



UMA REVISÃO SOBRE AS DIFERENTES SOLICITAÇÕES MUSCULARES NAS VARIÁVEIS DO AGACHAMENTO E LEVANTAMENTO TERRA

A REVIEW ON DIFFERENT MUSCLE INFLUENCES ON SQUAT VARIABLES DEADLIFT

Rodrigo Augusto Minatel¹, Renan Floret Turini Claro²

¹Graduado bacharel em Educação Física.

²Doutor em Fisiopatologia em Clínica Médica. Docente de Educação Física das Faculdades Integradas de Jaú. Orientador.

Autor correspondente: Renan F.T. Claro, renan_turini@hotmail.com

RESUMO

A prática de exercícios físicos é fundamental para a qualidade de vida e longevidade promovendo bem-estar. Para a longevidade, destacam-se os exercícios resistidos, praticados com a objetivo de aumentar a força e resistência musculares dos membros solicitados, dentre eles, os membros inferiores, responsáveis pela locomoção. É dentro desse escopo que o presente artigo debate as variáveis do exercício de agachamento como exercício resistido, por meio de análises em eletromiografia, avaliando músculos motores primários das pernas e estabilizadores da perna e tronco. Para isso, foi realizada revisão bibliográfica com base de dados nacionais e internacionais como Pub Med, google acadêmico, SciELO, sendo utilizado quatro artigos na íntegra. Os artigos escolhidos apresentaram análises das variações inerentes ao exercício físico para incremento da solicitação muscular e incremento de força nos membros inferiores. Com os achados, foi possível detectar que há divergência entre resultados, pois cada pesquisa analisada fez análise específicas de variações. Mesmo assim, é possível concluir que os artigos apresentaram no quadríceps uma atividade eletromiografia maior do que nos outros músculos e que há diferença nas ativações dos músculos que realizam estabilizações no agachamento.

PALAVRAS-CHAVE: agachamento; exercício resistido; membros inferiores, hipertrofia muscular.

ABSTRACT

The practice of physical exercises is fundamental for the quality of life and longevity promoting well-being. For longevity, resistance exercises stand out, practiced with the objective of increasing the muscle strength and resistance of the requested limbs, among them, the lower limbs, responsible for locomotion. It is within this scope that the present article discusses the variables of the squat exercise as a resisted exercise, through analyzes in electromyography, evaluating primary motor muscles of the legs and stabilizers of the leg and trunk. For this, a bibliographical review was carried out with national and international databases such as Pub Med, academic google, SciELO, using four articles in full. The selected articles presented analyzes of variations inherent to physical exercise to increase muscle demand and increase strength in the lower limbs. With the findings, it was possible to detect that there is divergence between results, since each research analyzed made specific analysis of variations. Even so, it is possible to conclude that the articles presented a greater electromyographic activity in the quadriceps than in the other muscles and that there is a difference in the activations of the muscles that perform stabilization in the squat.

KEYWORDS: squat; resistive exercise; lower limbs, muscle hypertrophy, squat, electromyography.

INTRODUÇÃO

Segundo Pesquisa Nacional de Saúde (PNS), divulgada em 2020 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 30,1% da população adulta brasileira se declara fisicamente ativa, ou seja, pratica exercícios regularmente. O percentual apresenta um aumento gradativo, já que a pesquisa apontava que esse número era de 22,7%.

Quando considerada a realização de exercícios físicos, é fundamental a introdução de Exercícios Resistidos (ER). Esses consistem em exercícios físicos como forma de treinamento contra resistência com objetivo de fortalecer a musculatura e tornar possível o prolongamento temporal da execução dos movimentos. Além disso, esse tipo de exercício contribui para mitigar a diminuição de musculatura provinda do envelhecimento, promovendo independências de indivíduos (HENWOOD, 2016).

