

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
CURSO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

**ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS EXTENSORES DO  
JOELHO NO AGACHAMENTO PARCIAL E PROFUNDO EM HOMENS E  
MULHERES COM EXPERIÊNCIA NO TREINAMENTO DE FORÇA: REVISÃO  
SISTEMÁTICA DE ESTUDOS OBSERVACIONAIS.**

**ANDREY BORGES CHAGAS**

Orientador(a): Marco Aurélio Vaz

Co-orientação: Francesca C. Sonda e Luísa Reichert

Porto Alegre, 2021.

## **ANDREY BORGES CHAGAS**

Atividade eletromiográfica dos músculos extensores do joelho no agachamento parcial e profundo em homens e mulheres com experiência no treinamento de força: revisão sistemática de estudos observacionais.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Educação Física.

Orientador(a): Marco Aurélio Vaz

Porto Alegre, 2021.

ANDREY BORGES CHAGAS

Atividade eletromiográfica dos músculos extensores do joelho no agachamento parcial e profundo em homens e mulheres com experiência no treinamento de força: revisão sistemática de estudos observacionais.

Conceito final:

Aprovado em.....de.....de.....

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore - UFRGS

## RESUMO

**Introdução:** Mudanças na amplitude de movimento durante o agachamento parcial e profundo podem afetar a atividade elétrica dos músculos extensores do joelho. Existem divergências de resultados entre os estudos sobre os efeitos do agachamento profundo e parcial na atividade elétrica dos músculos extensores do joelho. Além disso, não está claro se o desenho experimental dos diferentes estudos pode explicar essas possíveis divergências. **Objetivo:** Revisar sistematicamente os efeitos do exercício de agachamento parcial e profundo na ativação elétrica dos músculos extensores do joelho em indivíduos com experiência no treinamento de força. **Métodos:** A busca incluiu as bases MEDLINE (via Pubmed), Scielo EMBASE, além de busca manual, até setembro de 2021. Foram incluídos estudos observacionais transversais comparando o agachamento parcial (até 90° de flexão do joelho) e profundo (flexão máxima de joelho), e que avaliaram a ativação elétrica (por meio eletromiografia de superfície) em homens e mulheres com experiência no treinamento de força. Avaliação da qualidade metodológica foi realizada utilizando a ferramenta *Downs and Black* adaptada, conforme sugestão da Colaboração *Cochrane*. **Resultados:** Dos 636 artigos identificados, quatro estudos foram incluídos. Os estudos incluídos apresentaram valores de eletromiografia (média ou pico) das duas variações do agachamento (parcial e profundo). Não foi encontrada diferença na ativação dos músculos reto femoral, vasto medial e vasto lateral entre os agachamentos parcial e profundo. Em relação à qualidade metodológica, um estudo foi classificado como moderada (11/18) e os outros três estudos como alta qualidade metodológica (13/18, 13/18 e 15/18). **Conclusões:** Ativação eletromiográfica dos extensores do joelho não apresentou diferença entre o exercício de agachamento parcial e profundo em homens e mulheres com experiência no treinamento de força. O reduzido número de estudos incluídos, bem como o reduzido número de indivíduos sugerem que novas evidências são necessários a fim de esclarecer os potenciais benefícios agudos das variações do treinamento do agachamento nessa população.

**Palavras-chaves:** eletromiografia, extensores de joelho, agachamento parcial, agachamento profundo, treinamento de força, homens e mulheres.

## SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO .....	6
1.1	Objetivo Geral .....	8
2.	MÉTODOS .....	9
2.1	Critérios de elegibilidade .....	9
2.1.1	<i>Critérios de inclusão</i> .....	9
2.1.2	<i>Critérios de exclusão</i> .....	9
2.2	Fontes de busca .....	9
2.3	Estratégia de busca.....	10
2.4	Seleção dos estudos.....	10
2.5	Extração dos dados.....	10
2.6	Avaliação do risco de viés.....	11
2.7	Análise dos dados.....	12
3.	RESULTADOS.....	13
3.1	Seleção dos estudos.....	13
3.2	Risco de viés.....	17
4.	DISCUSSÃO .....	20
4.1	Sumário das evidências.....	20
4.2	Comparação com a literatura .....	21
4.3	Limitações.....	25
4.4	Implicações metodológicas e práticas .....	26
5.	CONCLUSÃO .....	28
6.	REFERÊNCIAS.....	29
7.	ANEXOS .....	32
8.	PRISMA E MOOSE.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

O agachamento é um movimento que faz parte do repertório motor de seres humanos desde a infância (SCHOENFELD *et al.*, 2010). Ele consiste em um movimento composto por uma fase excêntrica e outra concêntrica. Durante a fase excêntrica do movimento ocorrem a flexão do quadril, a flexão do joelho e a dorsiflexão do tornozelo de forma simultânea. Já na fase concêntrica do movimento, ocorrem os movimentos antagonistas, ou seja, a extensão de quadril e joelho e a flexão plantar do tornozelo (CORATELLA *et al.*, 2021; KUBO *et al.*, 2019).

O agachamento, por sua capacidade de envolver vários grupos musculares, é considerado por cientistas um dos exercícios mais completos por sua funcionalidade e importância nas atividades de vida diária (FLECK, KRAEMER, 2006). Além disso, o agachamento também apresenta uma segurança para a articulação do joelho, tendo em vista a co-contração de extensores e flexores de joelho que estabilizam dinamicamente essa articulação (STIENE *et al.*, 1996). Sua aplicabilidade ocorre no treinamento de força, treino funcional e no esporte, como por exemplo, na força concêntrica e excêntrica do salto (CLARK *et al.*, 2012). Dessa forma, inúmeras variações desse exercício foram desenvolvidas e empregadas no treinamento físico e na reabilitação (FLECK, KRAEMER, 2006; KUBO *et al.*, 2019).

Entre as estratégias disponíveis para avaliar o grau de eficácia do exercício de agachamento, a técnica de eletromiografia de superfície (EMG) é uma das mais utilizadas. A EMG possibilita análises acuradas, tanto qualitativas quanto quantitativas, do momento do recrutamento e do grau de ativação dos músculos envolvidos durante a realização de um movimento. Mais especificamente, essa técnica capta o somatório dos potenciais de ação advindos das unidades motoras (i.e., dos motoneurônios e das fibras musculares que eles inervam) de determinada região muscular, demonstrando a magnitude da ativação dos músculos envolvidos no movimento em estudo (KONRAD *et al.*, 2005). Nesse sentido, esta técnica pode ser uma importante ferramenta para identificar de que forma o agachamento e suas variações poderiam alterar a ativação dos extensores do joelho (CLARK *et al.*, 2012). Outros aspectos a serem considerados são que esses músculos possuem diferentes arquiteturas

musculares e diferentes funções em movimentos de cadeia cinética fechada, como é o caso do agachamento.

Decorrente disso, diferentes estudos foram realizados com o propósito de examinar a atividade elétrica dos extensores do joelho durante a execução do exercício de agachamento (CATERISANO *et al.*, 2002; PEREIRA *et al.*, 2010). Dentre os principais resultados desses estudos, os níveis de ativação muscular desse exercício têm demonstrado grande poder de ativação dos extensores do joelho, principalmente dos vastos, com valores 30% a 90% superiores aos do reto femoral. Por ser um músculo biarticular, o reto femoral parece ser mais eficaz como extensor do joelho quando o tronco está mais vertical, ou seja, em uma posição mais alongada (ESCAMILLA *et al.*, 2001). Com base nos resultados desses estudos, é razoável inferir que o recrutamento muscular é influenciado por fatores distintos, tais como: amplitude de movimento (ADM), posição articular e intensidade do exercício (CATERISANO *et al.*, 2002; PEREIRA *et al.*, 2010).

