








## Efeitos do exercício agachamento por trás na atividade mioelétrica de membros inferiores em homens treinados: uma revisão sistemática

### Effects of the back-squat exercise on lower limb myoelectric activity in trained men: a systematic review

Rogério Santos de Aguiar<sup>1</sup> , Juliana Brandão Pinto de Castro<sup>1</sup> , Andressa Oliveira Barros dos Santos<sup>1,2</sup>   
Giullio César Pereira Salustiano Mallen da Silva<sup>1,2</sup> , Fabiana Rodrigues Scartoni<sup>3</sup>   
Rodolfo de Alkmim Moreira Nunes<sup>1</sup> , Rodrigo Gomes de Souza Vale<sup>1,4</sup> 

1. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

2. Grupo de Pesquisa em Biodinâmica de Desempenho, Exercícios e Saúde (BIODESA),  
Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

3. Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis, RJ, Brasil

4. Universidade Estácio de Sá, Cabo Frio, RJ, Brasil

#### RESUMO

**Objetivo:** O objetivo deste estudo foi descrever os efeitos do exercício agachamento por trás sobre a atividade mioelétrica de membros inferiores em homens treinados. **Métodos:** Foi realizada uma revisão sistemática seguindo as recomendações do PRISMA. Foram pesquisadas as bases de dados Medline (Pubmed), Scielo, Scopus, SPORTDiscus e Lilacs. Os termos de pesquisa incluíram eletromiografia, exercício, treinamento de resistência e agachamento. Foram incluídos estudos experimentais que descreveram o exercício agachamento por trás por meio da eletromiografia de superfície (EMG) em homens com experiência em treinamento resistido (TR) e exercício agachamento por trás em ângulos de 60° a 90°. **Resultados:** Oito estudos preencheram os critérios de inclusão. As intervenções dos estudos incluídos variaram de 2 a 7 dias. Os protocolos demonstraram melhorar o sistema neuromuscular e proporcionar maior aquisição de força nos músculos envolvidos na realização do exercício agachamento por trás ( $p < 0,05$ ). Foram analisados 37 músculos, com predomínio dos músculos vasto lateral, vasto medial, glúteo máximo e reto femoral. **Conclusão:** Os estudos investigados nesta revisão mostraram que o exercício agachamento por trás em ângulos de 60° a 90° aumentou a atividade mioelétrica de membros inferiores registrada em cargas de 30% e 100% de 1RM em homens experientes em TR. Porém, mais estudos com maior qualidade metodológica são necessários na análise do exercício agachamento para reduzir o risco de viés.

**Palavras-chave:** eletromiografia; exercício de agachamento; treinamento de resistência; força muscular.

#### ABSTRACT

**Aim:** The aim of this study was to describe the effects of the back-squat exercise on the lower limb myoelectric activity in trained men. **Methods:** We conducted a systematic review following the recommendations of PRISMA. Medline (PubMed), Scielo, Scopus, SPORTDiscus, and Lilacs databases were searched. The search terms included electromyography, exercise, resistance training, and squat. We included experimental studies that described the back-squat exercise using surface electromyography (EMG) in men experienced in resistance training and back squat exercise at angles from 60° to 90°. **Results:** Eight studies met the inclusion criteria. The interventions of the included studies ranged from 2 to 7 days. The protocols demonstrated to improve the neuromuscular system and to provide greater acquisition of strength in the muscles involved in performing the back squat exercise ( $p < 0.05$ ). Thirty-seven muscles were analyzed, with a predominance of the vastus lateralis, vastus medialis, gluteus maximus, and rectus femoris muscles. **Conclusion:** The studies investigated in this review showed that the back-squat exercise at angles from 60° to 90° increased the lower limb myoelectric activity recorded in loads of 30% and 100% of 1RM in men experienced in resistance training. However, more studies with higher methodological quality are needed in the analysis of the squat exercise to reduce the risk of bias.

**Keywords:** electromyography; squat exercise; resistance training; muscle strength.

Recebido em: 26 de setembro de 2020; Aceito em: 3 de dezembro de 2020.

Correspondência: Rogério Santos de Aguiar, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Instituto de Educação Física e Esportes, Rua São Francisco Xavier, 524, 9 andar, bloco F, sala 9122, 20550-900 Rio de Janeiro, RJ. rogghi@gmail.com

## Introdução

O exercício agachamento é um dos exercícios mais utilizados na prescrição do treinamento resistido (TR) e da aptidão física. Este exercício também se aplica a prescrições destinadas a tratamentos clínicos. Essa aplicabilidade se deve à capacidade do exercício agachamento em fortalecer os músculos dos membros inferiores no tratamento de lesões ligamentares, disfunção patelofemoral e instabilidade do tornozelo [1-3].