Para a execução, o ER é realizado contra uma resistência interna e externa. Sua aplicação prática está condicionada à utilização de cargas, como o próprio peso corporal ou implementos que forneçam resistência. Para realizar a adequada utilização dos exercícios devem ser observadas variáveis como amplitude de movimento, carga, intervalos, velocidades de execuções, séries e repetições (GENTIL et al, 2017). Assim, a execução de plano que utiliza prescrições detalhadas produz benefícios como: aumento da força, potência, massa muscular, resistência e diminuição da gordura corporal. Embora as alterações morfológicas sejam evidentes, a realização de exercícios resistidos impacta positivamente a aptidão física (funções). O aprimoramento das funções musculares e influências sistêmicas melhoram a qualidade de vida e facilitam as atividades do cotidiano, como subir uma escada, pegar pesos, agachar, estender roupas, por exemplo. Além disso, o ER proporciona boa qualidade do sono e melhora da qualidade de vida em geral (BRELENTHIN & LEE, 2022).

Aumentar a força e resistência dos músculos, especialmente com os ER, é ainda mais importante quando consideramos os membros inferiores, responsáveis pela locomoção (SILVA et al, 2020). Nessa região são localizados os maiores músculos do corpo humano, portanto, aumentar a massa muscular em conjunto com as funções é, conseqüentemente, acelerar o metabolismo e contribuir para o gasto calórico. Também é nessa região inferior que se localizam os gastrocnêmios, responsáveis por impulsionar o

sangue de volta para o coração, facilitando a circulação sanguínea mesmo contra a força da gravidade quando o corpo está posicionado verticalmente.

De acordo com Nick Evans, em seu livro *Anatomia da Musculação* (2007), o agachamento é realizado em pé com barra apoiada nos ombros (quando utilizada carga externa), pés afastados em distância igual à largura dos ombros, joelhos (perna) realizando flexões até que as coxas fiquem paralelas ao chão e estendendo as pernas para retornar à posição inicial (em pé) (EVANS, 2007). Embora a apresentação do movimento descrito acima como padrão para o agachamento, outras formas de realização do agachamento podem ser realizadas como agachamento sumô, com salto e com ângulos dos pés pré-determinados, o livro descreve o exercício levantamento terra que foi juntamente analisado, realizado em pé com corpo ereto, com pés diretamente abaixo do quadril, segurando a barra com braços estendidos, incline-se para frente utilizando a cintura, abaixando o peso mas mantendo a perna estendida, pare antes que o peso bata no chão e levante.

Todos os estudos utilizados nesta revisão tiveram o mesmo propósito de análise realizadas por eletromiografias. Esta técnica, consiste na utilização de aparelho que capta sinais elétricos produzidos pelos potenciais de ação recebidos nos músculos utilizados com intuito de aferir a atividade muscular. Dessa forma, é possível avaliar a contração e o relaxamento da musculatura por meio do gráfico que o aparelho disponibiliza. Se o músculo estiver relaxado o sinal é pequeno (ou com baixa voltagem) e se o músculo estiver contraído, o sinal será maior e expressará maior voltagem. Assim, os músculos devem ser analisados em um determinado exercício e na superfície desse músculo é colocado um eletrodo para avaliar a ativação muscular (ENOKA 2000).

Existem diferentes formas de realizar o agachamento, sendo cada uma com sua particularidade específica. Por ser um exercício comum, utilizado mesmo no dia a dia, já que se trata da simples ação de agachar-se, é importante estar com os músculos envolvidos nesses exercícios bem resistentes. Entretanto, tanto por questões estéticas ou por reabilitação, é importante saber qual músculo é mais solicitado em cada variável desse exercício (MARCHETTI et al., 2013).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo analisar as variáveis que o exercício de agachamento e levantamento terra pode ser executado segundo apontamentos da eletromiografia.

MÉTODOS

A produção bibliográfica sobre o exercício de agachamento é extensa, porém, para atingir o objetivo desse estudo – analisar as variáveis que o exercício de agachamento pode ser executado segundo apontamentos da eletromiografia – foi considerada a realização de uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo a partir da abordagem intuitiva descrita por Antônio Joaquim Severino (2017).

