

Jéssica Martins Oliveira

**ATIVAÇÃO DA MUSCULATURA DO TRONCO DURANTE A REALIZAÇÃO
DE EXERCÍCIOS DINÂMICOS DE MEMBROS INFERIORES EM CADEIA
CINÉTICA FECHADA: uma revisão sistemática**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2021

Jéssica Martins Oliveira

**ATIVAÇÃO DA MUSCULATURA DO TRONCO DURANTE A REALIZAÇÃO
DE EXERCÍCIOS DINÂMICOS DE MEMBROS INFERIORES EM CADEIA
CINÉTICA FECHADA: uma revisão sistemática**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Colegiado de Pós-Graduação em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de especialista em Fisioterapia Esportiva.

Orientadora: Me. Fernanda Viegas Paulo Amaro

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2021

O48 a 202 1	<p>Oliveira, Jéssica Martins</p> <p>Ativação da musculatura do tronco durante a realização de exercícios dinâmicos de membros inferiores em cadeia cinética fechada: uma revisão sistemática. [manuscrito] / Jéssica Martins Oliveira– 2021.</p> <p>21 f., enc.: il.</p> <p>Orientadora: Fernanda Viegas de Paulo Amaro</p>
----------------------	---

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: n° 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESPECIALIZAÇÃO EM AVANÇOS CLÍNICOS EM FISIOTERAPIA



FOLHA DE APROVAÇÃO

ATIVÇÃO DA MUSCULATURA DO TRONCO DURANTE A REALIZAÇÃO DE EXERCÍCIOS DINÂMICOS DE MEMBROS INFERIORES EM CADEIA CINÉTICA FECHADA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

JESSICA MARTINS OLIVEIRA

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à Banca Examinadora designada pela Coordenação do curso de ESPECIALIZAÇÃO EM AVANÇOS CLÍNICOS EM FISIOTERAPIA, do Departamento de Fisioterapia, área de concentração FISIOTERAPIA ESPORTIVA.

Aprovada em 07 de maio de 2021, pela banca constituída pelos membros: Fernanda Viegas, Nayara Santos Silva e Bruno Alvarenga Soares.

Renan Alves Resende

Prof(a). Renan Alves Resende
Coordenador do curso de Especialização em Avanços Clínicos em Fisioterapia

Belo Horizonte, 07 de maio de 2021

RESUMO

Introdução: A musculatura do tronco compõe grande parte do *core*, que é responsável pela estabilização da coluna e cintura pélvica, e pela transmissão de força entre os segmentos do corpo através das cadeias cinéticas. A implementação de exercícios em cadeia cinética fechada vem aumentando, pois, esse tipo de exercício é mais funcional que os exercícios específicos de tronco e sempre envolvem movimento de mais de uma articulação, recrutando diversos grupos musculares de forma sinérgica. É comprovada a importância da implementação de exercícios para a musculatura do tronco em um programa de treinamento, mas ainda se discute sobre a utilização de exercícios específicos de tronco ou exercícios globais. Objetivo: Realizar uma revisão sistemática sobre a ativação da musculatura do tronco durante a realização de exercícios em cadeia cinética fechada para membros inferiores. Metodologia: A busca foi realizada nas bases de dados MEDLINE, Cochrane e Scielo, utilizando os termos: “*electromyography*”, “*EMG*”, “*core muscle activity*”, “*trunk muscle activity*”, “*core muscle activation*” e “*trunk muscle activation*”, cada um deles, foram individualmente combinados com os termos a seguir: “*dynamic exercise*”, “*squat*”, “*deadlift*” ou “*free weight exercise*”, ligados pelo boleano AND. Foram incluídos artigos publicados entre os anos 2010 e 2020, e não foram feitas restrições quanto ao idioma. Resultados: A partir da busca foram encontrados 1309 artigos, mas apenas 4 atenderam a todos os critérios e foram incluídos no presente estudo. Conclusão: Os exercícios em cadeia cinética fechada de membros inferiores são eficientes para a ativação da musculatura do tronco, entretanto são necessários mais estudos envolvendo pessoas com perfis diferentes, amostras maiores, outras musculaturas e estudos mais padronizados.

