

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA

Pedro Lucas Tiellet Prunes Xavier

ANÁLISE CINESIOLÓGICA DOS EXERCÍCIOS DE ROTAÇÃO DE TRONCO

Porto Alegre

2015

Pedro Lucas Tiellet Prunes Xavier

ANÁLISE CINESIOLÓGICA DOS EXERCÍCIOS DE ROTAÇÃO DE TRONCO

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Educação Física pela Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientador: Eduardo Lusa Cadore

Porto Alegre

2015

RESUMO

Na área do treinamento físico, um tema bastante abordado é o fortalecimento da musculatura central do corpo, também conhecida com core. Diversas metodologias de treinamento prescrevem estes tipos de exercícios tanto na área da saúde (prevenção e reabilitação de lesões) quanto no treinamento esportivo (melhora do desempenho). Os exercícios rotacionais e diagonais fazem parte de uma variedade enorme de exercícios que buscam fortalecer esta região e estão cada vez mais fazendo parte dos programas de treinamento. Eles são diferentes da maioria dos exercícios para a região do tronco, pois são multiarticulares e tridimensionais, portanto, possuem uma ação sinérgica complexa, em que diversos músculos participam do movimento. Para uma melhor compreensão dos movimentos, o objetivo deste trabalho foi realizar uma análise cinesiológica buscando compreender as ações dos músculos oblíquos externos e paravertebrais durante os exercícios. Através da eletromiografia de superfície (EMG), é possível obter dados sobre o nível de ativação muscular das contrações e, assim, comparar as variações. Portanto, foi feito um estudo com cinco sujeitos com experiência em treinamento rotacional, realizando três variações do exercício: lift (diagonal de baixo para cima), chop (diagonal de cima para baixo) e rotação de tronco horizontal. Os valores encontrados foram comparados com os valores da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada sujeito e, analisando os percentuais de ativação de cada musculatura, foram obtidas informações sobre a cinesiologia destes movimentos. Como resultados, foram encontrados aumentos na ativação dos músculos como consequência do aumento da carga (40, 60 e 80% de 1RM), os picos de contração de cada exercício na segunda metade da fase concêntrica, além de maiores valores de ativação de oblíquos no chop 80%, enquanto o lift 80% apresenta maiores valores de ativação para os músculos paravertebrais.

ABSTRACT

In the physical training area, the core muscles strengthening is frequently addressed. Several training methodologies prescribe this kind of exercises for health enhancement (prevention and rehabilitation) as well as for sports training (performance improvement). The rotational and diagonal exercises compound a myriad of exercises that aim to strengthen these torso muscles and are increasingly used in training programs. They are different from most of the exercises for the torso since they are multiarticular and tridimensional, thus they present a complex synergic action, in which several muscles participate in the movement. For a thorough comprehension of the movements, this work aimed to develop a kinesiological analysis in order to comprehend the action of the external oblique and paraspinal muscles during exercises. Through surface electromyography (EMG), it is possible to obtain data about the level of contractions muscle activation and, then, compare the variations. Hence, a study was carried out with five subjects who have experience in rotational training, using three variations of the exercise: lift (upward diagonal), chop (downward diagonal) and horizontal rotation of the torso. The values found were compared with the maximum voluntary isometric contraction values of each subject and, analyzing the activation percentages of each musculature, it was possible to obtain information about the kinesiology of these movements. As a result, it was noticed an increase in the muscle activation as a consequence of the increased workload (40, 60 e 80% de 1RM), the contraction peaks of each exercise in the second half of the concentric phase, and higher values of activation of the oblique muscles during chopping 80%, while lifting 80% presents higher values of activation of paraspinal muscles.

