

AEROBIC CAPACITY AND MUSCLE STRENGTH IN PREDICTING FALLS IN OLDER ADULTS

RODRIGO PERERA QUEIROZ
ANDREA SOMOLANJI VANZELLI
ELKE LIMA TRIGO
Centro Universitário Senac, São Paulo, São Paulo, Brasil
queiroz.p.rodrigo@gmail.com

Abstract

Introduction: Falls in older adults represent a serious public health problem, associated with injuries, functional decline, and high healthcare costs. Their incidence increases with age and results from multiple biological, behavioral, and environmental factors. Physiological changes due to aging affect strength, balance, and aerobic capacity, increasing the risk of falls. However, the literature remains scarce regarding the specific role of aerobic and strength capacities as predictors. **Objective:** To investigate the association between aerobic capacity, strength, and risk of falls in older adults. **Methods:** The sample consisted of 205 older adults (mean age = 70.8 years; SD = 6.1), 89.8% of whom were women. Handgrip Strength (HGS) and the Five Times Sit-to-Stand Test (STS) were performed. Aerobic capacity ($VO_{2\text{máx}}$) was estimated using the 6-Minute Walk Test (6MWT), and the risk of falls was assessed using the Short Form Fullerton Advanced Balance scale (FAB). **Results:** Initial analyses showed significant correlations between FAB and HGS ($r = 0.253$; $p < 0.001$), FAB and STS ($r = -0.362$; $p < 0.001$), and FAB and $VO_{2\text{máx}}$ ($r = 0.486$; $p < 0.001$). Multiple linear regression ($R^2 = 0.279$; $p < 0.001$) revealed that both estimated $VO_{2\text{máx}}$ and STS significantly contributed to explaining performance variance on the FAB. **Conclusion:** The study confirmed that estimated $VO_{2\text{máx}}$ and lower-limb strength are significant predictors of fall risk in older adults, as measured by the FAB scale. These findings reinforce that low functional capacity is associated with a higher probability of falls. Despite limitations related to the variables assessed and the cross-sectional design, evaluating multiple physical capacities is essential for identifying weaknesses and developing more effective preventive strategies for older adults.

Keywords: Aging, Physical Exercise, Muscle Strength, Postural Balance.

CAPACIDAD AERÓBICA Y FUERZA MUSCULAR EN LA PREDICCIÓN DE CAÍDAS EN PERSONAS MAYORES

Resumen

Introducción: Las caídas en personas mayores representan un grave problema de salud pública, asociado a lesiones, pérdida funcional y altos costos para los sistemas de salud. Su incidencia aumenta con la edad y resulta de múltiples factores biológicos, conductuales y ambientales. Los cambios fisiológicos derivados del envejecimiento afectan la fuerza, el equilibrio y la capacidad aeróbica, lo que incrementa el riesgo de caídas. Sin embargo, la

literatura aún es limitada respecto al papel específico de la capacidad aeróbica y de la fuerza como predictores. **Objetivo:** Investigar la asociación entre la capacidad aeróbica, la fuerza y el riesgo de caídas en personas mayores. **Métodos:** La muestra estuvo compuesta por 205 adultos mayores (media = 70,8 años; desviación estándar = 6,1), de los cuales el 89,8% eran mujeres. Se realizaron las pruebas de Fuerza de Prensión Manual (FPM) y la prueba de Sentarse y Levantarse Cinco Veces (SL). La capacidad aeróbica ($VO_{2\text{máx}}$) se estimó mediante la prueba de Caminata de 6 Minutos (6MWT), y el riesgo de caídas se evaluó con la versión corta de la escala *Short Form Fullerton Advanced Balance* (FAB). **Resultados:** El análisis inicial mostró correlaciones significativas entre FAB y FPM ($r = 0,253$; $p < 0,001$), FAB y SL ($r = -0,362$; $p < 0,001$) y FAB y $VO_{2\text{máx}}$ ($r = 0,486$; $p < 0,001$). El análisis de regresión lineal múltiple ($R^2 = 0,279$; $p < 0,001$) reveló que tanto el $VO_{2\text{máx}}$ estimado como la prueba SL contribuyeron significativamente a explicar la variabilidad del desempeño en la FAB. **Conclusión:** El estudio confirmó que el $VO_{2\text{máx}}$ estimado y la fuerza de miembros inferiores son predictores significativos del riesgo de caídas en personas mayores, según la escala FAB. Estos hallazgos refuerzan que la baja capacidad funcional se asocia con una mayor probabilidad de caídas. A pesar de las limitaciones relativas a las variables analizadas y al diseño transversal, se concluye que evaluar múltiples capacidades físicas es fundamental para identificar debilidades y proponer estrategias preventivas más eficaces para los adultos mayores.