Palavras-chave: Eletromiografia. Cadeia cinética fechada. Exercícios. Músculos do tronco. EMG.

ABSTRACT

Introduction: The trunk muscles are part of the core, which is responsible for lumbopelvic complex stability and responsible for transferring forces between limbs kinetic chains. Closed kinetic chain exercise implementation is increasing because it is more functional than specific exercises for trunk muscles and moves multiples joints, recruiting several muscle groups synergistically. The importance of implementation of trunk muscle exercises in a training program is clear, but we still discuss about what kind of exercise we should use, the specifics exercises for trunk of global exercises. **Objective:** The purpose of this systematic review was to investigate the trunk muscle activation during lower limb closed kinetic chain exercises. **Methodology:** The research was conducted in three different electronic databases: MEDLINE, Cochrane and Scielo, and used the terms: *electromyography*, *EMG*, *core muscle activity*, *trunk muscle activity*, *core muscle activation* e *trunk muscle activation*, each one were individually combined with the following terms: *dynamic exercise*, *squat*, *deadlift* ou *free weight exercise*. It was connected by the boolean AND. Article published between 2010 and 2020 were included and no restriction about language was made. **Results:** 1309 articles were found, but only 4 met the criteria and were included in this study. **Conclusion:** The lower limbs closed kinetic chain exercises are efficient in activating the trunk muscle, however more studies are needed. Studies more standardized, with a bigger sample, different person profile and investigating other muscles.

Keywords: Electromyography. Closed kinetic chain. Exercises. Trunk muscles. EMG.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 METODOLOGIA.....	10
3 RESULTADOS	11
4 DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÃO.....	18
REFERÊNCIAS.....	19

1 INTRODUÇÃO

A musculatura do tronco compõe grande parte do agrupamento muscular conhecido como *core*, e atua sobre a fáscia toracolombar promovendo estabilização central, como um cinturão natural para a coluna (AKUTHOTA *et al.*, 2008). Além disso, ele atua na estabilização da cintura pélvica e das cadeias cinéticas durante movimentos funcionais, através da transmissão de força adequada entre segmentos corporais e redução das forças (de compressão, de translação e de cisalhamento) nas articulações. (FREDERICSON; MOORE, 2005; FARIES; GREENWOOD, 2007).

Considerando que o *core* é o centro das cadeias cinéticas, tanto de membros superiores quanto de membros inferiores, inclusive aquelas utilizadas nos gestos esportivos, a força, o controle e o equilíbrio dessa musculatura são capazes de otimizar o desempenho em diversas tarefas, incluindo correr, arremessar e chutar (BEM KIBLER; PRESS; SCIASCIA, 2006).

O *core* é composto por 29 pares musculares, tendo a musculatura abdominal na região anterior e lateral do tronco; os eretores espinhais, quadrados lombares, multífidos e os glúteos na região posterior do tronco; o diafragma na região superior; e a musculatura do assoalho pélvico na região inferior (FREDERICSON; MOORE, 2005; FARIES; GREENWOOD, 2007). Bergmark (1989) dividiu a musculatura do tronco em dois sistemas responsáveis pela estabilização da coluna, o sistema local, que é composto por musculaturas que se inserem na coluna vertebral e tem como objetivo principal manter as curvaturas da coluna; e o sistema global, composto pela pressão intra-abdominal e pelas musculaturas responsáveis pela transferência de força entre a caixa torácica e pelve.

Dentre as musculaturas que compõem o sistema de estabilização do tronco as mais comumente avaliadas nos estudos sobre ativação muscular são o reto abdominal, oblíquos abdominais, transverso abdominal e eretores espinhais (HAMLYN; BEHM; YOUNG, 2007; VAN DEN TILLAAR; SAETERBAKKEN, 2018). Os eretores espinhais são um grupo muscular, composto por três musculaturas envolvidas pela fáscia toracolombar, sendo essas musculaturas: o iliocostal, longuíssimo e o espinhal (DRAKE; VOGL; MITCHELL, 2005). Tanto o reto abdominal quanto os oblíquos e o transversos fazem parte da região anterolateral do tronco e eles são os principais responsáveis pelo aumento da pressão intra-

abdominal, sendo o transverso a musculatura mais profunda e o reto abdominal e oblíquo externos a mais superficial (DRAKE; VOGL; MITCHELL, 2005).

