



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

ANTENOR BARBOSA CALANDRINI DE AZEVEDO

**COMPORTAMENTO DA VELOCIDADE DA FASE EXCÊNTRICA SOBRE O  
DESEMPENHO DA AÇÃO CONCÊNTRICA SUBSEQUENTE EM MULHERES  
JOVENS E IDOSAS**

CASTANHAL  
2023

ANTENOR BARBOSA CALANDRINI DE AZEVEDO

**COMPORTAMENTO DA VELOCIDADE DA FASE EXCÊNTRICA SOBRE O  
DESEMPENHO DA AÇÃO CONCÊNTRICA SUBSEQUENTE EM MULHERES  
JOVENS E IDOSAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, da Universidade Federal do Pará, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Victor Silveira Coswig.

CASTANHAL  
2023

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD  
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

---

- B238e Barbosa Calandrini de Azevedo, Antenor.  
OS EFEITOS DA VELOCIDADE DA FASE EXCÊNTRICASOBRE O  
DESEMPENHO SUBSEQUENTE DA AÇÃO CONCÊNTRICA EM JOVENS  
ADULTOS E IDOSOS / Antenor  
Barbosa Calandrini de Azevedo. — 2023.  
53 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Victor Coswig Coorientador(a): Prof.  
Dr. Eduardo Macedo Penna Dissertação (Mestrado) -  
Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em  
Ciências do Movimento Humano, Belém, 2023.

1. treinamento de força. 2. exercício físico. 3. idosos. I.Título.

CDD 613.70446

---

ANTENOR BARBOSA CALANDRINI DE AZEVEDO

**COMPORTAMENTO DA VELOCIDADE DA FASE EXCÊNTRICA SOBRE O  
DESEMPENHO DA AÇÃO CONCÊNTRICA SUBSEQUENTE EM MULHERES  
JOVENS E IDOSAS**

Trabalho de Dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano (PPGCMH) da Universidade Federal do Pará (UFPA) apresentado a Banca Examinadora, como requisito a obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientador: Prof. Dr. Victor Silveira Coswig.

Data de aprovação: 28 / 04 / 2023

**Banca examinadora**

---

Prof. Dr. Victor Silveira Coswig

Orientador - UFPA

---

Prof. Dra. Elren Passos-Monteiro

UFPA

---

Prof. Dr. Daniel Alexandre Boullosa Álvarez

UFMS

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer principalmente ao meu pai, o Sr. Antenor Calandrini, por me ensinar que a simplicidade, honestidade e que acreditar em si mesmo superam todos os obstáculos que são colocados em nossas vidas. Gostaria que ele estivesse aqui comigo, vivenciando tudo isso, mas logo estaremos juntos novamente.

A minha querida irmã, a Sra. Adriely Calandrini, uma mulher grandiosa que respeito e admiro com todas as minhas forças. O teu irmão sempre estará aqui para o que der e vier. Vamos conseguir vencer. Eu prometo.

A minha querida mãe, a Sra. Maria Suely, por ter me ensinado que a bondade e a vontade de ajudar o próximo fazem toda a diferença na formação do caráter, eu agradeço. Baseado nisso, acredito que meu esforço não será em vão e que poderei ajudar todos vocês. Afinal, essa é a razão para qual lutamos: FAMÍLIA.

Aos meus eternos amigos da graduação e da vida, Deivison Soares, Erick Nascimento, Arthur Magno, Hugo Enrico, Uanderson Silva, Wanderson Costa, Antônio Flávio e entre outros. Obrigado por não me deixarem desistir e por me oferecerem a sabedoria necessária para continuar seguindo em frente durante essa trajetória complexa e difícil que estamos vivenciando. Mesmo sendo uma pessoa cheia de defeitos, acredito que fui um ótimo amigo. Respeito e admiro muito todos vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Victor Silveira Coswig, eu agradeço por ter despertado um potencial adormecido que eu nunca imaginaria que existisse. Espero que esteja orgulhoso das minhas conquistas profissionais e acadêmicas.

Por fim, agradeço aos professores Zeno Matos, Gabriel, Acy, Maurilio, seu Lúcio e todas as idosas da unidade Sesc-Castanhal por disponibilizarem a academia e por se voluntariarem para a realização desta pesquisa. Serei eternamente grato. De coração.

Atenciosamente.

Antenor Barbosa Calandrini de Azevedo

“Se estiver se sentido desmotivado ou sentindo que não é bom o suficiente, incendeie o seu coração. Enxugue as lágrimas e siga em frente, quando se entristecer ou se acovardar, lembre-se que o fluxo do tempo nunca para. Ele não vai lhe esperar, enquanto você se afoga em tristeza”

-Kyojuro Rengoku

## RESUMO

A proposta da presente dissertação de mestrado foi investigar a influência da velocidade da ação excêntrica sobre o desempenho subsequente da fase concêntrica de idosas e jovens adultas treinadas. Para isso, 12 idosas (idade=  $65,2 \pm 4,2$  anos; estatura=  $1,6 \pm 0,4$  metros; massa corporal=  $64,1 \pm 6,9$  kg) e 16 jovens adultas (idade=  $23,1 \pm 2,1$  anos; estatura=  $1,7 \pm 0,3$  metros; massa corporal=  $61,2 \pm 10,2$  kg) foram randomizadas por meio do software (randomizer.org.br) para a realização de duas condições e intensidades: (1) alta velocidade (AV) e (2) moderada velocidade (MV) executadas no supino reto no *smith machine* utilizando 30% e 60% de 1RM para avaliar o desempenho da velocidade média propulsiva (VMP), pico de velocidade (PV) e potência média (PM). Para todas as análises, a ANOVA de duas vias com medidas repetidas foi utilizada. Os resultados demonstraram que o desempenho para a VMP foi superior para jovens adultas em comparação com idosas apenas para 30% de 1RM ( $F= 24,2$ ;  $\omega^2= 0,30$ ;  $p < 0,0001$ ). Além disso, PV ( $F= 18,77$ ;  $\omega^2= 0,24$ ;  $p < 0,001$ ) e PM ( $F= 9,57$ ;  $\omega^2= 0,13$ ;  $p= 0,005$ ) foram superiores para jovens adultas em relação a idosas para 60% de 1RM. A AV demonstrou ser mais efetiva para o aumento da VMP ( $p < 0,001$ ;  $d= -0,57$ ) e PM ( $p < 0,001$ ;  $d= -0,17$ ) para jovens adultas e idosas ( $p < 0,001$ ;  $d= -0,58$ ), considerando 30% de 1RM em comparação a MV. Os principais achados sugerem que o controle da fase excêntrica parece influenciar no desempenho da fase concêntrica subsequente quando cargas leves são aplicadas (30% de 1RM), independentemente da faixa etária.

**Palavras chave:** treinamento de força, idosos, exercício físico.

## ABSTRACT

The purpose of this master's dissertation was to investigate the influence of eccentric action velocity on subsequent concentric phase performance in trained elderly and young adult women. To this end, 12 elderly women (age= 65.2 ± 4.2 years; height= 1.6 ± 0.4 meters; body mass= 64.1 ± 6.9 kg) and 16 young adult women (age= 23.1 ± 2.1 years; height= 1.7 ± 0.3 meters; body mass= 61.2 ± 10.2 kg) were randomized using software (randomizer.org.br) to perform two conditions and intensities: (1) high velocity (HV) and (2) moderate velocity (MV) executed on the Smith machine bench press using 30% and 60% of 1RM to evaluate mean propulsive velocity (MPV), peak velocity (PV), and mean power (MP) performance. For all analyses, two-way repeated measures ANOVA was used. Results showed that performance for MPV was superior for young adults compared to elderly only at 30% of 1RM ( $F= 24.2$ ;  $\omega^2= 0.30$ ;  $p< 0.0001$ ). In addition, PV ( $F= 18.77$ ;  $\omega^2= 0.24$ ;  $p< 0.001$ ) and MP ( $F= 9.57$ ;  $\omega^2= 0.13$ ;  $p= 0.005$ ) were superior for young adults compared to elderly at 60% of 1RM. HV was shown to be more effective in increasing MPV ( $p< 0.001$ ;  $d= -0.57$ ) and MP ( $p< 0.001$ ;  $d= -0.17$ ) for both young and elderly women ( $p< 0.001$ ;  $d= -0.58$ ), considering 30% of 1RM compared to MV. The main findings suggest that control of the eccentric phase appears to influence subsequent concentric phase performance when light loads are applied (30% of 1RM), regardless of age group.

**Key words:** strength training, elderly, exercise.



## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1.</b> Delineamento Experimental.....   | 22 |
| <b>Figura 2.</b> Perfil carga-velocidade para ambas as faixas etárias e condições. .... | 31 |
| <b>Figura 3.</b> Desempenho da ação concêntrica para 30% de 1RM. ....                   | 34 |
| <b>Figura 4.</b> Desempenho da ação concêntrica para 60% de 1RM. ....                   | 37 |

## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1.</b> Participantes características. ....  | 26 |
| <b>Tabela 2.</b> Estimativa e reprodutibilidade de 1RM por meio do perfil carga-velocidade..... | 26 |
| <b>Tabela 3.</b> Controle da fase excêntrica para 30% de 1RM.....                               | 28 |
| <b>Tabela 4.</b> Controle da fase excêntrica para 60% de 1RM.....                               | 29 |

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....   | 11 |
| 1.1. Justificativa e hipótese .....                                  | 12 |
| 1.2. Objetivos.....  | 13 |
| 1.2.1 Objetivo geral .....   | 13 |
| 1.2.2 Objetivos específicos.....                                     | 13 |
| 2. REVISÃO NA LITERATURA .....                                       | 14 |
| 2.1 Envelhecimento .....   | 14 |
| 2.2 Benefícios do tf no envelhecimento .....                         | 15 |
| 2.3 Mecanismos fisiológicos para produção de potência muscular ..... | 16 |
| 2.3 Tipos de contrações .....  | 18 |
| 2.4 Velocidade de execução .....                                     | 20 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS.....  | 20 |
| 3.1 Tipo de estudo e variáveis de interesse .....                    | 20 |
| 3.2 Participantes .....  | 20 |
| 3.3 Delineamento experimental.....                                   | 21 |
| 3.4 PROCEDIMENTOS.....   | 22 |
| 3.4.1 Familiarização .....   | 22 |
| 3.4.2 Estimativa de carga (1RM) e perfil carga-velocidade .....      | 23 |
| 3.4.3 Desempenho da fase concêntrica.....                            | 24 |
| 3.4.4 Controle da fase excêntrica .....                              | 24 |
| 3.4.5 Aquisição de dados.....  | 24 |
| 4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....   | 25 |
| 5 RESULTADOS .....   | 26 |
| 5.1 Participantes .....  | 26 |
| 5.2 Estimativa e reprodutibilidade de 1RM.....                       | 26 |
| 5.3 CONTROLE DA FASE EXCÊNTRICA.....                                 | 27 |
| 5.3.1 30% de 1RM.....  | 27 |
| 5.3.1.2 Velocidade Média Propulsiva (VMP) .....                      | 27 |
| 5.3.1.3 Deslocamento .....   | 27 |
| 5.3.1.4 Duração.....   | 27 |
| 5.3.2 60% DE 1RM .....   | 28 |
| 5.3.2.1 Velocidade Média Propulsiva (VMP) .....                      | 28 |
| 5.3.2.2 Deslocamento .....   | 28 |
| 5.3.2.3 Duração.....   | 28 |
| 5.4 PERFIL CARGA-VELOCIDADE .....                                    | 29 |

|  |    |
|--|----|
| 5.4.1 Carga Máxima Teórica ( $C_0$ ) .....                             | 29 |
| 5.4.2 Velocidade Máxima Teórica ( $V_0$ ) .....                        | 29 |
| 5.4.3 Área Sob a Linha do Perfil Carga-Velocidade ( $A_{line}$ ) ..... | 30 |
| 5.4.4 1RM.....   | 30 |
| 5.5 DESEMPENHO DA FASE CONCÊNTRICA .....                               | 32 |
| 5.5.1 30 % DE 1RM .....  | 32 |
| 5.5.1.2 Velocidade Média Propulsiva (VMP) .....                        | 32 |
| 5.5.1.3 Pico Velocidade (PV).....                                      | 32 |
| 5.5.1.4 Potência Média (PM).....                                       | 33 |
| 5.5.1.5 Duração.....   | 33 |
| 5.5.2 60% de 1RM.....  | 35 |
| 5.5.2.1 Velocidade Média Propulsiva (VMP) .....                        | 35 |
| 5.5.2.2 Pico Velocidade (PV) .....                                     | 35 |
| 5.5.2.3 Potência Média (PM).....                                       | 36 |
| 5.5.2.4 Duração.....   | 36 |
| 6 DISCUSSÃO .....  | 38 |
| 6.1 Conclusão .....  | 40 |
| 7 APLICAÇÃO PRÁTICA.....   | 41 |

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de envelhecimento é caracterizado pelo declínio de vários sistemas fisiológicos, como o sistema neuromuscular, no qual ocorre relevante redução dos níveis de força e potência muscular (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019). A perda de força muscular, componente neural importante para o envelhecimento saudável, se apresenta 3 a 5 vezes superior em comparação com a massa muscular (CLARK et al., 2013). Quanto à potência muscular, idosos apresentam um déficit de 50% da produção quando comparados a jovens adultos (THOM et al., 2005). Nesse contexto, destaca-se a importância da busca por intervenções para atenuar a redução desses neuromecanismos nesta população (EL HADOUCHI et al., 2022).

O treinamento de força (TF) é um dos principais programas de exercícios físicos voltados para a atenuação do declínio da função neuromuscular associado à progressão da idade (IZQUIERDO; DUQUE; MORLEY, 2021). Os efeitos crônicos do TF promovem adaptações para ganhos de força semelhantes em diferentes faixas etárias (idosos; 22,8% vs jovens adultos; 19,5%) após 8 semanas de treinamento (KITILSEN et al., 2021). De modo agudo, idosos treinados em TF apresentam contrações voluntárias máximas similares às de jovens adultos (UNHJEM et al., 2016). Logo, os componentes neurais demonstram maior nível de plasticidade após a realização do TF, o que indica que esse modelo de exercício pode ser uma alternativa para o desenvolvimento de potência muscular (FRAGALA et al., 2019).