Palabras clave: Envejecimiento, Ejercicio Físico, Fuerza Muscular, Equilibrio Postural.

CAPACITÉ AÉROBIE ET FORCE MUSCULAIRE DANS LA PRÉDICTION DES CHUTES CHEZ LES PERSONNES ÂGÉES

Abstrait

Introduction: Les chutes chez les personnes âgées constituent un grave problème de santé publique, associé à des blessures, une perte fonctionnelle et des coûts élevés pour le système de santé. Leur incidence augmente avec l'âge et résulte de multiples facteurs biologiques, comportementaux et environnementaux. Les changements physiologiques liés au vieillissement affectent la force, l'équilibre et la capacité aérobie, augmentant ainsi le risque de chutes. Cependant, la littérature reste limitée concernant le rôle spécifique de la capacité aérobie et de la force comme prédicteurs. **Objectif:** Examiner l'association entre la capacité aérobie, la force et le risque de chutes chez les personnes âgées. **Méthodes:** L'échantillon était composé de 205 personnes âgées (âge moyen = 70,8 ans ; écart-type = 6,1), dont 89,8 % étaient des femmes. Les tests de Force de Préhension Manuelle (FPM) et le test « Se lever et s'asseoir cinq fois » (SL) ont été réalisés. La capacité aérobie ($VO_{2\text{máx}}$) a été estimée à l'aide du test de marche de 6 minutes (6MWT) et le risque de chutes a été évalué à l'aide de la version courte de l'échelle Fullerton Advanced Balance (FAB). **Résultats:** L'analyse initiale a montré des corrélations significatives entre FAB et FPM ($r = 0,253$; $p < 0,001$), FAB et SL ($r = -0,362$; $p < 0,001$), ainsi qu'entre FAB et $VO_{2\text{máx}}$ ($r = 0,486$; $p < 0,001$). La régression linéaire multiple ($R^2 = 0,279$; $p < 0,001$) a indiqué que le $VO_{2\text{máx}}$ estimé et le test SL contribuaient significativement à expliquer la variance du score FAB. **Conclusion:** L'étude a confirmé que le $VO_{2\text{máx}}$ estimé et la force des membres inférieurs sont des prédicteurs significatifs du risque de chutes chez les personnes âgées, selon l'échelle FAB. Ces résultats renforcent l'idée qu'une faible capacité fonctionnelle est associée à une probabilité accrue de chutes. Malgré les limites liées aux variables analysées et au caractère transversal de l'étude, l'évaluation de multiples capacités physiques demeure essentielle pour identifier les fragilités et développer des stratégies préventives plus efficaces chez les personnes âgées.

Mots-clés: Vieillissement, Exercice physique, Force musculaire, Équilibre postural.

