specific torque and flatfoot. Thus, the inclusion of muscle strengthening and podiatry intervention as part of a fall prevention program may benefit this population [21,22].

Lower-limb muscle function is a well-established risk factor for falls and thus its evaluation has been emphasized in older people [7]. In accordance with a previous report [8], obese older women exhibit greater leg lean mass, but not muscle strength; and as a consequence specific torque is reduced. It has been shown that muscle mass appears to be associated with bodyweight, probably because gravity and inertial forces during movement stimulate mechanoreceptors that modulate the production of growth factors [23]. However, fat mass infiltration of muscle reduces its contractile capacity and it is further related to poorer physical performance [23]. Since low specific torque mediated 19 % of the relationship between obesity and falls in the present study, we highlight the importance of muscle strengthening to prevent falls in this

population. In this regard, there is moderate certainty evidence that exercise interventions that include multiple categories (most commonly balance and functional exercises plus resistance exercises) probably reduce the rate of falls by 34 % compared with controls [21]. However, this rate should be interpreted with caution, since it is derived from the general older population. Whether there is an additional benefit of exercise for the prevention of falls specifically for obese older people, however, has yet to be investigated.

Regarding foot loads, heavier individuals generated more force when walking compared to their leaner counterparts. Noteworthy, these higher forces were distributed across a greater foot-ground contact area; so that, there was no between-group difference for the plantar pressure. In addition, obese participants exhibited greater dynamic arch index, which is an indicative of flatfoot, and may be result of a chronic overload condition [24]. These findings are consistent with previous reports, which have also identified higher foot loads in obese older adult [9]. It has been suggested that high foot loads contribute to foot pain, which as a consequence may cause balance disturbance, and thus predispose individuals to falls [25]. Also, the plantar mechanoreceptors hyperactivation due to continuous overload may reduce plantar sensitivity and affect postural stability [26]. Indeed, flatfoot mediated 21 % of the relationship between obesity and falls in older women. Since the higher risk of falls presented by obese older women is partially explained by the flatfoot, and there is evidence suggesting that interventions including podiatry, compared to usual care, provide small but significant reductions in falls rate [22], the inclusion of podiatry interventions as part of a falls prevention program may benefit this population.

Another essential biomechanical pathway to maintaining postural stability involves controlling the CoP with respect to its base of support. Our results showed that obese participants had reduced objectively measured postural control compared with their non-obese peers, particularly in the anteroposterior and mediolateral ranges. This is in agreement with previous findings [17], and it has been attributed to the location of the body center of mass further away from the ankle axis of rotation, requiring a larger muscular torque to counter the greater gravitational torque [27]. The impaired plantar sensitivity due to increased foot loads may also explain the detrimental effect of obesity on postural control [26]. Measures of CoP sway have been considered pivotal in the prediction of incident falls; however there is no consensus about the parameter with the best predictive value for this outcome [28,29]. In the present study, the mediation analysis refuted the hypothesis [10] that impaired postural control, evaluated by the selected parameters, is a mechanistic link between obesity and falls in older women. However, it is possible that dynamic balance tests could better reflect the balance control capability and help to explain the increased fall risk of this population [30].

The current study has several strengths. To our knowledge, this is the first study to examine the effects of biomechanical factors as potential mediators of the relationship between obesity and falls. Moreover, the mediation analysis was performed using the counterfactual approach recently described by VanderWeele [19] which overcomes several of the limitations of the more traditional methods of mediation analysis such as the Baron and Kenny approach [31]. First, we were able to explore the interaction between obesity and each potential mediator, which increases the power to detect mediation. In our data, including the interaction between being flatfooted and obese allowed identification of flat footedness as a mediator. As being flatfooted was related to increased risk of falls in obese participants, but not in non-obese participants, without the interaction term included in the model, flatfoot was not identified as a mediator. Second, we were able to decompose the total effect into direct and indirect effects even in the presence of interaction, allowing estimation of the proportion mediated. Finally, as the analysis controlled for age as a confounding variable the effect estimates may have causal interpretation.