No entanto, tais fatores dependem da intensidade de carga e velocidade de execução na fase concêntrica (contração) e excêntrica (alongamento) do movimento (KNUTTGEN; KRAEMER, 1987; WILK; TUFANO; ZAJAC, 2020). A influência da moderada velocidade (MV; 2 s) e alta velocidade (AV; máxima velocidade) na ação concêntrica pode ser considerada relevante para desenvolvimento de potência muscular e força explosiva (ORSSATTO et al., 2019). Assim, o *American College Sports Medicine* recomenda que intensidades entre 20% a 70% de 1-repetição máxima (1RM), com MV na ação concêntrica, devem ser priorizadas (NICHOLAS A. RATAMESS; , TAMMY K. EVETECH; W. BEN KIBLER, M.D., 2009). O *National Strength and Conditioning Association*, por sua vez, sugere que a intenção de mover a carga em AV na fase concêntrica, seguida de uma ação excêntrica lenta e controlada, pode ser preferível (FRAGALA et al., 2019).

Não obstante, a contração concêntrica em AV pode possibilitar uma maior produção de velocidade pico, força e potência pico quando comparada à contração em MV em idosos (MC DERMOTT et al., 2022). Uma possível hipótese é de que a AV influencia os mecanismos

neurais e periféricos, o que inclui a produção de força muscular, comprimento e ângulos dos fascículos, rigidez da unidade músculo-tendão e ativação de unidades motoras de contração rápida (RADAELLI et al., 2022). Entretanto, é importante enfatizar que o desempenho da fase concêntrica está relacionado com o grau de deslocamento do movimento e velocidade de execução na ação excêntrica (VAN DEN TILLAAR, 2019).

A ação excêntrica em AV no supino reto (0,75 s) demonstrou um desempenho superior na ação concêntrica subsequente para velocidade média propulsiva (9,64%) e velocidade pico (9,11%) a 60% de 1RM comparada a MV (2 s) em jovens adultos (CARZOLI et al., 2019). Além disso, o aumento do deslocamento da fase excêntrica resulta em uma elevação do trabalho negativo e, conseqüentemente, uma maior produção de força na fase concêntrica (BOSCO et al., 1982). No entanto, a influência da velocidade de contração na fase excêntrica sobre o desempenho subsequente da ação concêntrica em idosos ainda são desconhecidas. Talvez existam respostas diferentes devido ao fato de que a AV na ação excêntrica proporciona uma maior contribuição dos componentes elásticos para geração de potência muscular e velocidade, enquanto a MV tende a reduzir esse mecanismo (TURNER et al., 2020).

### **1.1. Justificativa e hipótese**

Buscar alternativas para aumentar a velocidade na ação concêntrica parece interessante, uma vez que essa capacidade física é capaz de influenciar no desenvolvimento de potência muscular em idosos e jovens adultos (TØIEN et al., 2022). Entretanto, a velocidade na ação excêntrica e sua influência na produção de potência muscular e velocidade por meio de cargas leves e moderadas não apresenta parâmetros claros em idosos. Portanto, a hipótese principal é que a fase excêntrica em AV resultará em um desempenho superior na subsequente fase concêntrica para potência muscular e velocidade em comparação a MV em ambas as faixas etárias em diferentes intensidades de cargas.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do presente estudo foi investigar o comportamento da velocidade da ação excêntrica sobre o desempenho da fase concêntrica subsequente em pessoas idosas e jovens adultos em diferentes intensidades de carga.

### 1.2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a estimativa e reprodutibilidade de 1RM para o método-2-pontos em jovens adultas e idosas.
- Controlar a fase excêntrica para 30% e 60% de 1RM através das seguintes variáveis:
  - Velocidade média propulsiva
  - Deslocamento
  - Duração
- Investigar o perfil carga-velocidade através das condições AV, MV e pausa entre as transições (PADRÃO) para as seguintes variáveis:
  - Carga teórica máxima ( $C_0$ )
  - Velocidade máxima teórica ( $V_0$ )
  - Área sob a linha (*Aline*)
  - 1RM

## 2. REVISÃO NA LITERATURA

### 2.1 Envelhecimento

O envelhecimento da população mundial tem aumentado no decorrer dos anos. Em 1990, a população com idade  $\geq 65$  anos cresceu 6% elevando-se para 9% em 2019. As projeções indicam um aumento para 16% em 2050. Em 2019, cerca de 709 milhões de pessoas no mundo tinham idade  $\geq 65$  anos, sendo que o leste Asiático tem o maior número de idosos no mundo (260 milhões), seguido por Europa e América do Norte, com mais de 200 milhões de pessoas. A estimativa para 2050 é de 1,5 bilhão de idosos (UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS POPULATION DIVISION, 2019). De acordo com a *World Population Prospects* de 2019, em 2050, 1 em cada 6 pessoas no mundo terá idade acima de 65 anos (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2015). Nesse contexto, o aumento da idade desencadeia mudanças fisiológicas que resultam no aparecimento de enfermidades, como doenças cardíacas, respiratórias crônicas, câncer e demência (MARENGONI et al., 2011).

O envelhecimento é um processo gradual associado a mudanças biológicas que contribuem para o decréscimo de massa muscular, força e funcionalidade, o que aumenta a probabilidade de ocorrência de eventos adversos (cardiopatias, risco de quedas, diabetes e hipertensão) (LALLY; CROME, 2007). Esse processo está relacionado com uma diminuição de 10% na massa muscular em idosos com idade de 60 anos, com uma súbita elevação de  $\geq 50\%$  a partir dos 80 anos (BAUMGARTNER et al., 1998; SHAFIEE et al., 2017). Em relação à força muscular, a taxa de declínio é 2 a 5 vezes superior quando comparada à massa muscular (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019). Essa redução de força pode estar associada ao declínio funcional, pois existe uma forte associação com a redução da produção de potência muscular (COELHO-JÚNIOR; UCHIDA, 2021), o que aumenta o risco de quedas nessa população (COLON-EMERIC et al., 2013). Nesse sentido, os níveis de força para homens (força de pressão manual;  $26 \leq \text{kg}$ ) e mulheres (força de pressão manual;  $16 \leq \text{kg}$ ) são importantes marcadores para indicar o risco de todas as causas de mortalidade (CRUZ-JENTOFT; SAYER, 2019).

O estudo Global de Carga de Doenças, Lesões e Fatores de Risco (GDB, 2019) demonstrou que o risco de quedas está classificado como a 21ª principal causa de anos de vida com incapacidade funcional (ABBAFATI et al., 2020). Ao considerar a incidência de todas as causas de mortalidades em idosos com idade  $\geq 75$  anos, o risco de quedas está na 8ª posição, acima de doenças renais crônicas e câncer de próstata (ABBAFATI et al., 2020). Além disso, a taxa de internação na rede de hospitais em Portugal, entre os anos de 2010 à 2018, foi de



383.016 indivíduos, dos quais 344.728 foram relacionados a quedas; os homens apresentaram uma taxa superior em relação às mulheres com idade até 60 anos. No entanto, a taxa de internações de mulheres foi mais elevada a partir dos 60 anos (SAMPAIO et al., 2021).

Os dados do *National Statistics System e Statistics Query and Reporting System* indicam que 24,486 mortes por quedas não intencionais correspondem a uma taxa de 59,64 mortes por 100.000 habitantes com idade  $\geq 60$  anos, com custos estimados em US\$ 754 milhões. Para quedas não fatais, os custos com reabilitação foram de US\$ 28,9 bilhões pelo programa de saúde pública norte-americano, sendo US\$ 8 bilhões pela iniciativa privada e US\$ 12 bilhões por outras formas de pagamento, com um total de US\$ 50 bilhões de gastos com quedas fatais e não fatais em idosos norte-americanas em 2015 (FLORENCE et al., 2018). Nesse sentido, é compreensível o elevado número de pesquisas relacionadas aos fatores de risco de quedas em adultos mais velhos (DEANDREA et al., 2010).

## **2.2 Benefícios do tf no envelhecimento**

O TF é um importante componente para a prevenção de diferentes comorbidades, dentre os quais se destacam a hipertensão, diabetes, osteoporose e câncer. A organização mundial da saúde (OMS), no ano de 2020, sugeriu que a prescrição do TF para grandes grupamentos musculares e com uma frequência semanal de treinamento de duas vezes na semana deva ser priorizada, como uma medida preventiva para todas as causas de mortalidade (BULL et al., 2020). Os efeitos do TF durante 12 semanas de intervenção promovem uma redução expressiva dos níveis da pressão arterial sistólica e diastólica durante o sono de sujeitos idosos (BERTANI et al., 2018). Em relação à prevalência de câncer, o TF proporciona a redução de 26% da incidência de câncer nos rins quando comparado com atividades que tendem a possuir um baixo nível de fortalecimento muscular (NASCIMENTO et al., 2021). Além disso, o TF parece ser primordial para a manutenção das funções dos componentes neuromusculares (ex: força, massa muscular e potência), os quais estão diretamente relacionados com a redução do risco de quedas e aumento da funcionalidade na população idosa (CADORE et al., 2014).

Nesse contexto, o TF é um importante componente para a preservação dos níveis de massa muscular, ganhos de força e produção de potência muscular em idosos com idade  $\geq 80$  anos (BECHSHØFT et al., 2017). Em relação à debilidade funcional, o TF de forma isolada pode proporcionar a redução do índice de quedas em idosos (CLAUDINO et al., 2021). Além disso, o TF combinado com outras intervenções (multicomponentes) previne a perda da capacidade e dependência funcional para realização das atividades de vida diária (IZQUIERDO

et al., 2021). Não obstante, o TF gera melhorias em atividades de duplas tarefas, com ganhos de 5,2% a 20,4% após 10 e 12 semanas de intervenção (LOPEZ et al., 2018).

Assim, a utilização de doses diárias do TF se apresenta benéfica para o tratamento de doenças como hipertensão, diabetes, cardiopatias e obesidade (CORNELISSEN; SMART, 2013; SORIANO-MALDONADO et al., 2019; WILLIS et al., 2012; YARDLEY et al., 2013). Portanto, a prescrição do TF para idosos deve ser baseada na dose-resposta relacionada à prescrição de volume e intensidade através das manipulações das variáveis de treinamento (ex: repetições, séries, carga, velocidade, intervalo de descanso e etc.) para buscar determinado objetivo (ex: força, potência muscular e hipertrofia) (IZQUIERDO et al., 2021).

### **2.3 Mecanismos fisiológicos para produção de potência muscular**

Potência é definida como a força multiplicada pela velocidade (KNUTTGEN; KRAEMER, 1987). A sinalização para produção de potência muscular inicia-se no córtex motor localizado no lóbulo frontal do cérebro, onde a sinalização elétrica começa e direciona-se para o tronco cerebral e medula espinhal, estimulando a ativação de unidades motoras e a contração muscular (GORDON et al., 2004). As unidades motoras possuem neurônios motores alfas que possuem inervações em diferentes tipos de fibras musculares, dentre os quais podem ser consideradas as Tipo I e Tipo II (DESCHENES et al., 1994).

O modelo clássico de contração muscular sugere que as informações são transmitidas pelos dendritos para o corpo celular por um processo denominado de soma, em que o estímulo passa pela medula espinhal até chegar à junção neuromuscular, ao gerar um potencial de ação (BROOKS, 2003). A propagação de um potencial de ação em um neurônio motor produz uma quantidade específica de estímulo, denominado de limiar de recrutamento, que ocasiona a liberação de neurotransmissores. Estes, por sua vez, estão situados nas vesículas sinápticas e fazem ligação com seus receptores para gerar o influxo de íons de cloreto de sódio para proporcionar um novo estímulo elétrico (SCALETTER, 2006).

A acetilcolina é o principal neurotransmissor responsável pela ativação de unidades motoras, e o estímulo elétrico produzido é transmitido pelos túbulos T, com direcionamento ao retículo sarcoplasmático, responsável pelo armazenamento de íons de cálcio (RUMBERGER, 1976). Os íons de cálcio, por sua vez, regulam a contração muscular por meio da afinidade com o composto tropomina/tropomiosina. O cálcio liga-se ao composto tropomina/tropomiosina, o que contribui para a desobstrução dos sítios de ligação e possibilita a conexão entre actina e miosina para a geração de contração muscular (GUHATHAKURTA; PROCHNIEWICZ; THOMAS, 2018).

A produção de potência muscular depende da frequência de disparos dos centros cerebrais superiores para as unidades motoras (KRAEMER; LOONEY, 2012). Entretanto, esses componentes estão relacionados com os tipos de fibras nos quais as unidades motoras estão associadas e da disponibilidade energética (KARATZAFERI et al., 2001). Dessa forma, a adenosina trifosfato (ATP), a fosfocreatina (PCr) e a glicólise são as principais reservas energéticas para a demanda de potência muscular (WESTERBLAD; BRUTON; KATZ, 2010).

Os componentes de fornecimento energético mencionados estão presentes nas fibras de Tipo II e suas subclasses (IIC, IIA, IIX e IIX) (STARON et al., 2000). As fibras de Tipo II e suas subclasses têm maior potencial para a produção de potência muscular e são mais suscetíveis à fadiga devido à maior acumulação de metabólitos e íons de  $[H^+]$  em seu meio intracelular (ORSSATTO et al., 2019). No entanto, as fibras do tipo IIX apresentam maior disponibilidade de reservas de ATP e PCr e maior atividade de enzimas glicolíticas (fosfofrutoquinase e hexoquinase), o que as torna mais propensas à realização de atividades intermitentes de curta duração (WESTERBLAD; BRUTON; KATZ, 2010).

### 2.3 Tipos de contrações

O músculo esquelético possui três diferentes tipos de ações mecânicas. Ações musculares que envolvem alongamento e encurtamento da musculatura são denominadas como movimentos isotônicos e abrangem dois tipos de contrações, excêntricas e concêntricas, respectivamente (GARBER et al., 2011). Por outro lado, a não alteração do comprimento das fibras musculares pode ser considerado como movimento isométrico (WILK; ZAJAC; TUFANO, 2021). A ação concêntrica pode ser definida como a ativação das fibras musculares com o intuito de vencer determinada resistência de oposição (LINDSTEDT; LASTAYO; REICH, 2001). Na ação excêntrica, a musculatura se alonga devido à sobrecarga de oposição que se sobressai sobre a força exercida pela tensão muscular (CARZOLI et al., 2019).

