

Ativação muscular durante o exercício de agachamento em superfícies estáveis e instáveis: uma revisão sistemática

Muscular activation during the squat exercise in stable and unstable surfaces: a systematic review

Jumes Leopoldino, Dennis Akira, Carla Silva-Batista

Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo- EEFÉ-USP

Laboratório de Adaptações ao Treinamento de Força

jumeslira@usp.br, deakira12@gmail.com, csilvabatista@usp.br

Resumo. O objetivo desta revisão de literatura foi analisar a ativação muscular durante o exercício de agachamento em superfícies estáveis e instáveis. Para isso, foi realizada a busca sistemática *PICO* (*population, intervention, control or comparison and outcomes*) nas plataformas: Embase, Medline, Pubmed, Bireme e Scielo. Após a utilização dos critérios de inclusão, oito estudos de caráter transversal foram considerados. Apenas um estudo não apresentou diferença entre as superfícies. Três estudos demonstraram maior ativação dos músculos do tronco e da coxa quando o exercício de agachamento é realizado em bases instáveis. Quatro estudos demonstraram que quando o exercício de agachamento é realizado em superfícies estáveis com altas sobrecargas, principalmente acima de 75% de uma repetição máxima, também há diferenças de ativação nesses músculos. Logo, superfícies instáveis com baixa sobrecarga tornam-se uma boa estratégia para ativar os músculos do tronco e da coxa. Assim, estes dados são de suma importância para o meio prático, servindo de base para uma melhor prescrição de exercícios.

Palavras-chave: raiz quadrada média, treinamento de força, exercício multiarticular, instabilidade, estabilidade.

Abstract. *The aim of this review was to analyze the muscular activation during the squat exercise on stable and unstable surfaces. For this purpose, it was realized systematic search PICO (population, intervention, control or comparison and outcomes) at platforms: Embase, Medline, PubMed, Bireme and Scielo. After inclusion criteria, eight transversal studies were considered. Only one study did not demonstrate difference between the surfaces. Three studies demonstrated higher trunk and thigh muscular activity when the squat exercise was realized on unstable surface compared to stable surface. Four studies demonstrated when squat exercise was performed on stable surfaces with high overload, mainly above 75% of one repetition maximum, there are differences in those muscles as well. Hence, stable surfaces with low overload become a good strategy to activity trunk and thigh muscles. Thus, these findings are important to the practical application, can serve of base to improve exercise prescription.*

Key words: *root mean square, strength training, multi-joint exercise, instability, stability.*

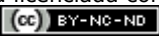
Iniciação - Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística
Edição Temática em Saúde e Bem-estar

Vol. 6 no 5 – Abril de 2017, São Paulo: Centro Universitário Senac

ISSN 2179-474X

Portal da revista: <http://www1.sp.senac.br/hotsites/blogs/revistainiciacao/>

E-mail: revistaic@sp.senac.br

Esta obra está licenciada com uma Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial-SemDerivações 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/) 

1. Introdução

O exercício de agachamento é muito utilizado em modalidades esportivas (HALES; JOHNSON; JOHNSON, 2009) e requisitado em atividades da vida diária por ser um exercício multiarticular que envolve grandes grupos musculares dos membros inferiores. Assim, este exercício é constantemente utilizado em prescrições de treinamentos onde o objetivo é a melhora na *performance* em modalidades coletivas que requerem saltos e agilidade de membros inferiores (WISLØF; CASTAGNA; HELGERUD; JONES; HOFF, 2004) e, também, utilizado na área da reabilitação física (SILVA-BATISTA; CORCOS; ROSCHEL, 2016) onde o objetivo é o aumento da força dos músculos que compõe o quadríceps, tais como o vasto medial (VM), que irá contribuir para uma boa estabilização patelar (BEVILAQUA-GROSSI; FELICIO; SIMÕES; COQUEIRO; MONTEIRO-PEDRO, 2005). Ainda, o exercício de agachamento é bastante requisitado no meio prático para avaliação da força de membros inferiores, como no teste de uma repetição máxima (1 RM) (BROWN; WEIR, 2001), e no teste de sentar e levantar (JONES; RIKLI; BEAM, 1999). É esperado que no exercício de agachamento sejam ativadas as musculaturas primárias e secundárias envolvidas no movimento (CATERISANO; MOSS; PELLINGER ET AL., 2002), (ESCAMILLA; FLEISIG; ZHENG; LANDER ET AL., 2001), (GULLET; TILLMAN; GUTIERREZ; CHOW, 2008). No entanto, por este exercício ser tão praticado e eficiente, difundiram-se variações durante a execução do mesmo em diferentes superfícies (LI; CAO; CHEN, 2013), (MCBRIDE; LARKIN; DAYNE; HAINES; KIRBY, 2010), (ROELANTS; VERSCHUEREN; DELECLUSE; LEVIN; STIJNEN, 2006); (WAHL; BEHM, 2008); (ANDERSEN; FIMLAND; BRENNSET ET AL., 2014); (HYONG; KANG, 2013), tais como estável e instável, assim, é necessário entender se o padrão de atividade das musculaturas primárias e secundárias são as mesmas, se são maiores em meio instável, ou se são diferentes quando comparados diferentes protocolos.