Durante os exercícios de cadeia cinética fechada ocorre coativação muscular, tanto de musculaturas agonistas quanto antagonistas. Steindler (1955) definiu cadeia cinética como uma combinação de um arranjo de articulações sucessivas, compondo um complexo motor, no qual acontece o movimento. Nesse caso, na cadeia cinética aberta (CCA) o movimento ocorre no seguimento distal que está livre, enquanto na cadeia cinética fechada (CCF) o seguimento distal não se move, pois se encontra fixo em uma superfície externa (STEINDLER, 1995). Os exercícios em CCA comumente trabalham uma musculatura específica de maneira isolada e movimentam apenas uma articulação, enquanto os exercícios em CCF são multiarticulares, recrutam diversas musculaturas distintas e é necessária uma ativação sinérgica de agonistas e antagonistas (MAYER *et al.*, 2003).

A crescente adesão aos exercícios de CCF nos programas de treinamento e de reabilitação se deve ao fato do mesmo envolver mais de uma articulação e grupo muscular (MEYER *et al.*, 2003). Sendo assim, o indivíduo só consegue estabilizar uma articulação dentro de uma CCF se conseguir estabilizar a cadeia como um todo e todas as articulações envolvidas nela (BOUTLER; MAJOR, 2003). Apesar das atividades de vida diária e os gestuais esportivos envolverem tanto movimentos em CCF, quanto em CCA, os exercícios em CCF são mais funcionais pelo fato de ativarem e movimentarem múltiplos grupos musculares e articulações simultaneamente (MEYER *et al.*, 2003).

Estudos já comprovaram a importância da inclusão de exercícios que trabalhem a musculatura do tronco em um programa de treinamento (ZAZULAK; CHOLEWICKI; REEVES, 2008). Porém, ainda se discute qual seria a maneira mais eficiente de trabalhar essas musculaturas. Existem diversos exercícios para musculaturas específicas e isoladas. Porém com o intuito de ativar toda a musculatura do *core*, os exercícios isométricos de ativação e estabilidade do *core* vem se tornando cada vez mais difundidos (OLIVER; STONE, PLUMMER, 2010). Dentre os exercícios comumente usados estão a prancha, a prancha lateral e as possíveis variações de ponte de quadril (BLIVEN; ANDERSON, 2013). Por serem mais funcionais e se assemelharem mais aos gestos esportivos, alguns autores estão propondo exercícios de CCF para fortalecimento e estabilização do tronco,

comparando a ativação muscular desses exercícios com os exercícios isométricos através da eletromiografia, no entanto os resultados ainda são controversos.

Van den Tillaar e Saeterbakken (2018) encontraram resultados favoráveis na utilização de exercícios funcionais, ao compararem a prancha com o *front squat* (agachamento bipodal com carga externa à frente do corpo), observaram que ambos os exercícios ativaram o reto abdominal e o oblíquo externo na mesma intensidade. Além disso o *front squat* apresentou maior ativação dos eretores espiniais (VAN DEN TILLAAR; SAETERBAKKEN, 2018). Contrariando esses achados, Confort, Pearson e Mather (2011) encontraram melhor ativação da musculatura do tronco nos exercícios isométricos. Porém, a ativação muscular nos exercícios de CCF pode estar relacionada à carga utilizada, Hamlyn, Behm e Young (2007) demonstraram melhor ativação da musculatura em exercícios de cadeias cinéticas fechadas quando performadas com carga alta, quando comparados com exercícios isométricos ou somente o peso do próprio corpo.

Sendo assim, os exercícios em CCF são capazes de ativar grupos musculares distintos, recrutar a musculatura do tronco de forma adequada, melhorar o controle do movimento e a absorção de impacto, reduzir estresse nas articulações envolvidas, além de distribuir melhor as forças em toda a cadeia. Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi realizar uma revisão sistemática sobre a ativação da musculatura do tronco durante a realização de exercícios dinâmicos em CCF para membros inferiores.