O exercício agachamento também tem feito parte dos programas de treinamento esportivo, pois apresenta semelhanças biomecânicas e neuromusculares com uma ampla gama de movimentos atléticos [4]. Dessa forma, foi incluído como o exercício central em muitas rotinas esportivas. Uma vez estabelecido o modelo biomecânico, somado a uma análise anatômica para sua execução, o exercício agachamento é utilizado para melhorar a aptidão física, com benefícios associados que não se limitam à população atlética [5].

Além disso, muitas atividades da vida diária (AVD) requerem a interação coordenada e simultânea de vários grupos musculares. Dessa forma, o exercício agachamento pode ser utilizado para melhorar a força muscular dos membros inferiores, favorecendo a realização das AVD. Isso decorre da capacidade de recrutar vários grupos musculares em um único movimento [6].

Nessa perspectiva, o estudo da musculatura pode ser importante no fornecimento de informações sobre o controle dos movimentos voluntários, na análise dos reflexos e mensuração dos grupos musculares envolvidos no exercício agachamento [7]. Este exercício ativa cerca de 200 músculos [6] e pode ser realizado em diversas profundidades, geralmente medidas pelo grau de flexão do joelho, como parcial (joelho em ângulo de 40°), média (60, 70 a 90°) e total (maior que 90°) [8].

A atividade mioelétrica dos músculos humanos pode ser medida por eletromiografia de superfície (EMG). A EMG permite medir a variação do potencial de membrana, ou seja, como os potenciais de ação são transmitidos junto com a fibra muscular de acordo com o estímulo do exercício realizado [9]. Portanto, esta revisão sistemática teve como objetivo descrever os efeitos do exercício agachamento por trás sobre a atividade mioelétrica de membros inferiores em homens treinados.

## Métodos

Esta revisão sistemática seguiu as recomendações das diretrizes dos Principais Itens para relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (PRISMA) [10] e foi registrada no Registro Prospectivo Internacional de Revisões Sistemáticas (PROSPERO), com o número CRD42018082308.

### *Critérios de elegibilidade e inclusão do estudo*

Foram incluídos estudos experimentais utilizando TR com intervenção aguda que avaliaram o exercício agachamento por trás utilizando EMG em homens com

experiência em TR e no exercício agachamento em ângulos de 60° a 90°. Estudos de revisão, estudos com indivíduos que apresentavam alguma lesão muscular ou limitação física, ou escritos em outro idioma que não inglês, português ou espanhol foram excluídos desta revisão de estudo.

### *Estratégia de pesquisa*

Foi realizada busca sem filtros nas bases de dados Medline (via PubMed), Scielo, Scopus, SPORTDiscus e Lilacs (via BVS), em maio de 2020, utilizando os termos “eletromiografia”, “exercício”, “treinamento resistido” e seus respectivos sinônimos e “agachamento”. Esses descritores e seus sinônimos foram combinados de forma apropriada usando os operadores lógicos [AND] entre os descritores e [OR] entre os sinônimos (Apêndice 1). Embora o termo “agachamento” não tenha sido identificado nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), ele foi inserido nos descritores principais como estratégia de busca por ter aparecido em alguns estudos anteriores sobre o tema. As listas de referência e outras fontes foram pesquisadas para encontrar novos estudos.

Depois que as referências foram extraídas usando os termos de pesquisa, elas foram exportadas para uma biblioteca compartilhada do Mendeley. Dois autores concluíram a pesquisa, a remoção das duplicatas, a análise dos títulos e resumos e a triagem dos artigos completos. Eventuais divergências na análise foram encaminhadas a um terceiro autor. Em seguida, lemos a versão completa dos artigos que atenderam aos critérios de elegibilidade do presente estudo.

### *Análise de viés*

A ferramenta ROBINS-I (risco de viés em estudos não randomizados - de intervenções) foi utilizada para avaliar o risco de viés nos estudos incluídos nesta revisão sistemática [11]. Os estudos foram classificados como “viés de seleção”, “viés de desempenho”, “viés de detecção”, “viés de monitoramento”, “viés de relatório”, “viés por falta de dados” e “viés” na seleção de resultados relatados, com as respostas “sim”, “provavelmente sim”, “provavelmente não” e “não”. Dois avaliadores independentes e experientes analisaram o risco de viés nos estudos incluídos. As discordâncias foram avaliadas por um terceiro pesquisador.

### *Processo de coleta de dados*

Os seguintes dados foram extraídos dos estudos selecionados: país, número de participantes em cada grupo, idade, massa corporal, estatura (Tabela I), protocolo de intervenção, músculos testados, metodologias, testes usados para análise de dados e principais resultados (Tabela II).

## **Resultados**

No total, foram encontrados 350 estudos seguindo a metodologia de pesquisa proposta. Após a utilização dos critérios de seleção, oito artigos foram incluídos nesta revisão (Figura 1).