Uma das maneiras de mensurar a ativação muscular é por meio da técnica de eletromiografia (EMG). Nesta técnica é analisada a atividade elétrica (integração dos potenciais de ação captados pelos eletrodos de superfície) dos músculos através de eletrodos colocados na superfície da região muscular a qual se quer analisar (GULLET; TILLMAN; GUTIERREZ; CHOW, 2008). Análises de EMG são consideradas um bom padrão para observar a atividade muscular, sensíveis e de baixo custo quando comparadas com outras técnicas (MORITANI; YOSHITAKE, 1998). Considerando que a força e a ativação muscular são boas indicadoras de ativação neural (BIGLAND; LIPPOLD, 1954) e, a EMG fornece resultados de amplitude desta ativação em diferentes músculos dos membros inferiores e do tronco, é possível sugerir dois pontos: 1) quando o exercício de agachamento for realizado em superfícies instáveis, a ativação muscular principalmente de musculaturas relacionadas com o controle postural (e.g., eretor espinhal, musculaturas abdominais e sóleo) apresentará uma maior amplitude quando comparado com superfícies estáveis, devido ao desequilíbrio que superfícies instáveis geram; 2) quando o exercício de agachamento sobre superfícies instáveis for realizado com sobrecarga adicional (peso externo), a ativação muscular apresentará uma maior amplitude e/ou será potencializada quando comparado sem sobrecarga adicional, pois o indivíduo terá que ativar um maior número de unidades motoras para superar essa carga adicional (BEHM; DRINKWATER; WILLARDSON; COWLEY, 2010), (ANDERSON; BEHM, 2005). Tomados em conjunto, esclarecer se há diferenças na ativação muscular durante a realização do exercício de agachamento em diferentes condições (i.e., estável vs. instável) contribuirá na progressão e prescrição de métodos de treinamento e em programas de reabilitação física (KRAEMER; RATAMESS, 2004).

Portanto, o objetivo desta revisão foi comparar na literatura científica a ativação muscular durante o exercício de agachamento em superfícies estáveis e instáveis. Nós hipotetizamos que, quando o exercício de agachamento for realizado em superfícies instáveis haverá maior ativação dos músculos em torno da coxa, perna e tronco quando comparado em superfícies estáveis.

2. Métodos

O presente trabalho realizou uma revisão bibliográfica utilizando buscas nas bases de dados: PubMed, Embase, Scielo, MedLine e Bireme. Foi utilizado como busca nas bases de dados a estratégia PICO (*Population, Intervention, control or comparation and outcomes*) (METHLEY; CAMPBELL; CHEW-GRAHAM; MCNALLY; CHERAGHI-SOHI, 2014), com os seguintes descritores: *adults, young adult, young adults, young healthy, adults healthy, healthy participants, healthy participant, healthy subjects, healthy subject, healthy, subjects, human volunteers, human volunteer, volunteer, human volunteers, human, normal volunteers, normal volunteer, normal; unstable surface, different surface, different surfaces, unstable coating, unstable coatings, squat, basic squat, Bosu squat, electromyographic, EMG, EMGs, electromyography, electromyographies, surface electromyography, surface and surface electromyographies*. Foram encontrados 45 artigos.

Foram utilizados como critérios de inclusão: artigos com desenho experimental transversal, ativação muscular durante o exercício de agachamento como variável dependente, diferentes superfícies (estável e instável) como variável independente e população entre 18 a 40 anos de idade. Não houve delimitação da data de publicação.