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 - Exercício 1	23
Figura 2 - Exercício 2	23
Figura 3 - Exercício 3	24
Figura 4 - Oblíquos externos	25
Figura 5 - Paravertebrais.....	25
Figura 6 - Eletromiografia em lift.....	30
Figura 7 - Eletromiografia em chop	32
Figura 8 - Rotação horizontal	33
Figura 9 - Chop.....	33
Figura 10 - Lift	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 1).....	28
Gráfico 2 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 2).....	28
Gráfico 3 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 3).....	28
Gráfico 4 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 4).....	28
Gráfico 5 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 5).....	28
Gráfico 6 - Paravertebral direito (suj. 1).....	30
Gráfico 7 - Paravertebral direito (suj. 2).....	30
Gráfico 8 - Paravertebral direito (suj. 3).....	30
Gráfico 9 - Paravertebral direito (suj. 4).....	30
Gráfico 10 - Paravertebral direito (suj. 5).....	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Avaliação individual.....	27
--------------------------------------	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1RM – Uma repetição máxima

CVM – Contração voluntária máxima

CIVM – Contração isométrica voluntária máxima

EMG – Eletromiografia; eletromiográfico

FNP – Facilitação neuromuscular proprioceptiva

RMS – Root Mean Square

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
2.1 CONTEXTO	12
2.2 DOR LOMBAR E A FRAQUEZA DA MUSCULATURA DO TRONCO	12
2.3 ANÁLISE CINESIOLÓGICA DOS MÚSCULOS DO TRONCO	13
2.4 EXERCÍCIOS ROTACIONAIS	16
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	21
3.1 POPULAÇÃO	21
3.2 AMOSTRA	21
3.3 VARIÁVEIS	21
3.3.1 Variáveis independentes	21
3.3.2 Variáveis dependentes.....	22
3.4 PROTOCOLOS.....	22
3.4.1 Descrição dos exercícios	22
3.4.2 Contração voluntária máxima (CVM)	24
3.4.3 Testes de uma repetição máxima (1RM)	24
3.4.4 Coleta do sinal eletromiográfico (EMG)	24
3.4.5 Tratamento do sinal EMG	25
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 LIFT	29
4.2 CHOP	31
4.3 ROTAÇÃO HORIZONTAL.....	32
5 LIMITAÇÕES	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução da tecnologia e a mudança do estilo de vida, atualmente vive-se em uma sociedade predominantemente sedentária, de tal forma que as pessoas passam a maior parte do dia em frente à televisão e ao computador. Devido a isso, já é evidente há bastante tempo a relação entre o número de relatos de dores articulares, como a dor lombar, e o sedentarismo (TOSCANO; EGYPTO, 2001).

Por outro lado, aos poucos a cultura fitness vem crescendo e é cada vez maior o número de praticantes de atividades físicas. A partir de então, diversas metodologias de treinamento vêm ganhando espaço, como a musculação, o pilates, o treinamento funcional, entre outras. Estudos principalmente na área da fisioterapia, como o de Pavin e Gonçalves (2010), relatam a importância do fortalecimento da musculatura do tronco, geralmente denominada core, como forma de tratamento desses casos, por meio de um treinamento específico.

O termo core (núcleo, em inglês) refere-se ao tronco, o centro de produção de força do corpo, mais especificamente a região lombo-pélvica. A habilidade dessa região em controlar a posição do tronco após uma perturbação é definida como estabilização (HODGES, 2008). Esta função é mantida pela ação de aproximadamente 29 músculos, uns mais profundos e com uma função estabilizadora, como o transversal abdominal, e outros com a função de gerar movimentos, como os oblíquos interno e externo, reto abdominal e os paravertebrais, formando uma espécie de cinturão em volta da região lombar (MONTEIRO; EVANGELISTA, 2010). Esse grupo muscular possui papel fundamental na biomecânica corporal e está relacionado com a manutenção do equilíbrio e da postura bem como a proteção da coluna vertebral; e para que seja fortalecida essa região, é necessário um equilíbrio de força entre os três planos: sagital, frontal e transversal (PAVIN; GONÇALVES, 2010).

Já foram realizados vários estudos que avaliam a ativação elétrica dos músculos abdominais em diversas variações de exercícios (KONRAD et al., 2001; DRYSDALE; EARL; HERTEL, 2004). Porém, o que se encontra nesses estudos e constantemente dentro dos programas de treinamento mais tradicionais é a predominância dos exercícios no plano sagital, os sit-ups, popularmente chamados de abdominais, em relação aos exercícios nos planos frontal (flexão lateral) e transversal (rotação de tronco). Ou seja, há uma lacuna na literatura, principalmente em relação aos exercícios no plano transversal com resistência externa. Logo, tendo em vista que estes exercícios estão começando a ser utilizados em

métodos de treinamento que priorizam o fortalecimento do core, são necessários estudos que busquem informações que enriqueçam o conhecimento sobre esta ferramenta.