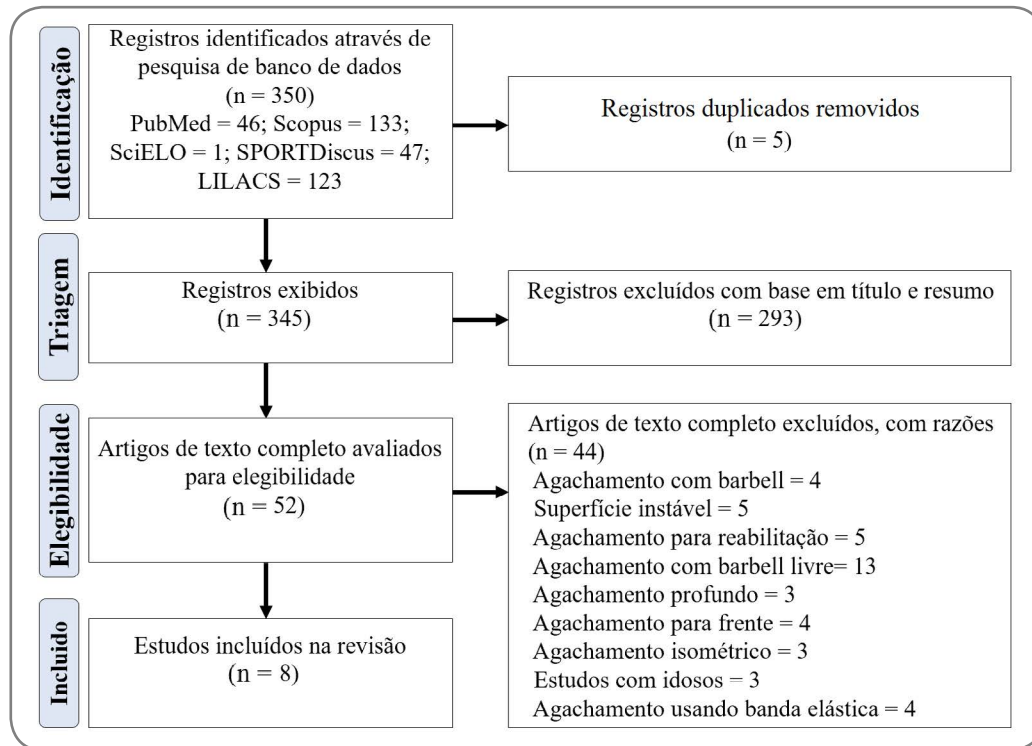


Figura 1 - Fluxograma dos artigos selecionados

Tabela I apresenta as características descritivas dos estudos incluídos nesta revisão. Ao analisar os oito estudos [12–19] da Tabela I, observou-se uma população de 107 homens treinados (idade média:  $25,13 \pm 1,93$  anos; massa corporal:  $82,62 \pm 2,05$  kg; estatura:  $1,74 \pm 0,03$  m).

Tabela I - Características descritivas dos estudos incluídos na revisão

Estudo	País de estudo	Tipo de amostra	Amostra do estudo	Características dos estudos		
				Idade (anos)	Est. (m)	MC (kg)
Clark <i>et al.</i> [12]	Irlanda	Estratificada	10	$26,6 \pm 8,4$	$1,7 \pm 0,3$	$86,1 \pm 7,8$
Fletcher and Bagley [13]	EUA	Estratificada	14	$21,7 \pm 2,6$	$1,79 \pm 0,07$	$83,2 \pm 14,1$
Gomes <i>et al.</i> [14]	EUA	Estratificada	14	$24 \pm 4$	$1,76 \pm 6$	$81 \pm 11$
Mina <i>et al.</i> [15]	EUA	Estratificada	16	$26 \pm 7,8$	$1,7 \pm 0,2$	$82,6 \pm 12,7$
Mina <i>et al.</i> [16]	França	Estratificada	16	$26 \pm 7,8$	$1,73 \pm 0,2$	$82,6 \pm 12,7$
Silva <i>et al.</i> [17]	Brasil	Estratificada	15	$26,5 \pm 6,9$	1,74	$80,8 \pm 5,2$
Silva <i>et al.</i> [18]	Brasil	Aleatória	10	$26 \pm 5$	$1,73 \pm 0,05$	—
Yavuz <i>et al.</i> [19]	Turquia	Não informou	12	$21,2 \pm 1,9$	—	—

EUA = Estados Unidos da América; MC = Massa corporal; Est = Estatura

A Tabela II apresenta as características metodológicas e os resultados referentes às condições de repouso na imposição da carga máxima em todos os estudos, incluindo o teste de força muscular utilizado, o grupo muscular avaliado e os resultados EMG antes e após a intervenção. Foram analisados 37 músculos, com predomínio na análise dos músculos reto femoral (RF), vasto lateral (VL), vasto medial (VM), glúteo máximo (GM) e reto femoral.