2 METODOLOGIA

A busca foi realizada nas seguintes bases de dados: MEDLINE, Cochrane e Scielo e não foram feitas restrições em relação ao idioma da publicação. No Pubmed a busca foi restringida a estudos clínicos, ensaios clínicos e estudos observacionais. Em todas as bases de dados foram utilizados na busca os seguintes termos: “*electromyography*”, “*EMG*”, “*core muscle activity*”, “*trunk muscle activity*”, “*core muscle activation*” e “*trunk muscle activation*”, cada um deles, foram individualmente combinados com os termos a seguir: “*dynamic exercise*”, “*squat*”, “*deadlift*” ou “*free weight exercise*”, ligados pelo boleano AND. Foram incluídos artigos publicados no período compreendido entre 2010 e 2020.

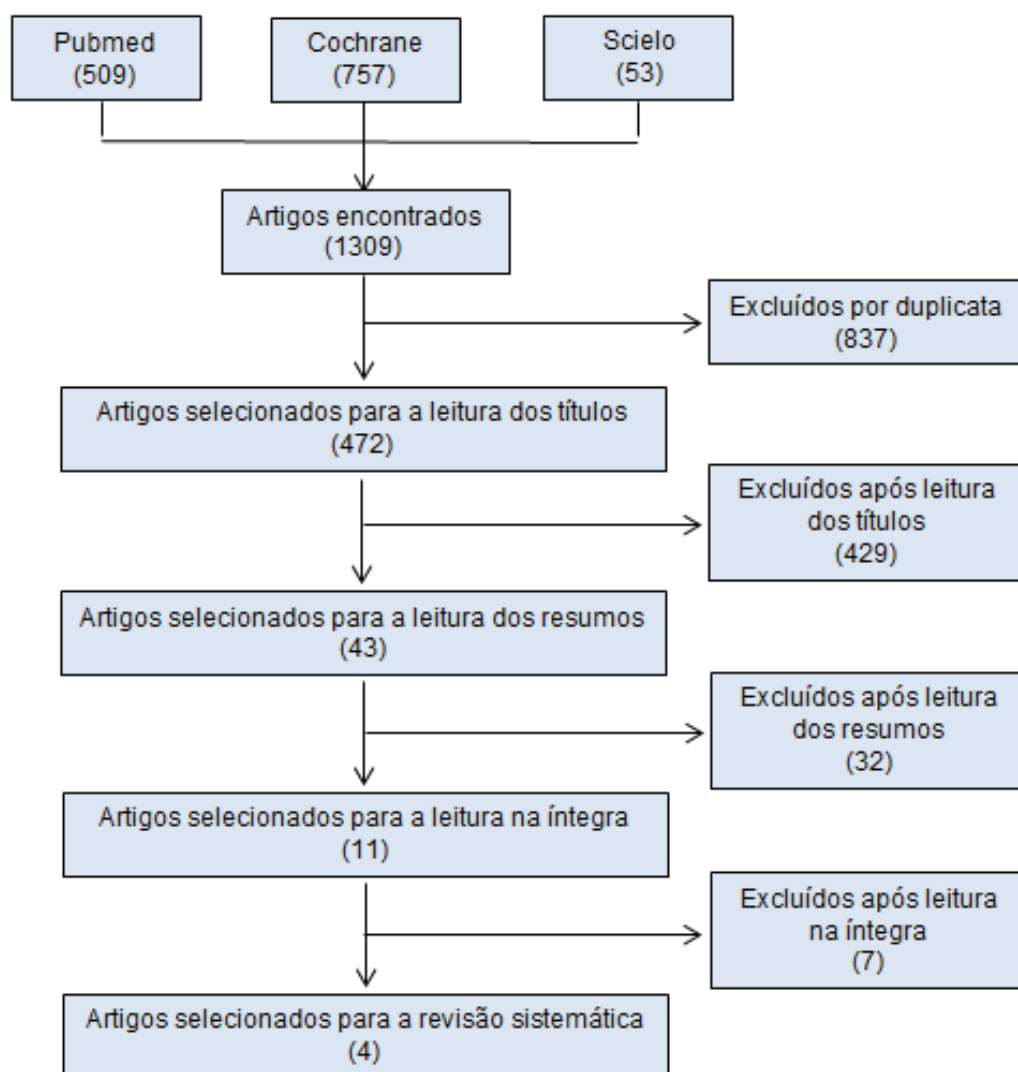
Os artigos foram selecionados de maneira criteriosa por dois pesquisadores independentes a partir da leitura dos títulos, resumos e dos textos na íntegra. Os casos de discordância foram resolvidos por consenso entre os pesquisadores.