Para a composição da bibliografia foi utilizada as bases de dados *Scielo*, *Google Acadêmico* e *Pubmed*. Nestas foram encontrados seis artigos referentes ao tema. Para busca foram utilizadas as palavras-chave: “agachamento”, “exercício resistido” e “membros inferiores”, “*squat*” e “*electromyography*”. As palavras na língua inglesa ampliaram a busca afim de atingir um escopo mais amplo, baseado também em literatura internacional. Após a leitura dos artigos, foram incluídas as pesquisas que realizaram análises das variações dos exercícios de agachamento, comparando as atividades musculares dos membros inferiores. Foram descartados os textos que não se identificavam com o objetivo, a saber os que não continham as variações dos exercícios descritas com detalhamento suficiente para serem elegíveis. Assim, foram utilizados cinco artigos para a confecção desta revisão, sendo assim usado cinco artigos para composição do trabalho.

RESULTADOS

Após realização da busca e organização das pesquisas, foram selecionados os artigos apresentados a seguir.

Na pesquisa intitulada “*A Comparison of Gluteus Maximus, Biceps Femoris, and Vastus Lateralis Electromyography Amplitude in the Parallel, Full, and Front Squat Variations in Resistance Trained Females*” o autor apresentou como objeto de estudo 13 indivíduos do sexo feminino que não possuíam qualquer limitação física. Este teve como conclusão principal a apresentação da diferença estatística ($p < 0,05$) entre o os agachamentos completo, frontal e paralelo.

Outra pesquisa publicada no ano de 2007 por Catarina Oliveria de Souza teve como participantes 12 indivíduos saudáveis de ambos os sexos. Esta buscou identificar a diferença nas atividades eletromiográficas dos músculos reto, femoral, bíceps, bíceps femoral, tíbia anterior e sóleo. Como conclusão, a autora relatou o aparecimento da co-ativação entre os grupos musculares executores diretos (conhecidamente protagonistas) com os outros apresentados no estudo durante a realização do exercício.

Ademais, também foi realizada pesquisa por Gabriel de Paula Lira publicada em 2018 que teve como objeto 24 participantes, sendo 14 do sexo masculino e 10 do sexo

feminino. A pesquisa conseguiu apresentar resultados distintos de aplicação do exercício resistidos para homens e mulheres considerando os músculos fadigados ou não.

Por fim, também foi analisado artigo de revisão bibliográfica de Paulo Henrique Marchetti e colaboradores publicado em 2013. Este concluiu que diferentes condições impostas durante as realizações dos exercícios de agachamento têm também diferentes consequências em seus resultados.

O detalhamento das pesquisas apresentadas está no quadro apresentado a seguir:

Quadro 1 – Fichamento dos trabalhos considerados no presente estudo

Autor (ano)	Descrição	Participantes	Análises realizadas	Conclusões
Contreras e colaboradores (2016)	Os agachamentos frontais, completos e paralelos, são algumas das variações de agachamento mais populares.	Treze mulheres saudáveis	O objetivo dessa investigação foi comparar amplitude média e de pico da eletromiografia (EMG) do glúteo máximo superior, glúteo máximo inferior, bíceps femoral e vasto lateral de agachamento frontal, completo e paralelo.	nenhuma diferença estatística ($P \leq 0,05$) entre agachamento completo, frontal e paralelo em nenhum dos músculos testados.
Sousa1 e colaboradores (2007)	fisioterapeutas dedicados à reabilitação de atletas utilizaram os exercícios em cadeia cinética aberta (CCA), na qual os movimentos são desenvolvidos com o segmento distal livre, para o fortalecimento da extremidade inferior. Todavia, uma melhor compreensão da cinesiologia e da biomecânica proporcionou a atual aplicação dos exercícios em cadeia cinética fechada.	12 indivíduos saudáveis, de ambos os sexos (seis homens e seis mulheres)	O objetivo deste estudo foi comparar a atividade eletromiografia (EMG) dos músculos reto femoral, bíceps femoral, tibial anterior e sóleo no agachamento	Os resultados mostraram co-ativação entre os músculos femorais e bíceps femoral nas posições de tronco fletido e joelho em flexão de 40° e, entre os músculos reto femoral e sóleo, nas demais posições ($p < 0,05$).
Gabriel Lira (2018)	Esse projeto teve como objetivo analisar parâmetros biomecânicos relacionados aos músculos de indivíduos que realizaram três estilos de levantamento terra, (Convencional, Sumô, Hexagonal).	Nesse estudo participaram 24 voluntários, sendo 14 do sexo masculino e 10 do sexo feminino.	Foram analisados seis músculos diferentes, o músculo Gastrocnêmio Medial, Tibial Anterior, Bíceps Femoral, Vasto Medial, Multífido Lombar e Reto Abdominal, com e sem a inclusão da fadiga. No caso supracitado, iremos comparar os valores da média das três primeiras repetições com o valor	Conclui-se que, para os homens sem a fadiga para ativar vasto medial é melhor o hexagonal, para ativar BF é melhor o sumo. Com a fadiga BF/ML vão ativar nas 3 variações. Para as mulheres em um treinamento sem a situação de fadiga, é melhor utilizar o estilo Sumô em vez do Convencional para uma maior atuação do Tibial Anterior, já com a inclusão da fadiga, o Tibial se mostra menos ativo nos três estilos e o Reto Abdominal e Multífido Lombar

