



Diferenças na relação carga-velocidade entre homens e mulheres destreinados durante o back squat

Differences in the load-velocity relationship between untrained men and women during the back squat exercise

Levy Anthony de-Oliveira¹ , Fernando Martín-Rivera² , Marzo Edir Da Silva-Grigoletto¹ 

1. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, Brasil

2. Universitat de València, València, Espanha

RESUMO

Objetivos: Os objetivos deste estudo foram: 1) comparar a relação carga-velocidade estimada pelo método de dois pontos entre homens e mulheres destreinados durante o exercício agachamento paralelo (BS) e 2) comparar o perfil carga-velocidade encontrado em nosso estudo com os perfis de carga-velocidade relatados na literatura científica para indivíduos treinados. Além disso, comparar a velocidade de 1RM medida com a velocidade de 1RM predita pelo método de dois pontos no exercício BS em indivíduos destreinados. **Métodos:** Setenta e seis indivíduos destreinados (38 homens (22,7 ± 4,4 anos; 174,9 ± 6,8 cm; 76,1 ± 14,9 kg) e 38 mulheres (24,7 ± 4,3 anos; 159,1 ± 6,0 cm; 64,7 ± 13,3 kg) realizaram um teste de uma repetição máxima e um teste progressivo de duas cargas com 20% e 70% 1RM para estimar suas relações carga-velocidade. **Resultados:** Os principais resultados revelaram que 1) a velocidade média propulsiva e a velocidade média atingida em cada carga relativa foram diferentes entre homens e mulheres ($p < 0,05$). No entanto, a velocidade de 1RM medida não foi significativamente diferente entre eles. Homens destreinados forneceram uma relação carga-velocidade mais acentuada do que as mulheres. Descobrimos que 2) os indivíduos destreinados de nosso estudo apresentaram um perfil carga-velocidade diferente dos indivíduos treinados dos estudos da literatura científica. Além disso, 3) a velocidade de 1RM medida foi menor do que a velocidade de 1RM predita ($p < 0,05$). **Conclusão:** Esses resultados sugerem que a relação carga-velocidade é dependente do sexo e nível de treinamento, e que o método de dois pontos usando 20% e 70% 1RM não seria confiável para estimar a relação carga-velocidade no exercício agachamento paralelo em homens e mulheres destreinados.

Palavras-chave: exercício; mensuração da velocidade; força muscular.

ABSTRACT

Objectives: The purposes of this investigation were: 1) to compare the load-velocity relationship estimated by the two-point method between untrained men and women during the parallel back squat exercise (BS) and 2) to compare the load-velocity profile found in our study with the load-velocity profiles reported in the scientific literature for trained individuals. Beyond, we aimed to compare the measured 1RM velocity with predicted 1RM velocity by the two-point method in the BS exercise in untrained individuals. **Methods:** Seventy-six untrained individuals (38 men (22.7 ± 4.4 years; 174.9 ± 6.8 cm; 76.1 ± 14.9 kg) and 38 women (24.7 ± 4.3 years; 159.1 ± 6.0 cm; 64.7 ± 13.3 kg) performed a one-repetition maximum test and a progressive two-load test with 20% 1RM and 70% 1RM to estimate their load-velocity relationships. **Results:** The main results revealed that 1) mean propulsive velocity and mean velocity attained at each relative load were different between men and women ($p < 0.05$). However, the measured 1RM velocity was not significantly different between them. Untrained men provided a steeper load-velocity relationship than women. We found that 2) untrained individuals of our study showed a different load-velocity profile than trained individuals from scientific literature studies. Furthermore, 3) the measured 1RM velocity was lower than the predicted 1RM velocity ($p < 0.05$). **Conclusion:** These results suggest that the load-velocity relationship is dependent on sex and training background, and the two-point method using 20% and 70% 1RM might not be reliable to estimate the load-velocity relationship in the BS exercise for untrained men and women.

Keywords: exercise; velocity measurement; muscle strength.

Recebido em: 16 de março de 2021; Aceito em: 15 de abril de 2021.

Correspondência: Marzo Edir Da Silva-Grigoletto, Rua Prof. Arício Guimarães Fortes, 321/902, 49037-060 Aracaju SE

Introdução

O valor de uma repetição máxima (1RM) é a referência primária para a prescrição das cargas de treinamento durante o treinamento resistido [1]. A forma clássica para avaliá-lo é por meio do método de tentativa e erro, medindo a carga de 1RM diretamente [2]. Uma vez que este método possui inconvenientes importantes [3], pesquisadores tentaram determinar a carga de 1RM, por meio de métodos indiretos [4-6]. No entanto, métodos indiretos também possuem limitações relevantes [3]. A medição da velocidade de movimento durante os exercícios resistidos ganhou popularidade no campo da força e condicionamento para evitar as limitações desses métodos, visto que relações quase perfeitas foram encontradas entre a magnitude da carga e a velocidade da barra em muitos exercícios resistidos [7-11]. Neste sentido, equações de regressão generalizadas foram propostas para determinar a carga relativa (% 1RM) e a carga de 1RM [8,12].