A partir disso, foram selecionados estudos nos quais foram apresentados como resultado o nível de ativação da musculatura do tronco (em forma de porcentagem da ativação máxima da mesma musculatura) em indivíduos saudáveis durante a execução de exercícios dinâmicos em CCF através da EMG e apenas estudos publicados em jornas e revistas, não foram selecionados estudos não publicados. Foram excluídos artigos de revisão sistemática e revisão de literatura e estudos nos quais os dados da eletromiografia não foram normalizados, ou seja, não foi realizada a avaliação da contração máxima voluntária isométrica (MVIC) da musculatura para identificar a porcentagem da ativação durante os exercícios dinâmicos.

3 RESULTADOS

A busca foi realizada em três bases de dados distintas e os artigos foram selecionados a partir da leitura dos títulos, dos resumos e dos artigos na íntegra, como mostrado na figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do processo de seleção dos artigos



Os quatro estudos selecionados totalizaram 89 voluntários jovens. Em todos os estudos foram utilizadas cargas consideradas altas levando em consideração porcentagens da carga de uma repetição máxima (RM) de cada indivíduo, os voluntários já estavam familiarizados com os exercícios e eram capazes de executá-los com técnica adequada. Em dois estudos selecionados, a normalização dos

dados foi realizada a partir da MVIC das musculaturas isoladas. Enquanto outros dois estudos, mediram a MIVC durante o agachamento. Contudo, em todos os estudos foram identificadas grande ativação da musculatura do tronco durante os exercícios avaliados.

A tabela 1 descreve os estudos selecionados, em relação à amostra, musculatura avaliada, exercício utilizado, carga e a conclusão dos estudos.

Tabela 1 – Descrição dos estudos selecionados, em relação à amostra, musculatura avaliada, exercício utilizado, carga e a conclusão dos estudos

Referência Bibliográfica	Amostra	Musculatura Avaliada	Exercício Utilizado	Carga	Conclusão
ANDERSEN <i>et al.</i> , 2014	15 homens saudáveis Idade média: 24 ± 4anos Experiência média de 6 anos de treino de resistência, mas sem experiência competitiva	Vasto medial, vasto lateral, reto femoral, bíceps femoral, sóleo, reto abdominal, oblíquo externo e eretor espinhal	Agachamento em superfície estável Agachamento em superfície instável <i>Bulgarian squat</i> em superfície estável <i>Bulgarian squat</i> em superfície instável	6 RM de cada exercício	O estudo encontrou melhor ativação do bíceps femoral e oblíquo externo <i>no bulgarian squat</i> em relação ao agachamento e o contrário no reto femoral. Além disso, os eretores espinhais apresentaram redução na ativação muscular <i>no bulgarian squat</i> em superfície instável quando comparado com a superfície estável, enquanto as outras musculaturas não apresentaram diferenças significativas entre os exercícios e a superfície
ANDERSEN <i>et al.</i> , 2018	13 homens saudáveis, sem dor ou lesão Idade média: 21,9 ± 1,6 anos Experiência média de 4,5 anos de treino de resistência	Glúteo máximo, bíceps femoral e eretores espinhais	<i>Barbel deadlift</i> <i>Hex Bar deadlift</i> Ponte de quadril	1 RM de cada exercício	Não houve diferença significativa na ativação dos eretores espinhais nos três exercícios, enquanto o bíceps femoral apresentou melhor ativação <i>no barbel deadlift</i> e o glúteo máximo apresentou melhor ativação na ponte de quadril quando comparado com o <i>hex bar deadlift</i>
FLETCHER; BAGLEY, 2014	14 homens saudáveis, sem histórico de dor lombar Idade média: 21,7 ± 2,6 anos Experiência mínima de 1 ano de agachamento	Eretores espinhais	Agachamento guiado na máquina <i>Smith</i> Agachamento livre com barra Agachamento com <i>tendo-destabilizing bar</i>	85% de 1RM de cada exercício	Foi encontrado um aumento significativo na atividade eletromiográfica dos eretores espinhais conforme reduzia a estabilidade (agachamento guiado seria o mais estável, enquanto o agachamento com <i>tendo-destabilizing bar</i> seria o menos estável)