			da média das últimas três repetições.	acabaram aumentando sua ativação em todos os estilos.
Marchetti e colaboradores (2013)	Atualmente o treinamento de força vem sendo muito utilizado em diferentes contextos e para diversos objetivos: atléticos, recreacionais, estéticos e terapêuticos. Um dos exercícios mais utilizados no treinamento de força, visando o desenvolvimento da musculatura inferior é o agachamento. O presente trabalho teve como objetivo revisar diversos aspectos anatômicos, cinesiológicos e biomecânicos do exercício agachamento, assim como suas possíveis variações como as variações no posicionamento dos membros inferiores, os efeitos da amplitude de execução, as diferenças entre o exercício.	O presente trabalho foi realizado a partir de uma revisão de literatura. Foram pesquisados 34 artigos nacionais e internacionais retirados das bases de dados, Medline; SciELO; PUBMED e Google Acadêmico, publicados entre os anos de 1976 e 2011.	Efeito do posicionamento dos membros inferiores. Efeito da amplitude de movimento. Efeitos do posicionamento da barra. Efeito do exercício guiado e não guiado.	Considerando os trabalhos revisados, podemos concluir que, as diferentes variações e condições impostas ao exercício agachamento podem acarretar em mudanças na ação dos músculos envolvidos, na cinemática e/ou cinética do exercício, aumentando ou diminuindo sua performance e/ou eficiência.
Schwanbeck e colaboradores (2009)	O experimento foi em busca de determinar se o agachamento com pesos livres ou com a máquina Smith, era ideal para ativar os motores primários das pernas.	Avaliados três mulheres e três homens, vinte e dois anos, todos com experiência com treinamento.	Comparar a atividade eletromiografia, isto é, tibial anterior, gastrocnêmio, vasto medial, vasto lateral, bíceps femoral, eretores de coluna, lombar e reto abdominal.	O agachamento com pesos livre teve maior atividade eletromiografia em comparação com agachamento na máquina Smith, entretanto, as diferenças entre os exercícios não atingiram um nível de significância estatística ($p=0,057$)

DISCUSSÃO

Com base nos artigos utilizados, observa-se divergências de valores aos músculos que foram analisados sobre as ativações musculares dos exercícios constituindo-se em maior ativação em músculos primários sobre respectivos movimentos. Cada artigo comparou uma variação dos exercícios de membros inferiores, possibilitando melhora na compreensão das ativações musculares sobre cada variação. O artigo de CONTRERAS et al. (2016), cujo objetivo foi analisar as diferenças em eletromiografia dos agachamentos, frontal, paralelo e completo, relata que não houve nenhuma diferença estatisticamente relevante entre eles ($>0,05$).