3. Resultados e Discussão

Após a estratégia de busca PICO foram incluídos oito artigos (Figura 1).

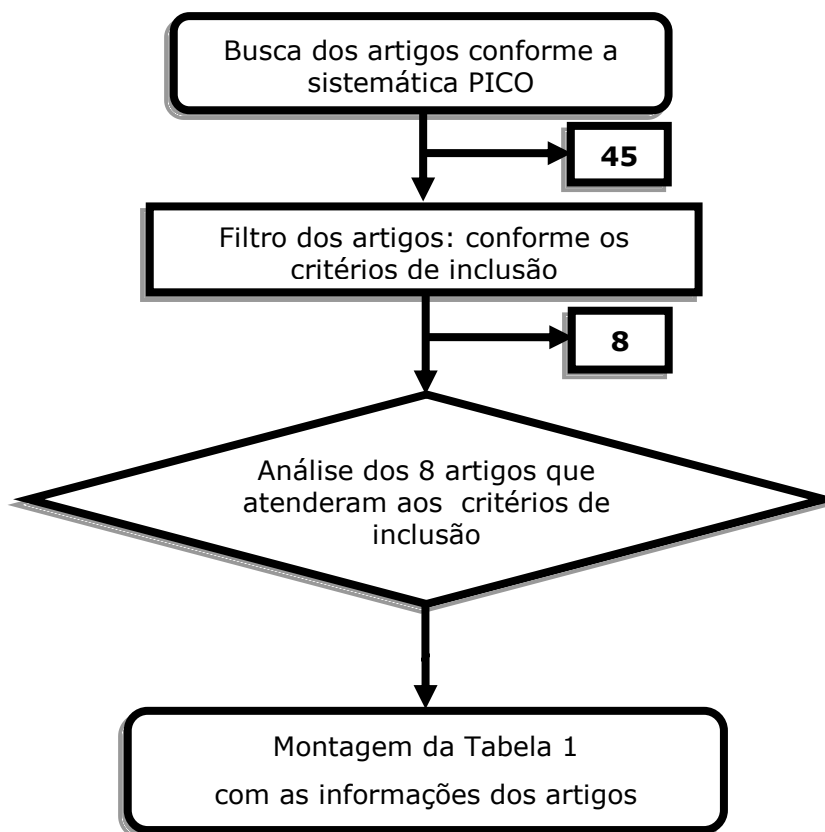


Figura 1: Fluxograma sobre organização da seleção dos artigos, conforme a busca sistemática PICO. Retângulo arredondado - início e fim do processo, retângulo - ação central do processo, losango - tomada de decisão. Adaptado do fluxograma Centro Paula Souza (RAMAL; RAMAL, 2007)

Desses oito artigos, apenas um estudo não mostrou diferença entre as bases⁸. Entretanto, os sete artigos restantes (LI; CAO; CHEN, 2013), (HYONG; KANG, 2013), (ANDERSON; BEHM, 2005), (SAETERBAKKEN; FIMLAND, 2013), (MAIOR; SIMÃO; SALLES; MIRANDA; COSTA, 2009), (MCBRIDE; CORMIE; DEANE, 2006), (BRESSEL; WILLARDSON; THOMPSON; FONTANA, 2009) demonstraram diferenças entre os protocolos, três desses relataram uma maior ativação dos músculos estabilizadores do tronco quando o exercício de agachamento é realizado em bases instáveis comparado com bases estáveis (Tabela 1). Assim, mesmo que a hipótese proposta pelo estudo foi parcialmente comprovada, realizar o exercício agachamento em bases instáveis com cargas baixas comparado com bases estáveis com cargas baixas, produz maior ativação da musculatura estabilizadora do tronco e da perna, o que pode ser explicado pela grande exigência de atividade neural para manutenção do equilíbrio durante o movimento, acionando assim musculaturas estabilizadoras (ANDERSON; BEHM, 2005). Por outro lado, um ponto curioso é que quando o exercício de agachamento em

condições estáveis é realizado com um percentual alto de 1 RM comparado com a condição instável, onde o percentual de 1 RM é baixo, mas o grau de instabilidade é o maior para aquela condição, foi observada uma maior ativação dos músculos estabilizadores do tronco, reto femoral (RF), VM e sóleo (SO), o que também pode ser explicado pelo maior estímulo mecânico que exige maior recrutamento de unidades motoras, já que os indivíduos ao realizarem o exercício de agachamento em bases instáveis não conseguem levantar a mesma sobrecarga pelo fato de se manterem equilibrados sobre superfícies instáveis. No entanto, mais estudos são necessários para comprovar estes resultados, uma vez que os protocolos utilizados nos mesmos que compuseram esta revisão de literatura foram bastante variados. Abaixo a discussão dos estudos.