Devido a esses fatores, busca-se por meio deste estudo discorrer sobre os exercícios de rotação de tronco, suas especificidades, variações, vantagens e cuidados. Para isso, será feita uma análise cinesiológica por meio da eletromiografia de superfície (biofeedback que traz informações sobre a ativação muscular durante os exercícios) dos músculos oblíquo externo, reto abdominal e paravertebrais. Dessa forma, pretende-se entender mais sobre a dinâmica destes exercícios a fim de que sejam disseminados e que isso ocorra de maneira segura e eficaz nos diferentes métodos e com diferentes objetivos, seja na prevenção e no tratamento de dores lombares, seja com o objetivo de melhora na performance esportiva em geral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CONTEXTO

Olhando atentamente para a história da humanidade, é possível perceber que o século XX, devido às grandes guerras e à revolução industrial, científica e tecnológica, foi um período marcante para uma mudança do estilo de vida do ser humano. Atualmente, vive-se de uma maneira que possibilita ao homem usar cada vez menos o seu corpo para viver; a organização das cidades permitiu que os homens desenvolvessem um estilo de vida sedentário, assunto debatido pelos profissionais de Educação Física há anos.

Esse estilo de vida sedentário possui malefícios para o corpo, sendo um dos fatores de risco para algumas doenças crônicas, incluindo os problemas articulares, como a lombalgia. No que tange especificamente à dor lombar, estudos já chegaram à conclusão de que os principais fatores causadores são os problemas posturais. Atualmente, os indivíduos passam muito tempo sentados com posturas inadequadas, gerando uma perda na capacidade das musculaturas de sustentar a coluna, e esse desequilíbrio mecânico acaba atuando como um fator nocivo para sua estrutura (TOSCANO; EGYPTO, 2001).

De encontro a essa situação, por entender que o sedentarismo pode ser prejudicial, há um aumento na procura de atividade física em busca de uma melhor qualidade de vida. Atualmente, diversos tipos de atividades físicas estão recebendo novos adeptos, e é uma rotina para todas essas lidar com pessoas que sentem algum tipo de dor articular. Porém, diversos métodos utilizam exercícios de fortalecimento do tronco com o objetivo de prevenir lesões nessa região. Tais exercícios, com suas diversas possibilidades de variações, vêm sendo estudados na área da prevenção e do treinamento há anos a fim de que se desenvolvam métodos mais eficazes para atingir esses objetivos.

2.2 DOR LOMBAR E A FRAQUEZA DA MUSCULATURA DO TRONCO

Estudos atuais na área da fisioterapia têm apresentado uma relação muito direta entre a fraqueza dos músculos da parte central do corpo e dores lombares crônicas. Portanto, o fortalecimento dessa musculatura é uma ferramenta para a prevenção e a reabilitação para esse tipo de lesão (PAVIN; GONÇALVES, 2010). Entende-se como estabilização a capacidade desse sistema em manter a posição adequada entre a coluna lombar e a pelve após uma perturbação externa, ou até mesmo um movimento de membros. Isso ocorre de maneira

consciente e inconsciente, utilizando vias de alça fechada (feedback) e vias de alça aberta (feedforward) (HODGES, 2008). Por exemplo, se a pessoa está desprevenida e recebe uma perturbação externa, esta causará um desequilíbrio; a resposta (feedback) será a ativação da musculatura, buscando retomar a posição. Porém, quando esta mesma pessoa está preparada para esta perturbação externa, o mecanismo de feedforward será ativado, e a musculatura ativa previamente, se suficientemente forte, não deixará a perturbação externa resultar em um desequilíbrio.