O alongamento da musculatura, durante a ação excêntrica, acompanha a produção de força e recebe a denominação de “contração de alongamento” que se opõe à contração concêntrica (DOUGLAS et al., 2017a). Esse processo possibilita que a musculatura absorva a energia produzida pela sobrecarga externa devido à tensão mecânica originada pelos componentes elásticos do sistema músculo-tendão, denominado de trabalho negativo (ABBOTT; BIGLAND; RITCHIE, 1952). Nesse sentido, as propriedades elásticas da contração excêntrica possibilitam uma maior produção de torque externo para o desenvolvimento de força (GUILHEM; CORNU; GUÉVEL, 2010). Além disso, esse processo exige uma menor ativação de unidades motoras, o que possibilita um baixo custo energético, mas causa elevado dano na musculatura (DOUGLAS et al., 2017a). Isso pode estar associado ao fato de que o órgão tendinoso de Golgi, fusos musculares e as células de Renshaw ocasionam uma inibição da ativação das unidades motoras devido ao efeito protetivo às fibras musculares durante o alongamento, e esse processo ocasiona uma redução da comunicação de motoneurônios pré e pós-sinápticos pelo arco de reflexo (GRUBER et al., 2009). Outra explicação seria de que as vias Ia e II aferentes realizam a inibição da retroação dos sensores periféricos para ativação do neurônio motor  $\alpha$  durante a contração excêntrica, o que explica a baixa atividade do arco de reflexo (PINNIGER et al., 2000). Nesse contexto, ao pensar nos mecanismos fisiológicos dos tipos de contrações musculares, parece ser interessante associá-los à produção de força, velocidade e potência muscular.

Em relação à produção de força muscular, o TF excêntrico aparenta ser mais eficiente para produção de força máxima quando comparado com ação concêntrica. O estudo prévio de Sato et al., (2022) comparou o movimento isotônico completo (concêntrica-excêntrica) e a ação

concêntrica e excêntrica isoladas para força e hipertrofia dos extensores do cotovelo em jovens adultos. Os autores evidenciaram que a excêntrica apresentou efeitos similares em relação ao movimento isotônico completo para força (10,5% vs 17,5%) e hipertrofia (9,6% vs 10,6%). Os resultados de Valdes et al., (2021) revelaram que a ação excêntrica obteve maiores ganhos de força muscular (20,9%) quando comparado com movimento isotônico completo (13,7 %) durante 4 semanas de intervenção. Além disso, os achados de Hortobágyi et al., (1996) salientaram um aumento de 36% para ação excêntrica e de apenas 13% para o movimento concêntrico para torque no isocinético. Esses resultados contribuem para a hipótese da menor efetividade da ação concêntrica para melhoria de força.

A velocidade e potência muscular, no entanto, estão mais relacionadas com a ação concêntrica do movimento. Isso se deve pela ação do ciclo alongamento e encurtamento das fibras musculares auxiliadas pelos componentes elásticos (fáscias e tensões) (TURNER et al., 2020). Além disso, parece que a AV na ação concêntrica possibilita maior atividade de unidades motoras e taxa de frequência de disparos pelos centros cerebrais superiores (KRAEMER; LOONEY, 2012). Outra variável relevante está relacionada ao percentual de carga estimada por 1RM, uma vez que para melhores estimativas de desenvolvimento de potência muscular as cargas variam entre 20% a 70% 1RM (RADAELLI et al., 2022). O gesto motor específico com tripla extensão das articulações de membros inferiores (tornozelo, quadril e joelhos) ou para membros superiores (ombros e cotovelos) parece ser uma alternativa mais interessante ao considerar alto desempenho esportivo. A título de exemplo, a aplicação de saltos verticais, subidas de escadas e movimentos cíclicos utilizam a relação do ciclo de alongamento-encurtamento associados a movimentos isotônicos com a transição entre a fase concêntrica e excêntrica em alta velocidade (TURNER et al., 2020). Logo, a energia absorvida é armazenada como um potencial elástico que pode ser utilizada para aumento do desempenho subsequente de produção de força, velocidade e potência muscular da fase concêntrica (DICKINSON et al., 2000). Essas especificações são válidas para a população idosa, pois durante as atividades de vida diárias são utilizados grandes grupamentos musculares que exigem produção de força por um curto período de tempo e, além disso, estão associados à melhora da funcionalidade desta população (FRAGALA et al., 2019).

## 2.4 Velocidade de execução

Resumindo, o tempo de execução do movimento é caracterizado pela duração da fase concêntrica-excêntrica e pode ser classificado em explosivo, rápido, moderado, lento e extremamente lento (WILK; TUFANO; ZAJAC, 2020). Não há consenso sobre a classificação (RATAMESS; ALVAR; KRAEMER, 2009; WILK; ZAJAC; TUFANO, 2021), mas as contrações lentas e moderadas parecem aumentar o tempo sob tensão e a produção de força máxima devido a maior ativação de unidade motoras (BALSHAW et al., 2016). O desenvolvimento de potência muscular é associado à máxima velocidade implementada na fase concêntrica do movimento e tem forte associação com a funcionalidade de idosos (ORSSATTO et al., 2019). Contudo, os efeitos de velocidade de execução na fase excêntrica ainda não têm parâmetros claros em relação a produção subsequente de velocidade e potência muscular em idosos.

## 3. MATERIAIS E MÉTODOS

### 3.1 Tipo de estudo e variáveis de interesse

Trata-se de um estudo de caráter transversal aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do Instituto de Ciências e Saúde da Universidade Federal do Pará (#4.877.367). A presente pesquisa teve como variáveis independentes a velocidade de execução das fases excêntricas da contração muscular e as intensidades de cargas. Como variáveis dependentes, foram consideradas a velocidade média propulsiva, pico de velocidade, potência média na ação concêntrica e o perfil carga-velocidade.

### 3.2 Participantes

O cálculo amostral foi realizado por meio do *software G\*power* (3.1.9.4, Universidade de Kiel, Alemanha), baseado em um estudo anterior que incluiu 24 participantes (12 idosos;  $76 \pm 6$  anos;  $83 \pm 16$  kg;  $173 \pm 8$  cm; e 12 jovens adultos;  $23 \pm 2$  anos;  $74 \pm 6$  kg;  $179 \pm 8$  cm) e teve como desfechos principais a velocidade média propulsiva e o pico de velocidade (TØIEN et al., 2022). Ao considerar dois grupos, cinco medidas repetidas e uma correlação de 0.5, para alcançar o poder estatístico de 0.80 e um efeito F médio de 0.50, foi necessário recrutar uma amostra de 24 mulheres idosas e/ou jovens adultas. As participantes foram recrutadas por meio de divulgações nas redes sociais, por amostragem não probabilística, e foram informadas sobre os benefícios e potenciais riscos do estudo por meio do termo de consentimento livre e

esclarecido (TCLE). Para serem incluídas no presente estudo, as participantes deveriam ter entre 18 a 30 anos ou entre 60 a 70 anos, possuir pelo menos 5 meses de experiência em TF (para serem consideradas praticantes intermediárias, conforme Ferrari et al., 2016), treinar 2 a 3 vezes por semana e não apresentar problemas clínicos (cardiopatias, fraturas, artrose, entorses e etc.) que pudessem ser agravados e/ou alterados pelos procedimentos de pesquisa. Foram excluídas da pesquisa as voluntárias que não estiveram presentes em todas as etapas de coletas de dados, que fizeram uso de medicamentos ou apresentaram fatores de saúde que pudessem influenciar no desempenho dos testes avaliativos.

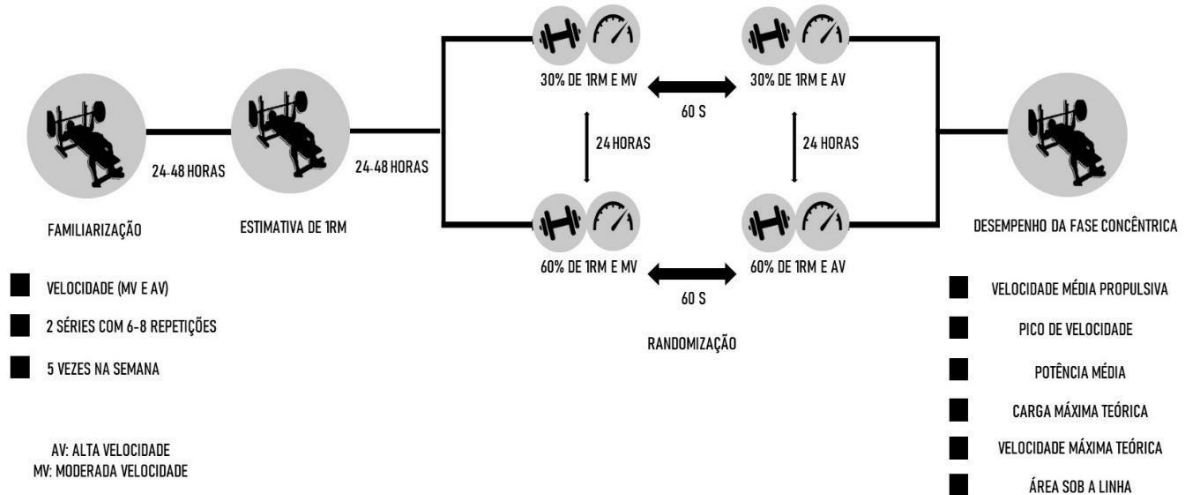
Devido ao risco de desistências, 29 voluntárias foram inicialmente incluídas no estudo. Dessas, apenas uma participante idosa não completou todas as etapas da pesquisa devido a uma sobrecarga viral. Para as análises finais, 28 mulheres foram incluídas, sendo 16 jovens adultas e 12 idosas.

### **3.3 Delineamento experimental**

As participantes foram randomizadas por meio de software ([randomizer.org.br](http://randomizer.org.br)) para realizar as condições do movimento excêntrico em MV e AV, executadas no supino reto no *smith machine*, com estimativas de intensidades de 30% e 60% de 1RM ou seja ambas as faixas etárias realizaram ambas as condições para cada intensidade de carga (RATAMESS; ALVAR; KRAEMER, 2009). As intensidades foram avaliadas de forma independente, sendo verificadas apenas a influência da velocidade da ação excêntrica. As voluntárias realizaram a ação concêntrica com a intenção de mover a carga na máxima velocidade possível, sem pausa entre as transições, uma vez que estudos anteriores orientam que essa seja uma alternativa eficiente para o desenvolvimento de potência muscular em idosos (RADAELLI et al., 2022; TØIEN et al., 2022).

Os procedimentos de pesquisa foram intercalados por um intervalo de 48-72 horas. Os testes foram realizados na seguinte ordem para cada participante: 1) familiarização, 2) 1RM e perfil carga-velocidade com base no método-2-pontos (PÉREZ-CASTILLA et al., 2018) e 3) desempenho da fase concêntrica subsequentemente às condições MV e AV (Figura 1). As participantes foram orientadas a manter seus hábitos alimentares regulares e não realizar atividades extenuantes 24 horas antes dos procedimentos. Todas as etapas da pesquisa foram supervisionadas por três avaliadores experientes no TF para evitar riscos de vieses e eventos adversos (ex: acidentes) (GENTIL; BOTTARO, 2010).

**Figura 1.** Delineamento Experimental.



Fonte: Autor

Legenda: MV: Moderada velocidade. AV: Alta velocidade.

### 3.4 PROCEDIMENTOS

#### 3.4.1 Familiarização

Durante as duas semanas de familiarização, as participantes realizaram três sessões de exercício no supino reto no *smith machine* intercalados por intervalos de 48 horas, ajustando a velocidade em duas séries com 6-8 repetições, com carga autorregulada para que as avaliadas pudessem ser capazes de realizar a fase concêntrica na máxima velocidade possível. Para a execução do exercício, as voluntárias deveriam estar deitadas em decúbito dorsal em contato com o banco, com os cotovelos totalmente estendidos, a pegada pronada e o posicionamento das mãos auto-selecionado. Além disso, foram orientadas a não realizarem a abdução das escápulas durante a fase propulsiva do movimento. Posteriormente, realizaram a ação concêntrica até que os cotovelos se mantivessem completamente estendidos (MIRAS-MORENO et al., 2022).

Antes dos procedimentos da pesquisa, foi realizado um estudo piloto no qual as participantes foram orientadas a realizarem a ação excêntrica de acordo com sua rotina de treinamento habitual. O tempo correspondente foi de  $2,09 \pm 0,30$  s e, de acordo com *American College Sports Medicine*, a velocidade habitual das participantes foi equivalente a MV (RATAMESS; ALVAR; KRAEMER, 2009). A velocidade na fase excêntrica, na condição MV, foi controlada por um metrônomo com 60 batimentos por minutos (BPM), correspondente



a 2 s, ajustado pelos avaliadores utilizando um cronômetro. Além disso, a velocidade média propulsiva na fase excêntrica associada a 2 s ficou estabelecida entre 0,20-0,30 m.s<sup>-1</sup>. Em relação a AV, as participantes foram orientadas a realizarem a ação excêntrica na máxima velocidade possível (MC DERMOTT et al., 2022).

### 3.4.2 Estimativa de carga (1RM) e perfil carga-velocidade

As participantes iniciaram o teste no supino reto no *smith machine* (Righetto, FreeStyle, Brasil) e foram orientadas a executarem a mesma técnica da familiarização. O 1RM foi estimado pelo perfil individual da carga-velocidade através do método-2-pontos (PÉREZ-CASTILLA et al., 2018). O método-2-pontos foi estabelecido pela associação entre duas cargas submáximas baseadas na familiarização e a velocidade média propulsiva atingida entre as mesmas. Foram contabilizadas três repetições máximas, mas apenas aquela que obteve o maior valor da velocidade média propulsiva foi considerado, pois uma sugestão prévia sugere ser a melhor estratégia para estimar a associação (WEAKLEY et al., 2021). Em seguida, por meio do *software* Microsoft Excel (Microsoft, USA), foi executada uma regressão linear para intercepção entre os dois pontos de cargas para cada velocidade. A regressão linear foi selecionada porque possui valores quase perfeitos do coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,99$ ) (GARCIA-RAMOS; JARIC, 2018). A velocidade mínima em 1-repetição máxima (V1RM) para o supino reto no *smith machine* foi fixada em 0,17 m/s<sup>-1</sup> e adicionada na equação da regressão linear (WEAKLEY et al., 2021). Após 48-72 horas foram realizados retestes para reprodutibilidade. Além disso, foram efetuadas as estimativas para carga máxima teórica produzida ( $C_0$ ; intercepção dos valores de carga-velocidade), equilíbrio entre a produção de força pela velocidade ( $Sfv$ ; inclinação da relação carga-velocidade), máxima velocidade teórica ( $V_0$ ; intercepção da velocidade pela carga) e a área sob a linha do perfil carga-velocidade, denominada *Aline* (formula 1.1) (PÉREZ-CASTILLA; JUKIC; GARCÍA-RAMOS, 2021).