A ADM do agachamento pode afetar as relações comprimento-tensão e torque-ângulo (DA SILVA *et al.*, 2017). Portanto, mudanças na amplitude de movimento durante o agachamento afetam a magnitude da carga externa que pode ser usada no exercício, o que pode afetar o grau de recrutamento de unidades motoras. A ADM afeta o tempo sob tensão dos músculos envolvidos e pode influenciar os ajustes de cargas utilizadas e adaptações de treinamento (EBBEN *et al.*, 2000), os quais também têm influência sobre a ativação. Sendo assim, ocorre uma maior exigência do sistema de movimento no agachamento profundo com participação dos extensores de quadril e flexores plantares. Portanto, espera-se uma maior ativação nos extensores de joelho no agachamento profundo do que no agachamento parcial.

Entretanto, estudos demonstraram resultados contraditórios em relação à ativação muscular durante os agachamentos parcial e profundo (CATERISANO *et al.*, 2002; BRYANTON *et al.*, 2012). CATERISANO *et al.* (2002) observaram que o agachamento profundo (0°-140° de flexão de joelho) não apresentou maior atividade elétrica dos extensores do joelho quando comparado ao agachamento parcial (0°-90° e 0°-45° de flexão do joelho). CONTRERAS *et al.* (2016) compararam a média e o pico do sinal EMG durante o exercício de agachamento em duas condições: agachamento parcial (0°-90° de flexão do joelho) e

agachamento profundo ( $0^{\circ}$ - $140^{\circ}$  de flexão do joelho). Nenhuma diferença foi observada na média e pico do sinal EMG dos músculos glúteo máximo e vasto lateral em ambos os exercícios de agachamento. SILVA *et al.* (2017) analisaram os efeitos da ADM na atividade elétrica dos extensores do joelho durante o agachamento parcial e agachamento profundo. Maior atividade elétrica foi observada nos músculos vasto lateral e vasto medial no agachamento profundo.

Os diferentes desenhos experimentais dos estudos (intervenção ou observacional), como, por exemplo, vieses na seleção dos participantes, tamanho amostral, familiarização com o exercício e protocolo utilizado geram diversas limitações metodológicas que podem talvez explicar a grande variabilidade dos resultados de ativação e, conseqüentemente, a divergência nos resultados.

Portanto, a inconsistência dos resultados dos estudos, a ausência de uma revisão sistemática com foco na avaliação do rigor metodológico, bem como a ausência de metanálises justificam a realização de uma revisão sistemática sobre o assunto. Além disso, os resultados dessa revisão sistemática serão interessantes para que treinadores de modalidades esportivas realizem a seleção dos exercícios de acordo com o nível de ativação muscular e a partir dos objetivos e necessidades individuais (estética, desempenho e saúde). Já os profissionais da área clínica, envolvidos na reabilitação, poderão se beneficiar desses conhecimentos na utilização de exercícios adequados à prevenção e à recuperação de lesões dos membros inferiores a partir do nível de ativação muscular.

## **1.1 Objetivo Geral**

Revisar sistematicamente a atividade eletromiográfica dos músculos extensores do joelho durante o exercício de agachamento parcial e profundo em homens e mulheres com experiência no treinamento de força em estudos observacionais.

## **2. MÉTODOS**

Esta revisão sistemática segue as recomendações propostas pela Cochrane Colaboration, *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis (PRISMA) Statement* (MOHER *et al.*, 2009) (Material Suplementar) e a meta-análise de estudos observacionais e diretrizes epidemiológicas (MOOSE) (STROUP *et al.*, 2000) (Material Suplementar). O protocolo do estudo foi registrado no *International Prospective Register of Systematic Reviews – PROSPERO*. Porém, ainda não recebemos o número de registro.

### **2.1 Critérios de Elegibilidade**

#### **2.1.1 Critérios de Inclusão**

Esta revisão incluiu estudos observacionais publicados até setembro de 2021, que investigaram o desfecho de ativação do grupo muscular extensor do joelho (músculos reto femoral, vasto lateral e vasto medial), por meio de EMG de superfície, nos exercícios de agachamento parcial e profundo em indivíduos com experiência no treinamento de força.

#### **2.1.2 Critérios de exclusão**

Foram excluídos estudos de revisão sistemática, cartas ao editor, editoriais e estudos com dados incompletos. Foram excluídos ainda, estudos com atletas de alto rendimento, mulheres e homens com doenças neuromusculares, diabetes mellitus, contraindicações a realização de exercícios de força, índice de massa corporal acima de 30 kg/m<sup>2</sup>, outras variações de agachamentos, bem como estudos de intervenção como ensaios clínicos randomizados e não randomizados.

### **2.2 Fontes de Busca**

As bases de dados que foram consultadas para localizar os estudos compreendem a MEDLINE (via PubMed), EMBASE, e BVS (Biblioteca virtual em saúde). A busca foi realizada no dia 15 de setembro de 2021. Foi realizada também, busca manual em referências de estudos já publicados. A busca foi realizada sem restrição de idioma e/ou ano de publicação. Descritores controlados e não controlados foram usados para população, avaliação e desfecho. Não foi necessário contato com autores para solicitar informações

adicionais sobre os estudos.

### **2.3 Estratégia de Busca**

Para a busca na base de dados PubMed, os termos MeSHs dos descritores foram utilizados para a população (“heathy subjects”), o tipo de avaliação (“full squat”, “partial squat”), bem como seus termos sinônimos (entry terms), todos na língua inglesa. Para os termos de comparação e desfecho foram utilizados os mais comumente empregados nos artigos (“vastus lateralis”, “electromyography amplitude”, por exemplo). Para a combinação entre as palavras chaves, foram usados os termos booleanos AND e OR. A estratégia de busca completa do PubMed pode ser observada no material suplementar. As estratégias de busca utilizadas nas demais bases de dados estão disponíveis mediante solicitação.

### **2.4 Seleção dos Estudos**

Dois revisores foram responsáveis pela seleção, realizada pela estratégia de busca nas bases de dados, e avaliação dos estudos de forma cega e independente. Os estudos identificados foram agrupados no software Excel na versão Microsoft 365 MSO (Versão 2109 Build 16.0.14430.20154) 32 bits. Artigos em duplicatas foram excluídos, assim como estudos que claramente não atendiam aos critérios de elegibilidade (primeiramente excluídos por título e após pelos resumos). Os resumos que forneceram informações suficientes e cumpriram os critérios de inclusão e exclusão foram selecionados para a avaliação dos textos completos e, ao atender os critérios, foram elegidos. Discordâncias foram resolvidas por consenso ou, quando necessário, um terceiro avaliador foi consultado.

### **2.5 Extração dos dados**

A extração dos dados foi realizada por dois revisores independentes e cegados, através de um formulário padronizado. Os dados extraídos incluíram características das participantes, características metodológicas e resultados do desfecho. O desfecho principal extraído foi a ativação muscular do vasto lateral, vasto medial e reto femoral por meio de EMG de superfície.

## 2.6 Avaliação do Risco de Viés

A avaliação da qualidade dos estudos incluídos foi realizada de forma independente por dois avaliadores através da Downs and Black Scale (1998). Trata-se de um checklist de verificação para a avaliação da qualidade metodológica de estudos randomizados (RCT) e não-randomizados de intervenções de saúde, incluindo os estudos observacionais. Essa ferramenta é considerada mais flexível visto que permite avaliar a credibilidade de um maior número de modelo de estudos, sendo composta por 27 itens que avaliam os domínios: Reporting, External Validity, Bias/Internal Validity, Confounding variable/Selection Bias and Power of the study.