**Tabela II** - Métodos e resultados dos estudos incluídos nesta revisão

Estudo	Res. EMG (% - ±) Pré e pós intervenção		Perf. Inter. (dias)	Músculos analisados	Valor de P	Teste usado	Cargas de treino (kg)
Clark et al. [12]	RA = 21,1±14,7	↑90,3 ± 65,0	3	RA	p<0,001	1RM	393,4±28,20
	LS = 16,2±18,4	↑66,7 ± 48,41		LS	p<0,001		
	EO = 26,1±26,3	↑54,5± 15,3		EO	p<0,001		
	ECLS = 20,7±19,3	↑108,6 ± 10,4		ECLS	p<0,001		
	VL= 10,4±8,0	↑54,8 ± 39,0		VL	p<0,001		
Fletcher and Bagley [13]	EC= 107,8 ± 38,1	↑113,5 ± 37,1	7	ES, GM,	p<0,05	1RM	397,5±7,94
	EC= 119,5 ± 39,5	↑134,1 ± 55,4		ST, BF	p<0,001		
Gomes et al. [14]	GM= 12%	↑19,7%	5	GM	p<0,001	1RM	107±30
	VL= 34,4	↑45,6%		VL	p<0,001		
Mina et al. [15]	ST= 77,4 6 9,7	↑137,6 ± 26,8	2	RF, VM, ST	p<0,05	1RM	282,7±7,42
	QL = 95,9 ± 3,5	↑100,8 ± 4,6		VL, QL	p<0,05		
Mina et al. [16]	ST= 76,0 ± 11,2	↑75,7 ± 18,0	3	VM, VL,	p<0,05	1RM	280,6±5,94
	QL= 78,6 ± 3,5	↓70,5 ± 6,3		RF, ST			
Silva et al. [17]	GM= 1,0	↑29,37%	2	GM	p=0,004	10RM	163,4±15,27
	BF = 0,22	↑11,78%		BF	p=0,009		
	LS = 0,27	↑10,85%		SL	p=0,031		
Silva et al. [18]	VM = 103,37	↑110,3%	4	VM	p<0,05	8-12RM	297,35±12,40
	VL = 84,7	↑102,14%		VL	p<0,05		
	RF = 85,58	↑102,54 %		RF	p<0,05		
	BF = 92,19	↑120,93%		BF	p<0,05		
Yavuz et al. [19]	VM= 72 ± 57,6	↑76,4 ± 61,8	2	RF, VL, VM,	p<0,05	1RM	270,4±21,50
	GM= 30 ± 17,9	↑50,2 ± 30,8		EC, GM, BF,	p<0,05		
				ST			

Perf.=perfil; Inter.=intervenção; Res.=resultados; QF=quadrado lombar; EMG=eletromiografia; RM=repetição máxima; RA=reto abdominal; OE=oblíquo externo; ECLS=erector da coluna lombar superior; SL= sacro lombar; EC = erector da coluna; VM=vasto medial; VL=vasto lateral; RF=reto femoral; ST=semitendinoso; BF=bíceps femoral; SL=sóleo; GM=glúteo máximo; CL=coluna lombar; ↑ aumento, ↓ redução

A Tabela III mostra o risco de viés dos estudos por meio da ferramenta ROBINS-I. Em relação aos estudos analisados pela ferramenta ROBINS-I, 70% [13,15,16,17,19] foram considerados com risco crítico de viés, enquanto apenas 30% [12,14,18] foram considerados com risco moderado de viés.

**Tabela III** - Análise de risco de viés pela ferramenta ROBINS-I

Estudo	1	2	3	4	5	6	7	Total
Clark et al. [12]	P. Não	Não	P. Sim	P. Sim	Sim	P. Sim	P. Sim	5
Fletcher and Bagley [13]	P. Não	P. Sim	Sim	Sim	Sim	P. Sim	Sim	6
Gomes et al. [14]	P. Não	Não	P. Não	P. Sim	Sim	P. Sim	P. Sim	4

Tabela III - Continuação

Estudo	1	2	3	4	5	6	7	Total
Mina <i>et al.</i> [15]	P. Não	P. Sim	P. Sim	P. Sim	P. Sim	P. Sim	P. Sim	6
Mina <i>et al.</i> [16]	P. Não	Não	Sim	Sim	Sim	P. Sim	Sim	5
Silva <i>et al.</i> [17]	P. Não	P. Sim	P. Sim	P. Não	P. Sim	P. Sim	P. Sim	5
Silva <i>et al.</i> [18]	P. Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	5
Yavuz <i>et al.</i> [19]	P. sim	Sim	Sim	Sim	P. Sim	Sim	Sim	6

P = Provavelmente; 1 = Viés de seleção; 2 = viés de desempenho; 3 = Viés de detecção; 4 = viés de monitoramento; 5 = Viés de relatórios; 6 = Viés por falta de dados; 7 = Viés na seleção do resultado reportado

## Discussão

O objetivo desta revisão sistemática foi descrever os efeitos do exercício agachamento por trás sobre a atividade mioelétrica de membros inferiores em homens treinados. A análise dos oito estudos transversais [12-19] mostrou maior atividade mioelétrica durante os diferentes protocolos agachamento, mas estes não representam um maior ganho de força promovido pelo tipo de exercício ( $p < 0,05$ ).