CAPACIDADE AERÓBICA E FORÇA MUSCULAR NA PREDIÇÃO DE QUEDAS EM IDOSOS

Resumo

Introdução: Quedas em idosos representam um grave problema de saúde pública, associadas a lesões, perda funcional e altos custos ao sistema de saúde. A incidência aumenta com a idade e resulta de múltiplos fatores biológicos, comportamentais e ambientais. Alterações fisiológicas decorrentes da senescência afetam força, equilíbrio e capacidade aeróbica, elevando o risco de quedas. No entanto, a literatura ainda é escassa quanto ao papel específico das capacidades aeróbica e de força como preditores. **Objetivo:** investigar a associação entre capacidade aeróbica, força e risco de quedas em idosos. **Métodos:** A amostra foi composta por 205 idosos (média = 70,8 anos; desvio padrão = 6,1), sendo 89,8% do sexo feminino. Foram realizados os testes de força de preensão manual (FPM) e Sentar e Levantar Cinco Vezes (SL), e para avaliar a capacidade aeróbica ($VO_{2\text{máx}}$), o Teste de Caminhada de 6 Minutos (6MWT), o risco de quedas foi analisado pelo *Short Form Fullerton Advanced Balance* (FAB). **Resultados:** A análise inicial mostrou correlações significativas entre FAB e FPM ($r = 0,253$; $p < 0,001$), FAB e SL ($r = -0,362$, $p < 0,001$), e FAB e $VO_{2\text{máx}}$ ($r = 0,486$, $p < 0,001$). A análise de regressão linear múltipla ($R^2 = 0,279$; $p < 0,001$) revelou que, tanto $VO_{2\text{máx}}$ estimado como SL auxiliaram significativamente na explicação da variância do desempenho no teste FAB. **Conclusão:** O estudo confirmou que o $VO_{2\text{máx}}$ estimado e a força de membros inferiores são preditores significativos do risco de quedas em idosos, medido pela escala FAB. Esses achados reforçam que a baixa capacidade funcional está associada à maior probabilidade de quedas. Apesar de limitações quanto às variáveis consideradas e ao delineamento transversal, conclui-se que avaliar múltiplas capacidades físicas é essencial para identificar fraquezas e propor estratégias preventivas mais eficazes em idosos.

Palavras-chave: Envelhecimento, Exercício Físico, Força Muscular, Equilíbrio Postural.

Introdução

A queda para um idoso é um evento que pode desencadear uma série de problemas de saúde. Escoriações e fraturas estão entre as lesões mais frequentes (Ferretti et al., 2013), porém danos mais graves também podem ocorrer. Em um estudo elaborado por Luzia et al. (2019), quedas graves, aquelas com necessidade de intervenção para suporte de vida, com grande dano ou perda de função permanente ou de longo prazo, representaram quase 12% do total de casos analisados.

Do ponto de vista de gastos com saúde, o impacto financeiro gerado por esse tipo de acidente é extremamente relevante. No período de 2000 a 2020, apenas entre o público idoso (60 anos ou mais), o Sistema Único de Saúde (SUS) registrou custos superiores a R\$2,3 bilhões para quedas (Lima et al., 2022).

Ademais, estudos demonstraram que idosos são mais suscetíveis a sofrer quedas em comparação a outras faixas etárias, de modo que para pessoas acima de 80 anos, a proporção é drasticamente maior (Ferretti et al., 2013; Pillay et al., 2024). Portanto, se faz

necessária investigação e compreensão das causas desse fenômeno, para desenvolvimento de estratégias de prevenção.

Há consenso de que as quedas recorrentes em idosos ocorrem dentro de um contexto multifacetado, considerando fatores biológicos, comportamentais, socioeconômicos e socioambientais (Hopewell et al., 2018; Rubenstein, 2007). Sob a ótica biológica, a senescência traz consigo alterações fisiológicas que impactam direta e negativamente a produção de força (Reid e Fielding, 2012), a manutenção do equilíbrio (Wang et al., 2024) e a capacidade aeróbica (Gault e Willems, 2013), fazendo com que o idoso esteja mais suscetível às quedas. Para tanto, esse grupo de capacidades físicas, as quais podem ser denominadas como capacidades funcionais, considerando suas aplicações na vida diária do público idoso, parecem exercer um papel primordial e conjunto na prevenção de quedas.

Apesar disso, especialmente para a capacidade aeróbica (CA), a literatura dispõe de estudos que analisam o impacto dessa característica sob diversas óticas e através de medidas esparsas (Duan et al., 2022; Lustosa et al., 2020; Mekari et al., 2019).

Dessa forma, diferentes testes de CA foram aplicados para avaliação em estudos, com poucos utilizando VO_2 máximo ($VO_{2\text{máx}}$), ainda que estimado, como variável preditora de quedas em idosos. Àqueles que o fizeram, avaliaram diferentes populações e com métodos de pesquisa distintos (Dupuy, et al. 2022; Figueiredo et al., 2025; Mekari et al., 2023; Sewell et al., 2024).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar a associação entre a capacidade de força e CA com o risco de quedas em idosos, utilizando métodos preditivos para avaliar o impacto e significância dessas variáveis.