Certain limitations of the study are acknowledged. First, the sample

size was relatively small; however, we used gold standard measures for the assessment of lower-limb muscle quality, foot loads and postural control, which made it difficult to expand the sample size given the expense and low accessibility to large populations. The fact that the study sample was composed of healthy and functionally independent community-dwelling women may reduce the applicability of the results to men and to more frail samples of the older population. In addition, the ascertainment of falls through telephone surveys using retrospective recall may be affected by recall bias; nevertheless, a mental examination was performed to certify none of the volunteers had cognitive impairment that could affect our results. Likewise, the use of categorical variables in the mediation analysis might raise the question as to whether our results were not affected by the selected cut-off value; in this regard, we ran the analysis using continuous data and we came to the same conclusions. Finally, further research is required to investigate the role of other biomechanical factors as potential mediators of the relationship between obesity and falls (e.g., foot sensitivity, dynamic balance, gait abnormalities), and to assess if the inclusion of muscle strengthening and podiatry interventions as part of a fall prevention program may benefit obese older people.

Declaration of Competing Interest

The authors have no conflict.

Acknowledgments

We are grateful to Barbara Toson for assistance with statistical analysis. SGRN received a PhD scholarship provided by the Brazilian Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (88881.189221/2018-01). AT receives salary funding from an Australian National Health and Medical Research Council fellowship.

Appendix A. Supplementary data

Supplementary material related to this article can be found, in the online version, at doi:<https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2020.01.025>.

References

- [1] C.M. Hales, C.D. Fryar, M.D. Carroll, D.S. Freedman, C.L. Ogden, Trends in obesity and severe obesity prevalence in US youth and adults by sex and age, 2007-2008 to 2015-2016, *JAMA* 319 (16) (2018) 1723-1725, <https://doi.org/10.1001/jama.2018.3060>.
- [2] The GBD 2015 Obesity Collaborators, Health effects of overweight and obesity in 195 countries over 25 years, *N. Engl. J. Med.* 377 (1) (2017) 13-27, <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1614362>.
- [3] S.G.R. Neri, J.S. Oliveira, A.B. Dario, R.M. Lima, A. Tiedemann, Does obesity increase the risk and severity of falls in people aged 60 years and older? A systematic review and meta-analysis of observational studies, *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* (2019), <https://doi.org/10.1093/geronol/glz272> In press.
- [4] K.R. Ylitalo, C.A. Karvonen-Gutierrez, Body mass index, falls, and injurious falls among US adults: findings from the 2014 behavioral risk factor Surveillance system, *Prev. Med.* 91 (2016) 217-223, <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.08.044>.
- [5] G.F. Fuller, Falls in the elderly, *Am. Fam. Physician* 61 (7) (2000) 2159-2168 2173-4.
- [6] R.J. Mitchell, S.R. Lord, L.A. Harvey, J.C. Close, Obesity and falls in older people: mediating effects of disease, sedentary behavior, mood, pain and medication use, *Arch. Gerontol. Geriatr.* 60 (1) (2015) 52-58, <https://doi.org/10.1016/j.archger.2014.09.006>.
- [7] A.B. Gadelha, S.G.R. Neri, M. Bottaro, R.M. Lima, The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: an 18-month follow-up study, *Exp. Gerontol.* 110 (2018) 241-246, <https://doi.org/10.1016/j.exger.2018.06.018>.
- [8] K.H.C. Vilaça, J.A.O. Carneiro, E. Ferrioli, N.K. da Costa Lima, F.J.A. de Paula, J.C. Moriguti, Body composition, physical performance and muscle quality of active elderly women, *Arch. Gerontol. Geriatr.* 59 (1) (2014) 44-48, <https://doi.org/10.1016/j.archger.2014.02.004>.
- [9] S.G.R. Neri, A.B. Gadelha, A.L.M. Correia, J.C. Pereira, A.C. de David, R.M. Lima, Obesity is associated with altered plantar pressure distribution in elderly women, *J. Appl. Biomech.* 33 (5) (2017) 323-329, <https://doi.org/10.1123/jab.2016-0357>.
- [10] S.G.R. Neri, A.B. Gadelha, A.C. de David, A.P. Ferreira, M.P. Safons, A. Tiedemann, et al., The association between body adiposity measures, postural balance, fear of