Para a avaliação dos estudos incluídos nesta revisão de estudos observacionais, a escala foi adaptada conforme sugestão da Cochrane Collaboration, excluindo itens referentes a estudos randomizados (itens 4, 8, 12, 14, 15, 19, 21, 22, 23, 24), e as divergências entre os revisores foram resolvidas por consenso ou pelo terceiro revisor. Desta forma, foram considerados 17 itens, com soma máxima de 18 pontos. A questão 5 pode variar de 0-2 pontos e a questão 27 foi modificada visto que considerava pontuações de 0-5 e alteramos para 0-1, sendo 0 considerado quando o estudo não realizou cálculo de poder ou tamanho de amostra e 1 se algum dos cálculos foi realizado, de acordo com (RATCLIFFE *et al.*, 2014). A classificação da qualidade metodológica para cada estudo seguiu critérios adotados por outros autores em seus estudos de revisão sistemática, sendo: baixa qualidade ( $\leq 33,3\%$ ), moderada qualidade (33,4–69,9%) e alta qualidade (acima de 12 pontos) ( $\geq 70\%$ ) (BARBOSA *et al.*, 2021; RATCLIFFE *et al.*, 2014).

Também foi realizada a análise de risco de viés para cada item da Downs and Black Scale, e considerado o número de estudos que preencheram cada item. Portanto, para uma porcentagem entre 0% a 33,33% (nenhum estudo ou até dois estudos que concluíram o item), esse item foi classificado como apresentando alto risco de viés. Quando 50 a 66,66% dos estudos preencheram o item, um risco moderado de viés foi observado (entre 3 a 4 estudos), e quando mais de 83% dos estudos (5 a 6 estudos) preencheram o item, um baixo risco de viés foi considerado.

## **2.7 Análise dos Dados**

Foram realizadas análises qualitativas dos dados. Para essa análise, as principais características e resultados dos estudos incluídos e o risco de viés foram apresentados e discutidos.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 Seleção dos estudos

Foram identificados 636 artigos nas bases de dados. Como não foram encontrados estudos duplicados, os 636 estudos foram analisados. Após realizada a exclusão por títulos e resumos, 15 estudos foram identificados como elegíveis (leitura completa). Após aplicados os critérios de inclusão, 4 estudos foram selecionados para esta revisão sistemática, incluídos na análise qualitativa (Figura 1, Tabela 1). A Figura 1 apresenta o fluxograma dos estudos incluídos e a Tabela 1 resume as características desses estudos.

Os estudos incluídos avaliaram a atividade elétrica dos músculos extensores do joelho (i.e., vasto lateral, vasto medial e reto femoral) no agachamento parcial e profundo. Os estudos eram observacionais transversais, com amostras variando de 10 a 15 participantes, sendo homens e mulheres, com média de idade de 31 anos. Os estudos incluíram indivíduos jovens, sendo que dois estudos utilizaram homens e dois estudos utilizaram mulheres, todos com experiência no treinamento de força (Tabela 1).

Os quatro estudos realizaram uma sessão de teste de familiarização. Apenas um estudo realizou o controle da ADM durante as variações dos agachamentos (DA SILVA *et al.*, 2017). Dois estudos realizaram testes de 10 repetições máximas. PSYCHARAKIS *et al.* (2021) realizaram 5 saltos contra movimento de esforço máximo com 1 minuto intervalo, seguido de uma série de sete repetições para o agachamento parcial e profundo. CATERISANO *et al.* (2002) utilizaram teste de 100 a 125% do peso corporal de cada sujeito. Os músculos extensores do joelho foram monitorados por EMG nos quatro estudos.

A tabela 2 apresenta os valores da EMG (média ou pico) das duas variações do agachamento (parcial e profundo) dos quatro estudos. O exercício de agachamento profundo possui maiores valores brutos de ativação dos extensores do joelho comparado ao agachamento parcial.

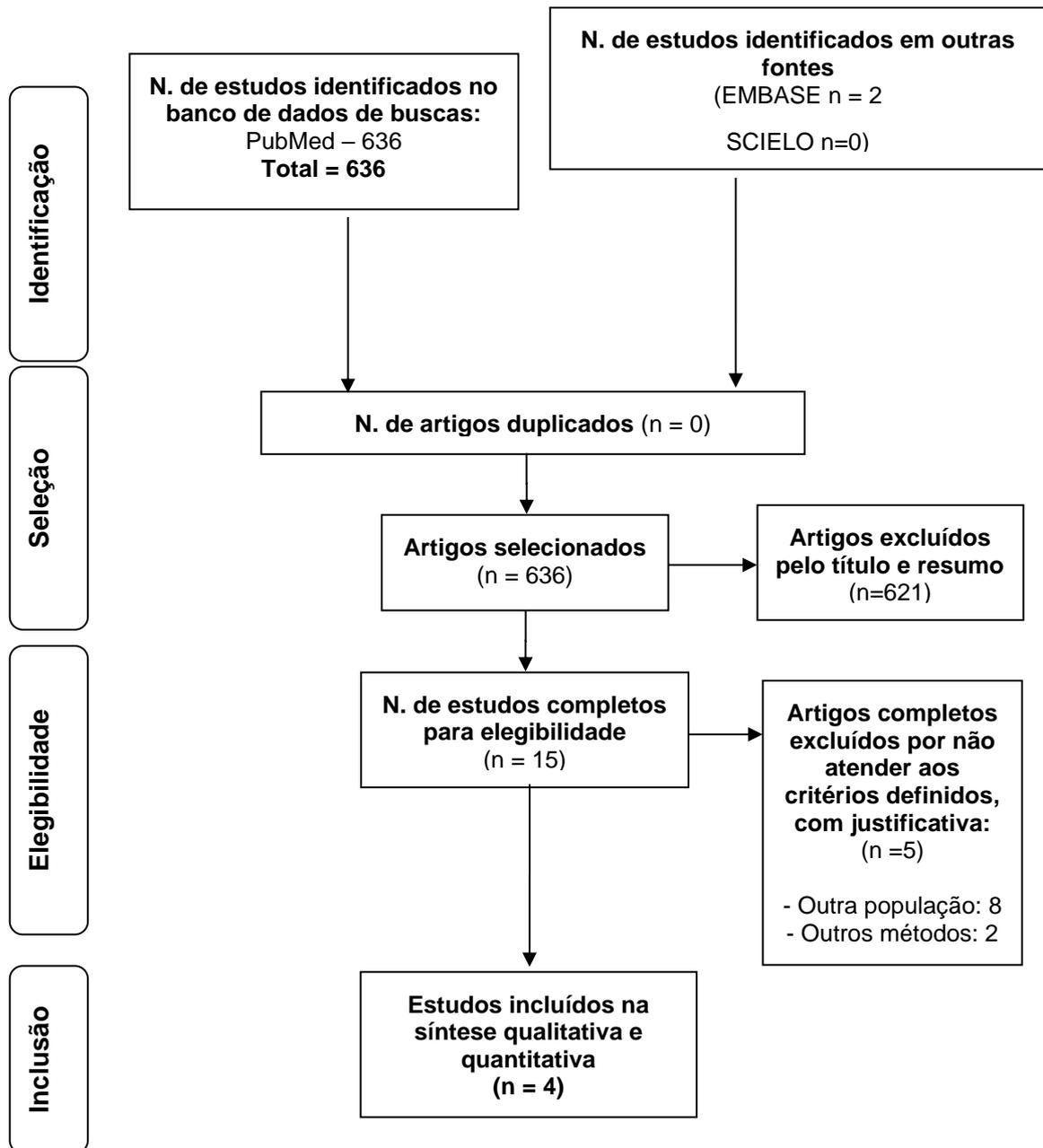


Figura 1. Fluxograma dos estudos incluídos na revisão.