O 1RM e o perfil carga-velocidade foram estimados através de uma pausa de 2 s entre a transição da fase excêntrica-concêntrica para reduzir contribuição do ciclo de alongamento-encurtamento (PADRÃO), AV e MV, com intensidades de 30% e 60% de 1RM, respectivamente (PALLARÉS et al., 2014; SÁNCHEZ-MEDINA et al., 2017).

$$Aline = \frac{C_0 \times v_0}{2} \quad (1.1)$$

### 3.4.3 Desempenho da fase concêntrica

Após 48-72 horas à realização da estimativa de 1RM, as participantes voltaram ao laboratório para dar continuidade dos procedimentos de pesquisa. Inicialmente, cada sessão de avaliação foi procedida por um aquecimento composto por 2 séries de 12 repetições, realizado com a excêntrica controlada (2 s) e a fase concêntrica na máxima velocidade, sem pausas entre as transições e com uma intensidade estipulada em 40% de 1RM (GARCÍA-RAMOS et al., 2016). Em seguida, foram randomizadas para a realizarem as condições MV e AV, com 30% ou 60% de 1RM. Em ambas as condições, foram realizadas três tentativas intercaladas com 60 s de descanso. Apenas a melhor medida de desempenho na ação concêntrica foi considerada para análise. As participantes foram orientadas a realizarem a fase concêntrica na maior velocidade possível por meio do *feedback* verbal. Todas as etapas obedeceram às seguintes recomendações prévias (GARCIA-RAMOS; JARIC, 2018; MC DERMOTT et al., 2022).

### 3.4.4 Controle da fase excêntrica

Como variável principal para controle do tempo, foi utilizado um metrônomo ajustado para 2 *beeps* consecutivos com uma cadência de 60 BPM, correspondente a 2 s, conforme a familiarização. Em relação à variável secundária, a velocidade média propulsiva na fase excêntrica foi selecionada. Caso as participantes realizassem a MV inferior ou superior a 0,20-0,30 m.s<sup>-1</sup> ou não se ajustassem às batidas do metrônomo, a tentativa era invalidada. Além disso, a velocidade média propulsiva foi utilizada para o cálculo da duração da fase excêntrica e concêntrica para a análise estatística, através da diferenciação do deslocamento pela velocidade (formula 1.2).

$$Duração = \frac{Deslocamento (m)}{Velocidade Média Propulsiva (m.s)} \quad (1.2)$$

### 3.4.5 Aquisição de dados

As variáveis da velocidade foram medidas através do dinamômetro isoinercial posicionado verticalmente na barra (Vitruve, Speed4lift, USA), que possui um transdutor de posição linear de extensão de cabo conectado à barra. O instrumento calcula a velocidade por meio da diferenciação do tempo pelo deslocamento, com frequência de captura de 1000Hz através da conexão *Bluetooth* em um *Smartphone* Android (Samsung, Galaxy A12, Coréia do Sul) pelo aplicativo Vitruve versão 2.2.1 (Vitruve, Speed4lift, USA). O cabo foi fixado

verticalmente ao lado esquerdo da barra usando uma tira de velcro, de acordo com as orientações do fabricante. O equipamento analisa as seguintes variáveis: velocidade média propulsiva (média da velocidade na fase concêntrica propulsiva), pico de velocidade (máximo de velocidade) e potência média. O dinamômetro possui baixo valor do coeficiente de variação (CV; 2,6%) e não reportou heterocedasticidade de erros no gráfico de Bland-Altman ( $r^2=0.007$ ) quando comparado ao padrão ouro de medida (sistema de detecção de movimento óptico), segundo as recomendações de um estudo anterior (PÉREZ-CASTILLA et al., 2019).

#### 4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade e homocedasticidade de dados foram examinadas e confirmadas por meio do teste de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Os dados foram apresentados através da Média  $\pm$  Desvio Padrão (DP). As diferenças entre faixas etárias para os dados descritivos e estimativa de 1RM foram verificadas pelo teste t-independente. A reprodutibilidade do perfil carga-velocidade para estimativa de 1RM foi avaliada pelo coeficiente de correlação intraclassa (CCI) classificado como  $<0,55$  (trivial),  $0,50$  a  $0,75$  (moderado),  $0,75$  a  $0,90$  (bom) e  $>0,90$  (excelente), erro padrão de medida ( $EPM = DP \times \sqrt{1 - CCI}$ ), mínima mudança detectável ( $MMD = EPM \times 1.96 \times (\sqrt{2})$ ) e pelo coeficiente de variação ( $CV\% = EPM/Média \times 100$ ) (COSWIG et al., 2019; MIRAS-MORENO et al., 2022). As diferenças entre teste-reteste foram verificadas pelo teste t-pareado. Ademais, ANOVA de duas vias (condições\*faixas etárias) com medidas repetidas foram aplicadas para cada variável e, quando adequado, as diferenças foram verificadas por meio do *post-hoc* de *Bonferroni*. Os tamanhos de efeito foram apresentados por ômega quadrado parcial ( $\omega^2$ ) e dz Cohen, conforme sugerido previamente (DANKEL; LOENNEKE, 2018). A magnitude de dz Cohen foi classificada como trivial ( $<0,50$ ), baixo ( $0,50$  a  $1,25$ ), moderado ( $1,25$  a  $1,9$ ) e elevado ( $>2,0$ ) (RHEA, 2004). Todos os testes foram executados pelo software *Jasp* versão 0.16.4.0 e para todas as análises foram consideradas o valor de significância estatística quando  $p < 0,05$ .

## 5 RESULTADOS

### 5.1 Participantes

Os dados descritivos para as faixas etárias estão apresentados na tabela 1. Nela, percebe-se que houve diferença significativa somente para idade (Tabela 1). Os sujeitos da pesquisa não relataram quaisquer efeitos adversos durante o treinamento e teste. Além disso, não foram relatados desconfortos musculares ou dores no decorrer dos procedimentos.

**Tabela 1.** Participantes características.

|                              | Jovens Adultas | Idosas      | p    |
|------------------------------|----------------|-------------|------|
| Participantes (n)            | 16             | 12          | -    |
| Idade (anos)                 | 23,1 ± 2,1     | 65,2 ± 4,2  | 0,01 |
| Massa Corporal (kg)          | 61,2 ± 10,2    | 64,1 ± 6,9  | 0,27 |
| Estatura (m)                 | 1,7 ± 0,3      | 1,6 ± 0,4   | 0,83 |
| Tempo de Experiência (meses) | 17,3 ± 9,7     | 21,7 ± 18,2 | 0,50 |
| IMC (Kg/cm <sup>2</sup> )    | 20,1 ± 2,9     | 21,2 ± 2,2  | 0,30 |

Fonte: Autor

Legenda: IMC; índice de massa corporal.

### 5.2 Estimativa e reprodutibilidade de 1RM

A primeira questão do desenho experimental refere-se à reprodutibilidade da estimativa da carga de 1RM pelo perfil carga-velocidade pelo método-2-pontos (Tabela 2). Como esperado, o 1RM foi inferior para idosas quando comparado com jovens adultas, com o tamanho de efeito elevado ( $t= 2,41$ ;  $p< 0,02$ ;  $d= 0,90$ ). Para mais, excelentes valores de reprodutibilidade foram encontrados para teste-reteste para ambas as faixas etárias (Tabela 2). Esses resultados demonstraram que o perfil carga-velocidade através do método-2-pontos é reprodutível para estimativa de 1RM em jovens adultas e idosas.

**Tabela 2.** Estimativa e reprodutibilidade de 1RM por meio do perfil carga-velocidade.

| Faixas Etárias | 1RM Sessão 1 | 1RM Sessão 2 | (t)p         | dz    | CCI (95% IC)     | R <sup>2</sup> | EPM  | MMD | CV% |
|----------------|--------------|--------------|--------------|-------|------------------|----------------|------|-----|-----|
|                | Média ± DP   | Média+DP     |              |       |                  |                |      |     |     |
| Jovens Adultas | 38,2 ± 15,2  | 37,7 ± 13,0  | (-0,33) 0,73 | -0,22 | 0,94 (0,50-0,99) | 1,00           | 0,78 | 2,1 | 2,0 |
| Idosas         | 24,8 ± 11,2  | 26,3 ± 14,4  | (-0,92) 0,37 | -0,26 | 0,93 (0,89-0,99) | 1,00           | 0,88 | 2,4 | 3,4 |

Fonte: Autor

Legenda: DP: desvio padrão. CCI: coeficiente de correlação intraclasse. EPM: erro padrão de medida. MMD: mínima mudança detectável. R<sup>2</sup>: coeficiente de determinação. dz: tamanho de efeito.

## 5.3 CONTROLE DA FASE EXCÊNTRICA

### 5.3.1 30% de 1RM

#### 5.3.1.2 Velocidade Média Propulsiva (VMP)

A segunda questão relacionada ao desenho experimental refere-se à efetividade do controle da fase excêntrica para 30% de 1RM (Tabela 3). A análise indica que houve interação entre condições\*faixas etárias. Ao considerar os efeitos principais entre faixas etárias, a VMP da fase excêntrica foi superior para jovens adultas quando comparada com a de idosas em ambas as condições ( $F= 10,90$ ;  $\omega^2= 0,15$ ;  $p= 0,003$ ). Em relação às diferenças entre condições, os efeitos principais indicam valores superiores da VMP ( $F= 365,5$ ;  $\omega^2= 0,86$ ;  $p< 0,001$ ) para AV relacionada a MV para as duas faixas etárias. Nesse sentido, os resultados confirmam que a VMP foi, de fato, mais elevada para condição em AV comparada com a MV para jovens adultas (+223%;  $d= 5,76$ ) e idosas (+189%;  $d= 4,44$ ).

#### 5.3.1.3 Deslocamento

A ANOVA de medidas repetidas mostrou que não houve interação entre condições\*faixas etárias, nem efeitos principais entre faixas etárias ( $F= 1,26$ ;  $\omega^2= 0,005$ ;  $p= 0,27$ ). Em relação às diferenças entre condições, os efeitos principais indicaram maior deslocamento para AV quando equiparado à MV para ambas as faixas etárias ( $F= 9,91$ ;  $\omega^2= 0,05$ ;  $p= 0,004$ ). Portanto, o deslocamento da trajetória da barra foi superior para AV em jovens adultas (+7,8%;  $d= 0,52$ ) e idosas (+5,8%;  $d= 0,38$ ) em para comparação a MV.

#### 5.3.1.4 Duração

A ANOVA de medidas repetidas indicou que não houve interações entre condições\*faixas etárias, nem efeitos principais entre faixas etárias ( $F= 2,60$ ;  $\omega^2= 0,002$ ;  $p= 0,11$ ). Em relação as diferenças entre condições, efeitos principais mostraram que a duração para AV foi menor do que para MV em ambas as faixas etárias ( $F= 444,1$ ;  $\omega^2= 0,88$ ;  $p= 0,004$ ). Portanto, a duração para MV foi controlada de maneira eficiente para as faixas etárias e condições. Esses resultados mostram que a AV foi de fato superior para jovens adultas ( $d= 5,76$ ) e idosas ( $d= 4,44$ ) quando comparada a MV para 30% de 1RM.

**Tabela 3.** Controle da fase excêntrica para 30% de 1RM.

| Variáveis  | Idosas (n= 12) |               | Jovens Adultas (n= 16) |               | Condições*Faixas Etárias |            |      |
|--|----------------|---------------|------------------------|---------------|--------------------------|------------|------|
|  | MV             | AV            | MV                     | AV            | F                        | $\omega^2$ | p    |
| Velocidade Média Propulsiva (m.s <sup>-1</sup> ) | 0,19 ± 0,02    | 0,55 ± 0,09*  | 0,21 ± 0,03            | 0,68 ± 0,12*# | 6,14                     | 0,08       | 0,02 |
| Deslocamento (cm)                                | 40,26 ± 4,17   | 42,62 ± 3,74* | 41,92 ± 5,14           | 45,19 ± 7,32* | 0,26                     | 0,0001     | 0,61 |
| Duração (s)                                      | 2,12 ± 0,25    | 0,79 ± 0,18*  | 2,00 ± 0,34            | 0,67 ± 0,12*  | 0,004                    | 0,0001     | 0,95 |

Fonte: Autor

Legenda: \*Diferença estatisticamente significante entre condições. # Diferença estatisticamente significante entre faixas etárias.

### 5.3.2 60% DE 1RM

#### 5.3.2.1 Velocidade Média Propulsiva (VMP)

Dando prosseguimento à segunda questão de pesquisa referente à efetividade do controle da fase excêntrica para 60% de 1RM (Tabela 4). A ANOVA de medidas repetidas indicou que não houve interação entre condições\*faixas etárias. No entanto, em relação às diferenças entre faixas etárias, os efeitos principais demonstraram que a VMP foi maior para jovens adultas apenas para AV em comparação com idosas ( $F= 8,60$ ;  $\omega^2= 0,12$ ;  $p= 0,007$ ). Para as diferenças entre condições, os efeitos principais indicaram que a VMP foi maior para AV do que para MV em ambas as faixas etárias ( $F= 398,9$ ;  $\omega^2= 0,88$ ;  $p< 0,001$ ). Portanto, os resultados sugerem que a VMP foi superior para AV em jovens adultas (+159%;  $d= 5,92$ ) e em idosas (+150%;  $d= 5,10$ ) em comparação a MV.

#### 5.3.2.2 Deslocamento

A ANOVA de medidas repetidas indicou que não houve interação entre condições\*faixas etárias. Além disso, efeitos principais não mostraram diferenças entre MV e AV para as faixas etárias ( $F= 0,41$ ;  $\omega^2= 0,0001$ ;  $p= 0,52$ ). Em relação as diferenças entre condições, os efeitos principais indicaram que houve um maior deslocamento da trajetória da barra para AV em comparação com MV em ambas as faixas etárias ( $F= 4,61$ ;  $\omega^2= 0,02$ ;  $p< 0,001$ ). Logo, o deslocamento da trajetória da barra foi superior para AV em jovens adultas (+3,7%;  $d= 0,35$ ) e em idosas (+3,2%;  $d= 0,30$ ) comparada a MV.