- falling, and fall risk in older community-dwelling women, *J. Geriatr. Phys. Ther.* 42 (3) (2019) E94–E100, <https://doi.org/10.1519/JPT.0000000000000165>.
- [11] P.H. Bertolucci, S. Brucki, S.R. Campacci, Y. Juliano, O mini-exame do estado mental em uma população geral: impacto da escolaridade, *Arq. Neuropsiquiatr.* 52 (1) (1994) 1–7, <https://doi.org/10.1590/S0004-282X1994000100001>.
- [12] M. Shelkey, M. Wallace, Katz index of independence in activities of daily living (ADL), *Gerontologist* 10 (1) (1998) 20–30.
- [13] World Health Organization, *Obesity: Preventing and Managing the Global Epidemic: Report of a WHO Consultation, WHO technical report series 894* (1999), p. 253.
- [14] A.B. Gadelha, B. Vainshelboim, A.P. Ferreira, S.G.R. Neri, M. Bottaro, R.M. Lima, Stages of sarcopenia and the incidence of falls in older women: a prospective study, *Arch. Gerontol. Geriatr.* 79 (2018) 151–157, <https://doi.org/10.1016/j.archger.2018.07.014>.
- [15] B.H. Goodpaster, S.W. Park, T.B. Harris, S.B. Kritchevsky, M. Nevitt, A.V. Schwartz, et al., The loss of skeletal muscle strength, mass, and quality in older adults: the health, aging and body composition study, *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.* 61 (10) (2006) 1059–1064, <https://doi.org/10.1093/gerona/61.10.1059>.
- [16] P.R. Cavanagh, M.M. Rodgers, The arch index: a useful measure from footprints, *J. Biomech.* 20 (5) (1987) 547–551, [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(87\)90255-7](https://doi.org/10.1016/0021-9290(87)90255-7).
- [17] S.G.R. Neri, A.B. Gadelha, J.C. Pereira, P.J.B. Gutierrez Filho, R.M. Lima, Obesity is associated with reduced postural control in community-dwelling older adults: a systematic review, *Eur. J. Physiother.* 20 (30) (2018) 178–186, <https://doi.org/10.1080/21679169.2018.1442496>.
- [18] S.E. Lamb, E.C. Jørstad-Stein, K. Hauer, C. Becker, Development of a common outcome data set for fall injury prevention trials: the Prevention of Falls Network Europe consensus, *J. Am. Geriatr. Soc.* 53 (9) (2005) 1618–1622, <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2005.53455.x>.
- [19] T. VanderWeele, *Explanation in Causal Inference: Methods for Mediation and Interaction*, Oxford University Press, 2015.
- [20] T.J. VanderWeele, S. Vansteelandt, Odds ratios for mediation analysis for a dichotomous outcome, *Am. J. Epidemiol.* 172 (12) (2010) 1339–1348, <https://doi.org/10.1093/aje/kwq332>.
- [21] C. Sherrington, N.J. Fairhall, G.K. Wallbank, A. Tiedemann, Z.A. Michaleff, K. Howard, et al., Exercise for preventing falls in older people living in the community, *Cochrane Database Syst. Rev.* (2019), <https://doi.org/10.1002/14651858.CD012424.pub2>.
- [22] G. Wylie, C. Torrens, P. Campbell, H. Frost, A.L. Gordon, H.B. Menz, et al., Podiatry interventions to prevent falls in older people: a systematic review and meta-analysis, *Age Ageing* 48 (3) (2019) 327–336, <https://doi.org/10.1093/ageing/afy189>.
- [23] R.R. Kalyani, M. Corriere, L. Ferrucci, Age-related and disease-related muscle loss: the effect of diabetes, obesity, and other diseases, *Lancet Diabetes Endocrinol.* 2 (10) (2014) 819–829, [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70034-8](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70034-8).
- [24] A. Faria, R. Gabriel, J. Abrantes, R. Brás, H. Moreira, The relationship of body mass index, age and triceps-surae musculotendinous stiffness with the foot arch structure of postmenopausal women, *Clin. Biomech.* 25 (6) (2010) 588–593, <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.02.014>.
- [25] K.J. Mickle, B.J. Munro, S.R. Lord, H.B. Menz, J.R. Steele, Foot pain, plantar pressures, and falls in older people: a prospective study, *J. Am. Geriatr. Soc.* 58 (10) (2010) 1936–1940, <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2010.03061.x>.
- [26] X. Wu, M.L. Madigan, Impaired plantar sensitivity among the obese is associated with increased postural sway, *Neurosci. Lett.* 583 (2014) 49–54, <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2014.09.029>.
- [27] M. Simoneau, N. Teasdale, Balance control impairment in obese individuals is caused by larger balance motor commands variability, *Gait Posture* 41 (1) (2015) 203–208, <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2014.10.008>.
- [28] M. Piirtola, P. Era, Force platform measurements as predictors of falls among older people—a review, *Gerontology* 52 (1) (2006) 1–16, <https://doi.org/10.1159/000089820>.
- [29] J. Zhou, D. Habtemariam, I. Iloputaife, L.A. Lipsitz, B. Manor, The complexity of standing postural sway associates with future falls in community-dwelling older adults: the MOBILIZE Boston Study, *Sci. Rep.* 7 (2017), <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03422-4>.
- [30] M.J. Hilliard, K.M. Martinez, I. Janssen, B. Edwards, M.-L. Mille, Y. Zhang, et al., Lateral balance factors predict future falls in community-living older adults, *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 89 (9) (2008) 1708–1713, <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2008.01.023>.
- [31] R.M. Baron, D.A. Kenny, The moderator–mediator variable distinction in social psychological research: conceptual, strategic, and statistical considerations, *J. Pers. Soc. Psychol.* 51 (6) (1986) 1173–1182.