**Tabela 1.** Características dos estudos incluídos.

<b>AUTORES</b>	<b>CARACTERÍSTICAS DA AMOSTRA</b>	<b>OBJETIVO DO ESTUDO</b>	<b>PROTOCOLO DE COLETA</b>
Marchetti e colaboradores, 2017	15 homens (26±5 anos, massa corporal 80±8kg) treinados em resistência com 5 anos de experiência no treinamento de força.	Avaliar a ativação muscular entre o exercício de agachamento parcial e total com carga externa equacionada em uma base relativa entre as condições	Duas sessões de familiarização foram realizadas. Utilizaram um desenho randomizado para avaliar a ativação muscular do agachamento parcial e agachamento total. Todos realizaram teste de 10RM para cada condição de agachamento. A EMG foi avaliada nos músculos VL, VM, RF.
Contreras e colaboradores, 2016	13 mulheres (28.9±5.1 anos, altura = 164±6.3 cm; massa corporal = 58.2±6.4 kg) com experiência no treinamento de força por pelo menos 3 anos	Comparar a amplitude do EMG do vasto lateral no agachamento front x agachamento full x agachamento paralelo durante 10 repetições utilizando cargas estimadas pelo teste de 10 RM	Uma sessão de familiarização foi realizada. Utilizaram um desenho randomizado para avaliar a ativação muscular dos exercícios de agachamento frontal, agachamento parcial e agachamento profundo. Todos os sujeitos realizaram um teste de 10RM para cada condição de agachamento. A EMG foi avaliada no músculo VL.
O'Neill & Psycharakis e colaboradores, 2021	10 mulheres (41±9 anos, massa corporal = 67,7±7,0 kg) que tivessem participado de pelo menos um body pump aula por semana por um período mínimo de 12 semanas.	Determinar o efeito desses parâmetros na amplitude média e máxima da EMG do vasto lateral, glúteo máximo, bíceps femoral e gastrocnêmico lateral.	Duas sessões de familiarização foram realizadas. Utilizaram um desenho randomizado. A carga de agachamento foi determinada em relação ao peso corporal (23% e 38% do peso corporal). Sensores de EMG foi colocado sobre VL.
Caterisano e colaboradores, 2002	10 homens (24.3 ± 5.6 anos) com 5 anos de experiência no treinamento de força.	Medir as contribuições relativas de 4 músculos do quadril e da coxa durante a execução agachamentos em 3 profundidades.	Duas sessões de familiarização foram realizadas. Os agachamentos foram realizados com o peso entre 100% e 125% do peso corporal. Os músculos testados foram o VL, VM, RF.

\*Agachamento paralelo: até o joelho e pés estarem alinhados  
 Sem diferença estatística na ativação do vasto lateral nas 3 variações  
 Sem diferença estatística no pico da ativação  
 CVM: Contração voluntária máxima

**Tabela 2.** Valores de EMG dos diferentes estudos.

ARTIGOS	AGACHAMENTO PARCIAL	AGACHAMENTO PROFUNDO	TIPO DE CONTRAÇÃO	VALOR DE p
<b>Marchetti et al., 2017</b>	VL 60±17.3 VM 48±18.2 RF 61±20	VL 55±15.6 VM 47±18.02 RF 67±20.2	CONCÊNTRICA EXCÊNTRICA  TOTAL	Sem diferença significativa
	Carga: 23% VL 23.7±5.1 Carga: 38% VL 25.2±5.1		CONCÊNTRICA	
	Carga: 23% VL 22.5±3.9 Carga: 38% VL 23.8±4.6		EXCÊNTRICA	
<b>O'Neill &amp; Psycharakis et al., 2021</b>	Média ± DP do EMG (%CVM) VL CON Carga: 23% 53.4±10.4 VL CON Carga: 38% 58.1±13.3 Pico ± DP EMG (%CVM) VL EXC Carga: 23% 51.5±10.7 VL EXC Carga: 38% 56.4±12.4		TOTAL	p=0,043 (pico e média)
	Média ± DP do EMG (%CVM) VL 110.35±47.24 Pico ± DP EMG (%CVM) VL 243.92±121.63	Média ± DP do EMG (%CVM) VL 123.82±67.42 Pico ± DP EMG (%CVM) VL 280.54±166.16	CONCÊNTRICA EXCÊNTRICA  TOTAL	p=0,21 (média) IC: 0,0-0,33  p=0,03 (pico) IC: 0,0-0,47
	Média ± DP do EMG (%CVM) VM 18.85 ± 8.76 VL 37.79 ± 13.37 Pico ± DP EMG (%CVM) VM 28.85 ± 9.97 VL 17.45 ± 12.43	Média ± DP do EMG (%CVM) VM 20.23 ± 8.10 VL 29.28 ± 10.72 Pico ± DP EMG (%CVM) VM 19.29 ± 6.20 VL 20.86 ± 9.37	CONCÊNTRICA	
<b>Caterisano et al., 2002</b>	Média ± DP do EMG (%CVM) VM 43.25 ± 10.61 VL 39.00 ± 12.42 Pico ± DP EMG (%CVM) VM 23.56 ± 7.41 VL 19.68 ± 12.88	Média ± DP do EMG (%CVM) VM 43.21 ± 12.50 VL 34.61 ± 10.30 Pico ± DP EMG (%CVM) VM 25.15 ± 14.10 VL 21.34 ± 9.65	EXCÊNTRICA       TOTAL	Sem diferença significativa

AP = agachamento profundo; APL = agachamento paralelo; A90° = agachamento em 90° de flexão do joelho; CON = concêntrica; CVM = contração voluntária máxima; DP = desvio padrão; EMG = eletromiografia; EXC = excêntrica; RF = reto femoral; VM = vasto medial; VL = vasto lateral.

### 3.2 Risco de Viés

Em relação à qualidade metodológica, em geral, foi observada alta e moderada qualidade para todos os itens analisados. A avaliação do risco de viés está apresentada na Tabela 3. De acordo com os critérios propostos para a Escala de Downs & Black, o escore total dos 4 estudos incluídos variou de 11 a 15 pontos, e a média geral dos escores foi de  $13 \pm 1,63$ , com 3 estudos classificados como de alta qualidade metodológica ( $\geq 70\%$ ) e 1 estudo com qualidade metodológica moderada (55,5% a 66,6%). Os itens que mais pontuaram foram “*Reporting*” e “Viés”, mostrando que os estudos possuem informações suficientes para minimizar o risco das avaliações e resultados. Os domínios “Validade Externa”, “Confusão” e “Poder” foram os que menos pontuaram e isso infere que os estudos apresentam viés de seleção moderado, com amostra heterogênea.

Na avaliação do risco de viés para cada item da escala, os itens relacionados a “*Reporting*” das questões 1,2,3,6,7,10 foram classificados como baixo risco de viés. Os itens relacionados a validade externa das questões 11 e 13 foram classificados como moderado risco de viés. Baixo risco de viés foi encontrado nas questões 16, 17, 18 e 20 da validade externa. Nos itens dos fatores de confusão, alto e moderado risco de viés foram encontrados (questões 25 e 26, respectivamente). No item de poder da questão 27, moderado risco de viés foi encontrado.

**Tabela 3.** Avaliação do Risco de Viés

<i>Itens</i>	<i>Caterisano et al 2002</i>	<i>Contreras et al 2016</i>	<i>O'Neill &amp; Psycharakis et al 2021</i>	<i>Marchetti et al 2017</i>	<i>Risco de viés para cada item da escala</i>
1. A hipótese/objetivo do estudo está claramente descrita?	1	1	1	1	4/4 100% Baixo
2. Os desfechos a serem medidos estão claramente descritos na introdução ou na seção de métodos?	1	1	1	1	4/4 100% Baixo
3. As características dos pacientes incluídos no estudo estão claramente descritas?	1	1	1	1	4/4 100% Baixo
5. A distribuição dos principais fatores de confusão em cada grupo de indivíduos a serem comparados está claramente descrita?	0	0	0	0	0/4 0% Alto
6. Os principais achados do estudo são claramente descritos?	1	1	1	1	4/4 100% Baixo
7. O estudo proporciona estimativas da variabilidade aleatória dos dados dos principais achados?	1	1	1	1	4/4 100% Baixo
9. As características dos participantes perdidos foram descritas?	1	1	0	0	2/4 50% Moderado
10. Os intervalos de confiança de 95% e/ou valores de p foram relatados para os principais desfechos, exceto quando o valor p foi menor que 0,001?	1	1	1	1	4/4 100% Baixo
11. Os sujeitos chamados para participar do estudo foram representativos de toda a população de onde foram recrutados?	1	1	1	0	3/4 75% Moderado
13. A equipe, os lugares e as instalações onde os pacientes foram tratados, eram representativos do tratamento que a maioria dos pacientes recebe?	1	0	1	0	50% Moderado
16. Se algum dos resultados do estudo foi baseado em "dragagem de dados", isto foi feito com clareza?	1	1	1	1	4/4 100% Baixo