As equações generalizadas também têm algumas limitações críticas [13]. Parte-se do pressuposto de que a relação carga-velocidade é específica do exercício, ou seja, cada exercício tem sua velocidade de 1RM (V_{1RM}). Dessa forma, a velocidade de cada % 1RM é tratada como se fosse igual para todos os indivíduos. Estudos recentes observaram que a relação carga-velocidade é individual, sugerindo o uso de uma relação carga-velocidade individualizada para a estimativa de 1RM mais precisa [14,15]. Além disso, existe a possibilidade de que o nível de treinamento dos indivíduos influencie a relação carga-velocidade, uma vez que é bem conhecido que indivíduos não treinados possuem uma integração do sistema nervoso diferente e capacidade insuficiente do sistema nervoso para ativar os músculos de forma adequada [16]. Como a velocidade de movimento é uma consequência da força muscular aplicada, e a força aplicada é uma consequência da ativação e coordenação muscular, diferentes padrões de ativação muscular podem levar a velocidades diferentes. Além disso, a maior taxa de ganho de força de indivíduos destreinados poderia influenciar os valores de velocidade encontrados, pois esses indivíduos ainda podem alcançar um desempenho neuromuscular muito melhor [17]. Seria interessante avaliar os perfis carga-velocidade de indivíduos treinados e destreinados para testar essa hipótese.

Outra limitação das equações generalizadas é que a relação carga-velocidade é específica do sexo [14]. Recentemente, Torrejón *et al.* [18] mostraram que a relação carga-velocidade difere mais entre homens e mulheres do que entre indivíduos com diferentes níveis de força no exercício supino reto. Balsalobre-Fernández *et al.* [7] mostraram que as mulheres desenvolvem velocidades com cada % 1RM menor do que os homens no exercício *press* militar. Com base no nosso conhecimento, apenas em um estudo científico [4] a relação carga-velocidade foi verificada em homens e mulheres destreinados em um exercício de membros inferiores, o *back half-squat*. No entanto, evidências sólidas recentes [19] sugeriram que o uso desse exercício é inconveniente. Este estudo indicou melhorias limitadas de desempenho, incrementos de dor e desconforto após o treinamento com o *back half-squat* e o uso de exercícios de

agachamento paralelo ou completo foi recomendado. Assim, será pertinente fornecer uma descrição detalhada da relação carga-velocidade em homens e mulheres destreinados em um exercício de agachamento eficaz.

Além disso, o método de duas cargas surgiu como um método alternativo ao teste da relação carga-velocidade tradicional com cargas múltiplas. O método de cargas múltiplas consiste na medição da velocidade contra várias cargas externas (geralmente 4-9 cargas) em intensidades progressivas variáveis. Desta forma, este método pode estar sujeito à fadiga excessiva, pode ser demorado e impraticável no dia a dia e para grandes grupos [13,20]. Neste sentido, assumindo que a relação carga-velocidade é geralmente estável e linear em exercícios resistidos, o método de duas cargas analisa apenas duas cargas [13]. Uma pesquisa recente [21] mostrou que o método de duas cargas pode ser ideal devido à maior validade e confiabilidade semelhante observada do que o método de múltiplas cargas [13]. Embora o método de dois pontos seja confiável para determinar a relação carga-velocidade e prever a carga de 1RM, ele foi analisado após a aplicação do método de múltiplas cargas. Neste sentido, este método deve ser analisado separadamente do método de múltiplas cargas porque a fadiga acumulada através de várias cargas pode afetar os valores de velocidade encontrados [13].

Assim, nossos objetivos foram 1) estimar e comparar a relação carga-velocidade entre homens e mulheres destreinados e 2) comparar a relação carga-velocidade encontrada em nosso estudo com aquelas encontradas na literatura científica para indivíduos treinados no exercício de agachamento paralelo com a barra nas costas (BS) para saber se o nível de treinamento influencia a relação carga-velocidade. Além disso, objetivamos 3) avaliar se a V1RM medida é semelhante à V1RM prevista a partir da relação carga-velocidade estimada pelo método de dois pontos no exercício de BS em indivíduos destreinados.

Métodos

Desenho experimental

Um estudo transversal foi desenhado para atender aos objetivos descritos acima. Os participantes compareceram ao laboratório em três ocasiões, separadas por pelo menos 48-72 horas. A variável independente deste estudo foi a % 1RM, e a variável dependente foi a velocidade atingida a cada % 1RM. Na primeira sessão, foram mensuradas a estatura e a massa corporal, e realizada a familiarização com o BS. Durante a segunda sessão, foi estabelecida a 1RM individual para o BS. Na terceira sessão, estimamos a relação carga-velocidade, por meio do método de duas cargas. Para controlar a influência de fatores externos que possivelmente afetam o desempenho durante o exercício, todas as sessões foram controladas pelos mesmos dois investigadores, especialistas certificados em força e condicionamento (CSCS), e conduzidas no laboratório de fisiologia do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Sergipe, sob condições ambientais semelhantes (~23 ° C; ~ 60% de umidade).