Li et al. (2013) mostraram diferenças apenas para o nível de sobrecarga levantada, possivelmente pelo fato de que a plataforma utilizada para o treinamento, a *Reebok Core Board*, possuía um nível de instabilidade pequeno, até mesmo no nível dois de instabilidade.

Saeterbakken e Fimland (2013) mostraram uma tendência do SO para a superfície instável quando comparado com a superfície estável, e apenas diferença para o RF na condição estável quando comparado com a instável. Isso pode ser explicado pelo fato de que o SO tem função de estabilização e que quando realizado o exercício de agachamento em superfícies instáveis, o indivíduo prioriza tais musculaturas (ANDERSON; BEHM, 2005). Já para o RF, isso pode ser explicado pelo fato de que em superfícies estáveis as musculaturas agonistas no exercício de agachamento são priorizadas enquanto em superfícies instáveis as estabilizadoras são priorizadas, e que quando realizado o exercício de agachamento em superfície instável, o indivíduo não fletiu efetivamente o quadril com a flexão de joelho pelo fato de que poderia aproximar o seu centro de gravidade de sua base de suporte que lhe traria mais facilidade para manutenção do equilíbrio. Assim, isso explica o fato de que o RF é um flexor de quadril e extensor de joelho o que poderia dividir tarefas potencializando sua ação (YAVUZ; ERDAG; AMCA; ARITHAN, 2015).

Por outro lado, o estudo de Maior et al. (2009), que comparou o agachamento *smith* na condição estável e instável, mostrou maior ativação do VM, vasto lateral (VL) e RF na condição instável e sem sobrecarga, colaborando com os achados de Anderson e Behm (2005) e de Hyong et al. (2013). No entanto, no trabalho de Mc Bride et al. (2006), o maior pico de força estava relatado para a condição estável, o que pode ser explicado pelo fato de que quando realizado o movimento de agachamento em condições instáveis, os músculos estabilizadores do tronco parecem ser mais acionados para maior estabilização postural. Assim, as musculaturas agonistas do exercício de agachamento têm um trabalho secundário quando realizado o movimento com sobrecargas baixas em superfície instável, o que prioriza a condição estável para que os indivíduos gerem maior força sem se preocupar em manter o equilíbrio, isso corrobora com os resultados encontrados por Mc Bride et al. (2010) e Bressel et al. (2009).

Para Willardson et al. (2009), o oblíquo interno (OI) e o transverso abdominal (TA) são músculos muito selecionados no exercício de agachamento em bases instáveis, pois promovem uma maior ativação para a estabilização espinhal. Em contrapartida, no mesmo estudo foi descrito que quando os indivíduos realizam o exercício de agachamento com base estável a 75% de 1 RM, o OI e o TA são ativados na mesma magnitude, o que explica que altas sobrecargas podem ser semelhantes na ativação desses músculos de estabilização postural (2009). Sendo assim, parece que quando o exercício de agachamento é realizado em bases instáveis com indivíduos jovens e experientes em treinamento de força, a sobrecarga também muda a ativação muscular. Com sobrecargas mais elevadas têm-se ativação dos músculos estabilizadores, bem como em bases instáveis com baixa sobrecarga, sendo um

mecanismo de adaptação para a manutenção postural durante o exercício de agachamento.