APÊNDICE E

Lista de produção científica durante o doutoramento

Artigos científicos em preparação

1. Moraes AG, de David AC, Neri SGR, Low AM, Rezende A. Effects of hippotherapy frequency on sitting postural control and functional performance in children with cerebral palsy.

Artigos científicos em revisão

1. Neri SGR, Lima RM. Body composition in Brazilian women aged 60-80 years: reference values for dual-energy x-ray absorptiometry and implications for physical function. Eur Geriatr Med.
2. Moraes AG, Neri SGR, Motl RW, Tauil CB, von Glehn Silva F, Corrêa EC, de David AC. Effects of hippotherapy on postural balance, functional mobility, self-perceived fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: secondary results of a controlled trial. Mult Scler Relat Dis.

Artigos científicos aceitos para publicação

1. Neri SGR, Pereira JC, de David AC, Lima RM. The influence of body fat distribution on postural balance and muscle quality in women aged 60 years and over. J Appl Biomech.
2. Neri SGR, Lima RM, Ribeiro HS, Vainshelboim B. Poor handgrip strength and risk of falls in older women: a prospective cohort study. J Frailty Sarcopenia Fall.

Artigos científicos publicados

1. Neri SGR, Oliveira JS, Dario AB, Lima RM, Tiedemann A. Does obesity increase the risk and severity of falls in people aged 60 years and older? A systematic review and meta-analysis of observational studies. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2020;75(5):952-960.
2. Neri SGR, Tiedemann A, Gadelha AB, Lima RM. Body fat distribution in obesity and the association with falls: a cohort study of Brazilian women aged 60 years and over. *Maturitas*. 2020;139:64-68.
3. Neri SGR, Harvey LA, Tiedemann A, Gadelha AB, Lima RM. Obesity and falls in older women: mediating effects of muscle quality, foot loads and postural control. *Gait Posture*. 2020;77:138-143.
4. Moraes AG, Neri SGR, Motl RW, Tauil CB, von Glehn Silva F, Corrêa EC, de David AC. Effect of hippotherapy on walking performance and gait parameters in people with multiple sclerosis. *Mult Scler Relat Dis*. 2020;43:102203.
5. 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;32:1263-1270.
6. Neri SGR, Gadelha AB, de David AC, Ferreira AP, Safons MP, Tiedemann A, Lima RM. The association between body adiposity measures, postural balance, fear of falling, and fall risk in older community-dwelling women. *J Geriatr Phys Ther*. 2019;42(3):E94-E10.
7. Pereira JC, Neri SGR, Vainshelboim B, Gadelha AB, Bottaro M, de Oliveira RJ, Lima RM. Normative values of knee extensor isokinetic strength for older women and implications for physical function. *J Geriatr Phys Ther*. 2019;42(4):E25-E31.

8. Pereira JC, Neri SGR, Vainshelboim B, Gadelha AB, Bottaro M, Lima RM. A reference equation for normal standards for knee extensor isokinetic strength in Brazilian older women. *Aging Clin Exp Res*. 2019;31(10):1531-1537.
9. Pereira JC, Elias JM, Neri SGR, Gadelha AB, Lemos RR, Lima RM. Dynapenic abdominal obesity as a risk factor for falls in older women. *Top Geriatr Rehabil*. 2019;35(2):149-155.
10. Lima RM, de Oliveira RJ, Raposo R, Neri SGR, Gadelha AB. Stages of sarcopenia, bone mineral density, and the prevalence of osteoporosis in older women. *Arch Osteoporos*. 2019;14(1):38.
11. Mesquita PR, Neri SGR, Lima RM, Manfio EF, de David AC. Running and Walking Foot Loading in Children Aged 4-10 Years. *J Appl Biomech*. 2019;35(4):241-246.
12. Lima FD, Neri SGR, Lima RM, Valeriano RO, Correia ALM, Bottaro M. Body fat, but not muscle quality, is related to perceived fatigue in young-adult active and inactive women. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2019;21:e56093.
13. Neri SGR, Gadelha AB, Pereira JC, Gutierrez Filho PJB, Lima RM. Obesity is associated with reduced postural control in community-dwelling older adults: a systematic review. *Eur J Physiother*. 2018;20(3):178-186.
14. Gadelha AB, Neri SGR, Nóbrega OT, Pereira JC, Bottaro M, Fonsêca A, Lima RM. Muscle quality is associated with dynamic balance, fear of falling, and falls in older women. *Exp Gerontol*. 2018;104:1-6.
15. Gadelha AB, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. The relationship between muscle quality and incidence of falls in older community-dwelling women: An 18-month follow-up study. *Exp Gerontol*. 2018;110:241-246.
16. Gadelha AB, Neri SGR, de Oliveira RJ, Bottaro M, de David AC, Vainshelboim B, Lima RM.