Entretanto, no estudo de CONTRERAS et al. (2016) o bíceps femoral também não foi altamente ativado. Esse achado corrobora com outros estudos. Nessa amostra, pode-

se levar em consideração o fator do sexo, pois as mulheres adotam um padrão de movimento mais dominantes no joelho que exigiria mais torque. Portanto, mais ativação do quadríceps, esse é o único artigo que faz essas análises de agachamento completo, paralelo, frontal. Dessa forma, torna-se recomendado que o atleta faça o agachamento com mais amplitude desde que realizado com segurança.

Ademais, um estudo realizado por CATARINA et al (2007) faz uma análise das variações dos exercícios de agachamento no qual compara as variações de 40°, 60° e 90° graus de flexão de joelho. Apresenta-se nesse estudo que a maior ativação na eletromiografia foi nos músculos do quadríceps, por conta que quando se realiza o agachamento realiza-se uma flexão do quadril, tornozelo, joelho. No movimento concêntrico realiza-se uma extensão de joelho cujo movimento realizado pelo quadríceps com maior ativação na posição de 90° graus com tronco fletido, com o tronco fletido e o joelho a 60° e 90° graus, a demanda de força é muito grande, exigindo uma maior ativação do reto femoral, em comparação com bíceps femoral que tem sua ativação diminuída em função de sua origem e inserção nessa posição. Quando se realiza as análises do sóleo que teve uma co-ativação com reto femoral contando com a posição do tornozelo, quanto maior a profundidade maior demanda de dorsiflexão que precisa ser equilibrada com ativação dos flexores plantares como o sóleo. Houve também, influência na atividade em eletromiografia com o acréscimo de 10 quilos sobre as variáveis. Esses achados possibilitam um planejamento de inclusão de fortalecimento específico como forma de equilibrar as forças de translação tibial consequentemente reduzir as tensões dos ligamentos cruzados anteriores.

LIRA (2018) fez as análises de diferentes ativações musculares sobre os exercícios de levantamento terra, onde comparou as seguintes variáveis: levantamento terra hexagonal, sumô e convencional, analisando os principais músculos que são ativados no levantamento terra respectivamente quadríceps (vasto medial), isquiotibiais (bíceps femoral), gastrocnêmico medial, tibial anterior multífido lombar, tais músculos são solicitados para que haja uma flexão e extensão corretamente das articulações. Neste estudo, é recomendado que o hexagonal para ativação do vasto medial, o estilo sumô para ativação do bíceps femoral.

Um estudo de revisão bibliográfica realizado por MACHETTI et al. (2013), estudou as comparações das diferentes posições de barra, posicionamento de membros inferiores, exercícios guiados e pesos livres, e amplitudes de movimento. Sobre o posicionamento da barra comparou a posição da barra a frente e atrás, concluiu que, o agachamento realizado

com a barra atrás resultou em mais altas forças compreensivas e torque internos nos extensores quando comparado com agachamento com a barra a frente. E esse resultado entra em contradição com o artigo de Bret Contreras citado anteriormente. Entretanto, deixa evidente os benefícios do agachamento realizado a frente para indivíduos que tem problema no joelho por ter uma força de cisalhamento menor. Sobre o exercício a ser realizado com as máquinas ou pesos livres, relata-se que há uma maior atividade eletromiografia em exercícios realizados com pesos livre, esse resultado se dá por conta de que os exercícios realizados com pesos livres recrutam músculos sinergistas.

Sobre a amplitude de movimento um estudo realizado por Andrews, fez o cálculo de cisalhamento sobre 40%, 60%, 80%, os resultados mostraram que ambas as situações apresentaram pico de cisalhamento no menor ponto da amplitude do movimento.