Participantes

Setenta e seis (38 homens e 38 mulheres) indivíduos destreinados se ofereceram para participar deste estudo. Homens ($22,7 \pm 4,4$ anos; $174,9 \pm 6,8$ cm; $76,1 \pm 14,9$ kg) e mulheres ($24,7 \pm 4,3$ anos; $159,1 \pm 6,0$ cm; $64,7 \pm 13,3$ kg). Todos eles tinham no mínimo um ano de experiência em treinamento resistido com o BS, contudo estavam destreinados há pelo menos três meses no momento do estudo. Todos os participantes estavam isentos de dores musculoesqueléticas, distúrbios neuromusculares ou qualquer forma de doença articular ou óssea que pudesse comprometer o desempenho no teste. Nenhum dos participantes fez uso de drogas, medicamentos ou outras substâncias para alterar o desempenho físico durante os testes. Os participantes foram informados sobre os procedimentos, riscos e benefícios do estudo. Eles leram e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido antes de iniciar o estudo. Os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (CAAE: 23629619.4.0000.5546).

Familiarização com o BS

Após um aquecimento dinâmico padronizado (o aquecimento foi o mesmo para todas as sessões), em que cada participante realizou 5 min de mobilidade articular, seguido de duas séries de 15 e 10 repetições (intercaladas com 2 min de descanso) com cargas externas de 10 e 20 kg para mulheres, 20 e 30 kg para homens no BS, respectivamente. Os participantes foram familiarizados com a técnica adequada do BS. O movimento começou com a postura ereta (ponto A), com quadris e joelhos totalmente estendidos. A barra foi agarrada com uma pegada pronada e apoiada nas costas na parte superior do trapézio. A postura era afastada aproximadamente na largura dos ombros, pés paralelos apoiados no chão ou rodados externamente a um máximo de 15° . A partir dessa posição, os participantes desceram em movimento controlado até que a prega inguinal atingisse (ponto B) o mesmo plano horizontal da borda superior da patela [10,22]. Após uma pausa momentânea ($\sim 1,5$ s), eles subiram de volta à posição ereta, mantendo uma postura de tronco ereta [23].

Teste de 1RM

Na segunda sessão, após o aquecimento dinâmico descrito acima, a carga de 1RM no BS foi medida, de acordo com o protocolo estabelecido por Pareja-Blanco et al. [24]. A técnica do BS realizada foi a mesma descrita acima. Uma vez que os sujeitos alcançaram o ponto B do BS, a distância da barra ao solo foi medida para estabelecer a profundidade do BS. O deslocamento da barra foi medido com o transdutor de posição linear citado abaixo para garantir que os sujeitos executassem uma profundidade semelhante a cada repetição do BS. Foi estabelecido um limite de perda de 10% do deslocamento da barra, uma vez que as cargas foram aumentadas, e caso este critério não fosse atendido, uma nova tentativa era feita após 5 min de descanso.

Método de duas cargas

Na terceira sessão, a relação carga-velocidade individual foi estimada por meio de um teste progressivo de duas cargas. Antes do início do teste da relação carga-velocidade, os participantes realizaram o mesmo aquecimento padronizado mencionado acima. Após o aquecimento, a velocidade da barra no exercício BS na máquina Smith foi medida em relação a duas cargas, 20% e 70% de 1RM medida na segunda sessão. A fase excêntrica do BS foi executada em uma velocidade média da barra controlada ($\sim 0,50-0,70$ m.s⁻¹) para garantir a padronização e segurança durante o movimento. Os participantes foram instruídos a se mover o mais rápido possível durante a fase concêntrica. Um forte incentivo verbal foi fornecido aos indivíduos para atingirem a velocidade máxima pretendida. Uma série para cada carga foi executada e cinco a três repetições foram realizadas. A série foi interrompida quando a velocidade da barra diminuiu em duas repetições consecutivas. Se o mesmo deslocamento da barra não fosse replicado ou a velocidade controlada da barra durante a fase excêntrica não fosse alcançada, uma nova série era feita após 3 minutos de descanso [25]. A repetição mais rápida do BS em cada carga foi considerada para a análise.

Equipamentos de medição e análise de dados

A estatura (cm) e a massa corporal (kg) foram mensuradas, por meio de um estadiômetro (Sanny, ES2030, São Paulo, Brasil), com precisão de 0,1 cm e balança antropométrica (Líder®, P150C, São Paulo, Brasil) com uma capacidade máxima de 150 kg, respectivamente. Essas variáveis foram medidas, de acordo com os procedimentos descritos em outro manuscrito [26]. Uma máquina Smith (Technogym, Gambetola-Itália) foi usada para todas as repetições realizadas no BS. Os dados de velocidade foram medidos com um transdutor de posição linear (LPT) com frequência de 1.000 Hz (Chronojump®, Boscosystem, Barcelona-Espanha). O deslocamento da barra e a velocidade foram calculados automaticamente pelo software personalizado v.1.9.0. A validade e confiabilidade deste dispositivo foram relatadas anteriormente [27,28].

Foram obtidas a velocidade média (MV) e a velocidade média propulsiva (MPV) para cada repetição do exercício. A VM é a velocidade média de toda a fase concêntrica do BS. A MPV é a velocidade média da fase propulsiva do BS. A fase de propulsão é a porção da fase concêntrica que ocorre até a fase de frenagem. Quando a aceleração (a) medida é maior do que a aceleração devido à gravidade, ou seja, $a \geq -9,81$ m.s⁻² [13,25].