É importante ressaltar outros pontos que não fazem parte do objetivo desta revisão, mas que são de extrema relevância para a discussão do mesmo e de futuras investigações. O primeiro ponto é que o treinamento do *core* tem sido bastante utilizado para melhoria do equilíbrio, sendo o meio instável uma boa estratégia para ativação do mesmo (BEHM; DRINKWATER; WILLARDSON ET AL., 2011). Para a diminuição da prevalência de dor lombar, o treinamento com instabilidade tem se mostrado eficaz no aumento de força e reabilitação da região lombar (BEHM; DRINKWATER; WILLARDSON ET AL., 2011). Logo, esses achados far-se-ão relevantes, uma vez que atividades da vida diária exigem prolongadas flexões posturais lombares, tendo uma grande relação com desordens cumulativas lombares (BEHM; DRINKWATER; WILLARDSON ET AL., 2011), (SILVA; FASSA; VALLE, 2004). Dessa forma, o treinamento com instabilidade pode ser uma ótima estratégia para fortalecimento da região lombar, e consequentemente uma boa solução de tratamento para indivíduos com dores lombares. O segundo ponto é que os ajustes posturais antecipatórios também parecem se beneficiar com o treinamento com instabilidade, podendo ser uma estratégia interessante para indivíduos que tem déficit nesses mecanismos de ajustes, tais como idosos portadores da doença de Parkinson (SILVA-BATISTA, 2016). Os indivíduos ativam ainda mais os músculos estabilizadores para manter o equilíbrio durante o exercício de agachamento com superfície instável, o que possivelmente os impedem de trabalhar com sobrecargas elevadas quando comparado com o exercício de agachamento com superfície estável. Segundo hipóteses de Behm et al. (2010), isso poderá leva-los a uma não significativa adaptação hipertrófica por trabalharem com sobrecargas relativamente menores.

Tabela 1. Protocolos dos estudos

Autor e ano	Sujeitos	Protocolo	Músculos avaliados	Principais resultados
Anderson e Behm (2005)	14 homens atletas e experientes em treinamento de força.	Exercício de agachamento em três níveis de estabilidade: muito estável (máquina <i>Smith</i>), relativamente estável (livre) e relativamente instável (<i>balance discs</i>); e com três níveis de sobrecarga: peso corporal, 29.5 Kg (peso da barra do Smith) e 60% do peso corporal (completar o movimento nos <i>balance discs</i> de maneira segura).	VL, BF, SO, EE, EA.	Diferenças significantes no EE e no SO na condição relativamente instável comparada com as demais e na dos EA com o muito estável. Diferença significativa no VL na condição muito estável comparado com as demais.
Hyong e Kang (2013)	14 indivíduos (5 homens e 9 mulheres) saudáveis.	Exercício de agachamento em três superfícies (<i>hard plates</i> , <i>foam pads</i> e <i>rubber air discs</i>) sem sobrecarga.	VMO, VL.	Diferença significativa no VMO na superfície <i>rubber air disc</i> comparada com as demais.
Maier et al. (2009)	20 homens experientes em treinamento de força.	Exercício de agachamento na máquina <i>Smith</i> em duas superfícies (chão e Reebok <i>Core Board Training</i>) sem sobrecarga adicional.	RF, VL, VM.	Diferenças significantes em todos os músculos avaliados na superfície Reebok <i>Core Board Training</i> comparado com o chão.
Li et al. (2013)	13 homens experientes em treinamento de força.	Exercício de agachamento em duas superfícies (chão e Reebok <i>Core Board</i>) com três sobrecargas (peso corporal, 30% de 1 RM e 60% de 1 RM).	SO, VL, VM, RF, BF, GMa, GMe, EEL.	Diferenças significantes no SO, no VM, no GMa e no EEL a cada incremento na sobrecarga. Diferenças significantes no VL (30% de 1 RM comparado com o peso corporal), RF (60% de 1 RM comparado com as demais) e GMe (60% de 1 RM comparado com as demais).
Mc. Bride et al. (2010)	10 homens recreacionalm ente treinados em força.	Exercício de agachamento em duas superfícies (<i>force plate</i> e <i>inflated disc</i>) com seis sobrecargas (relativas: 70% de 1 RM, 80% de 1 RM e 90% de 1 RM; absolutas: 59 Kg, 67 Kg e 75 Kg).	VL, BF, EE.	Diferenças significantes na superfície <i>force plate</i> nas condições relativas: VL e BF (apenas na condição de 90% de 1 RM); e nas condições absolutas: VL (exceto na condição 75 Kg).
Mc Bride et al. (2006)	9 homens atletas familiarizados com treinamento de força.	Exercício de agachamento em duas superfícies (<i>force plate</i> e <i>inflated balance disk</i>) sem sobrecarga adicional.	VL, VM, BF e GA.	Diferenças significantes no VL e no VM na superfície <i>force plate</i> comparada com a <i>inflated balance disk</i> .
Bressel et al. (2009)	12 homens recreacionalm ente treinados em força.	Exercício de agachamento em quatro condições (no chão, com 50% de 1 RM; em um BOSU, com 50% de 1 RM; no chão, com 75% de 1 RM; no chão, com 50% de 1 RM e instrução verbal).	RA, OE, TR, EE.	Diferenças significantes: condição BOSU comparado com 50% de 1 RM no OE; condição 75% de 1 RM comparado com 50% de 1 RM no OE e comparado com as demais condições no EE; condição instrução comparado com as demais condições no EO e no TR e comparado com o BOSU no RA.