Sendo assim, considerando todos os resultados e todas as análises que foram realizadas conclui-se que, as variáveis dos exercícios de membros inferiores que foram levadas em consideração, o agachamento é um exercício multiarticular que tem a ativação dos músculos da perna, porém, sendo preponderante a ativação dos músculos dos quadríceps, e de menor ativação dos músculos que atuam na estabilização, ademais, entre esses o estabilizador que é mais recrutado é o sóleo. No segundo exercícios de ponte o músculo mais recrutado foi o glúteo máximo superior, pois, está inerente a sua atuação a extensão de quadril.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Sobretudo, tomando-se há base a cinesiologia, os músculos que compõem o quadríceps dos quais reto femoral origem: espinha ilíaca anterosuperior, margem superior do acetábulo inserção: tuberosidade da tíbia: extensão de joelho. Vasto lateral com sua origem em intetrocâter maior, tuberosidade glútea, linha áspera do fêmur e inserção na tuberosidade da tíbia, função extensão de perna. Vasto medial com origem regiões proximais do fêmur parte inferior da linha intertrocantérica, linha pectínea, lábio medial da linha áspera, e metade proximal da linha supracondilar. Inserção tuberosidade da tíbia, ação extensão de pernas. Esses são os músculos analisados nos artigos sobre as características desses músculos torna-se compreensíveis os valores maiores na eletromiografia.

Os músculos bíceps femorais dos quais são cabeça longa com origem tuberosidade isquiática e cabeça curta com origem na linha áspera do fêmur e ambos com inserção na cabeça da fíbula, com ações em articulações do joelho flexão da perna e rotação externa

da perna, sobre essas informações denota-se suas baixas ativações no agachamento por ser um estabilizador. Sóleo com origem na linha solear, inserção superfície posterior do calcâneo, função de flexão plantar do pé, é o estabilizador mais solicitado no agachamento. Glúteos máximos com origem superfície posterolateral do sacro e cóccix superfície glútea do ílio, inserção no trato íliotibial e tuberosidade glútea. Ação de extensão da coxa. Com essa informação concluímos os resultados maiores nos exercícios de elevação pélvica.

Esse levantamento cinesiológico explica o estímulo muscular superior dos músculos do quadríceps em relação aos demais que foram comparados, portanto, o presente estudo contribui para uma prescrição de treinamento de forma a atingir os objetivos dos alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRELLENTHIN, Angelique; LEE, Duck-chull. **Comparative effects of aerobic, resistance and combined exercise on sleep**. 2022

CONTRERAS, B. *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. In. **Journal of Applied Biomechanics**, 2016, 32, 16 -22.

Da SILVA, J. J. *et al.* Muscle Activation Differs Between Partial and Full Back Squat Exercise With External Load Equated. *J Strength Cond*, In. **Journal of Strength and Conditioning Research Publish Ahead of Print**. 2017.

Da SILVA, Jurandir B. *et al.* Análise do exercício agachamento com e sem o uso de physioball e banda elástica em diferentes intensidades. In. **J. Phys. Educ.** 31 • 2020

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo: Manole. 2000.

EVANS, N. **Anatomia da musculação**. Editora Manole, Barueri-SP, 2017.

GENTIL P, BOTTARO M, NOLL M, WERNER S, VASCONCELOS JC, SEFFRIN A, et al. *during resistance training with no external load-effects of training status, movement velocity, dominance, Muscle activation and visual feedback*. **Physiol Behav** 2017;179:148-152.

HENWOOD T. *From community to aged care: The role of resistance training in health and wellness*. **J Aging Phys Act** 2016;24:S58-S.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Nacional da Saúde**. Brasil. 2020.

LIRA, G. de P. **Análise da atividade muscular em diferentes tipos de levantamento terra**. Rio Claro. 2018.

MACEDO, C. de S. G. *et al.* Benefícios do exercício físico para a qualidade de vida. In. **Revista Brasileira de atividade física** – ISSN 2317-1634. 2003. v8, n2, pág. 19-27.

MARCHETT, P. H. *et al.* Aspectos neuromecânicos do agachamento. In **Revista CPAQV – Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida** – ISSN: 2178-7514. V.5, n.2, 2013

SCHWANBECK, SHANE; CHILIBECK, PHILIP D; BINSTED, GORDON. *acomparisonoffreeweightsquattosmithmachinesquatusingelectromyography.* **JournalofStrengthandConditioningResearch** volume 23 number 9 december 2009

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24 Ed. Editora Cortez, São Paulo, 2017.