A média EMG dos sinais RMS (20 Hz a 392 Hz) variou para os músculos analisados (VM, VL e GM) durante a fase de subida do levantamento com cada carga durante os testes de repetição máxima (RM) do exercício agachamento por trás. No entanto, os achados desses estudos experimentais devem ser interpretados com cautela, pois foram classificados como risco incerto de viés (Tabela III).

Quanto às intervenções, cinco estudos utilizaram o TR por meio de pesos livres com barras e anilhas [12-15,19], dois [16,17] utilizaram barra e a Smith Machine e um estudo [18] não descreveu o dispositivo utilizado. Além disso, dois desses estudos [12,14] realizaram os testes de RM no exercício agachamento por trás, adicionando a joelheira. Um desses estudos [18] realizou o teste de 1RM com cargas de 80%, 90% e 100%, utilizando a EMG no exercício agachamento por trás. No entanto, as atividades mioelétricas musculares gerais foram aumentadas com cargas crescentes, mas os aumentos significativos nos sinais EMG foram observados apenas nos músculos vasto medial (VM) e glúteo máximo (GM) com cargas de 90% e 100% de 1RM. Da mesma forma, Silva *et al.* [18] ao submeterem a amostra ao exercício agachamento, observaram um aumento na atividade EMG do GM e VM com cargas crescentes de 60% a 90% de 1RM.

McBride *et al.* [20] relataram o uso de cargas pesadas de 70% a 90% de 1RM para analisar o efeito da instabilidade e estabilidade do exercício agachamento por trás. Os resultados mostraram um aumento significativo no nível do sinal EMG na atividade muscular do vasto lateral (VL), bíceps femoral (BF) e eretor da coluna, com a carga de 90% de 1RM no exercício agachamento estável. Por outro lado, Contreras *et al.* [21] e Aagaard *et al.* [22] compararam a média e o pico da amplitude EMG nos exercícios agachamento de costas em uma estimativa de 10RM e não encontraram diferenças significativas no sinal EMG nos músculos GM, BF e VL entre os agachamentos. A discrepância entre os achados desses estudos pode ser devido às amostras com

experiência em TR (>3 anos). Isso pode sugerir uma melhor estratégia de recrutamento muscular na frequência mioelétrica durante a execução do exercício agachamento por trás utilizado em diferentes percentuais de cargas e RM [23].

Dessa forma, o TR com diferentes porcentagens de repetição máxima (% de 1RM) foi utilizado para melhorar diferentes propriedades musculares, como aumento da força máxima, força explosiva e hipertrofia [24]. Além disso, cargas pesadas (> 80% de 1RM) foram utilizadas para recrutar unidades motoras de contração rápida de alto limiar, de acordo com o tamanho da fibra muscular, enquanto cargas menores (60% de 1RM) são utilizadas para manter a especificidade da velocidade de treinamento e melhorar a potência mecânica [25]. Cargas com diferentes % de 1RM resultam em diferentes adaptações neuromusculares e cinemáticas na fase excêntrica do exercício agachamento [26].

Assim, o agachamento é um dos exercícios mais utilizados em diversos protocolos de treinamento devido a sua aplicabilidade e funcionalidade nos esportes e atividades diárias. Variações do agachamento (exemplo: por trás, frente, búlgaro, sumô e afundo) são aplicadas ao condicionamento físico, treinamento de força e reabilitação fisioterapêutica [27]. Devido à biomecânica e semelhanças neuromusculares com uma variedade de movimentos atléticos, o agachamento é um exercício essencial em muitas rotinas esportivas [28].

Assim, o agachamento visa treinar os músculos da coxa, os extensores do joelho (exemplo: reto femoral, vasto lateral e vasto medial), e fortalecer os extensores do quadril (exemplo: glúteo máximo, bíceps femoral e semitendinoso). Além disso, este exercício pode desenvolver força muscular na parte inferior das costas, para realizar habilidades básicas exigidas em esportes e atividades diárias [29].

Vale ressaltar que, à medida que o sistema locomotor se adapta a um programa de TR, o indivíduo deve continuar a sofrer novos percentuais de carga para continuar a aumentar a força e a massa muscular aumentando gradualmente a carga e o número de conjuntos ou frequência de treinamento [30]. Essas variáveis são utilizadas para manter a especificidade da execução de velocidade do exercício agachamento e melhorar a potência mecânica, força e hipertrofia muscular [31].