#### 5.3.2.3 Duração

A ANOVA de medidas repetidas demonstrou que não houve interação entre condições\*faixas etárias ( $F= 2,12$ ;  $\omega^2= 0,02$ ;  $p= 0,15$ ). Em relação às diferenças entre condições, os efeitos principais indicaram que a duração para a AV foi menor do que para MV em ambas as faixas etárias ( $F= 273,3$ ;  $\omega^2= 0,83$ ;  $p= 0,004$ ). Assim, o tempo para MV foi

controlado de maneira eficiente para as faixas etárias e condições. Esses achados evidenciam que, de fato, a AV foi superior para jovens adultas ( $d= 5,92$ ) e idosas ( $d= 5,10$ ) quando comparada a MV para 60% de 1RM.

**Tabela 4.** Controle da fase excêntrica para 60% de 1RM.

| Variáveis  | Idosas (n= 12) |               | Jovens Adultas (n= 16) |               | Condições*Faixas Etárias |            |      |
|--|----------------|---------------|------------------------|---------------|--------------------------|------------|------|
|  | MV             | AV            | MV                     | AV            | F                        | $\omega^2$ | p    |
| Velocidade Média Propulsiva (m.s <sup>-1</sup> ) | 0,20 ± 0,03    | 0,50 ± 0,06*  | 0,22 ± 0,03            | 0,57 ± 0,06*  | 2,18                     | 0,02       | 0,15 |
| Deslocamento (cm)                                | 39,01 ± 2,20   | 40,29 ± 4,15* | 39,86 ± 4,24           | 41,37 ± 3,30* | 0,03                     | 0,0001     | 0,86 |
| Duração (s)                                      | 1,95 ± 0,30    | 0,81 ± 0,09*  | 1,83 ± 0,35            | 0,73 ± 0,09*  | 0,12                     | 0,0001     | 0,72 |

Fonte: Autor

Legenda: \*Diferença estatisticamente significante entre condições. # Diferença estatisticamente significante entre faixas etárias.

## 5.4 PERFIL CARGA-VELOCIDADE

### 5.4.1 Carga Máxima Teórica (C<sub>0</sub>)

A terceira questão associada ao desenho experimental sobre as diferenças entre condições (MV, AV e PADRÃO) está apresentada na Figura 2. ANOVA de medidas repetidas indicou que não houve interação entre condições\*faixas etárias para C<sub>0</sub> (F= 0,26;  $\omega^2= 0,0001$ ; p= 0,76), o que indica que os efeitos das diferentes condições (MV, AV e PADRÃO) não variaram de acordo com as faixas etárias das participantes. Além disso, os efeitos principais não apontaram diferenças entre faixas etárias (F= 2,99;  $\omega^2= 0,03$ ; p= 0,09). Em relação às diferenças entre condições, nenhum efeito principal foi encontrado (F= 1,30;  $\omega^2= 0,0004$ ; p= 0,28).

### 5.4.2 Velocidade Máxima Teórica (V<sub>0</sub>)

A ANOVA de medidas repetidas não indicou interação entre condições\*faixas etárias (F= 0,95;  $\omega^2= 0,00001$ ; p= 0,39). Quanto às diferenças entre faixas etárias, os efeitos principais indicaram um maior desenvolvimento da V<sub>0</sub> para todas as condições para jovens adultas em comparação com as idosas (F= 17,14;  $\omega^2= 0,25$ ; p< 0,001). Já em relação às diferenças entre condições, os efeitos principais demonstraram que AV apresentou valores superiores em comparação a MV e PADRÃO apenas para jovens adultas (F= 10,58;  $\omega^2= 0,07$ ; p< 0,001).

### 5.4.3 Área Sob a Linha do Perfil Carga-Velocidade (*A<sub>line</sub>*)

A ANOVA de medidas repetidas demonstrou que não houve interação entre condições\*faixas etárias ( $F= 0,03$ ;  $\omega^2= 0,0001$ ;  $p= 0,97$ ). Ao considerar a diferenças entre faixas etárias, os efeitos principais demonstraram que jovens adultas obtiveram uma maior área sob a linha em comparação com as idosas para as condições AV e MV, em comparação ao PADRÃO ( $F= 7,13$ ;  $\omega^2= 0,11$ ;  $p= 0,01$ ). Já em relação às diferenças entre condições, os efeitos principais sugerem que houve diferenças ( $F= 0,50$ ;  $\omega^2= 0,001$ ;  $p= 0,48$ ), mas isso não foi confirmada pela análise de Post-hoc ( $p= 1,00$ ;  $d= 0,90$ ).

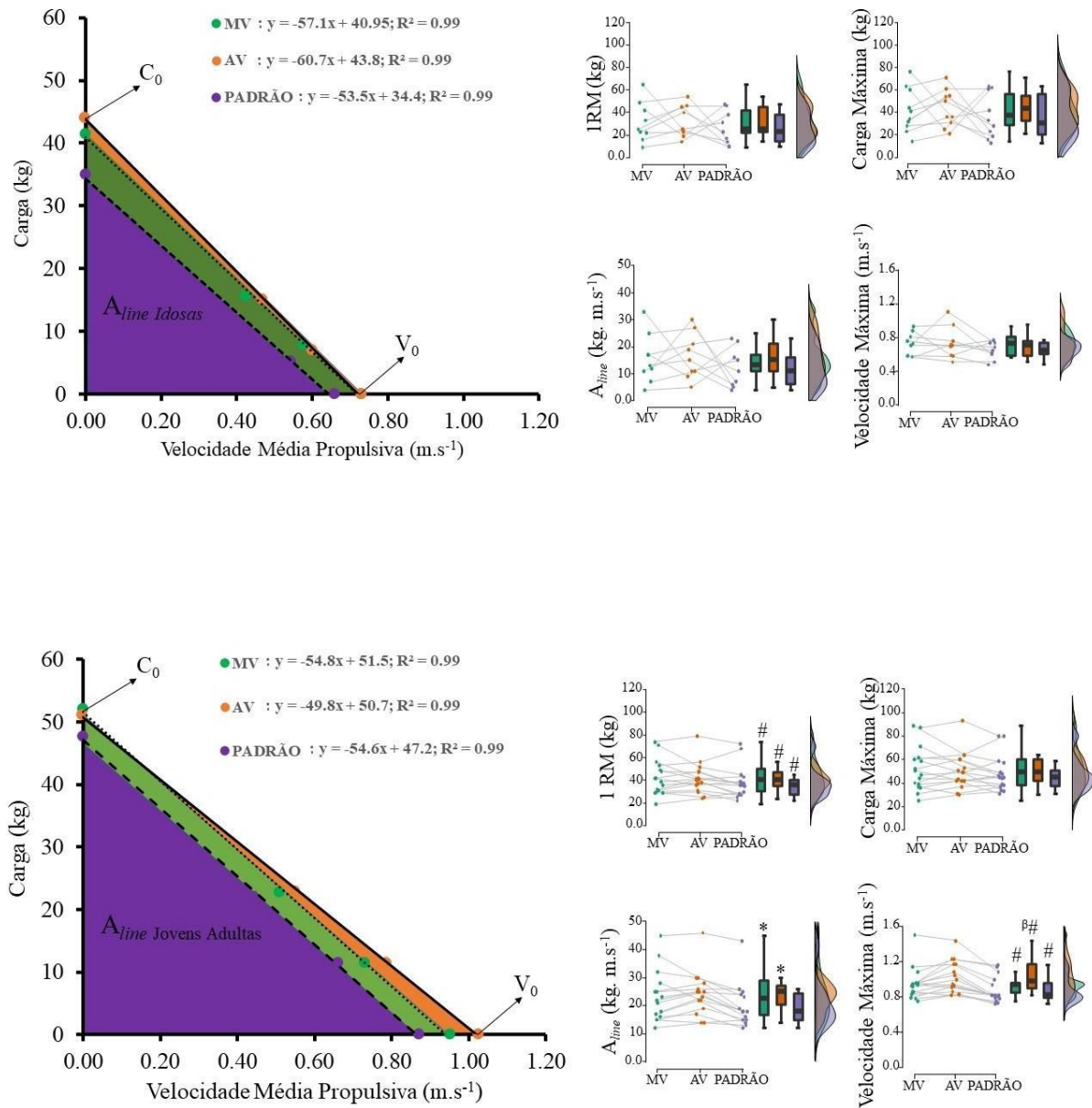
### 5.4.4 1RM

A ANOVA de medidas repetidas para a estimativa de 1RM não demonstrou interação entre condições\*faixas etárias ( $F= 1,86$ ;  $\omega^2= 0,001$ ;  $p= 0,16$ ). Entretanto, foram encontradas diferenças entre faixas etárias, com valores superiores de 1RM para jovens adultas em comparação com as idosas em todas as condições ( $F= 4,33$ ;  $\omega^2= 0,06$ ;  $p= 0,04$ ). Por fim, não foram encontradas diferenças entre condições ( $F= 1,86$ ;  $\omega^2= 0,01$ ;  $p= 0,16$ ).

Esses resultados sugerem que o perfil carga-velocidade se comporta de maneira semelhante para MV, AV e PADRÃO. No entanto, a  $V_0$  demonstrou um maior desenvolvimento sobre influência da AV em comparação a MV e PADRÃO em jovens adultas.



**Figura 2.** Perfil carga-velocidade para ambas as faixas etárias e condições.



Fonte: Autor

Legenda: #Diferença estatisticamente significativa entre faixas etárias. \* Diferença estatisticamente significativa entre grupos em relação ao PADRÃO. β Diferença estatisticamente significativa em relação a PADRÃO e MV. MV: Moderada velocidade. AV: Alta velocidade.

## **5.5 DESEMPENHO DA FASE CONCÊNTRICA**

### **5.5.1 30 % DE 1RM**

#### **5.5.1.2 Velocidade Média Propulsiva (VMP)**

Os resultados da ANOVA de medidas repetidas indicaram que não houve interações entre condições\*faixas etárias na quarta e principal questão desta pesquisa, que aborda o efeito do controle excêntrica no desempenho da concêntrica subsequente com 30% de 1RM (Figura 3) ( $F= 0,003$ ;  $\omega^2= 0.0001$ ;  $p= 0,95$ ). Entretanto, foi observada diferença entre faixas etárias, os efeitos principais indicaram que jovens adultas produziram maiores valores da VMP em ambas as condições ( $AV= 0,78 \pm 0,11$ ;  $MV= 0,72 \pm 0,10$ ) quando comparadas às idosas ( $AV= 0,60 \pm 0,09$ ;  $MV= 0,54 \pm 0,02$ ) ( $F= 24,2$ ;  $\omega^2= 0,30$ ;  $p< 0,0001$ ). Em relação às diferenças entre condições, os efeitos principais demonstraram valores superiores da VMP para AV em relação a MV para jovens adultas e idosas ( $F=27,4$ ;  $\omega^2= 0,07$ ;  $p< 0,001$ ). Nesse sentido, nossos achados evidenciaram que a VMP foi superior para AV em idosas (+11,1%;  $d= -0,58$ ) e jovens adultas (+8,3%;  $d= -0,57$ ) em comparação a MV.

#### **5.5.1.3 Pico Velocidade (PV)**

A ANOVA de medidas repetidas demonstrou que não houve interações entre condições\*faixas etárias ( $F= 1,47$ ;  $\omega^2= 0.001$ ;  $p= 0,23$ ). Em relação a diferenças entre faixas etárias, os efeitos principais indicaram que jovens adultas ( $AV= 1,09 \pm 0,15$ ;  $MV= 1,03 \pm 0,15$ ) desenvolveram um PV elevado quando comparados às idosas ( $AV= 0,82 \pm 0,14$ ;  $MV= 0,80 \pm 0,16$ ) em ambas condições ( $F= 18,77$ ;  $\omega^2= 0,24$ ;  $p< 0,001$ ). Para as diferenças entre condições, os efeitos principais sugeriram um desempenho melhor apenas para jovens adultas na condição AV em comparação à MV ( $F= 7,87$ ;  $\omega^2= 0,001$ ;  $p= 0,009$ ). Esses resultados indicam respostas similares para o PV em ambas as condições para idosas, mas um desempenho superior para as jovens adultas na condição AV (+5,8%;  $d= -0,37$ ).

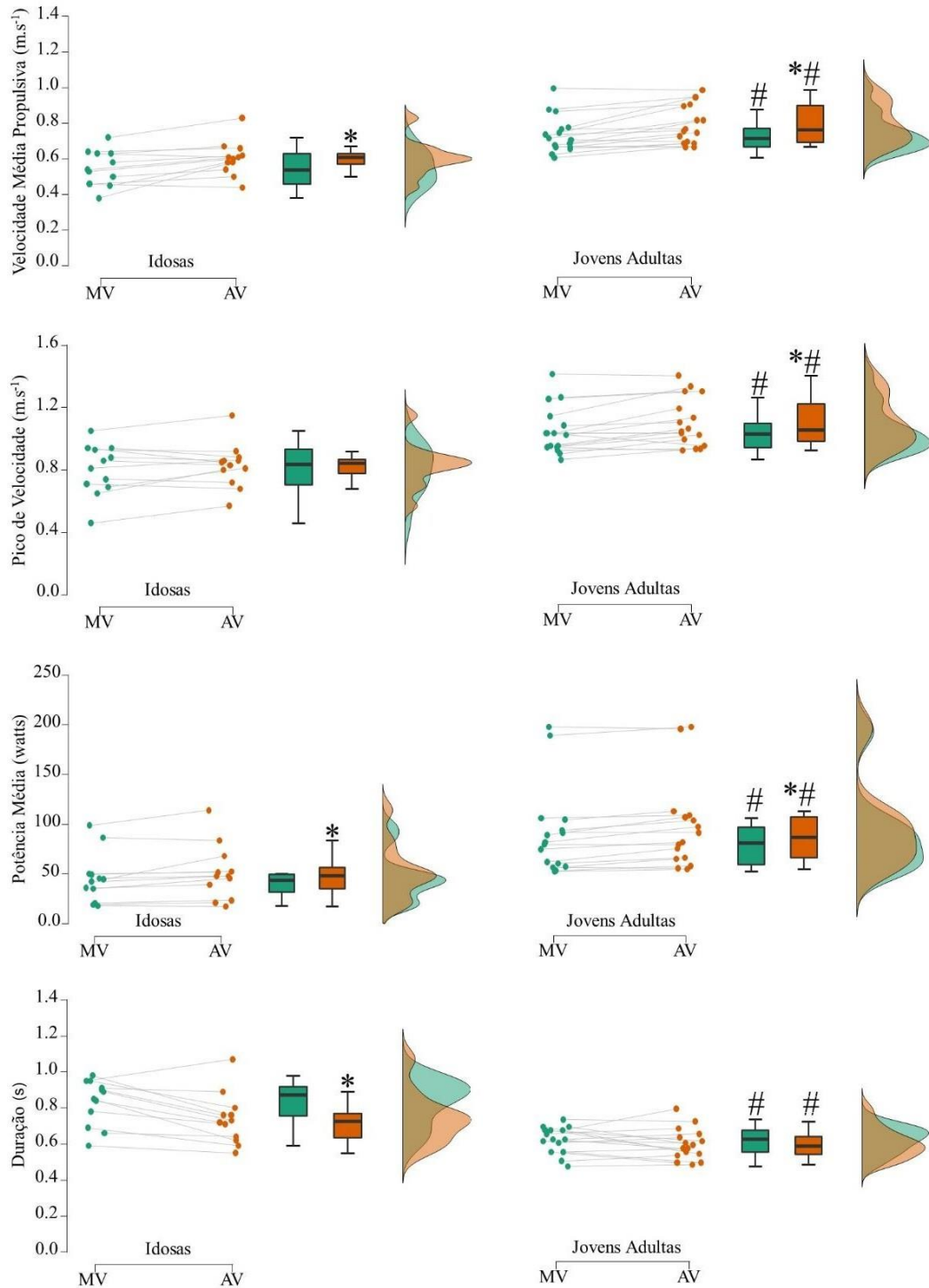
#### 5.5.1.4 Potência Média (PM)