Análise estatística

Os dados descritivos são apresentados como média, desvio padrão e intervalos de confiança (IC) de 95%. O teste de Kolmogorov-Smirnov confirmou a distribuição normal dos dados. Análises de regressão linear foram usadas para descrever as relações carga-velocidade para estimar a carga relativa, a partir da velocidade da barra. Um teste t independente foi usado para comparar as velocidades ante 20-100% 1RM entre homens e mulheres destreinados. O teste t de uma amostra foi utilizado

para comparar as medidas antropométricas, força relativa e absoluta, MPVs e MVs de nosso estudo com, no nosso conhecimento, todos os estudos da literatura científica que verificaram a relação carga-velocidade para o exercício BS com indivíduos treinados. Calculamos um teste t pareado para determinar a bondade do ajuste do método de dois pontos para estimar a V1RM, comparando a velocidade de 1RM medida diretamente, com a V1RM estimada. O tamanho do efeito d de Cohen (ES) foi medido para determinar a magnitude das diferenças médias. A interpretação do ES foi a seguinte: efeito trivial ($<0,20$), pequeno ($0,20-0,59$), moderado ($0,60-1,19$), grande ($1,2-2,0$) e muito grande ($>2,0$) [29]. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas usando o *Graphpad Prism 8.0.2* (GraphPad Software Inc., La Jolla, CA, EUA).

Resultados

1RM no BS

O valor medido de 1RM no BS para homens e mulheres foi de 100 ± 22 kg (ou seja, $1,34 \pm 0,28$ por kg de massa corporal) e 63 ± 16 kg (ou seja, $0,98 \pm 0,29$ por kg de massa corporal), respectivamente. Homens destreinados levantaram uma carga de 1RM maior do que mulheres destreinadas ($p < 0,05$).

Comparação da relação carga-velocidade entre homens e mulheres destreinados

A Tabela I mostra que as estimativas da MPV e MV atingidas em cada carga relativa (20-100%, com incrementos de 10%) foram diferentes entre homens e mulheres ($p < 0,05$). Homens destreinados alcançaram valores de velocidade mais altos a cada % 1RM, proporcionando uma relação carga-velocidade mais acentuada do que mulheres destreinadas. No entanto, a V1RM medida não foi significativamente diferente entre eles (Tabela I).

O teste t de uma amostra mostrou medidas antropométricas, força absoluta e relativa bastante semelhantes ($p > 0,05$) entre nossa amostra e os homens treinados do estudo de Martínez-Cava *et al.* [10] (Tabela II). Quando comparados com os atletas de beisebol da Divisão I da NCAA do estudo de Spitz *et al.* [30], houve diferença estatística entre os homens destreinados do nosso estudo e os atletas do estudo mencionado (Tabela II). Os atletas eram mais jovens, mais altos, mais pesados e mais fortes do que os homens da nossa amostra. Descobrimos que os indivíduos destreinados de nosso estudo apresentaram um perfil de carga-velocidade diferente dos indivíduos treinados dos estudos de Martínez-Cava *et al.* [10] e Spitz *et al.* [30] (Tabela III). Os homens destreinados deste estudo alcançaram velocidades mais altas do que os homens treinados do estudo de Martínez-Cava *et al.* [10]. Spitz *et al.* [30] analisaram apenas quatro cargas relativas. Os homens destreinados de nosso estudo alcançaram velocidades mais baixas com as cargas de 30%, 50% e 70% 1RM em comparação com o estudo de Spitz *et al.* No entanto, a velocidade de 90% 1RM foi semelhante entre esse e o nosso estudo.

Estimativa da V1RM, por meio do método de dois-pontos

A Tabela I mostra que a V1RM medida foi significativamente diferente da MPV de 1RM estimada para homens (ES = 2,83) e mulheres (ES = 2,54), e da MV de 1RM estimada para homens (ES = 4,12) e mulheres (ES = 2,90). As velocidades de 1RM medidas foram menores do que as velocidades de 1RM previstas para ambos os sexos.

Tabela I - Velocidade média propulsiva (MPV) e velocidade média (MV) atingidas de 20-100% 1RM no exercício agachamento paralelo com a barra nas costas estimadas pelo método de duas cargas para homens e mulheres destreinados