Todas as intervenções com TR dos estudos experimentais analisados nesta revisão sistemática estão de acordo com as diretrizes do American College of Sports Medicine (ACSM) [32] para indivíduos com experiência em TR, o que inclui mudanças nas cargas de treinamento (<80% de 1RM) para induzir alterações metabólicas, hormonais, neurais e respostas cardiovasculares agudas à TR. Além disso, o teste 1RM tem sido usado como padrão-ouro na determinação da força dinâmica máxima e usa valores percentuais de força máxima para determinar zonas de treinamento [33].

Esta revisão sistemática tem algumas limitações que devem ser destacadas. Em primeiro lugar, as amostras eram compostas apenas por homens treinados e não incluíam mulheres com experiência em TR. Portanto, os resultados não podem ser generalizados para outras populações. No entanto, optamos pela exclusividade dos homens na amostra, pois eles tendem a ter maior massa corporal e força muscular

do que as mulheres, devido aos níveis mais elevados de hormônios anabólicos. Além disso, há o risco de interferência dos músculos próximos aos analisados usando EMG, o que geraria edições imprecisas. Assim, nenhum dos estudos foi uma análise dos diferentes momentos do sinal mioelétrica apresentados nas fases concêntricas e excêntricas do exercício agachamento por trás com cargas diferentes.

## Conclusão

Os estudos analisados na presente revisão sistemática mostraram que o exercício agachamento por trás em ângulos de 60° a 90° aumentou a atividade mioelétrica do membro inferior registrada em cargas de 30% e 100% de 1RM em homens experientes em TR. No entanto, sugere-se mais estudos com maior qualidade metodológica na análise do exercício agachamento para reduzir o risco de viés.

### 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.

### Vinculação acadêmica

Este estudo está vinculado à tese do doutorando Aguiar RS, do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

### Contribuição dos autores

**Concepção e desenho da pesquisa:** Aguiar RS, Castro JBP, Nunes RAM, Vale RGS, Scartoni FR; **Análise e interpretação dos dados:** Aguiar RS, Castro JBP, Santos AOB, Silva GCPSM; **Análise estatística:** Não aplicável; **Obtenção de financiamento:** Não aplicável; **Redação do manuscrito:** Aguiar RS, Castro JBP; **Revisão crítica do manuscrito para conteúdo intelectual importante:** Aguiar RS, Castro JBP, Vale RGS.

## Referências

1. Deniz E, Yavuz H. Evaluation of muscle activities during different squat variations using electromyography signals. Springer Nature Switzerland 2020;1095:1–7. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-35249-3\\_114](https://doi.org/10.1007/978-3-030-35249-3_114)
2. Monajati A, Larumbe-Zabala E, Goss-Sampson M, Naclerio F. Surface electromyography analysis of three squat exercises. J Hum Kinet 2018;67:73-83. <https://doi.org/10.2478/hukin-2018-0073>
3. Rasch PJ, Burke RK. Kinesiology and applied anatomy (5th ed.). Philadelphia/PA: Lea and Febiger; 1974. 604p. <https://doi.org/10.1093/ptj/55.6.712>
4. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE, Barrentine SW, Andrews JR, et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. Med Sci Sports Exerc 2001;33(9):1552-66. <https://doi/10.1097/00005768-200109000-00020>
5. Soleyn N. Analyzing the squat. The Aasgaard Company 2013;2-8.
6. Tillaar RVD, Andersen V, Saeterbakken AH. Comparison of muscle activation and kinematics during free-weight back squats with different loads. PLoS ONE 2019;14(5):1-13. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217044>
7. Serrão JC, Mezêncio B, Claudino JG, Rafael SR, Miyashiro PL, et al. Effect of 3 different applications of Kinesio Taping Denko® on electromyographic activity: inhibition or facilitation of the quadriceps of males during squat exercise. J Sports Sci Med 2016;15(3):403-9.