<b>17.</b> Em ensaios e estudos de coorte, as análises se ajustam para diferentes tempos de acompanhamento, ou nos estudos de caso-controle, o tempo que transcorre entre a intervenção e o desfecho é o mesmo para casos e controles?	1	1	1	1	<b>4/4 100% Baixo</b>
<b>18.</b> Os testes estatísticos utilizados para avaliar os principais desfechos foram apropriados?	1	1	1	1	<b>4/4 100% Baixo</b>
<b>20.</b> As medidas dos principais desfechos foram acuradas (validas e confiáveis)?	1	1	1	1	<b>4/4 100% Baixo</b>
<b>25.</b> Houve um ajuste adequado dos fatores de confusão nas análises a partir das quais os principais achados foram tirados?	0	0	0	0	<b>0/4 0% Alto</b>
<b>26.</b> As perdas dos pacientes no andamento foram levadas em conta?	1	0	0	1	<b>2/4 50% Moderado</b>
<b>27.</b> O estudo tem poder suficiente para detectar um efeito clinicamente importante quando o valor de p ("probability value") para uma diferença que é devida ao acaso e inferior a 5%?	1	1	1	0	<b>3/4 75% Moderado</b>
<b>Total de pontos (18 pontos)</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	
<b>Qualidade metodológica de cada estudo</b>	<b>83,3% Alta</b>	<b>72,2% Alta</b>	<b>72,2% Alta</b>	<b>61,1% Moderada</b>	

Os valores referem-se à pontuação dos estudos em determinados domínios (subescalas) da escala de Downs e Black.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1 Sumário das Evidências

Nessa revisão sistemática, verificou-se que o agachamento profundo, comparado com o agachamento parcial, não apresentou diferenças na ativação de EMG para os músculos extensores do joelho em homens e mulheres com experiência no treinamento de força. Portanto, as duas formas de agachar são semelhantes em relação ao nível de ativação ou de recrutamento de unidades motoras de todos os músculos avaliados.

Em relação ao risco de viés, 3 estudos foram classificados com alta qualidade metodológica ( $\geq 70\%$ ) e 1 estudo com qualidade metodológica moderada (55,5% a 66,6%). Os itens que mais pontuaram foram “*Reporting*” e “*Viés*”, mostrando informações suficientes para minimizar o risco de vieses das avaliações e resultados dos estudos incluídos.

Nosso estudo possui vários pontos metodológicos fortes. Ao melhor do nosso conhecimento, esse parece ter sido o primeiro estudo que avaliou sistematicamente os efeitos da ativação elétrica dos extensores do joelho durante o exercício de agachamento parcial e profundo em indivíduos com experiência no treinamento de força. Além disso, a realização de uma busca bibliográfica sensível, abrangente e sistemática, com critérios de elegibilidade explícitos e reprodutíveis, sem restrição de idioma, foi realizada por dois revisores independentemente, mas que chegaram ao mesmo resultado. A análise da qualidade metodológica dos artigos incluídos foi realizada também por dois revisores independentes. Outro ponto importante foi que optamos por utilizar a ferramenta de risco de viés *Downs and Black* adaptada, que foi projetada para avaliar a qualidade de estudos observacionais sugerida pela *Colaboração Cochrane*.

Os aspectos de alta qualidade metodológica mostraram que os estudos se preocuparam em controlar variáveis relacionadas à familiarização das medidas, à experiência dos sujeitos com o treinamento de força, ao cegamento das análises, e à realização de estimativa amostral. Moderada e alta qualidade metodológica foram encontradas nos estudos. Portanto, nosso estudo gera um nível de evidência maior em relação às evidências já existentes e uma evidência

atualizada com busca na literatura realizada até setembro de 2021, em contraste com os outros estudos da literatura, que foram até início de 2021, conforme explicitado a seguir.

## 4.2 Comparação com a Literatura

Estudos de desenho experimental observacionais de efeitos agudos com a mesma população alvo não mostraram diferenças na ativação dos músculos extensores do joelho entre o agachamento parcial e o profundo (CORATELLA *et al.*, 2021; GOMES *et al.*, 2015). Porém, esses estudos foram excluídos da atual revisão, ou por não preencherem os critérios de elegibilidade (estudos de intervenção), ou por possuírem dados incompletos (outra população, como sedentários e fisiculturistas), impedindo, dessa forma, a sua análise qualitativa.

Como nossa qualidade metodológica foi moderada e alta, as explicações para a ausência de diferença na ativação dos extensores do joelho entre os dois exercícios podem estar mais relacionadas à exigência neuromuscular do agachamento profundo. Enquanto o agachamento parcial permite suportar maior carga em uma menor amplitude de movimento articular, já o agachamento profundo possibilita uma maior amplitude articular de movimento (i.e., maior flexão das articulações do quadril e joelho e maior dorsiflexão do tornozelo) e, conseqüentemente, um maior deslocamento corporal. Essas diferenças poderiam ser as responsáveis por causarem uma equiparação no nível de ativação muscular entre essas duas variações do exercício (STOLL; PINTO, 2018).

Uma possível explicação para essa ausência de diferença na ativação dos extensores do joelho durante os agachamentos parcial e profundo seria a participação de três grupos musculares no desempenho desse movimento específico. Além dos extensores de joelho, existe uma maior ativação de glúteo máximo e flexores plantares no agachamento profundo. Caterisano e colaboradores (2002) demonstraram que a atividade EMG do músculo glúteo máximo foi significativamente maior no agachamento profundo comparado ao agachamento parcial. Um glúteo máximo enfraquecido pode ocasionar disfunções no joelho, no quadril ou ainda na região lombar (STASTNY *et al.*, 2016). De forma semelhante, os flexores plantares também geraram uma maior ativação no agachamento profundo (DA SILVA *et al.*, 2017; O'NEILL; PSYCHARAKIS *et al.*,

2021). Em outras palavras, essa maior ativação dos extensores do quadril e dos flexores plantares durante o exercício de agachamento profundo pode ter reduzido a demanda de ativação dos extensores do joelho, ou ainda, esses músculos podem ter assumido para si a maior demanda mecânica do exercício em função de uma possível redução na capacidade de geração de força dos extensores do joelho que ocorre dos 90° aos 120° graus de flexão do joelho.

Mais especificamente, os extensores de joelho no agachamento profundo encontram-se em desvantagem mecânica, pois de 90° a 120° eles não estão no comprimento ótimo de produção de força, mas encontram-se na fase descendente da relação força-comprimento, com uma menor capacidade de produção de força (KULIG *et al.*, 1984). Nossa hipótese inicial era de que seria necessária uma maior ativação dos extensores do joelho para sustentar esse ângulo máximo de flexão do joelho com os extensores experimentando uma reduzida capacidade de produção de força. Já no agachamento parcial, os extensores de joelho se encontram em vantagem mecânica em relação ao agachamento profundo, pois estão próximos do platô da relação força-comprimento, trabalhando nos ângulos de maior capacidade de produção de força (i.e., entre 60°-70°) (KULIG *et al.*, 1984; BLAZEVIČH *et al.*, 2007). Ou seja, no agachamento parcial a vantagem mecânica da estrutura intrínseca dos músculos extensores do joelho permite produzir mais força sem que seja necessário recrutar todas as unidades motoras. Portanto, a menor necessidade de ativação dos extensores do joelho no agachamento parcial devido à vantagem mecânica do comprimento muscular próximo ao comprimento ótimo de geração de força, e uma maior participação dos extensores do quadril e dos flexores plantares decorrente da desvantagem mecânica dos extensores do joelho no agachamento profundo talvez expliquem os resultados de nossa revisão sistemática que evidenciaram que os extensores do joelho não têm maior ativação no agachamento profundo comparado ao agachamento parcial.