Carga Relativa (%1RM)	MPV (m,s ⁻¹)				MV (m,s ⁻¹)			
	Homens	Mulheres	p	ES	Homens	Mulheres	p	ES
20%	1,12 ± 0,13 (1,08-1,16)	0,78 ± 0,10 (0,74-0,81)	0,000	2,91	0,98 ± 0,10 (0,95-1,01)	0,73 ± 0,07 (0,71-0,75)	0,000	2,93
30%	1,03 ± 0,12 (0,99-1,07)	0,72 ± 0,09 (0,70-0,75)	0,000	2,97	0,91 ± 0,09 (0,88-0,94)	0,69 ± 0,06 (0,67-0,71)	0,000	3,00
40%	0,95 ± 0,11 (0,91-0,98)	0,67 ± 0,08 (0,65-0,70)	0,000	2,96	0,85 ± 0,08 (0,82-0,87)	0,64 ± 0,06 (0,63-0,66)	0,000	2,98
50%	0,86 ± 0,10 (0,83-0,89)	0,62 ± 0,07 (0,60-0,64)	0,000	2,83	0,78 ± 0,07 (0,76-0,80)	0,60 ± 0,06 (0,58-0,62)	0,000	2,80
60%	0,77 ± 0,09 (0,74-0,80)	0,57 ± 0,07 (0,55-0,59)	0,000	2,51	0,72 ± 0,07 (0,70-0,74)	0,56 ± 0,06 (0,54-0,58)	0,000	2,45
70%	0,68 ± 0,09 (0,66-0,71)	0,52 ± 0,07 (0,50-0,54)	0,000	2,03	0,65 ± 0,07 (0,63-0,67)	0,52 ± 0,07 (0,49-0,54)	0,000	1,99
80%	0,60 ± 0,10 (0,57-0,63)	0,47 ± 0,08 (0,44-0,49)	0,000	1,48	0,59 ± 0,07 (0,57-0,61)	0,47 ± 0,08 (0,45-0,50)	0,000	1,52
90%	0,51 ± 0,10 (0,48-0,54)	0,41 ± 0,09 (0,38-0,44)	0,000	0,97	0,52 ± 0,08 (0,50-0,55)	0,43 ± 0,09 (0,40-0,46)	0,000	1,10
100%	0,42 ± 0,12 (0,39-0,46)	0,36 ± 0,11 (0,33-0,40)	0,020	0,54	0,46 ± 0,09 (0,43-0,49)	0,39 ± 0,11 (0,35-0,42)	0,002	0,75
V1RM	0,16 ± 0,05 (0,14-0,18)	0,15 ± 0,04 (0,13-0,16)	0,177	0,19	0,16 ± 0,05 (0,14-0,18)	0,15 ± 0,04 (0,13-0,16)	0,177	0,19

Valores são média ± DP (intervalo de confiança de 95%); p = valor de p; ES = tamanho do efeito d de Cohen; V1RM = velocidade medida de 1RM

Tabela II - Comparação das medidas antropométricas e da força muscular entre homens destreinados de nosso estudo e homens treinados do estudo de Martínez-Cava *et al.* [10] e dos jogadores de beisebol da NCAA Divisão I do estudo de Spitz *et al.* [30]

Variáveis	Nosso estudo	Martínez-Cava <i>et al.</i>	ES	Spitz <i>et al.</i>	ES
Idade (anos)	22,7 ± 4,4	23,0 ± 4,4	0,07	19,4 ± 1,0*	1,03
Estatuta (cm)	174,9 ± 6,8	174,0 ± 7,4	0,02	182,4 ± 6,5*	1,13
Massa corpórea (kg)	76,1 ± 14,9	76,0 ± 12,8	0,01	87,2 ± 7,4*	0,94
Carga de 1RM (kg)	100 ± 21,9	94,3 ± 15,0	0,30	148 ± 20,5*	2,26
Razão 1RM/massa corpórea	1,34 ± 0,28	1,27 ± 0,25	0,26	1,7 ± 0,2*	5,89

Valores são média ± DP; * = significativamente diferente do nosso estudo (p < 0,001); ES = tamanho do efeito d de Cohen

Tabela III - Diferenças da velocidade média propulsiva (MPV) e da velocidade média (MV) no exercício agachamento paralelo com a barra nas costas em homens treinados e destreinados deste estudo e dos estudos de Martínez-Cava *et al.* [10] e Spitz *et al.* [30]

Cargas	MPV (m,s-1)			MV (m,s-1)		
	Nosso estudo	Martínez-Cava <i>et al.</i> ,	ES,	Nosso estudo	Spitz <i>et al.</i> ,	ES,
30%	1,03 ± 0,12 (0,99-1,07)	-	-	0,91 ± 0,09 (0,88-0,94)	1,19 ± 0,03 (1,13-1,25)*	4,17
40%	0,95 ± 0,11 (0,91-0,98)	0,88 ± 0,07 (0,86-0,90)*	0,75	-	-	-
50%	0,86 ± 0,10 (0,83-0,89)	0,78 ± 0,06 (0,76-0,80)*	0,97	0,78 ± 0,07 (0,76-0,80)	0,99 ± 0,02 (0,94-1,04)*	4,08
60%	0,77 ± 0,09 (0,74-0,80)	0,69 ± 0,05 (0,67-0,70)*	1,10	-	-	-
70%	0,68 ± 0,09 (0,66-0,71)	0,59 ± 0,05 (0,58-0,61)*	1,24	0,65 ± 0,07 (0,63-0,67)	0,75 ± 0,02 (0,71-0,79)*	1,94
80%	0,60 ± 0,10 (0,57-0,63)	0,50 ± 0,04 (0,51-0,53)*	1,31	-	-	-
90%	0,51 ± 0,10 (0,48-0,54)	0,40 ± 0,04 (0,39-0,41)*	1,44	0,52 ± 0,08 (0,50-0,55)	0,51 ± 0,04 (0,43-0,59)	0,16
100%	0,42 ± 0,12 (0,39-0,46)	0,30 ± 0,04 (0,28-0,31)*	1,34	-	-	-
Medida 1RM	0,16 ± 0,05 (0,14-0,18)	0,30 ± 0,04 (0,28-0,31)*	3,09	-	-	-

Valores são média ± DP (intervalo de confiança de 95%); * = significativamente diferente do nosso estudo ($p < 0.001$); ES = tamanho do efeito d de Cohen