8. Yavuz HU, Erdag D. Kinematic and electromyographic activity changes during back squat with submaximal and maximal loading. *Appl Bionics Biomech* 2017;9084725. <https://doi.org/10.1155/2017/9084725>
9. Safee MKM, Wan AWAB, Ibrahim F, Abu ONA, Abdul MNA. Electromyography activity of the rectus femoris and biceps femoris muscles during prostration and squat exercise. *Int J Bioeng Life Sci* 2014;8(12):860-3. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1099010>
10. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gøtzsche PC, Ioannidis JPA, *et al.* The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate healthcare interventions: explanation and elaboration. *BMJ* 2009;339-b2700. <https://doi.org/10.1136/bmj>
11. Sterne JAC, Hernán MA, Reeves BC, Savović J, Berkman ND, *et al.* ROBINS-I: a tool for assessing risk of bias in non-randomised studies of interventions. *BMJ* 2016;355-i4919. <https://doi.org/10.1136/bmj.i4919>
12. Clark D, Lambert MI, Hunter AM. Reliability of trunk muscle electromyography in the loaded back squat exercise. *Int J Sports Med* 2016;37(6):448-56. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1569366>
13. Fletcher IM, Bagley A. Changing the stability conditions in a back squat: the effect on maximum load lifted and erector spinae muscle activity. *Sports Biomech* 2014;13(4):380-90. <https://doi.org/10.1080/14763141.2014.982697>
14. Gomes WA, Brown LE, Soares EG, Silva JJ, *et al.* Kinematic and sEMG analysis of the back squat at different intensities with and without knee wraps. *J Strength Cond Res* 2015;9(9):2482-7. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000922>
15. Mina MA, Blazevidh AJ, Giakas G, Kay AD. Influence of variable resistance loading on subsequent free weight maximal back squat performance. *J Strength Cond Res* 2014;28(10):2988-95. <https://doi.org/10.1519/jsc.0000000000000471>
16. Mina MA, Blazevidh AJ, Giakas G, Seitz LB, Kay AD. Chain-loaded variable resistance warm-up improves free-weight maximal back squat performance. *Eur J Sport Sci* 2016;16(8):932-9. <https://doi.org/10.1080/17461391.2016.1199740>
17. Silva JJ, Schoenfeld BJ, Marchetti PN, Pecoraro SL, *et al.* Muscle activation differs between partial and full back squat exercise with external load equated. *J Strength Cond Res* 2017;31(6):1688-93. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001713>
18. Silva JB, Lima VP, Castro JBP, Paz GA, Novaes JS, Nunes RAM, Vale RGS. Analysis of myoelectric activity, blood lactate concentration and time under tension in repetitions maximum in the squat exercise. *J Phys Educ Sport* 2018;18(4):2478-85. <https://doi.org/10.7752/jpes.2018.04371>
19. Yavuz HU, Erdağ D, Amca AM, Aritan S. Kinematic and EMG activities during front and back squat variations in maximum loads. *J Sports Sci* 2015;33(10):1058-66. <https://doi.org/10.1080/02640414.2014.984240>
20. McBride JM, Larkin TR, Dayne AM, Haines TL, Kirby TJ. Effect of absolute and relative loading on muscle activity during stable and unstable squatting. *Int J Sports Physiol Perf* 2010;5(2):177-83. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.2.177>
21. Contreras AD, Vigotsky BJ, Schoenfeld C, Beardsley JC. A comparison of gluteus maximus, biceps femoris, and vastus lateralis electromyography amplitude in the parallel, full, and front squat variations in resistance trained females. *J Appl Biomech* 2016;32(1):16-22. <http://doi.org/10.1123/jab.2015-0113>
22. Aagaard P, Simonsen EB, Andersen JL, Magnusson P, Dyhre-Poulsen P. Increased rate of force development and neural drive of human skeletal muscle following resistance training. *J Appl Physiol* 2002;93(4):1318-26. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00283.2002>
23. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln H K, Toma K, *et al.* Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol* 2002;8(1):50-60. <https://doi.org/10.1007/s00421-002-0681-6>
24. Kaneko M, Fuchimoto T, Toji H, Sueti K. Training effect of different loads on the force-velocity relationship and mechanical power output in human muscle. *Scand J Sports Sci* 1983;5(2):50-5.
25. Cormie P, Deane R, McBride JM. Methodological concerns for determining power output in the jump squat. *J Strength Cond Res* 2007;21(2):424-30. <https://doi.org/10.1519/R-19605.1>
26. Senter C, Hame S. L. Biomechanical analysis of tibial torque and knee flexion angle: implications for understanding knee injury. *Sports Med* 2006;36(8):635-41. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636080-00001>
27. Gullett JC, Tillman MD, Gutierrez GM, Chow JW. A biomechanical comparison of back and front

squats in healthy trained individuals. *J Strength Cond Res* 2009;23(1):284-92. <https://doi.org/10.1519/JSC.ob013e31818546bb>

28. Rice ADA, McNair PJ. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: neural mechanisms and treatment perspectives. *Semin Arthritis Rheum* 2010;40(3):250-66. <https://doi.org/10.1016/j.semarthrit.2009.10.001>

29. Langford GA, McCurdy KW, Ernest JM, Doscher M, Walters SD. Specificity of machine, barbell, and water-filled log bench press resistance training on measures of strength. *J Strength Cond Res* 2007;21(4):1061-66. <https://doi.org/10.1519/R-21446.1>

30. Seitz LB, Trajano GS, Dal Maso F, Haff GG, Blazevich AJ. Postactivation potentiation during voluntary contractions after continued knee extensor task-specific practice. *Appl Physiol Nutr Metab* 2015;40(3):230-7. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0377>