Métodos

A pesquisa, de caráter experimental e transversal, foi conduzida em um clube municipal e uma fundação sem fins lucrativos, com coleta de dados entre os meses de março e junho de 2025. Esta pesquisa faz parte do projeto aprovado pelo comitê de ética n. 042347/2021.

Participantes

Os participantes (idosos com idade ≥ 60 anos) são frequentadores das entidades supracitadas, foram convidados a participar da pesquisa e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. É possível verificar as estatísticas descritivas da amostra na Tabela 1:

Tabela 1 – Estatísticas descritivas da amostra

Descrição do item	Valores
Participantes (n)	205
Sexo Feminino	89,8%
Média Idade (anos)	70,8
Desvio Padrão Idade	6,1
Idade Mínima	60
Idade Máxima	88

Procedimentos iniciais

As avaliações foram conduzidas individualmente, em ambiente controlado e iluminado, seguindo protocolos padronizados e recomendações de segurança para a população idosa.

Antes do início dos testes, os participantes preencheram uma ficha cadastral com informações básicas de cunho identitário e contato, além de formulário de anamnese, contendo dados de histórico de saúde e prática de atividade física. Por fim, receberam explicações detalhadas sobre cada procedimento antes de realizá-los, para devida familiarização com as tarefas.

Teste de Sentar e Levantar Cinco Vezes (SL)

A força e a potência dos membros inferiores foram avaliadas por meio do teste de sentar e levantar cinco vezes (Five Times Sit-to-Stand Test – 5xSTS), conforme protocolo descrito por Csuka e McCarty (1985) e Padua et al. (2009).

O participante foi posicionado em uma cadeira padronizada, sem braços, com altura aproximada de 45 cm, costas apoiadas e pés apoiados no solo, em paralelo, com os braços cruzados sobre o tórax. Após instruções padronizadas e um ensaio de familiarização, o avaliado foi orientado a levantar-se e sentar-se cinco vezes consecutivas o mais rápido possível, sem auxílio dos membros superiores.

O tempo total, em segundos, necessário para completar as cinco repetições foi registrado com cronômetro digital, iniciando na ordem para início da tarefa e finalizando no momento em que o participante atingiu a posição ereta na quinta elevação.

Teste de Força de Prensão Manual (FPM)

A força de preensão manual foi mensurada com dinamômetro hidráulico portátil. O participante foi posicionado sentado, com o ombro aduzido e neutro, cotovelo a 90°, e punho em posição neutra. Foram realizadas três tentativas com a mão dominante, com intervalos de 30 segundos entre as medidas. O maior valor obtido (em kg) foi considerado para análise (Roberts et al., 2011).

Short Form Fullerton Advanced Balance (FAB)

O risco de quedas foi avaliado pelo Short Form Fullerton Advanced Balance (FAB), composto por quatro tarefas que examinam diferentes componentes do controle postural.

Cada tarefa foi pontuada de 0 a 4, totalizando escore máximo de 16 pontos, sendo valores mais altos indicativos de melhor desempenho. Os participantes realizaram um ensaio de familiarização e executaram as tarefas sem assistência física, conforme protocolo descrito por Rose et al. (2006).

Teste de Caminhada de 6 Minutos (6MWT)

A capacidade aeróbica submáxima foi avaliada por meio do 6-Minute Walk Test, comumente aplicado em públicos de diferentes idades e condições de saúde, incluindo idosos (Enright, 2003). O teste foi realizado em piso plano e coberto de 30 metros, demarcado a cada metro. O participante foi instruído a caminhar o mais rápido possível, sem correr, durante seis minutos.

Ao fim do período estipulado, foi verificada a distância em metros percorrida pelo participante, sendo utilizada a equação preditiva sugerida por Sagat et al. (2023) para predição do $VO_{2\text{máx}}$.