Discussão

Os principais achados deste estudo foram as diferentes relações carga-velocidade e a V1RM medida semelhante encontrada entre homens e mulheres destreinados, além das diferentes relações carga-velocidade entre os homens destreinados de nosso estudo e homens treinados em estudos anteriores. Esse achado sugere que a relação carga-velocidade depende do sexo e do nível de treinamento. Velocidades mais altas com a mesma % 1RM foram encontradas para homens em comparação com mulheres durante o BS. Indivíduos destreinados e treinados apresentaram perfis de carga-velocidade diferentes. Como a V1RM medida foi diferente da V1RM estimada, por meio do método de dois pontos com 20% e 70% 1RM, esse resultado pode sugerir que o método de dois pontos aplicado separadamente não prediz a V1RM com precisão para o BS. Esses resultados fornecem novas informações para profissionais de força e condicionamento que usam a abordagem do treinamento resistido baseado na velocidade.

Ao avaliar o primeiro objetivo deste estudo, observou-se que os homens atingiram velocidades maiores do que as mulheres com um tamanho do efeito grande e muito grande até 80% 1RM. Porém, ao se aproximar da carga de 1RM, as diferenças foram pequenas e moderadas. Quando olhamos para as velocidades medidas, os ho-

mens atingiram velocidades maiores do que as mulheres nas cargas submáximas (20 e 70% 1RM), mas na carga máxima (1RM), as velocidades atingidas entre os sexos foram semelhantes. Estudos anteriores [7,14] também descobriram esse padrão em exercícios resistidos de empurrar da parte superior do corpo, como o supino reto e o press militar. Torrejón *et al.* [18] verificaram uma V1RM medida diferente entre homens e mulheres treinados. No entanto, observou-se em todos os estudos citados acima uma relação carga-velocidade mais acentuada para os homens quando comparados às mulheres. Este estudo verificou o mesmo achado no BS (Tabela I). Portanto, isso sugere que a relação carga-velocidade também é específica do sexo, mesmo para o BS.

Curiosamente, os estudos anteriores citados acima avaliaram a relação carga-velocidade em homens e mulheres treinados, por meio do método de múltiplas cargas. Uma vez que a distância entre as cargas é mais importante do que o número de cargas para determinar com precisão a relação carga-velocidade [20]. Este estudo usou o método de duas cargas e um padrão semelhante foi observado na relação carga-velocidade de homens e mulheres destreinados para um exercício resistido da parte inferior do corpo. Até onde sabemos, este é o primeiro estudo que utilizou o método de duas cargas separadamente. Com este método, a qualidade do ajuste não pode ser verificada, pois apenas dois pontos são usados. No entanto, isso ainda fornece informações válidas devido aos muitos estudos que mostram que a relação carga-velocidade é linear.

Em relação ao segundo objetivo deste estudo, Martínez-Cava *et al.* [10] verificaram apenas a MPV, enquanto que Spitz *et al.* [30] analisaram apenas a MV e a velocidade pico. Desta forma, os homens destreinados mostraram uma relação carga-velocidade diferente dos homens treinados. Curiosamente, quando comparamos nossos resultados com os do estudo de Martínez-Cava *et al.* [10], os indivíduos de ambos os estudos possuíram medidas antropométricas muito semelhantes e valores de força, com pequenas diferenças. Além disso, a MPV de uma % 1RM em homens destreinados foi 10% 1RM maior do que em homens treinados (Tabela III). Homens treinados mostraram um déficit de $\sim 0,10$ m.s⁻¹ quando comparados aos destreinados. No entanto, observa-se uma maior variabilidade interindividual neste estudo. Esses achados podem ser explicados pelas diferenças neuromusculares entre indivíduos treinados e destreinados. Os destreinados têm uma capacidade limitada de recrutar unidades motoras, especialmente unidades motoras de contração rápida. Eles são incapazes de ativar com sucesso todas as fibras musculares disponíveis. Apenas 71% do tecido muscular é ativado durante os esforços máximos nesta população [31,32]. Esse resultado pode causar uma maior variabilidade interindividual em indivíduos destreinados e na diferença entre as populações analisadas.

Spitz *et al.* [30] analisaram apenas quatro cargas relativas. Quando se compara os atletas do sexo masculino do estudo deles, observa-se diferenças moderadas, grandes e muito grandes nos valores antropométricos e de força. Encontramos uma diferença grande e muito grande para a MV atingida a 30, 50 e 70% de 1RM entre as amostras dos estudos. No entanto, foi encontrada uma diferença trivial da MV a 90%

1RM. Este resultado não foi encontrado no estudo de Martínez-Cava *et al.* [10]. No entanto, Spitz *et al.* [30] utilizaram apenas quatro cargas no método de múltiplas cargas, enquanto Martínez-Cava *et al.* [10] usaram, em média, o dobro de cargas ($8,8 \pm 1,7$ loads). Esse resultado sugere que o número de cargas influencia a velocidade com a fadiga acumulada nas várias cargas testadas. Estudos futuros devem analisar o método de dois pontos separadamente do de cargas múltiplas para elucidar melhor sua precisão na estimativa da relação carga-velocidade.