A ANOVA de medidas repetidas demonstrou que não houve interação entre condições\*faixas etárias para a PM ( $F= 0,10$ ;  $\omega^2= 0.0001$ ;  $p= 0,74$ ). Em relação a diferenças entre faixas etárias, os efeitos principais sugeriram que jovens adultas ( $AV= 94,9 \pm 42,9$ ;  $MV= 88,6 \pm 43,2$ ) apresentaram uma maior produção de PM em relação às idosas ( $AV= 51,0 \pm 27,4$ ;  $MV= 45,5 \pm 24,9$ ) para ambas condições ( $F= 9,57$ ;  $\omega^2= 0,13$ ;  $p= 0,005$ ). Para as diferenças entre condições, os efeitos principais demonstraram que a AV resultou em uma maior produção de PM em comparação com a MV para ambas faixas etárias ( $F=22,15$ ;  $\omega^2= 0,006$ ;  $p< 0,001$ ). Nossos achados demonstram que AV gera uma maior magnitude para produção de PM utilizando 30% de 1RM em idosas ( $+12,0\%$ ;  $d= -0,14$ ) e jovens adultas ( $+6,5\%$ ;  $d= -0,17$ ) em comparação a MV.

#### 5.5.1.5 Duração

Em relação à duração da fase concêntrica, a ANOVA de medidas repetidas demonstrou interação entre condições\*faixas etárias ( $F= 5,54$ ;  $\omega^2= 0.02$ ;  $p= 0,02$ ). Para as diferenças entre faixas etárias, efeitos principais indicaram que jovens adultas ( $AV= 0,58 \pm 0,08$ ;  $MV= 0,60 \pm 0,07$ ) demonstraram uma duração menor da fase concêntrica em relação às idosas ( $AV= 0,73 \pm 0,14$ ;  $MV= 0,83 \pm 0,12$ ) em ambas condições ( $F= 25,8$ ;  $\omega^2= 0.31$ ;  $p< 0,001$ ). Em relação às diferenças entre condições, a AV demonstrou uma menor duração apenas para idosas quando relacionada a MV ( $F= 14,0$ ;  $\omega^2= 0.06$ ;  $p< 0,001$ ). Portanto, nossos achados sugerem que a AV gera uma menor duração da fase concêntrica propulsiva para 30% de 1RM em idosas ( $-12,0\%$ ;  $d= -0,90$ ) em comparação a MV.

**Figura 3.** Desempenho da ação concêntrica para 30% de 1RM.



Fonte: Autor

Legenda: \*Diferença estatisticamente significativa entre condições. #Diferença estatisticamente significativa entre faixas etárias.

## 5.5.2 60% de 1RM

### 5.5.2.1 Velocidade Média Propulsiva (VMP)

Dando continuidade à quarta questão de pesquisa, ao considerar 60% de 1RM (Figura 4). A ANOVA de medidas repetidas demonstrou que não houve interações entre condições\*faixas etárias ( $F= 0,05$ ;  $\omega^2= 0.0001$ ;  $p= 0,94$ ). Além disso, quanto às diferenças esperadas entre faixas etárias, os efeitos principais indicaram que jovens adultas ( $AV= 0,55 \pm 0,07$ ;  $MV= 0,50 \pm 0,08$ ) apresentaram um desempenho superior em comparação às idosas ( $AV= 0,48 \pm 0,07$ ;  $MV= 0,43 \pm 0,08$ ) para a VMP ( $F= 5,93$ ;  $\omega^2= 0,08$ ;  $p= 0,02$ ), mas não foi confirmada pela análise de *post-hoc* ( $p= 0,19$ ;  $d= 0,19$ ). Em relação as diferenças entre condições, os efeitos principais sugeriram valores superiores da VMP para AV em relação a MV apenas para jovens adultas ( $F=14,4$ ;  $\omega^2= 0,06$ ;  $p< 0,001$ ). Nesse sentido, a AV demonstrou maior desempenho para VMP somente para jovens adultas (+10,0%;  $d= -0,53$ ) em comparação a MV.

### 5.5.2.2 Pico Velocidade (PV)

A ANOVA de medidas repetidas demonstrou que não houve interação entre condições\*faixas etárias ( $F= 2,59$ ;  $\omega^2= 0.005$ ;  $p= 0,11$ ). Para as diferenças entre faixas etárias, os efeitos principais indicaram que não houve diferenças significativas ( $F= 3,30$ ;  $\omega^2= 0,04$ ;  $p= 0,08$ ). Ao considerar as diferenças entre condições, os efeitos principais sugeriram um melhor desempenho em jovens adultas ( $0,76 \pm 0,03$ ) em comparação a MV ( $0,70 \pm 0,14$ ) ( $F= 4,29$ ;  $\omega^2= 0,01$ ;  $p= 0,04$ ), mas não para idosas ( $AV= 0,65 \pm 0,10$ ;  $MV= 0,64 \pm 0,12$ ). Esses resultados indicam respostas similares para PV em ambas as condições para idosas, mas um desempenho superior para jovens adultas na condição AV (+8,5%;  $d= -0,53$ ).

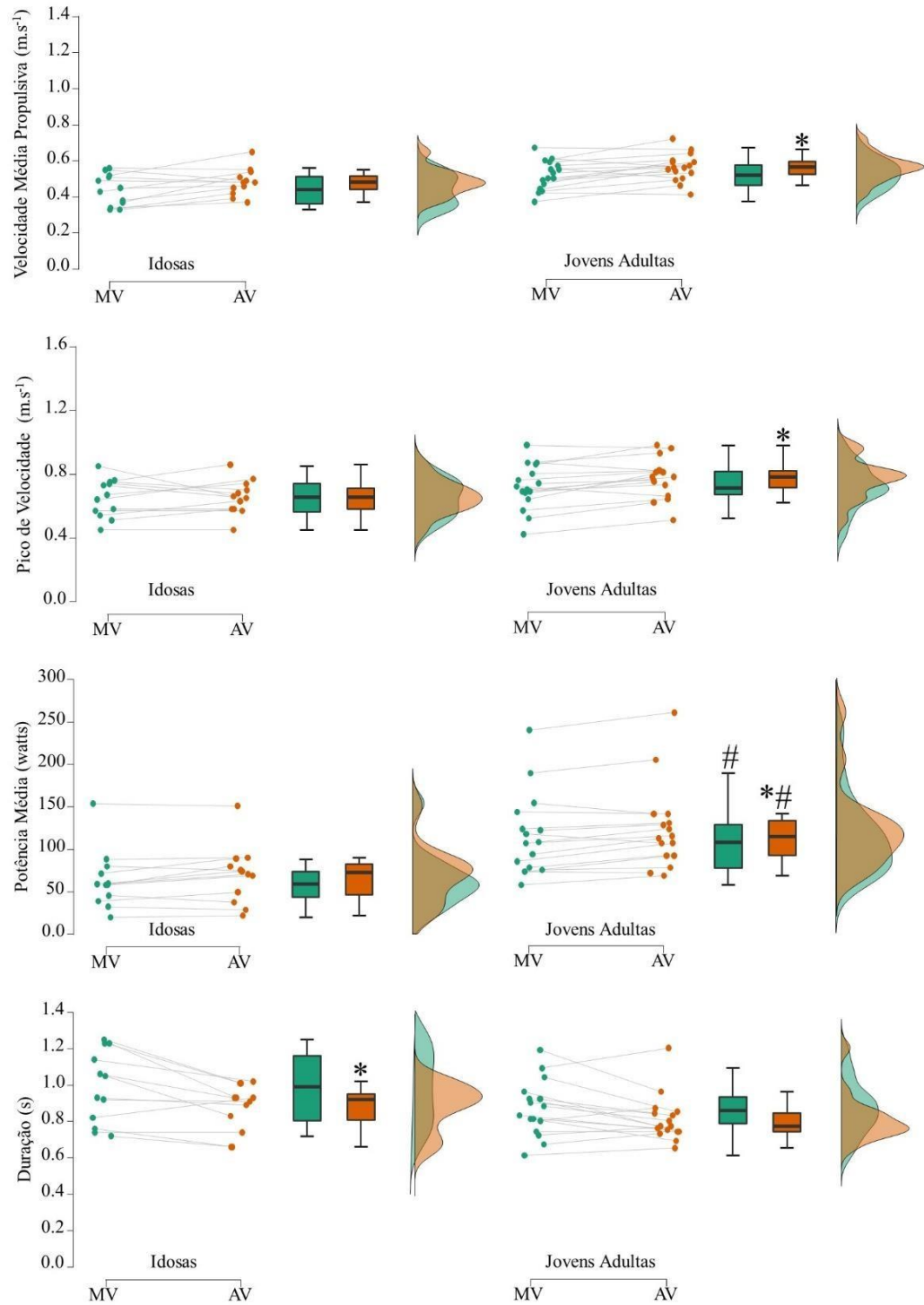
### 5.5.2.3 Potência Média (PM)

A ANOVA de medidas repetidas não demonstrou interação entre condições\*faixas etárias ( $F= 0,35$ ;  $\omega^2= 0.0001$ ;  $p= 0,55$ ). Ao considerar as diferenças entre faixas etárias, efeitos principais sugeriram que jovens adultas ( $AV= 122,3 \pm 49,4$ ;  $MV= 114,0 \pm 48,1$ ) apresentaram maior produção de PM em comparação às idosas ( $AV= 69,7 \pm 34,3$ ;  $MV= 63,7 \pm 34,3$ ) em ambas condições ( $F= 9,57$ ;  $\omega^2= 0,13$ ;  $p= 0,005$ ). Com relação as diferenças entre condições, os efeitos principais demonstraram maior produção de PM para a condição AV somente em jovens adultas em comparação a MV ( $F= 22,15$ ;  $\omega^2= 0,006$ ;  $p< 0,001$ ). Esses resultados indicam respostas similares para PV em ambas as condições para idosas, mas um desempenho superior para jovens adultas na condição AV (+7,0%;  $d= -0,19$ ) em comparação a MV.

### 5.5.2.4 Duração

A ANOVA de medidas repetidas não demonstrou interação entre condições\*faixas etárias ( $F= 1,48$ ;  $\omega^2= 0.0002$ ;  $p= 0,23$ ). Para as diferenças entre faixas etárias, os efeitos principais não encontraram diferenças significativas ( $F= 2,93$ ;  $\omega^2= 0.03$ ;  $p= 0,09$ ). Em relação as diferenças entre condições, a condição AV demonstrou menor duração apenas para idosas ( $AV= 0,48 \pm 0,07$ ;  $MV= 0,43 \pm 0,08$ ) em comparação a MV ( $F= 15,7$ ;  $\omega^2= 0.06$ ;  $p< 0,001$ ), mas não para jovens adultas ( $AV= 0,48 \pm 0,07$ ;  $MV= 0,43 \pm 0,08$ ). Esses resultados indicam respostas similares para duração em ambas as condições para jovens adultas, mas uma redução para idosas na condição AV (-11,6%;  $d= -0,19$ ) em comparação a MV.

**Figura 4.** Desempenho da ação concêntrica para 60% de 1RM.



Fonte: Autor

Legenda: \*Diferença estatisticamente significativa entre condições. #Diferença estatisticamente significativa entre faixas etárias.

## 6 DISCUSSÃO

A proposta da presente dissertação de mestrado foi investigar a influência da velocidade da ação excêntrica sobre o desempenho da fase concêntrica subsequente de idosas e jovens adultas. Os principais achados sugerem que o controle da fase excêntrica parece influenciar no desempenho da fase concêntrica subsequente quando cargas leves são aplicadas (30% de 1RM), independentemente da faixa etária. Já para cargas maiores (60% de 1RM), o controle da fase excêntrica parece ter mais impacto em jovens adultas, mas não em idosas.

As duas faixas etárias apresentaram maiores desempenhos de velocidade média propulsiva e potência média na AV. As adaptações agudas do aumento de velocidade na fase concêntrica podem refletir nas adaptações neuromusculares crônicas, como aumento de potência muscular e força (CADORE; IZQUIERDO, 2018). A AV na ação concêntrica proporciona um aumento de  $2,20\% \pm 1,34\%$  de potência muscular quando comparada a baixa velocidade ( $1,06 \pm 0,86\%$ ) por semana (ORSSATTO et al., 2019). Além disso, MV na ação excêntrica não apresentou mudanças para o pico de velocidade na ação concêntrica em jovens adultas após 4 semanas de treinamento (MIKE et al., 2017). Talvez a implementação de estratégias que promovam o aumento do desenvolvimento de potência muscular e velocidade na fase concêntrica se torne interessante. A utilização de exercício balístico, por exemplo, ocasionou uma maior magnitude de ganho de velocidade ( $d= 1,1- 6,0$ ) quando comparado à AV, com intensidades de 20%-80% de 1RM para membros inferiores (MC DERMOTT et al., 2022). Dessa forma, nossos resultados indicam que o aumento da velocidade média propulsiva em 11% e de potência muscular em 12%, através da AV na ação excêntrica, pode trazer impactos clinicamente relevantes para o aumento da capacidade neuromuscular de forma aguda, em especial, de membros superiores.