SILVA <i>et al.</i> , 2017	15 homens saudáveis, sem histórico de dor lombar, cirurgia e lesão com sintomas residuais em membros inferiores Idade média: 26 ± 5 anos Experiência média de 5 anos de <i>back squat</i>	Vasto lateral, vasto medial, reto femoral, bíceps femoral, semitendinoso, erector espinhal, sóleo e glúteo máximo	<i>Back squat</i> profundo <i>Back squat</i> parcial	10 RM de cada exercício	O glúteo máximo, bíceps femoral e sóleo apresentaram maior ativação muscular durante o agachamento parcial, enquanto as outras musculaturas não apresentaram diferenças significativa quanto ao nível de ativação muscular entre os agachamentos
-------------------------------	---	--	---	----------------------------	---

Legenda: RM = repetição máxima.

4 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi realizar uma revisão sistemática investigando a ativação da musculatura do tronco durante os exercícios em CCF de membros inferiores. Entretanto, faltam estudos que investiguem especificamente esses fatores. A musculatura do tronco é de extrema importância para a estabilização dinâmica da cintura pélvica e coluna, transmitindo forças entre membros superiores e inferiores, potencializando gestuais esportivos e do nosso dia a dia (FREDERICSON; MOORE, 2005; BEM KIBLER; PRESS; SCIASCIA, 2006). No entanto, nos estudos encontrados, foram investigadas a ativação apenas das seguintes musculaturas do tronco: reto abdominal, oblíquo externo e eretor espinal. Sabemos que a ativação de outras musculaturas, inclusive as musculaturas mais profundas, como por exemplo: transverso do abdome, oblíquo interno, quadrado lombar e multífidos também são importantes para esse papel de estabilização e de transmissão de força (FARIES; GREENWOOD, 2007).

Estas musculaturas muitas vezes não são analisadas através da EMG justamente por serem mais profundas, dificultando a coleta e análise dos dados. Levando em consideração que a EMG superficial estima o nível de ativação muscular através de eletrodos colocados na pele que vão mensurar a atividade elétrica de um músculo específico (MILLS, 2005), a informação captada pelos eletrodos não consegue ser específica quando avaliadas musculaturas pequenas ou profundas. Nesse caso, o movimento do membro e da pele pode deslocar o eletrodo perdendo a informação diretamente da musculatura desejada. Além disso, com o simples fato de ocorrer uma coativação de musculaturas adjacentes, as informações se cruzam e não é possível distinguir especificamente de qual musculatura se origina a atividade elétrica, o que acontece por exemplo entre os multífidos e o longuíssimo do dorso (STOKES; HENRY; SINGLE, 2003). Por esses fatores, os estudos apresentam a tendência de investigar principalmente grupos musculares maiores e superficiais.

A partir da avaliação das musculaturas citadas acima, o estudo de Silva e colaboradores (2017), foi o único estudo que encontrou baixa ativação dos eretores espinhais (próximo de 50% da MVIC). Todos os demais selecionados para o presente estudo mostraram ativação considerável da musculatura do tronco nos exercícios de agachamento (agachamento com carga livre e guiada, *bulgarian squat*

e *deadlift*), variando entre 80% e 130% da MIVC dos eretores espinhais, entre 150% e 250% da MVIC do reto abdominal e entre 95% e 150% da MVIC dos oblíquos externos. Sugerindo que esses exercícios possam ser eficientes para trabalhar as musculaturas do tronco em indivíduos saudáveis e treinados. Esses achados corroboram com outros estudos que comparam a ativação de musculaturas do tronco em exercícios específicos de tronco e exercícios dinâmicos de membros inferiores.