- Severity of sarcopenia is associated with postural balance and risk of falls in community-dwelling older women. *Exp Aging Res.* 2018;44(3):258-269.
17. Gadelha AB, Vainshelboim B, Ferreira AP, Neri SGR, Bottaro M, Lima RM. Stages of sarcopenia and the incidence of falls in older women: A prospective study. *Arch Gerontol Geriatr.* 2018;79:151-157.
 18. Mesquita PR, Neri SGR, Lima RM, Carpes FP, de David AC. Childhood obesity is associated with altered plantar pressure distribution during running. *Gait Posture.* 2018;62:202-205.
 19. Vieira TN, Mesquita PR, Neri SGR, de David AC. Plantar pressure distribution during running in early childhood. *Gait Posture.* 2018;65:149-150.
 20. Neri SGR, Cardoso JR, Cruz L, Lima RM, Oliveira RJ, Iversen MD, Carregaro RL. Do virtual reality games improve mobility skills and balance measurements in community-dwelling older adults? Systematic review and meta-analysis. *Clin Rehabil.* 2017;31(10):1292-1304.
 21. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, de David AC, Lima RM. Obesity is associated with altered plantar pressure distribution in older women. *J Appl Biomech.* 2017;33(5):323-329.
 22. Neri SGR, Gadelha AB, Correia ALM, Pereira JC, Safons MP, Lima RM. Associação entre obesidade, risco de quedas e medo de cair em mulheres idosas. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.* 2017;19:450-458.
 23. Gauche R, Lima RM, Myers J, Gadelha AB, Neri SGR, Forjaz CLM, Vianna LC. Blood pressure reactivity to mental stress is attenuated following resistance exercise in older hypertensive women. *Clin Interv Aging;* 2017;12:793-803.
 24. Gauche R, Ferreira-Júnior JB, Gadelha AB, Neri SGR, Bottaro M, Vianna LC, Lima RM. Session perceived exertion following traditional and circuit resistance exercise methods in

older hypertensive women. *Percept Mot Skills*. 2017;124(1):166-181.

25. Gadelha AB, Neri SGR, Safons MP, Moreira SR, Lima RM. Comparações entre índices de adiposidade corporal e pontos de corte na predição de incapacidade funcional em mulheres idosas *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2016;18:381-390.

Capítulos de livro publicados

1. Cruz L, Mendes FAS, Neri SGR, Carregaro RL. 2019. Principles and practical uses of virtual reality games as a physical therapy strategy. In: Hayre CM, Muller DJ, Scherer MJ. *Everyday Technologies in Healthcare*. Boca Raton: CRC Press, pp. 235-258.

Apresentações em congressos

1. Neri SGR, Lima RM, Gadelha AB, Vainshelboim B. Poor handgrip strength and risk of falls in older women. In: 67th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, 2020. Conferência virtual. Apresentação em pôster.
2. Neri SGR, Gadelha AB, Tiedemann A, Lima RM. Obesidade androide e ginoide atuam de forma diferente na predição de quedas em idosas: um estudo de coorte. In: 42° Simpósio Internacional de Ciências do Esporte, 2019. São Paulo, Brasil. Apresentação oral.
3. Neri SGR, Oliveira JS, Dario AB, Lima RM, Tiedemann A. A obesidade aumenta o risco de quedas em pessoas idosas? Revisão sistemática e metanálise. In: 10° Congresso Centro-Oeste de Geriatria e Gerontologia, 2019. Brasília, Brasil. Apresentação oral.
4. Neri SGR, Harvey L, Tiedemann A, Gadelha AB, Lima RM. Obesity and falls in older

women: mediating effects of muscle quality, foot loads and balance. In: 66th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, 2019. Orlando, Estados Unidos. Apresentação em pôster.