Este efeito pode estar relacionado ao fato de que a AV e deslocamento podem influenciar no ciclo alongamento-encurtamento para produzir velocidade e potência muscular (LINDSTEDT; LASTAYO; REICH, 2001), visto que um maior deslocamento na fase excêntrica promove um melhor desenvolvimento da produção de potência muscular devido ao aumento da contribuição do trabalho negativo da musculatura (BOSCO et al., 1982). Nossos achados demonstraram que AV teve associação com o aumento do deslocamento da barra quando comparada à MV para ambas intensidades e faixas etárias (Tabela 2). De acordo com a revisão sistemática de Douglas *et al.* (2017b), esses mecanismos facilitariam uma maior ativação de unidades motoras de contração rápida, melhora da rigidez músculo-tendão e taxa de frequência de disparos dos centros cerebrais superiores (DOUGLAS et al., 2017b). Logo,



nossos achados trazem novas implicações para prescrição TF voltado para desenvolvimento de velocidade e potência muscular para essa população.

Entretanto, é importante salientar que o percentual de carga implementada pode influenciar no desenvolvimento da velocidade e potência muscular em idosos (DE VOS et al., 2005). Potência e velocidade são similares durante 70% da duração da fase concêntrica propulsiva utilizando cargas moderadas (60% de 1RM), mas para cargas leves (20-30% de 1RM) as diferenças são encontradas após 40% (MC DERMOTT et al., 2022). Outra hipótese seria que a MV poderia induzir transições mais lentas para 60% de 1RM, o que reduziria o potencial elástico do ciclo de alongamento-encurtamento para a produção de potência muscular na fase concêntrica subsequente (GONZÁLEZ-BADILLO; MARQUES, 2010). Isso é importante devido ao fato de que o controle da velocidade, preferencialmente em AV, pode influenciar positivamente na produção de potência muscular na fase concêntrica subsequente quando cargas mais leves são aplicadas.

A condição de AV induziu maior pico de velocidade para ambos os percentuais de carga em relação a MV em jovens adultos, mas não para idosos. Considera-se que jovens adultos possuem mais fibras de contração rápida quando comparados aos idosos, o que está relacionado a maior capacidade de desenvolver velocidade (GALLAGHER et al., 1997). Por isso, a AV na fase excêntrica nesse grupo poderia ocasionar maior contribuição do ciclo alongamento-encurtamento, o que teria influenciado na capacidade de gerar velocidade e potência muscular (PALLARÉS et al., 2014). Por outro lado, ao considerar outra possível hipótese, o pico de velocidade é o ponto do ápice da velocidade na fase propulsiva, e podemos associar que a intenção de mover a carga na máxima velocidade poderia ocasionar desempenho similar entre intensidades para idosos, uma vez que as cargas selecionadas eram submáximas. Outra hipótese seria de que a AV proporcionou uma menor duração na fase propulsiva em idosos (Figura 3 e 4), reduzindo o tempo necessário para atingir os valores máximos de velocidade (ex: pico de velocidade e velocidade teórica máxima) (PÉREZ-CASTILLA et al., 2020). Entretanto, parece que a utilização de mecanismos como velocidade média propulsiva e potência média seja preferível para indicar a capacidade neuromuscular de indivíduos (SANCHEZ-MEDINA; PEREZ; GONZALEZ-BADILLO, 2010).

Nossos achados demonstraram que a velocidade da fase excêntrica ou a pausa entre transição da fase excêntrica-concêntrica gera resultados similares para o perfil carga-velocidade. Entretanto, a condição de AV gerou valores superiores para velocidade máxima quando comparada com as outras condições. A AV na fase excêntrica eleva o desempenho da fase concêntrica subsequente devido a utilização do ciclo de alongamento-encurtamento pelo

“*sticking point*” e, conseqüentemente, aumenta os valores de 1RM e velocidade (VAN DEN TILLAAR; ETTEMA, 2010). Entretanto, nossos resultados demonstraram valores semelhantes para estimativa do 1RM utilizando MV, AV e PADRÃO. Por outro lado, acreditamos que apenas movimentos em baixa velocidade (4-6 s) poderiam ocasionar diferenças no desempenho de 1RM e  $C_0$  devido ao aumento do tempo sobre tensão e elevação da fadiga muscular (SCHOENFELD; OGBORN; KRIEGER, 2015). Adicionalmente, quando comparadas máxima e moderada velocidades, são evidenciados baixos valores de tamanho de efeito ( $d = -0,17$ ) para o desenvolvimento de força (GARCÍA-RAMOS et al., 2016).

Para melhor interpretação dos nossos achados, é importante considerar algumas limitações. Primeiramente, não realizamos o teste de 1RM para validar as intensidades das cargas utilizadas. No entanto, optamos pelo método-2-pontos, que utiliza cargas submáximas, com o objetivo de reduzir o tempo de avaliação e aumentar a segurança do teste. Além disso, o método escolhido mostrou ser reprodutível e bem estabelecido. Dessa forma, é importante destacar que o método-2-pontos pode se tornar uma alternativa para estimar 1RM em idosos que realizam TF. A segunda limitação é que nossas intervenções foram direcionadas apenas para participantes do sexo feminino, não sendo extrapoláveis para outros grupos populacionais. Por fim, nossa intervenção foi baseada em apenas um exercício para membros superiores, o que indica que novas intervenções devem ser desenvolvidas para outros exercícios voltados para membros inferiores.

## 6.1 Conclusão

Em conclusão, sugerimos que o treinamento com AV seja preferencialmente utilizado para aumentar a produção da velocidade e potência muscular em ambas as faixas etárias, por meio de cargas leves (30% de 1RM).

## **7 APLICAÇÃO PRÁTICA**

Os resultados do presente estudo são interessantes para profissionais que planejam prescrever o TF para a população idosa, com o objetivo de aumentar a potência muscular e velocidade dos membros superiores. Verificou-se que a AV na fase excêntrica pode ter um impacto nas adaptações neuromusculares agudas quando cargas leves são utilizadas (30% 1RM). Portanto, esses achados podem fornecer novas diretrizes para a prescrição do TF, com foco na potência muscular, para essa população. Além disso, para cargas mais elevadas (60% de 1RM), o controle da fase excêntrica não parece ser determinante para o planejamento de programas de exercícios físicos com enfoque em desenvolvimento de potência muscular e velocidade em idosos.

## REFERÊNCIAS

- ABBAFATI, C. et al. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and territories, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. **The Lancet**, v. 396, n. 10258, p. 1204–1222, 2020.
- ABBOTT, B. C.; BIGLAND, B.; RITCHIE, J. M. The physiological cost of negative work. **The Journal of physiology**, v. 117, n. 3, p. 380–390, Jul. 1952.
- BALSHAW, T. G. et al. Training-specific functional, neural, and hypertrophic adaptations to explosive-vs. sustained-contraction strength training. **Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 11, p. 1364–1373, 2016.
- BAUMGARTNER, R. N. et al. Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. **American journal of epidemiology**, v. 147, n. 8, p. 755–763, Apr. 1998.
- BECHSHØFT, R. L. et al. Improved skeletal muscle mass and strength after heavy strength training in very old individuals. **Experimental Gerontology**, v. 92, p. 96–105, 2017.
- BERTANI, R. F. et al. Resistance exercise training is more effective than interval aerobic training in reducing blood pressure during sleep in hypertensive elderly patients. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 7, p. 2085–2090, 2018.
- BOSCO, C. et al. Neuromuscular function and mechanical efficiency of human leg extensor muscles during jumping exercises. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 114, n. 4, p. 543–550, 1982.
- BROOKS, S. V. Current topics for teaching skeletal muscle physiology. **Advances in physiology education**, v. 27, n. 1–4, p. 171–182, Dec. 2003.
- BULL, F. C. et al. World Health Organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, 2020.
- CADORE, E. L. et al. Multicomponent exercises including muscle power training enhance muscle mass, power output, and functional outcomes in institutionalized frail nonagenarians. **Age**, v. 36, n. 2, p. 773–785, 2014.
- CADORE, E. L.; IZQUIERDO, M. Muscle power training: A hallmark for muscle function retaining in frail clinical setting. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 19, n. 3, p. 190–192, 2018.
- CARZOLI, J. P. et al. The effects of eccentric phase duration on concentric outcomes in the back squat and bench press in well-trained males. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 23, p. 2676–2684, 2019.
- CLARK, D. J. et al. Longitudinal decline of neuromuscular activation and power in healthy

older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 68, n. 11, p. 1419–1425, Nov. 2013.

CLAUDINO, J. G. et al. Strength training to prevent falls in older adults: A systematic review with meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Clinical Medicine**, v. 10, n. 14, p. 1–32, 2021.

COELHO-JÚNIOR, H. J.; UCHIDA, M. C. Effects of Low-Speed and High-Speed Resistance Training Programs on Frailty Status, Physical Performance, Cognitive Function, and Blood Pressure in Prefrail and Frail Older Adults. **Frontiers in Medicine**, v. 8, n. July, p. 1–19, 2021.

COLON-EMERIC, C. S. et al. Functional decline in older adults. **American family physician**, v. 88, n. 6, p. 388–394, Sep. 2013.

CORNELISSEN, V. A.; SMART, N. A. Exercise training for blood pressure: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Heart Association**, v. 2, n. 1, p. e004473, Feb. 2013.

COSWIG, V. et al. Assessing the validity of the MyJump2 app for measuring different jumps in professional cerebral palsy football players: An experimental study. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 7, n. 1, p. e11099, Jan. 2019.

CRUZ-JENTOFT, A. J.; SAYER, A. A. Sarcopenia. **The Lancet**, v. 393, n. 10191, p. 2636–2646, 2019.

DANKEL, S. J.; LOENNEKE, J. P. Effect sizes for paired data should use the change score variability rather than the pre-test variability. **Journal of strength and conditioning research**, v. 6, n. 35, p. 1773–1778, Oct. 2018.

DE VOS, N. J. et al. Optimal load for increasing muscle power during explosive resistance training in older adults. **Journals of Gerontology A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 60, n. 5, p. 638–647, 2005.

DEANDREA, S. et al. Risk factors for falls in community-dwelling older people: a systematic review and meta-analysis. **Epidemiology (Cambridge, Mass.)**, v. 21, n. 5, p. 658–668, Sep. 2010.

DESCHENES, M. R. et al. The neuromuscular junction. Muscle fibre type differences, plasticity and adaptability to increased and decreased activity. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 17, n. 6, p. 358–372, Jun. 1994.

DICKINSON, M. H. et al. How animals move: an integrative view. **Science (New York, N.Y.)**, v. 288, n. 5463, p. 100–106, Apr. 2000.

DOUGLAS, J. et al. Eccentric Exercise: Physiological Characteristics and Acute Responses. **Sports Medicine**, v. 47, n. 4, p. 663–675, 2017a.

- DOUGLAS, J. et al. Chronic adaptations to eccentric training: A systematic review. **Sports Medicine**, v. 47, n. 5, p. 917–941, 2017b.
- EL HADOUCHI, M. et al. Effectiveness of power training compared to strength training in older adults: A systematic review and meta-analysis. **European review of aging and physical activity : official journal of the European Group for Research into Elderly and Physical Activity**, v. 19, n. 1, p. 18, Aug. 2022.
- FLORENCE, C. S. et al. Medical Costs of Fatal and Nonfatal Falls in Older Adults. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 66, n. 4, p. 693–698, 2018.
- FRAGALA, M. S. et al. Resistance training for older adults: Position statement from the national strength and conditioning association. **Journal of strength and conditioning research**, v. 33, n. 8, p. 2019–2052, 2019.
- GALLAGHER, D. et al. Appendicular skeletal muscle mass: Effects of age, gender, and ethnicity. **Journal of Applied Physiology**, v. 83, n. 1, p. 229–239, 1997.
- GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, Jul. 2011.
- GARCÍA-RAMOS, A. et al. Force-velocity relationship of upper body muscles: Traditional versus ballistic bench press. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 32, n. 2, p. 178–185, 2016.
- GARCIA-RAMOS, A.; JARIC, S. Two-point method: A quick and fatigue-free procedure for assessment of muscle mechanical capacities and the 1 repetition maximum. **Strength and Conditioning Journal**, v. 40, n. 2, p. 54–66, 2018.
- GENTIL, P.; BOTTARO, M. Influence of supervision ratio on muscle adaptations to resistance training in nontrained subjects. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 639–643, Mar. 2010.
- GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; MARQUES, M. C. Relationship between kinematic factors and countermovement jump height in trained track and field athletes. **Journal of strength and conditioning research**, v. 24, n. 12, p. 3443–3447, Dec. 2010.
- GORDON, T. et al. The resilience of the size principle in the organization of motor unit properties in normal and reinnervated adult skeletal muscles. **Canadian journal of physiology and pharmacology**, v. 82, n. 8–9, p. 645–661, 2004.
- GRUBER, M. et al. Excitability at the motoneuron pool and motor cortex is specifically modulated in lengthening compared to isometric contractions. **Journal of neurophysiology**, v. 101, n. 4, p. 2030–2040, Apr. 2009.