Tillaar e Saeterbakken (2018) compararam a ativação de reto abdominal, oblíquo externo e eretores espinhais na prancha ventral e no *back squat*. Estes autores não encontraram diferenças significativas de ativação em relação ao reto abdominal e oblíquo externo e uma melhor ativação dos eretores espinhais no *back squat* quando comparado à prancha ventral. Hamllyn, Behm e Young (2007) também encontraram resultados semelhantes. Quando comparados à prancha ventral e ao *superman*, os exercícios de *deadlift* e agachamento com barra livre foram capazes de gerar maior ativação de eretores espinhais apenas, enquanto oblíquo externo e reto abdominal não apresentaram diferença significativa de ativação entre os exercícios. Entretanto, esses resultados foram encontrados com alta carga (80% de 1RM), quando os mesmos exercícios foram realizados apenas com o peso corporal, não houve diferença significativa entre a ativação de nenhuma das musculaturas quando comparados à prancha ventral e o *superman*.

Os estudos selecionados para essa revisão demonstram que esses exercícios podem ser eficientes para ativação da musculatura do tronco, principalmente em cargas mais altas, já que o único estudo que encontrou uma menor ativação utilizava cargas mais baixas (10 RM, enquanto os outros estudos utilizaram 6 RM, 1 RM e 85% de 1 RM). Corroborando com Nuzzo e colaboradores (2008), que compararam a ativação da musculatura do tronco em diferentes cargas, e também encontraram melhor ativação com cargas altas durante o *back squat* e *deadlift*.

Apesar de terem sido encontrados bons resultados sobre o tema, identificamos também alguns pontos negativos sobre os estudos inseridos no presente estudo. Dentre os estudos, apenas um deles investigou a ativação de reto abdominal e oblíquo externo, os outros três avaliaram apenas eretores espinhais. Os resultados das EMG foram apresentados em forma de gráficos, com isso, não foi possível obter os valores exatos da ativação de cada musculatura, já que o valor exato não foi demonstrado. Outro fator importante são os métodos de mensuração

da MVIC, que variaram entre os estudos, dois deles utilizaram o agachamento e dois deles fizeram os testes específicos para cada musculatura, o que pode influenciar nos valores finais de %MVIC. Além disso, quando a MVIC é medida a partir dos testes específicos, é possível usar esses valores para comparar com outros exercícios ou outros estudos, entretanto isso não é possível quando a MVIC é medida a partir do agachamento contra uma barra fixa. Diante disso, este estudo sugere que os exercícios dinâmicos em CCF podem ser efetivos para ativação da musculatura do tronco, porém são necessários novos estudos, mais padronizados e envolvendo outras musculaturas do tronco. Além disso, os estudos investigaram apenas indivíduos já treinados, seria importante investigar populações diferentes e utilizar amostras maiores.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo investigou a ativação da musculatura do tronco durante exercícios em CCF de membros inferiores. A partir dos estudos incluídos identificamos que os exercícios em CCF de membros inferiores são capazes de ativar a musculatura do tronco assim como os exercícios específicos e isolados. Considerando que os exercícios investigados são mais funcionais, seria interessante a implementação destes em programas de treinamento e reabilitação, complementando o trabalho da musculatura de tronco e preparando o indivíduo para suas demandas.