Análise dos dados

Para análise dos dados, foram utilizados os resultados obtidos através dos testes descritos acima, a fim de obter as possíveis associações entre as variáveis, baseadas em testes estatísticos de correlação e regressões. O software utilizado para as análises estatísticas foi o JASP, versão 0.19.1.

Resultados

Abaixo, na Tabela 2, estão disponíveis as estatísticas descritivas dos resultados dos testes dos 205 participantes:

Tabela 2 – Resumo de resultados dos testes

Descrição do item	FAB ^a	PM (kg)	$VO_{2\text{máx}}$ (ml/kg/min)	SL (segundos)
Média	13,2	24,0	17,4	14,4
Desvio Padrão	2,5	7,1	6,1	3,2
Valores mínimos	1,0	7,5	3,6	8,0
Valores máximos	16,0	51,0	32,7	27,9

^aEscala do teste FAB: escala discreta de 0 a 16.

Inicialmente, para verificar as correlações individuais entre cada variável, foi utilizada a estatística de correlação de Pearson (Tabela 3), onde é possível observar que todas as variáveis apresentaram correlações significativas entre si ($p < 0,05$), com destaque para os testes $VO_{2\text{máx}}$ estimado e FAB.

Tabela 3 – Correlações de Pearson

Descrição do item	FAB	PM	VO _{2máx}	SL
FAB	—			
PM	0,253	—		
VO _{2máx}	0,486	0,289	—	
SL	-0,362	-0,165	-0,347	—

Posteriormente, para análise dos dados, foi utilizada uma regressão linear múltipla, para estimar a performance no teste FAB (associado, por sua vez, ao risco de quedas) em função das capacidades funcionais mensuradas nos testes FPM e SL, além do VO_{2máx} estimado obtido através do teste 6MWT.

Preliminarmente, a variável FPM não apresentou explicação significativa do risco de quedas quando adicionada ao modelo ($p > 0,05$), sendo excluída da análise. Portanto, restaram como variáveis dependentes no modelo VO_{2máx} estimado e SL.

Com a estatística de tolerância (VO_{2máx} e SL = 0,88) e a estatística VIF (VO_{2máx} e SL = 1,137) dentro de limites aceitáveis, não foram identificados problemas de colinearidade entre as variáveis. O modelo apresentou significância estatística e explicou 27,9%, em média, da variância do desempenho no teste FAB. Tanto VO_{2máx} estimado como SL auxiliaram significativamente na explicação da variável dependente. A descrição detalhada do modelo está disposta na Tabela 4:

Tabela 4 – Modelo de regressão linear múltipla

Modelo	Coeficientes	Erro Padrão	Padronizado	Estatística t	p-valor	95% CI	
						Lower	Upper
Intercepto	12,736	0,984		12,937	< 0,001	10,794	14,677
VO _{2máx}	0,168	0,026	0,41	6,433	< 0,001	0,117	0,220
LEV e SENTAR	-0,172	0,05	-0,22	-3,457	< 0,001	-0,271	-0,074

Estatística do modelo: R = 0,528; R² = 0,279; F = 39,075 ($p < 0,001$)

Equação preditiva do modelo: FAB = 12,736 + (0,168 * VO_{2máx}) + (-0,172 * SL)

É possível observar que o VO_{2máx} estimado ($\beta = 0,41$; $p < 0,001$) explicou em maior magnitude e de forma proporcionalmente superior o desempenho no teste FAB em comparação ao teste SL ($\beta = -0,22$; $p < 0,001$). Em suma, em média, quanto maior o VO_{2máx} estimado e menor o tempo registrado no teste SL, maior será a pontuação no teste FAB.

Discussão

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o nível de predição para o risco de queda em idosos, medido através da escala FAB de controle postural, a partir da força e $VO_{2\text{máx}}$ estimado. A hipótese era de que tanto força como $VO_{2\text{máx}}$ seriam preditores significativos. Os resultados confirmaram a hipótese (para $VO_{2\text{máx}}$ e apenas para força de membros inferiores), indicando que essas capacidades físicas estão intimamente associadas ao risco de quedas em idosos.