Saeterbakken e Fimland (2013)	15 homens com familiaridade no exercício de agachamento.	Exercício de agachamento em quatro superfícies (chão, <i>power board</i> , BOSU e <i>balance cone</i>) com uma barra Olímpica.	RF, VM, VL, BF, SO, EE, OE, RA.	Diferença significativa no RF no chão comparado com as demais e no <i>balance cone</i> comparado com o BOSU, e uma tendência no SO no BOSU comparado com o chão.
-------------------------------	--	---	---------------------------------	--

Legenda: compilação dos estudos selecionados quanto à amostra, protocolo de intervenção e resultados; **bíceps femoral (BF); eletromiografia (EMG); eretor espinhal (EE); eretor espinhal lombar (EEL); estabilizadores do abdômen (EA); glúteo máximo (GMa); glúteo médio (GMe); oblíquo externo (OE); 1 repetição máxima (1RM); reto abdominal (RA); reto femoral (RF); sóleo (SO); vasto lateral (VL); vasto medial (VM); vasto medial oblíquo (VMO).**

4. Limitações dos estudos encontrados

Três limitações foram observadas nos estudos encontrados que compuseram esta revisão de literatura.

A primeira limitação é em relação a um grande desafio encontrado nos estudos analisados, o de manter a progressão da sobrecarga em bases instáveis. Os autores alegaram a segurança e a técnica como fatores limitantes (LI; CAO; CHEN, 2013), (ANDERSON; BEHM, 2005), (BRESSEL; WILLARDSON; THOMPSON; FONTANA, 2009). Com isso, eles tentaram compensar a progressão da sobrecarga aumentando a instabilidade. Saber se essa compensação foi efetiva traria maior confiabilidade aos resultados desses estudos.

A segunda limitação é devido a não padronização dos estudos referente ao grau de instabilidade. Por exemplo, Anderson e Behm (2005) utilizaram os termos: "base estável, relativamente estável e relativamente instável". A escolha das bases nesses estudos não foi explicada, alguns autores até referem uma progressão de instabilidade: *balance pad*, *dyna discs*, *balance discs*, BOSU®, *wobble board* e *Swiss ball* (SILVA-BATISTA; CORCOS; ROSCHEL, 2016), (WAHL; BEHM, 2008). Já Saeterbakken e Fimland (2013) sugerem que quanto mais dimensões e menor o contato da base com o chão, maior será a instabilidade.

A última limitação é devida a técnica de EMG. Por mais que esta técnica é considerada padrão ouro, validada (MORITANI; YOSHITAKE, 1998), (BIGLAND; LIPPOLD, 1954), (ENOKA; DUCHATEAU, 2015), e apresenta baixo custo quando comparada a outras técnicas; a amplitude do sinal aumenta com o número de motoneurônios envolvidos na ação e os mesmos estão ligados à distribuição das fibras musculares, o que impede que a análise de EMG seja uma boa medida de taxa média de descarga (HECKMAN; ENOKA, 2012), (ENOKA; DUCHATEAU, 2015), (ESCAMILLA; BABB; DEWITT ET AL., 2006). Segundo Enoka e Duchateau (2015), o sinal de EMG não é bem captado em ações musculares voluntárias máximas, pois a amplitude do sinal aumenta mais do que a força produzida e em ações musculares baixas, pois o sinal é dificultado pelo número de ruídos. Assim, futuros estudos deveriam verificar a ativação muscular com outras técnicas para comparar com a de análise de EMG durante o exercício de agachamento em superfícies estáveis e instáveis.