REFERÊNCIAS

- AKUTHOTA, V; FERREIRO, A.; MOORE, T.; FREDERICSON, M. Core stability exercise principles. **Current Sports Medicine Reports**, v. 7, n. 1, p. 39-44, 2008.
- ANDERSEN, V; FIMLAND, M. S; BENNETT, O; HASLESTAD, M. S; LUNDTEIGEN, M. S; SKALLEBERG, K; SAETERBAKKEN, A. H. Muscle activation and strength in squat and bulgarian squat on stable and unstable surface. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, p. 1196-1202, 2014.
- ANDERSEN, V; FIMLAND, M. S; MO, D; INVERSEN, V. M; VERDERHUS, T; HELLEBO, L. R. R; NORDAUNE, K. I; SEATERBAKKEN, A. H. Electromyographic comparison of barbell and deadlift, hex bar deadlift and hip thruster exercises: a cross-over study. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 3, p 587-593, 2018.
- BEN KIBLER, W; PRESS, J; SCIASCIA, A. The role of core stability in athletic function. **Sports Medicine**, v.36, n.3, p.189-198, 2006.
- BERGMARK, A. Stability of the lumbar spine: A study in mechanical engineering. **Acta Orthopaedica Scandinavica**, v.60, n.230, p.1-54, 1989.
- BLIVEN, K. C. H; ANDRESON, B. E. Core stability training for injury prevention. **Sports Health**, v.5, n.6, p.514-522, 2013.
- DRAKE, R. L; VOGL, W; MITCHELL, A. W. **Gray's Anatomia para estudantes**: 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.
- FARIES, M. D; GREENWOOD, M. Core training: Stabilizing the confusion. **Strength and Conditioning Journal**, v.9, n.2 p.10-25.
- FLETCHER, I. M; ASHLEY, B. Changing the stability conditions in a back squat: the effect on maximum load lifted and erector spinae muscle activity. **Sports Biomechanics**, v. 13, n. 4, p. 380-390, 2014.
- FREDERICSON, M; MOORE, T. Muscular balance, core stability, and injury prevention for middle- and long-distance runners. **Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America**, v.16, p. 669-689, 2005.
- DA SILVA-GRIGOLETTO, M. E; DE RESENDE-NETO, A. G; TEIXEIRA, C. V. L. S. Treinamento funcional: uma atualização conceitual. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.22, p. 1-6, 2020.
- HAMLYN, N; BEHM, D. G; YOUNG, W. B. Trunk muscle activation during dynamic weight-training exercises and isometric instability activities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.4, p.1108-1122, 2007.

MAYER, F; SHLUMBERGER, A; VAN CINGEL, R. LAUBE, W; SHMIDTBLEICHER, D. Training and testing in open versus closed kinetic chain. **Isokinetics and Exercise Science**, v.11, p.181-187, 2003.

MILLS, K. R. The basics of electromyography. **Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry**, v.76, p.32-35, 2005.

NUZZO, H; McCAULLEY, G. O; CORMIE, P; CAVILL, M. J. Trunk muscle activity during stability ball and free weight exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.1, p.95-102, 2008.

OLIVER, G. D; STONE, A. J; PLUMMER, H. Electromyographic examination of selected muscle activation during isometric core exercises. **Clinical Journal of Sports Medicine**, v.20, n.6, p.452-457, 2010.

SILVA, J. J; SCHOENFELD, B. J; MARCHETTI, P. N; PECORARO, S. L; GREVE, J. M. D; MARCHETTI, P. H. Muscle activation differs between partial and full back squat exercise with external load equated. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 6, p. 1688-1693, 2017.

STEINDLER, A. **A kinesiology of the human body under normal and pathological conditions**. Illinois: Springfield, 1955.

STOKES, I. A. F; HENRY, S. M; SINGLE, R. M. Surface EMG electrodes do not accurately record from lumbar multifidus muscle. **Clinical Biomechanics**, v. 18, p.9-13, 2003.

VAN DEN TILLAAR, R. V. D; SAETERBAKKEN, A. H. Comparison of core muscle activation between a prone bridge and 6-RM back squats. **Journal of Human Kinetics**, v.62, p.43-53, 2018.

VANTREASE, W. C; TOWNSEND, J. R; SAPP, P. A; HENRY, R. N; JOHNSON, K. D. **Journal of Strength and Conditioning**, p. 1-5, 2020.

ZAZULAK, B; CHOLEWICKI, J; REEVES, N. R. Neuromuscular Control of Trunk Stability: clinical implications for sports injury prevention. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons**, v.16, n.9, p.1-9, 2008.