Entretanto, é importante frisar que parece existir uma maior percepção subjetiva de esforço dos indivíduos no agachamento profundo comparado ao parcial (TIGGEMANN *et al.*, 2010). Esse aumento na percepção subjetiva de esforço parece estar associado aos estímulos sensoriais musculoesqueléticos gerados em cada um dos movimentos, incluindo os estímulos advindos de

receptores articulares, ligamentares, ósseos, da pele e também do músculo (WATT *et al.*, 1983).

Em relação às questões musculares, na fase descendente do agachamento profundo ocorre uma ação sinérgica entre os músculos extensores do quadril, extensores do joelho e flexores plantares do tornozelo. Essa maior ativação dos extensores de quadril e flexores plantares pode gerar a sensação de um maior esforço desses músculos sinergistas recrutados para auxiliar na realização do movimento em função da desvantagem mecânica dos extensores do joelho acima mencionada (DA SILVA *et al.*, 2017; O'NEILL; PSYCHARAKIS *et al.*, 2021). Os flexores plantares trabalham na fase ascendente da relação força-comprimento, ou seja, quanto mais alongados esses músculos estiverem, mais força produzem em maiores comprimentos (KULIG *et al.*, 1984; GEREMIA *et al.*, 2018). Já os extensores de quadril trabalham na fase ascendente-descendente da relação força-comprimento, com ângulo ótimo de produção de força na flexão de quadril, cujos extensores de quadril encontram-se alongados e produzindo força nos maiores comprimentos. Conforme os extensores de quadril vão se encurtando, sua capacidade de produção de força diminui nos menores comprimentos (KULIG *et al.*, 1984; MELO *et al.*, 2011). Essa maior força gerada em maiores comprimentos durante o agachamento profundo também pode ativar com maior intensidade o órgão tendinoso de Golgi, responsável por enviar ao sistema nervoso central informações acerca do nível de tensão muscular. Esses maiores níveis de tensão muscular (tanto ativa quanto também passiva na fase excêntrica) podem elevar o número e a intensidade dos estímulos sensoriais enviados ao sistema nervoso central, o que pode produzir uma percepção central de maior nível de esforço (TIGGEMANN *et al.*, 2010; WATT *et al.*, 1993). Portanto, em condições agudas, podemos inferir que, no agachamento profundo, os extensores de quadril e flexores plantares assumem a sobrecarga decorrente da desvantagem mecânica dos extensores do joelho, possibilitando a estes últimos manterem a ativação que é gerada no agachamento parcial.

Outro aspecto importante a considerar é que os estudos variaram a forma de análise do sinal EMG, e utilizaram tanto a média quanto o pico da ativação em relação ao percentual da CVM. Além disso, CONTRERAS *et al.* (2016) e DA SILVA *et al.* (2017) optaram por dividir o movimento em fases concêntrica e

excêntrica. Como era esperado, esses estudos mostraram menores valores brutos de ativação dos extensores de joelho na contração excêntrica comparado com a fase concêntrica. Na contração excêntrica há a participação dos elementos elásticos, como a titina e o tecido conjuntivo dos envoltórios musculares (perimísio, endomísio, epimísio) gerando força passivamente enquanto são estirados (NARICI *et al.*, 2014; HERZOG *et al.*, 2015). Além disso, há uma maior economia de movimento em função de uma menor necessidade de gasto energético devido a essa força passiva, que determina uma menor necessidade de recrutamento de unidades motoras.

Entretanto, a utilização da análise combinada das fases concêntrica e excêntrica parece ser mais adequada para comparações entre os exercícios propostos, por considerar a ativação dos extensores do joelho durante toda a amplitude do movimento. Ainda assim, o tempo total para a execução dos movimentos de agachamento parcial e profundo é diferente, sendo maior no profundo do que no parcial, o que também traz algumas limitações para a análise do sinal EMG, e pode contribuir para a maior sensação de esforço realizado no agachamento profundo.

Críticas têm sido relatadas para utilização da EMG de superfície em condições dinâmicas, por sofrerem influências da não estacionariedade do sinal EMG, dos deslocamentos dos músculos sob os eletrodos fixados na superfície da pele e de alterações na arquitetura muscular durante as repetições dinâmicas (OCARINO *et al.*, 2005; STOLL; PINTO 2018). Também é importante reconhecer a existência de limitações de ordem intrínseca e extrínseca na utilização da técnica de EMG de superfície e que podem interferir com os resultados obtidos. As limitações extrínsecas passam pela capacidade de controlar alguns fatores externos, os quais podem interferir na captação do sinal, como, por exemplo, a temperatura do local, o posicionamento dos eletrodos e a preparação da pele (CATERISANO *et al.* 2002; GOMES *et al.*, 2015). Já os fatores intrínsecos, são aqueles que não podem ser controlados, e envolvem as características das unidades motoras, a temperatura corporal, a quantidade de gordura subcutânea e o crosstalk (que é a interferência por captação da atividade de outros músculos próximos aos eletrodos) (CATERISANO *et al.* 2002; GOMES *et al.*, 2015).

Apesar das estratégias das avaliações utilizadas nos estudos incluídos

nessa revisão e da alta qualidade metodológica, é preciso ter cautela para não extrapolar os resultados de estudos transversais que utilizaram a EMG de superfície para entender os efeitos agudos dos exercícios de agachamento parcial e profundo para possíveis efeitos crônicos, como por exemplo estudos relacionados ao ganho de força e hipertrofia muscular com o uso desses exercícios. Por fim, a EMG de superfície parece ser uma excelente estratégia para análise de exercícios de força como o agachamento, em estudos longitudinais, que possibilitarão responder questões inquietantes de cientistas, como as relacionadas a ganhos de massa e força muscular, de modo que estudos futuros devem avaliar os efeitos crônicos dos exercícios de agachamento parcial e profundo na atividade elétrica dos músculos extensores do joelho.

### **4.3 Limitações**

Mesmo sendo classificados como alto e moderado risco de viés, foi observado que os estudos incluídos foram metodologicamente limitados. Nenhum apresentou de forma completa os itens observados na avaliação do risco de viés referentes aos fatores de confusão (descrições de perdas e exclusões) e poder estatístico. Portanto, o baixo número amostral e ausência de cálculo amostral de alguns estudos incluídos, bem como os diferentes protocolos para realização dos agachamentos, indicam que devemos ter cautela ao inferir os resultados para a população alvo. Outra limitação foi o foco em homens e mulheres jovens, saudáveis e com experiência no treinamento de força. Isso faz com que nossos resultados não sejam aplicados a outras populações. Além disso, os estudos incluídos não realizaram avaliações de ambos os sexos, pois avaliaram separadamente homens ou mulheres (2 estudos com homens e 2 estudos com mulheres). Sendo assim, não podemos afirmar que esses resultados se aplicam aos dois sexos.

Devido a variabilidade dos valores de EMG dos resultados, não foi possível realizar uma metanálise para expressar quantitativamente os resultados obtidos. Esse método poderia fornecer estimativas mais confiáveis da eficácia das avaliações do que estudos individuais, porque possui maior poder estatístico. O baixo número de estudos incluídos em nossa revisão também gera um número limitado de informações em condições agudas da ativação elétrica das duas

formas de agachamento. Portanto, devido a não realização de metanálise, também não foi possível avaliar a qualidade da evidência através das recomendações da *GRADE (The Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation Approach)*. Sendo assim, não podemos inferir que qualquer estimativa de efeito seja incerta ou não, nem que prováveis novos estudos tenham um impacto mais importante sobre a nossa confiança para estimar o efeito.