5. Aplicações práticas

Esta revisão colabora para o campo prático trazendo informações sobre a ativação muscular durante o exercício de agachamento em base estável e instável como uma estratégia para um melhor entendimento na prescrição de treino para indivíduos com objetivos específicos, o que para Kramer e Ratamess (2004) é de suma importância, pois ter conhecimento sobre a ativação muscular é uma das características para uma

boa prescrição e progressão do treinamento, principalmente para indivíduos que almejem otimizar as adaptações neuromusculares.

6. Conclusão

Dos oito artigos analisados, apenas um deles não mostrou diferenças entre os protocolos, apresentando diferença apenas para a variação da sobrecarga; três deles mostraram diferenças significantes na ativação muscular durante o exercício de agachamento para as condições instáveis nos músculos do tronco e da coxa. Já para as condições estáveis, quatro demonstraram diferenças significantes na ativação muscular durante o exercício de agachamento com altas sobrecargas, mostrando maior ativação de OE, TR, e EE com 75% de 1 RM, e até mesmo na produção de força, sinal de EMG do VL e VM. Logo, é perceptível que em altas sobrecargas as musculaturas estabilizadoras do tronco têm uma maior atividade. Entretanto, no exercício de agachamento com sobrecarga mais baixa, a instabilidade pode ser uma boa estratégia para progressão do treinamento, pois ativará significantemente os músculos estabilizadores do tronco; posteriormente recomendamos a utilização de alta sobrecarga em bases estáveis pela falta de estudos que analisaram alta sobrecarga em bases instáveis. Essa alta ativação dos músculos do tronco em bases instáveis com baixas sobrecargas e em bases estáveis com altas sobrecargas é um importante tópico para uma prescrição de treinamento mais específica, podendo ser mais apropriados à realidade de cada indivíduo.

7. Agradecimentos

Agradecemos ao Prof. Doutorando Ricardo Berton da EEFÉ-USP pelas sugestões que melhoraram substancialmente o artigo. Declaramos que não temos qualquer conflito de interesse.

Referências

1. Hales ME, Johnson BF, Johnson JT. Kinematic analysis of the powerlifting style squat and the conventional deadlift during competition: is there a cross-over effect between lifts? **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2009; 23 (9): 2574-2580.
2. Wisløf U, Castagna C, Helgerud J, Jones R, Hoff J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **Br J Sports Med**. 2004; 38: 285-288.
3. Silva-Batista C, Corcos DM, Roschel et al. Resistance training with instability for patients with parkinson's disease. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2016.
4. Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro-Pedro V. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. **Rev Bras Med Esporte**. 2005; 11 (3): 159-163.

5. Brown LE, Weir JP. Procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**. 2001; 4 (3): 1-21.
6. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. **The American Alliance for Health**. 1999; 70 (2): 113-119.
7. Caterisano A, Moss RF, Pellingier TK et al. The effect of back squat depth on the EMG activity of 4 superficial hip and thigh muscles. **Journal of Strength & Conditioning Association**. 2002; 16 (3): 428-432.
8. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Lander JE et al. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. **Medicine & Science in Sports & Exercise**. 2001; 33 (9): 1552-1566.
9. Gullet JC, Tillman MD, Gutierrez, Chow JW. A biomechanical comparison of back and front squats in healthy trained individuals. **J Strength Cond Res**. 2008; 23 (1): 284-292.
10. Li Y, Cao C, Chen X. Similar electromyographic activities of lower limbs between squatting on a Reebok Core Board and ground. **Journal of Strength and Conditioning Research**. 2013; 27 (5): 1349-1353.
11. McBride JM, Larkin TR, Dayne AM, Haines TL, Kirby TJ. Effect of absolute and relative loading on muscle activity during stable and unstable squatting. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 2010; 5: 177-183.
12. Roelants M, Verschueren SMP, Delecluse C, Levin O, Stijnen V. Whole-body-vibration-induced increase in leg muscle activity during different squat exercises. **Journal of Strength & Conditioning Association**. 2006; 20 (1): 124-129.
13. Wahl MJ, Behm DG. Not all instability training devices enhance muscle activation in highly resistance-trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Association**. 2008; 22 (4): 1360-1370.
14. Andersen V, Fimland MS, Brennstet Ø et al. Muscle activation and strength in squat and Bulgarian squat on stable and unstable surface. **Int J Sports Med**. 2014; 35: 1196-1202.
15. Hyong IH, Kang JH. Activities of the vastus lateralis and vastus medialis oblique muscles during squats on different surfaces. **J. Phys. Ther. Sci**. 2013; 25: 915-917.
16. Fridlund AJ, Cacioppo JT. **Guidelines for human electromyographic research**. 1986; 23 (5): 567-589.
17. Moritani T, Yoshitake Y. The use of electromyography in applied physiology. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 1998; 8: 363-381.
18. Bigland B, Lippold OCJ. The relation between force, velocity and integrated electrical activity in human muscles. **J. Physiol**. 1954; 123: 214-224.
19. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM, Cowley PM. The use of instability to train the core musculature. **Appl. Physiol. Nutr. Metab**. 2010; 35: 91-108.
20. Anderson K, Behm DG. Trunk muscle activity increases with unstable squat movements. **Can. J. Appl. Physiol**. 2005; 30 (1): 33-45.
21. Kraemer WJ, Ratamess N. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Med. Sci. Sports Exerc**. 2004; 36 (4): 674-688.
22. Methley AM, Campbell S, Chew-Graham C, McNally R, Cheraghi-Sohi S. PICO, PICOS and SPIDER: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. **Health Services Research**. 2014; 14:579.
23. Ramal AC, Ramal SA. **Administração empresarial gestão de pequenas empresas secretariado e assessoria**. 1a edição. Rio de Janeiro: Editora Roberto Marinho; 2007.