A baixa capacidade funcional associada ao desempenho motor, incluindo equilíbrio, força e capacidade aeróbica, é amplamente descrita como fator de risco para quedas em idosos (Loureiro et al., 2021; Moreland et al., 2004; Zhu et al., 2025). Figueiredo et al. (2025), em um estudo transversal populacional com idosos, observaram que indivíduos com maior capacidade cardiorrespiratória (definida pelo $VO_{2\text{máx}}$ estimado por modelo *non-exercise*) estabelecem relação inversamente proporcional ao risco de quedas. Outros estudos também observaram que a baixa mobilidade e a reduzida CA estão associadas à ocorrência de quedas em idosos (Lustosa et al., 2020; Sewell et al., 2024).

A transversalidade de componentes para predição e prevenção de quedas permite diferentes abordagens, integrando aspectos funcionais e cognitivos. Mekari et al. (2023), em estudo com pacientes idosos portadores de doenças cardiovasculares, identificaram relação inversa entre $VO_{2\text{máx}}$ estimado, desempenho cognitivo-motor em dupla tarefa e equilíbrio, com aumento proporcional do risco de quedas.

Vale ressaltar que, no modelo supracitado (Mekari et al., 2023), a força dos membros inferiores, embora considerada baixa, não foi significativa para o modelo, em divergência a outras propostas (Winger et al., 2023; Zhu et al., 2025;) e aos achados do presente estudo. De todo modo, há evidência consistente de associação entre força de membros inferiores e CA (Reid e Fielding, 2012), reforçando o caráter multifatorial que envolve a capacidade funcional em detrimento da análise isolada de componentes físicos.

Considerando o cenário plural supracitado, outros estudos se propuseram a avaliar o contexto da fragilidade cognitiva, caracterizada pelo comprometimento simultâneo de funções cognitivas e físicas (Kelaïditi et al., 2013), evidenciando a CA e seu papel central na preservação das funções motoras (Colcombe e Kramer, 2003; Dupuy et al., 2022; Figueiredo et al., 2025), uma vez que a saúde cardiorrespiratória está diretamente relacionada à oxigenação cerebral, a qual sustenta o bom desempenho de capacidades físicas como equilíbrio e força.

Um estudo longitudinal realizado na China com quase 300 idosos também constatou que a combinação de fatores como baixa velocidade de caminhada e reduzida capacidade de produção de força dos membros inferiores, está associada ao risco aumentado de quedas

(Duan et al., 2022). Além disso, a preensão manual não foi significativa para o modelo preditivo em questão, resultado semelhante ao observado neste trabalho.

O presente estudo apresenta limitações que devem ser mencionadas. Primeiramente, para construção do modelo, foram consideradas apenas variáveis fisiológicas relacionadas à capacidade funcional, não abrangendo fatores como uso de medicamentos, comorbidades, histórico de quedas e aspectos sociais, o que limita sua aplicabilidade. Ademais, o risco de queda foi avaliado por meio de um teste preditivo, diferentemente de outros estudos que consideraram o histórico real de quedas. Por fim, há possibilidade de viés amostral, dado que os participantes foram selecionados em centros comunitários específicos, reduzindo a aleatoriedade da amostra.

Conclusão

O $VO_{2\text{máx}}$ estimado e a força de membros inferiores mostraram significativa capacidade preditiva do risco de quedas, avaliado através da escala FAB, para o público idoso. Em acordo com a literatura atual, as diversas capacidades físicas, avaliadas em conjunto, parecem ser primordiais para prevenção de quedas em diferentes grupos de indivíduos. Futuras pesquisas devem contemplar variáveis que permitam uma avaliação que abarque as diversas facetas aqui expostas referentes ao tema, preferencialmente, com estudos longitudinais e prospectivos.

Declaração de conflito de interesses

Não há conflito de interesses no presente estudo.