31. Mangine GT, Hoffman JR, Gonzalez AM, Townsend JR, et al. Exercise-induced hormone elevations are related to muscle growth. *J Strength Cond Res* 2017;31(1):45-53. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001491>

32. American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 2009;41(3):687-8. <https://doi.org/10.1249/MSS.ob013e3181915670>

33. Oliveira LA, Rivera MF, Marzo ESG. Contribuições da velocidade de movimento para o treinamento resistido: uma revisão narrativa. *Rev Bras Fisiol Exerc* 2020;19(4):322-31. <https://doi.org/10.33233/rbfex.v19i4.3892>

#### Apêndice 1 - Pesquisas adotadas no presente estudo

Base de dados	Frase de pesquisa	Endereço eletrônico
Scielo	Eletroniografia e exercício e treinamento de resistência e agachamento	<a href="https://scielo.org/">https://scielo.org/</a>
Scopus	TÍTULO-ABS-KEY (*eletromiografia) E TITLE-ABS-KEY (*exercício) E TITLE-ABS-KEY (*resistência e treinamento) E TITLE-ABS-KEY (*agachamento) E (LIMIT-TO (DOCTYPE,"ar"))	<a href="https://www.elsevier.com/solutions/scopus">https://www.elsevier.com/solutions/scopus</a>
Lilacs (BVS)	Eletroniografia e exercício e treinamento de resistência e agachamento	<a href="https://www.lilacsbases.bireme.br">https://www.lilacsbases.bireme.br</a>
SPORTDiscus	Eletroniografia e exercício e treinamento de resistência e agachamento	<a href="https://www.ebsco.com">https://www.ebsco.com</a>
Medline (PubMed)	((((((((((((((((Electromyography[Title/Abstract]) OR (Electromyographies [Title/Abstract])) OR (Surface Electromyography[Title/Abstract])) OR (Electromyographies, Surface[Title/Abstract])) OR (Electromyography, Surface[Title/Abstract])) OR (Surface Electromyographies [Title/Abstract])) OR (Electromyogram[Title/Abstract])) OR (Electromyograms[Title/Abstract])) AND (((((((((((((((((((Exercise[Title/Abstract]) OR (Exercises[Title/Abstract])) OR (Physical Activity[Title/Abstract])) OR (Activities, Physical[Title/Abstract])) OR (Activity, Physical[Title/Abstract])) OR (Physical Activities[Title/Abstract])) OR (Exercise, Physical[Title/Abstract])) OR (Exercises, Physical[Title/Abstract])) OR (Physical Exercise[Title/Abstract])) OR (Physical Exercises[Title/Abstract])) OR (Acute Exercise[Title/Abstract])) OR (Acute Exercises[Title/Abstract])) OR (Exercise, Acute[Title/Abstract])) OR (Exercises, Acute[Title/Abstract])) OR (Exercise Training[Title/Abstract])) OR (Exercise Trainings[Title/Abstract])) OR (Training, Exercise[Title/Abstract])) OR (Trainings, Exercise[Title/Abstract])) AND (((((((((((((((((((Resistance Training[Title/Abstract]) OR (Training, Resistance[Title/Abstract])) OR (Strength Training[Title/Abstract])) OR (Training, Strength[Title/Abstract])) OR (Weight-Lifting Strengthening Program[Title/Abstract])) OR (Strengthening Program, Weight-Lifting[Title/Abstract])) OR (Strengthening Programs, Weight-Lifting[Title/Abstract])) OR (Weight Lifting Strengthening Program[Title/Abstract])) OR (Weight-Lifting Strengthening Programs[Title/Abstract])) OR (Weight-Lifting Exercise Program[Title/Abstract])) OR (Exercise Program, Weight-Lifting[Title/Abstract])) OR (Exercise Programs, Weight-Lifting[Title/Abstract])) OR (Weight Lifting Exercise Program[Title/Abstract])) OR (Weight-Lifting Exercise Programs[Title/Abstract])) OR (Weight-Bearing Strengthening Program[Title/Abstract])) OR (Strengthening Program, Weight-Bearing[Title/Abstract])) OR (Strengthening Programs, Weight-Bearing[Title/Abstract])) OR (Weight Bearing Strengthening Program[Title/Abstract])) OR (Weight-Bearing Strengthening Programs[Title/Abstract])) OR (Weight-Bearing Exercise Program[Title/Abstract])) OR (Exercise Program, Weight-Bearing[Title/Abstract])) OR (Exercise Programs, Weight-Bearing[Title/Abstract])) OR (Weight Bearing Exercise Program[Title/Abstract])) OR (Weight-Bearing Exercise Programs[Title/Abstract])) AND (Squat[Title/Abstract])	<a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov">https://www.ncbi.nlm.nih.gov</a>