24. Saeterbakken AH, Fimland MS. Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. **National Strength and Conditioning Association**. 2013; 27 (1): 130-136.
25. Maior AS, Simão R, Salles BF, Miranda H, Costa PB. Neuromuscular activity during the squat exercise on an unstable platform. **Brazilian Journal of Biomotricity**. 2009; 3 (2): 121-129.
26. McBride JM, Cormie P, Deane R. Isometric squat force output and muscle activity in stable and unstable conditions. **National Strength & Conditioning Association**. 2006; 20 (4): 915-918.
27. Bressel E, Willardson JM, Thompson B, Fontana FE. Effect of instruction, surface stability, and load intensity on trunk muscle activity. **Journal of Electromyography and Kinesiology**. 2009; 19: 500-504.
28. Yavuz HU, Erdag D, Amca AM, Arithan S. Kinematic and EMG activities during front and back squat variations in maximum loads. **Journal of Sports Sciences**. 2015; 33 (10): 1-9.
29. Willardson J, Fontana FE, Bressel E. Effect of surface stability on core muscle activity for dynamic resistance exercises. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. 2009; 4: 97-109.
30. Behm DG, Drinkwater EJ, Willardson JM et al. The role of instability rehabilitative resistance training for the core musculature. **National Strength and Conditioning Association**. 2011; 33 (3): 72-81.
31. Silva MC, Fassa AG, Valle NCJ. Dor lombar crônica em uma população adulta do sul do Brasil: prevalência e fatores associados. **Cad. Saúde Pública**. 2004; 20 (2): 377-385.
32. Silva-Batista C. Efeitos do treinamento de força e do treinamento de força com instabilidade sobre os sintomas, funcionalidade, adaptações neuromusculares e a qualidade de vida de pacientes com doença de Parkinson: um estudo controlado e randomizado. **Tese [doutoramento em ciências]** - Escola de Educação Física e Esporte, 2016.
33. Bouisset S, Richardson J, Zattara M. Do anticipatory postural adjustments occurring in different segments of the postural chain follow the same organizational rule for different task movement velocities, independently of the inertial load volume? **Exp Brain Res**. 2000; 132: 79-86.
34. Heckman CJ, Enoka RM. Motor unit. **Compr Physiol**. 2012; 2: 2629-2682.
35. Enoka RM, Duchateau J. Inappropriate interpretation of surface EMG signals and muscle fiber characteristics impedes understanding of the control of neuromuscular function. **J. Appl Physiol**. 2015; 119: 1516-1518.
36. Escamilla RF, Babb E, DeWitt et al. Electromyographic analysis of tradicional and nontradicional abdominal exercises: implications for rehabilitation and training. **Physical Therapy**. 2006; 86: 656-671.