Referências

Colcombe, S., & Kramer, A. F. (2003). Fitness effects on the cognitive function of older adults: A meta-analytic study. *Psychological Science*, 14(2), 125–130.
<https://doi.org/10.1111/1467-9280.t01-1-01430>

Csuka, M., & McCarty, D. J. (1985). Simple method for measurement of lower extremity muscle strength. *The American Journal of Medicine*, 78(1), 77–81.
[https://doi.org/10.1016/0002-9343\(85\)90465-6](https://doi.org/10.1016/0002-9343(85)90465-6)

Duan, H., Wang, H., Bai, Y., Lu, Y., Xu, X., Wu, J., Wu, X. (2022). Health-Related Physical Fitness as a Risk Factor for Falls in Elderly People Living in the Community: A Prospective Study in China. *Front Public Health*.
<https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.874993>

Dupuy, E. G., Besnier, F., Gagnon, C., Breton, J., Vincent, T., Grégoire, C. A., Lecchino, C., Payer, M., Bérubé, B., Olmand, M., Levesque, M., Bouabdallaoui, N., Iglesies-Grau, J., Juneau, M., Vitali, P., Gayda, M., Nigam, A., & Bherer, L. (2022). Cardiorespiratory Fitness Moderates the Age-Related Association Between Executive Functioning and Mobility: Evidence From Remote Assessments. *Innovation in aging*, 7(1), igac077. <https://doi.org/10.1093/geroni/igac077>

Enright, P. L. (2003). The six-minute walk test. *Respiratory Care*, 48(8), 783–785.

Ferretti, F., Lunardi, D., & Bruschi, L. (2013). Causas e consequências de quedas de idosos em domicílio. *Fisioterapia em Movimento*, 26(4), 805-813. <https://doi.org/10.1590/S0103-51502013000400005>

Figueiredo, J. A., Silva, R. S., Oliveira, M. R., & Duarte, P. F. (2025). Relationship between cardiorespiratory fitness and falls in older adults: A population-based study. *Geriatrics & Gerontology International*, 25(3), 451–459. <https://doi.org/10.1111/ggi.15036>

Gault, M. L., & Willems, M. E. (2013). Aging, functional capacity and eccentric exercise training. *Aging and Disease*, 4(6), 351–363. <https://doi.org/10.14336/ad.2013.0400351>

Hopewell, S., Adedire, O., Copsey, B. J., Boniface, G. J., Sherrington, C., Clemson, L., & Lamb, S. E. (2018). Multifactorial and multiple component interventions for preventing falls in older people living in the community. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, 2018(7), CD012221. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012221.pub2>

Kelaiditi, E., Cesari, M., Canevelli, M., van Kan, G. A., Ousset, P. J., Gillette-Guyonnet, S., Ritz, P., Duveau, F., Soto, M. E., Provencher, V., & Vellas, B. (2013). Cognitive frailty: Rational and definition from an (I.A.N.A./I.A.G.G.) international consensus group. *Journal of Nutrition, Health & Aging*, 17(9), 726–734. <https://doi.org/10.1007/s12603-013-0367-2>

Lima, J. S., Quadros, D. V., Silva, S. L. C., Tavares, J. P., & Pai, D. D. (2022). Custos das autorizações de internação hospitalar por quedas de idosos no Sistema Único de Saúde, Brasil, 2000-2020: Um estudo descritivo. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 31(1), e2021603. <https://doi.org/10.1590/S1679-49742022000100012>

Loureiro, V., Gomes, M., Loureiro, N., Aibar-Almazán, A., & Hita-Contreras, F. (2021). Multifactorial Programs for Healthy Older Adults to Reduce Falls and Improve Physical Performance: Systematic Review. *International journal of environmental research and public health*, 18(20), 10842. <https://doi.org/10.3390/ijerph182010842>

Lustosa, L. P., Carneiro, J. A. O., Coelho, F. G. D. M., Silva, J. P. D., & Pereira, D. S. (2020). Physiological risk of falls, physical and aerobic capacity in older people. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 24(3), 255–263. <https://doi.org/10.1590/1980-5918.033.AO42>

Luzia, M. F., Cassola, T. P., Suzuki, L. M., & Almeida, M. A. (2019). Características das quedas com dano em pacientes hospitalizados. *Revista Gaúcha de Enfermagem*, 40, e20180317. <https://doi.org/10.1590/1983-1447.2019.20180307>