5. Neri SGR, Gadelha AB, Pereira JC, Tiedemann A, Lima RM. Is the QuickScreen a useful predictor of falls in Brazilian older women?. In: 8th Biennial Australia and New Zealand Falls Prevention Conference, 2018. Hobart, Australia. Apresentação oral.
6. Neri SGR, Gadelha AB, Pereira JC, Correia ALM, de David AC, Lima RM. Obesity is associated with altered plantar pressure distribution in elderly women. In: 64th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine, 2017. Denver, Estados Unidos. Apresentação em pôster.

Trabalhos premiados

1. Neri SGR, Tiedemann A, Gadelha AB, Lima RM. Body fat distribution in obesity and the association with falls: a cohort study of Brazilian women aged 60 years and over. Young Investigator Award Travel Grant, European College of Sport Science, 2020.
2. Neri SGR, Oliveira JS, Dario AB, Lima RM, Tiedemann A. A obesidade aumenta o risco de quedas em pessoas idosas? Revisão sistemática e metanálise. Melhor apresentação oral, 10º Congresso Centro-Oeste de Geriatria e Gerontologia, 2019.

APÊNDICE F

Instrumentos utilizados para a coleta de dados

CARTAZ DE DIVULGAÇÃO DO ESTUDO



Universidade de Brasília
Faculdade de Educação Física

Estudo de associação entre adiposidade, força muscular, distribuição de pressão plantar, estabilidade postural e risco de quedas em idosas



O Grupo de Estudos em Fisiologia do Exercício e Saúde está recrutando voluntárias para participação em estudo.

Se você é mulher e possui mais de 60 anos, **PARTICIPE!**

Benefícios: As voluntárias serão beneficiadas com **exames de alta qualidade** inteiramente **gratuitos**.

Densitometria óssea
Composição corporal
Força muscular
Distribuição de pressão plantar
Equilíbrio postural
Risco de quedas

Supervisão: Prof. Dr. Ricardo Moreno Lima



Informações adicionais:

Silvia: (61) 8205 5934
silvia_grn@hotmail.com

Grupo de Estudos em
GEFS
Fisiologia do Exercício e Saúde



CNPq
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

ANAMNESE

ID: _____

Prezada voluntária,

Muito obrigado pela participação em nossa pesquisa! Solicitamos o preenchimento do questionário abaixo para conhecimento dos seus hábitos de vida e estado de saúde. Por favor, preencha com bastante atenção, estes dados são fundamentais para o êxito do nosso trabalho.

Informações gerais

Nome: _____

Data de nascimento: ____ / ____ / ____

Idade: _____ anos

Nível de escolaridade: () 1º grau () 2º grau () 3º grau

() Completo () Incompleto

Endereço: _____

Telefone(s) para contato: _____

Hábitos de saúde

Consome bebida alcoólica? () Sim () Não Com que frequência? _____

É fumante? () Sim () Não Fuma quantos cigarros por dia? _____

Já fumou? () Sim () Não Por quanto tempo? __ Parou há quanto tempo? _____

Tempo de menopausa: _____

Faz terapia de reposição hormonal? () Sim () Não Há quanto tempo? _____

Já fez terapia de reposição hormonal? () Sim () Não Há quanto tempo? _____

Por quanto tempo? _____

Pratica atividade física regularmente? () Sim () Não

Modalidade 1: _____

Pratica há quanto tempo? _____

Frequência (vezes por semana): () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7

Duração (minutos por sessão): _____ minutos

Modalidade 2: _____

Pratica há quanto tempo? _____

Frequência (vezes por semana): () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7

Duração (minutos por sessão): _____ minutos

Modalidade 3: _____

Pratica há quanto tempo? _____

Frequência (vezes por semana): () 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 () 7

Duração (minutos por sessão): _____ minutos

Informações médicas

Assinale no quadro abaixo as doenças você apresenta:

Hipertensão Arterial

Doença neurológica

Diabetes Mellitus

Vestibulopatia

Doença Cardiovascular

Osteoporose

Apresenta alguma outra doença? () Sim () Não

Quais? _____

Você já teve/ tem:

Câncer

Problema nas vistas

Prótese

Usa óculos

Marcapasso/desfibrilador implantado

Informações adicionais: _____

Você já fez alguma cirurgia? () Sim () Não

De quê? _____

Há quanto tempo? _____

Você sente alguma dor? () Sim () Não

Em qual parte do corpo? _____

Há quanto tempo? _____

Em que momento? () Em repouso () Em movimento () Em repouso e em movimento

Com que frequência? _____

Quais remédios você toma? Em quais horários?