Em relação ao terceiro objetivo deste estudo, implementou-se o método de duas cargas para avaliar se a fadiga acumulada, por meio de múltiplas cargas testadas influencia a estimativa da V1RM. Para avaliar se o método de dois pontos poderia prever a V1RM com precisão, comparou-se a V1RM medida com a V1RM estimada. Houve uma diferença muito grande entre essas velocidades sugerindo que o método de duas cargas aplicado separadamente com 20% e 70% de 1RM não prevê a V1RM com precisão. Escolheu-se essas cargas relativas, pois dois pares distantes de cargas devem ser aplicados para maximizar a confiabilidade e validade do método de dois pontos [21]. Além disso, foi observada uma maior validade e confiabilidade semelhante do que o método de múltiplas cargas. [21]. Portanto, o resultado do presente estudo sugere que a velocidade de movimento é dependente do método, podendo sofrer influência da fadiga acumulada com múltiplas cargas testadas.

Esse achado reforça a necessidade de que estudos futuros analisem o método de dois pontos separadamente de múltiplas cargas para elucidar sua precisão na estimativa da relação carga-velocidade e predição da carga de 1RM. Estudos futuros também devem investigar as melhores cargas relativas usadas durante o método de dois pontos, para estimar a relação carga-velocidade com muita precisão.

Conclusão

Homens destreinados possuem uma relação carga-velocidade mais íngreme em comparação com mulheres destreinadas e a relação carga-velocidade é diferente entre homens treinados e destreinados no BS. Além disso, a velocidade de movimento é dependente do método usado para estimar a relação carga-velocidade em indivíduos destreinados, pois o método de dois pontos com 20% e 70% 1RM aplicado separado do método de cargas múltiplas não estima a V1RM com precisão no BS. Assim, a relação carga-velocidade depende do sexo, nível de treinamento e do método, sugerindo que pesquisadores e profissionais de força e condicionamento devem tomar cuidado ao estimar a relação carga-velocidade e implementar a abordagem do treinamento resistido baseado na velocidade em homens e mulheres destreinados usando o BS.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a todos os participantes que participaram abnegadamente do estudo e aos especialistas em força e condicionamento de nosso grupo de pesquisa que ajudaram na coleta de dados.

Potencial conflito de interesse

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

Fontes de financiamento

Não houve fontes de financiamento externas para este estudo.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: de-Oliveira LA. **Obtenção de dados:** de-Oliveira LA. **Análise e interpretação dos dados:** de-Oliveira LA, Martín-Rivera F, Da-Silva Grigoletto ME. **Análise estatística:** de-Oliveira LA. **Obtenção de financiamento:** N/A. **Redação do manuscrito:** de-Oliveira LA. **Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante:** Martín-Rivera F, Da-Silva Grigoletto ME.

Referências

1. Fry AC. The role of resistance exercise intensity on muscle fibre adaptations. *Sports Med* 2004;34(10):663-79. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434100-00004>
2. Brown LE, Weir JP. ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *J Exerc Physiol* 2001;4(3):1-21.
3. González-Badillo JJ, Sánchez-Medina L. Movement velocity as a measure of loading intensity in resistance training. *Int J Sports Med* 2010;31(05):347-52. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
4. Bazuelo-Ruiz B, Padial P, García-Ramos A, Morales-Artacho AJ, Miranda MT, Feriche B. Predicting maximal dynamic strength from the load-velocity relationship in squat exercise. *J Strength Cond Res* 2015;29(7):1999-2005.
5. Brzycki M. Strength testing-predicting a one-rep max from reps-to-fatigue. *J Phys Educ Recreat Dance* 1993;64(1):88-90. <https://doi.org/10.1055/s-0030-1248333>
6. Picerno P, Iannetta D, Comotto S, Donati M, Pecoraro F, Zok M, et al. 1RM prediction: a novel methodology based on the force-velocity and load-velocity relationships. *Eur J Appl Physiol* 2016;116(10):2035-43. <https://doi.org/10.1007/s00421-016-3457-0>
7. Balsalobre-Fernández C, García-Ramos A, Jiménez-Reyes P. Load-velocity profiling in the military press exercise: Effects of gender and training. *Int J Sports Sci Coach* 2018;13(5):743-50. <https://doi.org/10.1177/1747954117738243>
8. Conceição F, Fernandes J, Lewis M, González-Badillo JJ, Jimenez-Reyes P. Movement velocity as a measure of exercise intensity in three lower limb exercises. *J Sports Sci* 2016;34(12):1099-106. <https://doi.org/10.1080/02640414.2015.1090010>
9. Jidovtseff B, Harris NK, Crielaard J-M, Cronin JB. Using the load-velocity relationship for 1RM prediction: *J Strength Cond Res* 2011;25(1):267-70. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3181b62c5f>
10. Martínez-Cava A, Morán-Navarro R, Sánchez-Medina L, González-Badillo JJ, Pallarés JG. Velocity- and power-load relationships in the half, parallel and full back squat. *J Sports Sci*. 2019 May 19;37(10):1088-96. <https://doi.org/10.1080/02640414.2018.1544187>
11. Sánchez-Medina L, González-Badillo J, Pérez C, Pallarés J. Velocity- and power-load relationships of the bench pull vs. bench press exercises. *Int J Sports Med* 2013;30;35(03):209-16.
12. González-Badillo J, Marques M, Sánchez-Medina L. The importance of movement velocity as a measure to control resistance training intensity. *J Hum Kinet* 2011;29A(Special-Issue):15-9. <https://doi.org/10.2478/v10078-011-0053-6>
13. McBurnie AJ, Allen KP, Garry M, Martin M, Thomas D, Jones PA, et al. The benefits and limitations of predicting one repetition maximum using the load-velocity relationship. *Strength Cond J* 2019;41(6): 28-40. <https://doi.org/10.1519/SSC.0000000000000496>
14. García-Ramos A, Suzovic D, Pérez-Castilla A. The load-velocity profiles of three upper-body pushing exercises in men and women. *Sports Biomech* 2019;1-13. <https://doi.org/10.1080/14763141.2019.1597155>
15. Muñoz-López M, Marchante D, Cano-Ruiz MA, Chicharro JL, Balsalobre-Fernández C. Load-, force-, and power-velocity relationships in the prone pull-up exercise. *Int J Sports Physiol Perform* 2017;12(9):1249-55. <https://doi.org/10.1123/ijsspp.2016-0657>
16. Sale DG. Neural adaptation to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 1988;20(Sup 1):S135-45.