#### **4.4 Implicações metodológicas e práticas**

Os resultados da presente revisão constituem parâmetros adequados para a seleção de exercícios no treinamento e reabilitação, de acordo com o nível de ativação muscular. Parece que a atividade do glúteo máximo pode ajudar a explicar as diferenças na atividade dos músculos da coxa no agachamento profundo, já que os extensores do joelho não mostraram maior ativação nessa revisão. Porém, esses resultados devem ser vistos com cautela por profissionais da área clínica e treinadores. Raciocínio deve ser realizado primeiramente se o indivíduo tem condições de agachar pensando na segurança da coluna vertebral. Mobilidade e estabilidade devem ser suficientes no quadril e coluna justamente para não ocorrer uma retificação, gerando um risco maior para os discos intervertebrais. Sendo assim, um cuidado importante deve ser tomado na preservação fisiológica da coluna vertebral na prescrição do agachamento profundo.

No entanto, a qualidade metodológica moderada de um estudo incluído e os pequenos tamanhos de amostra sugerem que são necessários novos estudos sobre esse assunto. Os estudos devem ser planejados com maior rigor metodológico nos aspectos que não foram atingidos, com um número maior de indivíduos para ampliação do poder da informação. Também sugerimos a realização de estudos que avaliem o efeito crônico de intervenção como ensaios clínicos randomizados que podem ampliar o conhecimento dos efeitos da ativação elétrica dos extensores do joelho no agachamento parcial e profundo.

Além disso, é interessante que futuros desenhos experimentais dos estudos possam ser realizados pela avaliação da ativação elétrica por faixas de ângulos, visto que no agachamento parcial entre 0°-90° ocorre maior

recrutamento de extensores de joelho, e no agachamento profundo de 90°-120° ocorre perda da capacidade de produção de força dos extensores de joelho. Portanto, a avaliação dos sinais EMG por faixas de amplitude de movimento possibilitarão controlar os comprimentos musculares nos quais os músculos estão sendo recrutados, com exceção da faixa entre 90°-120° que está presente somente no agachamento profundo. Estudos com protocolos de fadiga dos extensores de joelho e dos músculos sinergistas do movimento de agachamento (extensores de quadril e flexores plantares) também devem ser incluídos em estudos futuros, pois possibilitarão melhor entender possíveis alterações na ativação elétrica de músculos sinergistas em diferentes tipos de agachamento.

Portanto, é interessante que treinadores e profissionais da área clínica saibam como avaliar criticamente a revisão sistemática. Isso é necessário para garantir que as tomadas de decisões sobre a escolha do agachamento em diferentes amplitudes sejam realizadas com base nas melhores evidências disponíveis.

## **5. CONCLUSÃO**

Essa revisão sistemática, com base nas recomendações do PRISMA e MOOSE, mostrou que a ativação elétrica dos músculos extensores do joelho não apresenta diferença entre o agachamento parcial e profundo entre homens e mulheres com experiência no treinamento de força. Com base nessas descobertas, é muito importante que os treinadores e profissionais da área clínica saibam utilizar a variação do agachamento que mais se adapta às necessidades individuais do cliente/paciente.

## 6. REFERÊNCIAS

- BLAZEVICH, A.; CANNAVAN, D.; COLEMAN, D.; HORNE, S. Influence of concentric and eccentric resistance training on architectural adaptation in human Quadriceps muscles. **Journal of Applied Physiology, Bethesda**, V.103, N.5, p. 1565–1575, 2007a.
- BRENTANO, M. A.; PINTO, R. S. ADAPTAÇÕES NEURAIS AO TREINAMENTO DE FORÇA. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 65–77, 2012.
- BRYANTON, Megan A. *et al.* Effect of Squat Depth and Barbell Load on Relative Muscular Effort in Squatting. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 26, n. 10, 2012.
- CATERISANO; Khadra. The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2002.
- CLARK, Dave R.; LAMBERT, Mike I.; HUNTER, Angus M. Muscle Activation in the Loaded Free Barbell Squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 26, n. 4, 2012.
- CONTRERAS, Bret *et al.* A Comparison of Gluteus Maximus, Biceps Femoris, and Vastus Lateralis Electromyography Amplitude in the Parallel, Full, and Front Squat Variations in Resistance-Trained Females. **Journal of Applied Biomechanics**, [s. l.], v. 32, n. 1, 2016.
- CORATELLA, Giuseppe *et al.* The Activation of Gluteal, Thigh, and Lower Back Muscles in Different Squat Variations Performed by Competitive Bodybuilders: Implications for Resistance Training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 2, 2021.
- CORREA, C.S.; COSTA R.; PINTO R.S. Utilização de diferentes técnicas para o controle do posicionamento dos eletrodos de superfície na coleta do sinal eletromiográfico. **Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano – Vol.2, n.2, p.5-13 – Abr/Jun, 2012.**
- DA SILVA, Josinaldo J. *et al.* Muscle Activation Differs Between Partial and Full Back Squat Exercise With External Load Equated. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 31, n. 6, 2017.
- EBBEN, William P.; LEIGH, David H.; JENSEN, Randall L. The Role of the Back Squat as a Hamstring Training Stimulus. **Strength and Conditioning Journal**, [s. l.], v. 22, n. 5, 2000.
- ESCAMILLA, RAFAEL F. *et al.* Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 33, n. 9, 2001.

FLECK, S.J., KRAEMER, W.J. Desenvolvendo a Sessão Individualizada de Treinamento de Força. In: **Fundamentos do Treinamento de Força Muscular**, 3ª Ed. São Paulo: Artmed, 2006. P. 168-169.

FRANCHI, M. v. *et al.* Architectural, functional and molecular responses to concentric and eccentric loading in human skeletal muscle. **Acta Physiologica**, [s. l.], v. 210, n. 3, 2014.

GEREMIA, J.M., BARONI, B.M. Time course of neuromechanical and morphological adaptations to triceps surae isokinetic eccentric training. **Physical Therapy in Sport**, Volume 34, November 2018, Pages 84-91

GOMES, Willy A. *et al.* Kinematic and sEMG Analysis of the Back Squat at Different Intensities With and Without Knee Wraps. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 29, n. 9, 2015.

KONRAD, P.; The ABC of EMG, A Pratical Introduction to Kinesiological Electromyography. Version 1.0 April 2005.

HERZOG, Walter *et al.* A new paradigm for muscle contraction. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 6, 2015.

KUBO, Keitaro; IKEBUKURO, Toshihiro; YATA, Hideaki. Effects of squat training with different depths on lower limb muscle volumes. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 119, n. 9, 2019.

KULIG, KORNELIA Ph.D.; ANDREWS, JAMES G. M.S.; HAY, JAMES G. Ph.D. Human Strength Curves. **Exercise and Sport Sciences Reviews**: January 1984 - Volume 12 - Issue 1 - p 417-466.

MARTINS BARBOSA, Ramon *et al.* Prevalência da dor em estudantes universitários. **Scientia Medica**, [s. l.], v. 31, n. 1, 2021.

Melo, Mônica O. *et al.* Análise do torque de resistência e da força muscular resultante durante exercício de extensão de quadril no Pilates e suas implicações na prescrição e progressão. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. 2011, v. 15, n. 1.

OCARINO. J.M. Eletromiografia: interpretação e aplicações nas ciências da reabilitação. **Fisioterapia Brasil** - Volume 6 - Número 4 2005.

O'NEILL, Kathy E.; PSYCHARAKIS, Stelios G. The effect of back squat depth and load on lower body muscle activity in group exercise participants. **Sports Biomechanics**, [s. l.], 2021.

PEREIRA, Glauber Ribeiro *et al.* Influence of Hip External Rotation on Hip Adductor and Rectus Femoris Myoelectric Activity During a Dynamic Parallel Squat. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 24, n. 10, 2010.

RATCLIFFE, Elizabeth *et al.* Is there a relationship between subacromial impingement syndrome and scapular orientation? A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 48, n. 16, 2014.

SCHOENFELD, Brad J. The Mechanisms of Muscle Hypertrophy and Their Application to Resistance Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 24, n. 10, 2010.