Observações:

Data: ____ / ____ / ____

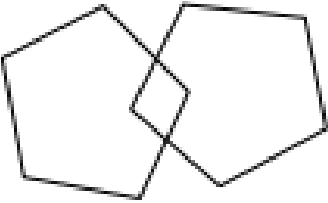
Avaliador: _____

MUITO OBRIGADO!

MINI-EXAME DO ESTADO MENTAL (MEEM)

Nome: _____ ID: _____

Data: ____ / ____ / ____ Avaliador: _____

Orientação temporal (5 pontos)	Qual é o ANO, SEMESTRE, MÊS, DIA DO MÊS e DIA DA SEMANA em que estamos?	
Orientação espacial (5 pontos)	Qual é o ESTADO, CIDADE, BAIRRO, RUA e LOCAL em que estamos?	
Registro (3 pontos)	Repetir: CANECA, TIJOLO, TAPETE.	
Atenção e cálculo (5 pontos)	Subtrair: $100-7 = 93-7 = 86-7 = 79-7 = 72-7 = 65$ Ou, soletrar a palavra MUNDO de trás para frente.	
Memória de evocação (3 pontos)	Quais os três objetos perguntados anteriormente?	
Nomear dois objetos (2 pontos)	Relógio e caneta.	
Repetir (1 ponto)	“Nem aqui, nem ali, nem lá.”	
Comando de estágios (3 pontos)	Apanhe esta folha de papel com a mão direita, dobre-a ao meio, e coloque-a no chão.	
Ler e executar (1 ponto)	FECHE OS OLHOS.	
Escrever uma frase (1 ponto)	Escrever uma frase que tenha sentido.	
Copiar diagrama (1 ponto)	Copiar dois pentágonos com interseção.	
		
Escore:		
Déficit cognitivo: () Sim () Não		

ESCALA DE KATZ

Nome: _____ ID: _____

Data: ____ / ____ / ____ Avaliador: _____

<p>1- BANHO <input type="checkbox"/> ¹ Independente (necessita de ajuda apenas para lavar uma parte do corpo, p.ex.costas ou extremidades) <input type="checkbox"/> ⁰ Dependente (necessita de ajuda para lavar mais que uma parte do corpo; necessita de ajuda para entrar e sair da banheira; não se lava sozinho)</p>		
<p>2- VESTIR <input type="checkbox"/> ¹ Independente (escolhe a roupa adequada, veste-a e aperta-a; exclui atar os sapatos) <input type="checkbox"/> ⁰ Dependente (precisa de ajuda para se vestir;não é capaz de se vestir)</p>		
<p>3- UTILIZAÇÃO DO SANITÁRIO <input type="checkbox"/> ¹ Independente (não necessita de ajuda para entrar e sair do wc; usa a sanita, limpa-se e veste-se adequadamente; pode usar urinol pela noite) <input type="checkbox"/> ⁰ Dependente (usa urinol ou arrastadeira ou necessita de ajuda para aceder e utilizar a sanita)</p>		
<p>4- TRANSFERÊNCIA (cama / cadeira) <input type="checkbox"/> ¹ Independente (não necessita de ajuda para sentar-se ou levantar-se de uma cadeira nem para entrar ou sair da cama; pode usar ajudas técnicas, p.ex. bengala) <input type="checkbox"/> ⁰ Dependente (necessita de alguma ajuda para se deitar ou levantar da cama/ cadeira; está acamado)</p>		
<p>5- CONTINÊNCIA (vesical / fecal) <input type="checkbox"/> ¹ Independente (controlo completo da micção e defecação) <input type="checkbox"/> ⁰ Dependente (incontinência total ou parcial vesical e/ou fecal; utilização de enemas, algália, urinol ou arrastadeira)</p>		
<p>6- ALIMENTAÇÃO <input type="checkbox"/> ¹ Independente (leva a comida do prato à boca sem ajuda; exclui cortar a carne) <input type="checkbox"/> ⁰ Dependente (necessita de ajuda para comer; não come em absoluto ou necessita de nutrição entérica / parentérica)</p>		
<p>Total: _____</p>	<p>0 Dependência total 1-2 Dependência grave 3-4 Dependência moderada</p>	<p>5 Dependência ligeira 6 Independente</p>

QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ) - VERSÃO CURTA

Nome: _____ ID: _____

Data: ____ / ____ / ____ Avaliador: _____

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na ÚLTIMA semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor, responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação!