- GUHATHAKURTA, P.; PROCHNIEWICZ, E.; THOMAS, D. D. Actin-Myosin Interaction: Structure, Function and Drug Discovery. **International journal of molecular sciences**, v. 19, n. 9, Sep. 2018.
- GUILHEM, G.; CORNU, C.; GUÉVEL, A. Neuromuscular and muscle-tendon system adaptations to isotonic and isokinetic eccentric exercise. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 53, n. 5, p. 319–341, 2010.
- HORTOBÁGYI, T. et al. Hortobágyi T, Barrier J, Beard D, Braspenincx J, Koens P, Devita P, Dempsey L, Lambert J (1996a) Greater initial adaptations to submaximal muscle lengthening than maximal shortening. *J Appl Physiol* 81:1677–1682. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 81, n. 4, p. 1677–1682, Oct. 1996.
- IZQUIERDO, M. et al. International Exercise Recommendations in Older Adults (ICFSR): Expert Consensus Guidelines. **The journal of nutrition, health & aging 2021**, p. 1–30, 2021.
- IZQUIERDO, M.; DUQUE, G.; MORLEY, J. E. Physical activity guidelines for older people: Knowledge gaps and future directions. **The Lancet Healthy Longevity**, v. 2, n. 6, p. 380–383, 2021.
- KARATZAFERI, C. et al. Phosphocreatine and ATP content in human single muscle fibres before and after maximum dynamic exercise. **Pflugers Archiv European Journal of Physiology**, v. 442, n. 3, p. 467–474, 2001.
- KITTILSEN, H. T. et al. Responses to Maximal Strength Training in Different Age and Gender Groups. **Frontiers in Physiology**, v. 12, n. February, p. 1–10, 2021.
- KNUTTGEN, H. G.; KRAEMER, W. J. Terminology and measurement in exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 1, n. 1, p. 1–10, 1987.
- KRAEMER, W. J.; LOONEY, D. P. Underlying mechanisms and physiology of muscular power. **Strength and Conditioning Journal**, v. 34, n. 6, p. 13–19, 2012.
- LALLY, F.; CROME, P. Understanding frailty. **Postgraduate Medical Journal**, v. 83, n. 975, p. 16–20, 2007.
- LINDSTEDT, S. L.; LASTAYO, P. C.; REICH, T. E. When active muscles lengthen: Properties and consequences of eccentric contractions. **News in physiological sciences : an international journal of physiology produced jointly by the International Union of Physiological Sciences and the American Physiological Society**, v. 16, p. 256–261, Dec. 2001.
- LOPEZ, P. et al. Benefits of resistance training in physically frail elderly: a systematic review. **Aging Clinical and Experimental Research**, v. 30, n. 8, p. 889–899, 2018.
- MARENGONI, A. et al. Aging with multimorbidity: a systematic review of the literature. **Ageing research reviews**, v. 10, n. 4, p. 430–439, Sep. 2011.

- MC DERMOTT, E. J. et al. Fast and ballistic contractions involve greater neuromuscular power production in older adults during resistance exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 7, n. 122, p. 1639–1655, 2022.
- MIKE, I. N. et al. The effects of eccentric contraction duration on muscle strength, power production, vertical jump, and soreness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 3, p. 773–786, 2017.
- MIRAS-MORENO, S. et al. Two-point method applied in field conditions: A feasible approach to assess the load-velocity relationship variables during the bench pull exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 7, p. 1367–1374, 2022.
- NASCIMENTO, W. et al. Muscle-strengthening activities and cancer incidence and mortality: a systematic review and meta-analysis of observational studies. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 18, n. 1, p. 1–10, 2021.
- NICHOLAS A. RATAMESS, B. A. A.; , TAMMY K. EVETECH, T. J. H.; W. BEN KIBLER, M.D., F. W. J. K. AND N. T. T. Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **American College Sports Medicine**, v. 1, p. 687–708, 2009.
- ORSSATTO, L. B. DA R. et al. Why fast velocity resistance training should be prioritized for elderly people. **Strength & Conditioning Journal**, v. 41, n. 1, p. 105–114, 2019.
- PALLARÉS, J. G. et al. Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. **Journal of Sports Sciences**, v. 32, n. 12, p. 1165–1175, 2014.
- PÉREZ-CASTILLA, A. et al. Evaluation of muscle mechanical capacities through the two-load method: Optimization of the load selection. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 5, p. 1245–1253, 2018.
- PÉREZ-CASTILLA, A. et al. Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 5, p. 1258–1265, 2019.
- PÉREZ-CASTILLA, A. et al. Comparison of the Force-, Velocity-, and Power-Time Curves Between the Concentric-Only and Eccentric-Concentric Bench Press Exercises. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 6, p. 1618–1624, 2020.
- PÉREZ-CASTILLA, A.; JUKIC, I.; GARCÍA-RAMOS, A. Validation of a novel method to assess maximal neuromuscular capacities through the load-velocity relationship. **Journal of biomechanics**, v. 127, p. 110684, Oct. 2021.
- PINNIGER, G. J. et al. Tension regulation during lengthening and shortening actions of the



- human soleus muscle. **European journal of applied physiology**, v. 81, n. 5, p. 375–383, Mar. 2000.
- RADAELLI, R. et al. Power Training Prescription in Older Individuals: Is It Safe and Effective to Promote Neuromuscular Functional Improvements? **Sports Medicine**, n. October, 2022.
- RATAMESS, N.; ALVAR, B. A.; KRAEMER, W. J. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, 2009.
- RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of strength and conditioning research**, v. 18, n. 4, p. 918–920, Nov. 2004.
- RUMBERGER, E. The role of the sarcoplasmic reticulum in the pure frequency potentiation: the effect of ryanodine. **Pflugers Archiv : European journal of physiology**, v. 364, n. 2, p. 203–204, Jul. 1976.
- SAMPAIO, F. et al. The epidemiology of falls in Portugal: An analysis of hospital admission data. **PLoS ONE**, v. 16, n. 12 December, p. 1–10, 2021.
- SÁNCHEZ-MEDINA, L. et al. Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. **Sports Medicine International Open**, v. 28, n. 2, p. 80–88, 2017.
- SANCHEZ-MEDINA, L.; PEREZ, C. E.; GONZALEZ-BADILLO, J. J. Importance of the propulsive phase in strength assessment. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 2, p. 123–129, 2010.
- SATO, S. et al. Comparison between concentric-only, eccentric-only, and concentric-eccentric resistance training of the elbow flexors for their effects on muscle strength and hypertrophy. **European journal of applied physiology**, n. 0123456789, 2022.
- SCALETAR, B. A. How neurosecretory vesicles release their cargo. **The Neuroscientist : a review journal bringing neurobiology, neurology and psychiatry**, v. 12, n. 2, p. 164–176, Apr. 2006.
- SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D. I.; KRIEGER, J. W. Effect of repetition duration during resistance training on muscle hypertrophy: A systematic review and meta-analysis. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 45, n. 4, p. 577–585, Apr. 2015.
- SHAFIEE, G. et al. Prevalence of sarcopenia in the world: a systematic review and meta-analysis of general population studies. **Journal of diabetes and metabolic disorders**, v. 16, p. 21, 2017.
- SORIANO-MALDONADO, A. et al. Effects of a 12-week resistance and aerobic exercise program on muscular strength and quality of life in breast cancer survivors: Study protocol for

- the EFICAN randomized controlled trial. **Medicine**, v. 98, n. 44, p. e17625, 2019.
- STARON, R. S. et al. Fiber type composition of the vastus lateralis muscle of young men and women. **Journal of Histochemistry and Cytochemistry**, v. 48, n. 5, p. 623–629, 2000.
- THOM, J. M. et al. Triceps surae muscle power, volume, and quality in older versus younger healthy men. **Journals of Gerontology A Biological Sciences and Medical Sciences**, v. 60, n. 9, p. 1111–1117, 2005.
- TØIEN, T. et al. Maximal intended velocity enhances strength training induced neuromuscular stimulation in older adults. **European Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 12, p. 2627–2636, 2022.
- TURNER, A. N. et al. Developing powerful athletes, Part 1: Mechanical underpinnings. **Strength and Conditioning Journal**, v. 42, n. 3, p. 30–39, 2020.
- UNHJEM, R. et al. Lifelong strength training mitigates the age-related decline in efferent drive. **Journal of Applied Physiology**, v. 121, n. 2, p. 415–423, 2016.
- UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS POPULATION DIVISION. **World Population Ageing 2019**. [s.l.: s.n.]. v. Highlights
- VALDES, O. et al. Contralateral effects of eccentric resistance training on immobilized arm. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 31, n. 1, p. 76–90, Jan. 2021.
- VAN DEN TILLAAR, R. Effect of descent velocity upon muscle activation and performance in two-legged free weight back squats. **Sports**, v. 7, n. 1, 2019.
- VAN DEN TILLAAR, R.; ETTEMA, G. The “sticking period” in a maximum bench press. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 5, p. 529–535, 2010.
- WEAKLEY, J. et al. Velocity-based training: From theory to application. **Strength & Conditioning Journal**, v. 43, n. 2, p. 31–49, 2021.
- WESTERBLAD, H.; BRUTON, J. D.; KATZ, A. Skeletal muscle: Energy metabolism, fiber types, fatigue and adaptability. **Experimental Cell Research**, v. 316, n. 18, p. 3093–3099, 2010.
- WILK, M.; TUFANO, J. J.; ZAJAC, A. The influence of movement tempo on acute neuromuscular, hormonal, and mechanical responses to resistance exercise: A mini review. **Journal of strength and conditioning research**, v. 34, n. 8, p. 2369–2383, 2020.
- WILK, M.; ZAJAC, A.; TUFANO, J. J. The influence of movement tempo during resistance training on muscular strength and hypertrophy responses: A review. **Sports Medicine**, v. 51, n. 8, p. 1629–1650, 2021.
- WILLIS, L. H. et al. Effects of aerobic and/or resistance training on body mass and fat mass in overweight or obese adults. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 113, n.

12, p. 1831–1837, Dec. 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. World report on ageing and health. **World Health Organization**, v. 1, n. 978 92 4 156504 2, p. <https://news.ge/anakliis-porti-aris-qveynis-momava>, 2015.

YARDLEY, J. E. et al. Resistance versus aerobic exercise. **Diabetes Care**, v. 36, n. 3, p. 537–542, 2013.

## APÊNDICES

## APÊNDICE A- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr. (a) está sendo convidado (a) a partir do projeto de pesquisa intitulado “**Correspondência entre a faixa de repetições e limiares de perda de velocidade do treinamento resistido de idosos**”, pedimos sua autorização para as coletas, o depósito e armazenamento das informações para o desempenho físico de repetições baseadas na perda de velocidade. A utilização destes dados está vinculada somente para este projeto de pesquisa ou se o professor **Dr. Victor Silveira Coswig** concordar para utilização futuramente. Nesta pesquisa pretendemos descrever o comportamento da velocidade de execução ao longo das repetições, e seus respectivamente limiares. Para a realização deste projeto serão necessárias 4 semanas de intervenção, incluindo avaliações e treinamentos.

Todos os participantes terão suas identidades mantidas em completo sigilo, os principais riscos envolvidos nos procedimentos se destacam sobrecargas articulares e musculares durante os protocolos. Entretanto, para contornar possíveis problemas relacionados a lesões, cada participante será acompanhado por três supervisores para uma melhor orientação, controle de carga de treinamento e instrumentalização dos testes selecionados.

Esse projeto visa descrever os limiares de repetições baseados na perda de velocidade média propulsiva. Para participar deste estudo o Sr. (a) não terá nenhum custo nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, o Sr.(a) tem assegurado o direito à indenização. O Sr. (a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar e a qualquer tempo e sem quaisquer prejuízos, pode retirar o consentimento de guarda e utilização dos dados resultantes de sua participação, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. A sua participação é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que o Sr. (a) é atendido (a) pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Os resultados obtidos pela pesquisa, a partir de seus dados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O Sr. (a) não será identificado (a) em nenhuma publicação, e sua identificação, será mantida em completo sigilo.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, Sr. Victor Silveira Coswig da UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (UFPA), campus Castanhal-Pa e a outra será fornecida ao **Sr. Antenor Barbosa Calandrini de Azevedo**. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos (ou até 10 (dez) anos) na UFPA e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Eu, \_\_\_\_\_, portador do documento de identidade fui informado sobre (a) os objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa “**Correspondência entre a faixa de repetições e limiares de perda de velocidade do treinamento resistido de idosos**”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar. ( ) Concordo que os meus dados resultantes sejam utilizados somente para esta pesquisa. ( ) Concordo que o meus dados resultantes possam ser utilizados em outras pesquisas, mas serei comunicado pelo pesquisador novamente e assinarei outro termo de consentimento livre e esclarecido que explique para que será utilizado o material.

Rubrica do participante: \_\_\_\_\_

Declaro que concordo em participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.



Prof. Dr. Victor Silveira Coswig

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar: CEP/ICS/UFPA: Comitê de ética em pesquisa em seres humanos do instituto de ciências da saúde da UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (CEP-ICS/UFPA) -Complexo de sala de aula /ICS-sala 13- Campus universitário do Guamá-Cep:66075-110-Belém-Pará.Tel/Fax. 3201-7735. E-mail: cepccs@ufpa.br.

## APÉNDICE B- STROBER STATEMENT

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

|                              | Item<br>No | Recommendation   |
|------------------------------|------------|--|
| <b>Title and abstract</b>    | 1          | (a) Indicate the study’s design with a commonly used term in the title or the abstract<br><hr/> (b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found  |
| <b>Introduction</b>          |            |  |
| Background/rationale         | 2          | Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported   |
| Objectives                   | 3          | State specific objectives, including any prespecified hypotheses   |
| <b>Methods</b>               |            |  |
| Study design                 | 4          | Present key elements of study design early in the paper  |
| Setting                      | 5          | Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection  |
| Participants                 | 6          | (a) <i>Cohort study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up<br><i>Case-control study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls<br><i>Cross-sectional study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants<br><hr/> (b) <i>Cohort study</i> —For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed<br><i>Case-control study</i> —For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case |
| Variables                    | 7          | Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable   |
| Data sources/<br>measurement | 8*         | For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group   |
| Bias                         | 9          | Describe any efforts to address potential sources of bias  |
| Study size                   | 10         | Explain how the study size was arrived at  |
| Quantitative variables       | 11         | Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why   |
| Statistical methods          | 12         | (a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding  |

(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions

---

(c) Explain how missing data were addressed

---

(d) *Cohort study*—If applicable, explain how loss to follow-up was addressed

*Case-control study*—If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed

*Cross-sectional study*—If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy

---

(e) Describe any sensitivity analyses

Continued on next page

## Results

|                  |     |   |
|------------------|-----|---|
| Participants     | 13* | (a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed<br>(b) Give reasons for non-participation at each stage<br>(c) Consider use of a flow diagram   |
| Descriptive data | 14* | (a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders<br>(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest<br>(c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)   |
| Outcome data     | 15* | <i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time<br><i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure<br><i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures   |
| Main results     | 16  | (a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included<br>(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized<br>(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period |
| Other analyses   | 17  | Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses  |

## Discussion

|                  |    |  |
|------------------|----|--|
| Key results      | 18 | Summarise key results with reference to study objectives   |
| Limitations      | 19 | Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias                 |
| Interpretation   | 20 | Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence |
| Generalisability | 21 | Discuss the generalisability (external validity) of the study results  |

## Other information

|         |    |   |
|---------|----|---|
| Funding | 22 | Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based |
|---------|----|---|

\*Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies.

**Note:** An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE



checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at [www.strobe-statement.org](http://www.strobe-statement.org)