STASTNY, Petr *et al.* Strengthening the Gluteus Medius Using Various Bodyweight and Resistance Exercises. **Strength & Conditioning Journal**, [s. l.], v. 38, n. 3, 2016.

STIENE, Henry A. *et al.* A Comparison of Closed Kinetic Chain and Isokinetic Joint Isolation Exercise in Patients With Patellofemoral Dysfunction. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, [s. l.], v. 24, n. 3, 1996.

Stoll e pinto 2018 Jonathas Stoll de Vargas. Nível de Ativação Muscular em Diferentes Exercícios de Força Para Membros Inferiores em Mulheres Treinadas.

TIGGEMANN C, PINTO R, KRUEL L. A Percepção de Esforço no Treinamento de Força. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. (2010)1 16(4).

Watt, B., Grove, R. Perceived Exertion. **Sports Medicine** 15, 225–241 (1993).

## 7. ANEXOS

### ESTRATÉGIA DE BUSCA PUBMED

DATA BASE	STRATEGY
PUBMED	“Full squat OR partial squat OR depth squat OR parallel squat”
EMBASE	('full squat'/exp OR 'squat' OR 'squat training' OR 'depth squat' OR 'parallel squat' /exp OR 'partial squat' OR 'healthy subjects'/exp)
SCIELO	“Full squat OR partial squat”

## 8. MATERIAL SUPPLEMENTAR PRISMA E MOOSE

**Table S1** - PRISMA CHECKLIST - Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses.

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
<b>TITLE</b>			
Title	1	Identify the report as a systematic review, meta-analysis, or both.	4
<b>ABSTRACT</b>			
Structured summary	2	Provide a structured summary including, as applicable: background; objectives; data sources; study eligibility criteria, participants, and interventions; study appraisal and synthesis methods; results; limitations; conclusions and implications of key findings; systematic review registration number.	4
<b>INTRODUCTION</b>			
Rationale	3	Describe the rationale for the review in the context of what is already known.	6
Objectives	4	Provide an explicit statement of questions being addressed with reference to participants, interventions, comparisons, outcomes, and study design (PICOS).	8
<b>METHODS</b>			
Protocol and registration	5	Indicate if a review protocol exists, if and where it can be accessed (e.g., Web address), and, if available, provide registration information including registration number.	9
Eligibility criteria	6	Specify study characteristics (e.g., PICOS, length of follow-up) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) used as criteria for eligibility, giving rationale.	9
Information sources	7	Describe all information sources (e.g., databases with dates of coverage, contact with study authors to identify additional studies) in the search and date last searched.	10
Search	8	Present full electronic search strategy for at least one database, including any limits used, such that it could be repeated.	10
Study selection	9	State the process for selecting studies (i.e., screening, eligibility, included in systematic	11

		review, and, if applicable, included in the meta-analysis).	
Data collection process	10	Describe method of data extraction from reports (e.g., piloted forms, independently, in duplicate) and any processes for obtaining and confirming data from investigators.	11
Data items	11	List and define all variables for which data were sought (e.g., PICOS, funding sources) and any assumptions and simplifications made.	-
Risk of bias in individual studies	12	Describe methods used for assessing risk of bias of individual studies (including specification of whether this was done at the study or outcome level), and how this information is to be used in any data synthesis.	11
Summary measures	13	State the principal summary measures (e.g., risk ratio, difference in means).	12
Synthesis of results	14	Describe the methods of handling data and combining results of studies, if done, including measures of consistency (e.g., $I^2$ ) for each meta-analysis.	-

Section/topic	#	Checklist item	Reported on page #
Risk of bias across studies	15	Specify any assessment of risk of bias that may affect the cumulative evidence (e.g., publication bias, selective reporting within studies).	-
Additional analyses	16	Describe methods of additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression), if done, indicating which were pre-specified.	-
<b>RESULTS</b>			
Study selection	17	Give numbers of studies screened, assessed for eligibility, and included in the review, with reasons for exclusions at each stage, ideally with a flow diagram.	12
Study characteristics	18	For each study, present characteristics for which data were extracted (e.g., study size, PICOS, follow-up period) and provide the citations.	13
Risk of bias within studies	19	Present data on risk of bias of each study and, if available, any outcome level assessment (see item 12).	16

Results of individual studies	20	For all outcomes considered (benefits or harms), present, for each study: (a) simple summary data for each intervention group (b) effect estimates and confidence intervals, ideally with a forest plot.	-
Synthesis of results	21	Present results of each meta-analysis done, including confidence intervals and measures of consistency.	-
Risk of bias across studies	22	Present results of any assessment of risk of bias across studies (see Item 15).	-
Additional analysis	23	Give results of additional analyses, if done (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression [see Item 16]).	-
<b>DISCUSSION</b>			
Summary of evidence	24	Summarize the main findings including the strength of evidence for each main outcome; consider their relevance to key groups (e.g., healthcare providers, users, and policy makers).	19
Limitations	25	Discuss limitations at study and outcome level (e.g., risk of bias), and at review-level (e.g., incomplete retrieval of identified research, reporting bias).	22
Conclusions	26	Provide a general interpretation of the results in the context of other evidence, and implications for future research.	23
<b>FUNDING</b>			
Funding	27	Describe sources of funding for the systematic review and other support (e.g., supply of data); role of funders for the systematic review.	-

*From:* Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG, The PRISMA Group (2009). Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses: The PRISMA Statement. PLoS Med 6(7): e1000097. doi:10.1371/journal.pmed1000097

**Table S 2 - MOOSE - Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology.**

<b>Reporting Criteria</b>	<b>Reported (Yes/No)</b>	<b>Reported on Page</b>
<b>Reporting of Background</b>		
Problem definition	Yes	7
Hypothesis statement	Yes	8
Description of Study Outcome(s)	Yes	8
Type of exposure or intervention used	Yes	8
Type of study design used	Yes	9
Study population	Yes	9
<b>Reporting of Search Strategy</b>		
Qualifications of searchers (eg, librarians and investigators)	No	-
Search strategy, including time period included in the synthesis and keywords	Yes	10
Effort to include all available studies, including contact with authors	No	-
Databases and registries searched	Yes	10
Search software used, name and version, including special features used (eg, explosion)	Yes	11
Use of hand searching (eg, reference lists of obtained articles)	Yes	11
List of citations located and those excluded, including justification	Yes	14
Method for addressing articles published in languages other than English	Yes	10
Method of handling abstracts and unpublished studies	No	-
Description of any contact with authors	No	-
<b>Reporting of Methods</b>		
Description of relevance or appropriateness of studies assembled for assessing the hypothesis to be tested	No	-
Rationale for the selection and coding of data (eg, sound clinical principles or convenience)	No	-
Documentation of how data were classified and coded (eg, multiple raters, blinding, and interrater reliability)	Yes	10
Assessment of confounding (eg, comparability of cases and controls in studies where appropriate)	No	-
Assessment of study quality, including blinding of quality assessors; stratification or regression on possible predictors of study results	Yes	11
Assessment of heterogeneity	No	-
Description of statistical methods (eg, complete description of fixed or random effects models, justification of whether the chosen models account for predictors of study results, dose-response	No	-

models, or cumulative meta-analysis) in sufficient detail to be replicated		
Provision of appropriate tables and Graphics	Yes	12
<b>Reporting of Results</b>		
Table giving descriptive information for each study included	Yes	13-16
Results of sensitivity testing (eg, subgroup analysis)	No	-
Indication of statistical uncertainty of Findings	No	-
<b>Reporting of Discussion</b>		
Quantitative assessment of bias (eg, publication bias)	Yes	19-21
Justification for exclusion (eg, exclusion of non-English-language citations)	Yes	19-21
Assessment of quality of included studies	Yes	20-24
<b>Reporting of Conclusions</b>		
Consideration of alternative explanations for observed results	No	-
Generalization of the conclusions (ie, appropriate for the data presented and within the domain of the literature review)	Yes	25
Guidelines for future research	Yes	25
Disclosure of funding source	No	-