Para responder as questões lembre que:

- Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a. Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum

1b. Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia**?

Horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar **moderadamente** sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR, NÃO INCLUA CAMINHADA**).

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: _____ Minutos: _____

3a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo, correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

_____ dias por **SEMANA** () Nenhum

3b. Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**?

Horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?

Horas: _____ Minutos: _____

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

Horas: _____ Minutos: _____

MUITO OBRIGADO!

QUICKSCREEN CLINICAL FALLS RISK ASSESSMENT

Nome: _____ ID: _____

Data: ____ / ____ / ____ Avaliador: _____

AVALIAÇÃO	PRESENÇA DE FATOR DE RISCO (por favor, circule)	AÇÃO
-----------	--	------

Quedas anteriores

Uma ou mais quedas no último ano	Sim / Não	
----------------------------------	-----------	--

Medicamentos

Quatro ou mais (excluir vitaminas)	Sim / Não	
Algum psicotrópico	Sim / Não	

Visão

Teste de acuidade visual – incapaz de ler tudo até a 5ª linha	Sim / Não	
---	-----------	--

Sensação periférica

Teste de sensibilidade tátil – incapaz de sentir dois de três estímulos aplicados	Sim / Não	
---	-----------	--

Força / Tempo de reação / Equilíbrio

Teste de semi-tandem – incapaz de permanecer por 10 s	Sim / Não	
Teste de step alternado – incapaz de completar em 10 s	Sim / Não	
Teste de passar da posição sentada para em pé – incapaz de completar em 12 s	Sim / Não	

Número de fatores de risco	0-1	2-3	4-5	6 +
Probabilidade de cair	7%	13%	27%	49%

Este paciente tem ____ % de probabilidade de cair nos próximos 12 meses.

ESCALA DE EFICÁCIA DE QUEDAS - INTERNACIONAL (FES-I)

Nome: _____ ID: _____

Data: ____ / ____ / ____ Avaliador: _____

Agora nós gostaríamos de fazer algumas perguntas sobre qual é sua preocupação a respeito da possibilidade de cair. Por favor, responda imaginando como você normalmente faz a atividade. Se você atualmente não faz a atividade (por ex. alguém vai às compras para você), responda de maneira a mostrar como você se sentiria em relação a quedas se você tivesse que fazer essa atividade. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o quadradinho que mais se aproxima de sua opinião sobre o quão preocupado você fica com a possibilidade de cair, se você fizesse esta atividade.

	Nem um pouco preocupado	Um pouco preocupado	Muito preocupado	Extremamente preocupado
Limpando a casa (ex: passar pano, aspirar ou tirar a poeira)	1	2	3	4
Vestindo ou tirando a roupa	1	2	3	4
Preparando refeições simples	1	2	3	4
Tomando banho	1	2	3	4
Indo às compras	1	2	3	4
Sentando ou levantando de uma cadeira	1	2	3	4
Subindo ou descendo escadas	1	2	3	4
Caminhando pela vizinhança	1	2	3	4

	Nem um pouco preocupado	Um pouco preocupado	Muito preocupado	Extremamente preocupado
Pegando algo acima de sua cabeça ou do chão	1	2	3	4
Indo atender o telefone antes que pare de tocar	1	2	3	4
Andando sobre superfície escorregadia (ex: chão molhado)	1	2	3	4
Visitando um amigo ou parente	1	2	3	4
Andando em lugares cheios de gente	1	2	3	4
Caminhando sobre superfície irregular (com pedras, esburacada)	1	2	3	4
Subindo ou descendo uma ladeira	1	2	3	4
Indo a uma atividade social (ex: ato religioso, reunião de família ou encontro no clube)	1	2	3	4

MUITO OBRIGADO!

APÊNDICE F

Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE DE
BRASÍLIA - CEP/FS-UNB



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ESTUDO DE ASSOCIAÇÃO ENTRE ADIPOSIDADE, FORÇA MUSCULAR, ESTABILIDADE POSTURAL, DISTRIBUIÇÃO DE PRESSÃO PLANTAR E RISCO DE QUEDAS EM IDOSAS

Pesquisador: Silvia Gonçalves Ricci Neri

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 44939215.1.0000.0030

Instituição Proponente: Faculdade de Educação Física - UnB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.223.636

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 11 de Setembro de 2015

Assinado por:

Marie Togashi

(Coordenador)

Endereço: Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

Bairro: Asa Norte

CEP: 70.910-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3107-1947

E-mail: cepfsunb@gmail.com