Mekari, S., Neyedli, H. F., Fraser, S., O'Brien, M. W., Martins, R., Evans, K., Earle, M., Aucoin, R., & Chiekwe, J. (2019). The effects of cardiorespiratory fitness on executive function and prefrontal oxygenation in older adults. *Geroscience*, 41(5), 681–690. <https://doi.org/10.1007/s11357-019-00128-5>

Moreland, J. D., Richardson, J. A., Goldsmith, C. H., & Clase, C. M. (2004). Muscle weakness and falls in older adults: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(7), 1121–1129. <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2004.52310.x>

Padua, D. A., Guskiewicz, K. M., Prentice, W. E., Schneider, R. W., & Shields, E. W. (2009). The 5 Times Sit-to-Stand Test as a measure of functional lower extremity strength in adults: Normative data and comparison with other functional tests. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 32(2), 75–80.

Pillay, J., Gaudet, L. A., Saba, S., Vandermeer, B., Ashiq, A. R., Wingert, A., & Hartling, L. (2024). Falls prevention interventions for community-dwelling older adults: systematic review and meta-analysis of benefits, harms, and patient values and preferences. *Systematic reviews*, 13(1), 289. <https://doi.org/10.1186/s13643-024-02681-3>

Reid, K. F., & Fielding, R. A. (2012). Skeletal muscle power: A critical determinant of physical functioning in older adults. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 40(1), 4–12. <https://doi.org/10.1097/jes.0b013e31823b5f13>

Roberts, H. C., Denison, H. J., Martin, H. J., Patel, H. P., Syddall, H., Cooper, C., & Sayer, A. A. (2011). A review of the measurement of grip strength in clinical and epidemiological studies: towards a standardised approach. *Age and ageing*, 40(4), 423–429. <https://doi.org/10.1093/ageing/afr051>

Rose, D. J., Lucchese, N., & Wiersma, L. D. (2006). Development of a multidimensional balance scale for use with functionally independent older adults. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 87(11), 1478–1485. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.07.263>

Rubenstein L. Z. (2006). Falls in older people: epidemiology, risk factors and strategies for prevention. *Age and ageing*, 35 Suppl 2, ii37–ii41. <https://doi.org/10.1093/ageing/afl084>

Sagat, P., Kalčík, Z., Bartík, P., Šiška, L., & Štefan, L. (2023). A Simple Equation to Estimate Maximal Oxygen Uptake in Older Adults Using the 6 min Walk Test, Sex, Age and Body Mass Index. *Journal of clinical medicine*, 12(13), 4476. <https://doi.org/10.3390/jcm12134476>

Sewell, K. R., Erickson, K. I., Peiffer, J. J., & Biddle, S. J. H. (2024). Estimating cardiorespiratory fitness in older adults using the International Physical Activity Questionnaire. *Frontiers in Sports and Active Living*, 6, 1223315. <https://doi.org/10.3389/fspor.2024.1368262>

Wang, X., Wang, L., Liu, Y., Liu, S., & Zhou, J. (2024). Identifying sensor-based parameters associated with fall risk in community-dwelling older adults: An investigation and interpretation of discriminatory parameters. *BMC Geriatrics*, 24(1), 125. <https://doi.org/10.1186/s12877-024-04723-w>

Winger, M. E., Caserotti, P., Cauley, J. A., Boudreau, R. M., Piva, S. R., Cawthon, P. M., Orwoll, E. S., Ensrud, K. E., Kado, D. M., Strotmeyer, E. S., & Osteoporotic Fractures in Men (MrOS) Research Group (2023). Lower Leg Power and Grip Strength Are Associated With Increased Fall Injury Risk in Older Men: The Osteoporotic Fractures in Men Study. *The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 78(3), 479–485. <https://doi.org/10.1093/gerona/glac122>

Zhu, R. T., Zuo, J. J., Li, K. J., Lam, F. M. H., Wong, A. Y. L., Yang, L., Bai, X., Wong, M. S., Kwok, T., Zheng, Y. P., & Ma, C. Z. (2025). Association of lower-limb strength with different fall histories or prospective falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. *BMC geriatrics*, 25(1), 83. <https://doi.org/10.1186/s12877-025-05685-3>