17. Kraemer WJ, Ratamess NA. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. *Med Sci Sports Exerc* 2004;36(4):674-88. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000121945.36635.61>
18. Torrejón A, Balsalobre-Fernández C, Haff GG, García-Ramos A. The load-velocity profile differs more between men and women than between individuals with different strength levels. *Sports Biomech* 2019;18(3):245-55. <https://doi.org/10.1080/14763141.2018.1433872>
19. Pállarés JG, Cava AM, Courel-Ibáñez J, González-Badillo JJ, Morán-Navarro R. Full squat produces greater neuromuscular and functional adaptations and lower pain than partial squats after prolonged resistance training. *Eur J Sport Sci* 2019;1-10. <https://doi.org/10.1080/17461391.2019.1612952>
20. García-Ramos A, Haff GG, Pestaña-Melero FL, Pérez-Castilla A, Rojas FJ, Balsalobre-Fernández C, et al. Feasibility of the 2-point method for determining the 1-repetition maximum in the bench press exercise. *Int J Sports Physiol Perform* 2018;13(4):474-81. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2017-0374>
21. Pérez-Castilla A, Jaric S, Feriche B, Padial P, García-Ramos A. Evaluation of muscle mechanical capacities through the two-load method: optimization of the load selection. *J Strength Cond Res* 2018;32(5):1245-53. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001969>
22. Hartmann H, Wirth K, Klusemann M. Analysis of the load on the knee joint and vertebral column with changes in squatting depth and weight load. *Sports Med* 2013;43(10):993-1008. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0073-6>
23. Pállarés JG, Sánchez-Medina L, Pérez CE, De La Cruz-Sánchez E, Mora-Rodríguez R. Imposing a pause between the eccentric and concentric phases increases the reliability of isoinertial strength assessments. *J Sports Sci* 2014;32(12):1165-75.
24. Pareja-Blanco F, Rodríguez-Rosell D, Sánchez-Medina L, Gorostiaga E, González-Badillo J. Effect of movement velocity during resistance training on neuromuscular performance. *Int J Sports Med* 2014;35(11):916-24. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363985>
25. Sánchez-Medina L, Pállarés J, Pérez C, Morán-Navarro R, González-Badillo J. Estimation of relative load from bar velocity in the full back squat exercise. *Sports Med Int Open* 2017;1(02):E80-8. <https://doi.org/10.1055/s-0043-102933>
26. Heath BH, Carter JE. A modified somatotype method. *Am J Phys Anthropol* 1967;27(1):57-74. <https://doi.org/10.1002/ajpa.1330270108>
27. Courel-Ibáñez J, Martínez-Cava A, Morán-Navarro R, Escribano-Peñas P, Chavarren-Cabrero J, González-Badillo JJ, et al. Reproducibility and repeatability of five different technologies for bar velocity measurement in resistance training. *Ann Biomed Eng* 2019;47(7):1523-38. <https://doi.org/10.1007/s10439-019-02265-6>
28. Pérez-Castilla A, Piepoli A, Delgado-García G, Garrido-Blanca G, García-Ramos A. Reliability and concurrent validity of seven commercially available devices for the assessment of movement velocity at different intensities during the bench press. *J Strength Cond Res* 2019;33(5):1258-65. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003118>
29. Hopkins WG, Marshall SW, Batterham AM, Hanin J. Progressive statistics for studies in sports medicine and exercise science. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(1):3-13. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e-31818cb278>
30. Spitz RW, Gonzalez AM, Ghigiarelli JJ, Sell KM, Mangine GT. Load-velocity relationships of the back vs. front squat exercises in resistance-trained men. *J Strength Cond Res* 2019;33(2):301-6. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002962>
31. Adams GR, Harris RT, Woodard D, Dudley GA. Mapping of electrical muscle stimulation using MRI. *J Appl Physiol* 1993;74(2):532-7. <https://doi.org/10.1152/jappl.1993.74.2.532>
32. Haff G, Triplett NT, eds. National Strength & Conditioning Association (US). *Essentials of strength training and conditioning*. 4 ed. Champaign, IL: Human Kinetics; 2016. 735 p.