A função de estabilidade é dividida basicamente entre três subsistemas: o subsistema ativo (músculos), o subsistema passivo (ossos e ligamentos) e o subsistema neural (sistema nervoso). Um déficit em um desses sistemas compromete o funcionamento desta região. (PAVIN; GONÇALVES, 2010). O sistema ativo possui uma divisão estabelecida dos músculos devido às suas funções: músculos locais e músculos globais. Os músculos locais, também conhecidos como unidade interna, caracterizam-se por serem músculos tônicos, que têm o papel de manutenção da postura. São eles: transverso abdominal, multífido, interespinhais, diafragma, assoalho pélvico e o quadrado lombar. Já os músculos globais, mais externos, possuem o papel de estabilizadores, mas também têm a função de gerar os movimentos de flexão (reto abdominal, oblíquo externo bilateral), extensão (paravertebrais), flexão lateral (oblíquo interno e externo ipsilaterais e paravertebrais) e rotação do tronco (oblíquo interno e externo contralaterais e paravertebrais) (SANTOS; FREITAS, 2010).

2.3 ANÁLISE CINESIOLÓGICA DOS MÚSCULOS DO TRONCO

A eletromiografia de superfície (EMG) é um método de avaliação do sinal elétrico da contração muscular, um biofeedback, utilizado como um recurso para intervenções clínicas e principalmente em pesquisas na área da cinesiologia e treinamento. Esse sinal é obtido, neste caso, na superfície, o que torna a coleta algo não invasivo e de fácil execução, captando o potencial elétrico das células ativas, que permite avaliar as adaptações ao treino físico e entender a dinâmica dos exercícios realizados (quais músculos participam do movimento) (LIMA; PINTO, 2006).

A fim de compreender mais a forma como ocorrem os movimentos do tronco, muitas pesquisas sobre a ativação dos músculos abdominais usando a eletromiografia já foram feitas. Drysdale, Earl e Hertel (2004) avaliaram a ativação elétrica dos músculos reto abdominal, oblíquo externo e reto femoral durante exercícios de sit-up (abdominal tradicional) com variação da posição dos pés (no chão, elevados, elevados com suporte) como forma de

identificar níveis de dificuldade de controle da pelve em cada exercício. Foram encontradas diferenças entre a ativação muscular em cada caso, obtendo uma maior utilização dos flexores do quadril (reto femoral) nos dois primeiros exercícios e um maior isolamento da musculatura reto abdominal quando os pés estão elevados e com suporte, propondo sua utilização caso o objetivo seja um maior isolamento desta musculatura.

Moraes, Pinto e Valamatos (2008) realizaram um estudo utilizando carga externa para exercícios abdominais. Para isso, estabeleceram valores percentuais de uma repetição máxima (1RM) (80%, 60%, 40% e 20%) e encontraram uma ativação maior do reto abdominal e oblíquo externo proporcionalmente ao aumento das cargas, mas também foi visto que a partir de 20% de 1RM já é suficiente para gerar uma ativação maior e, portanto, ser utilizada como uma progressão que aumente a intensidade do exercício.

Já Moon-Hwan e Jae-Seop (2015) fizeram uma comparação entre abdominais realizados no solo e em cima de uma bola suíça, encontrando diferenças significativas da ativação dos músculos oblíquo interno, externo e transversos abdominais quando o exercício é realizado em cima dessa superfície instável. Os autores afirmam que, com a superfície instável, várias tendências são atribuídas ao exercício, pois, realizando no solo, há apenas a tendência de extensão do tronco e, em cima da bola, o tronco fica suscetível a tendências em diversos planos, o que exige uma maior contração dos músculos estabilizadores, sendo uma progressão que dificulta a execução e aumenta a intensidade do exercício.

Konrad et al. (2001) buscaram avaliar a atividade neuromuscular de exercícios de tronco de forma mais global, observando exercícios em mais de um plano e em diversas funções – extensão, flexão, flexão com rotação, flexão lateral e isometria – já que estes são muito utilizados em diversos tipos de treinamento e também na reabilitação. Os autores realizaram o estudo com dez sujeitos e ressaltaram a necessidade de muito cuidado ao indicar esses exercícios, pois, como todos são realizados com o peso corporal, é necessário entender que os diferentes corpos e suas medidas influenciarão diretamente na capacidade de executá-los. Observando a dinâmica do exercício, foi possível enxergar com nitidez o plano em que os movimentos ocorriam e, conseqüentemente, uma ativação maior dos músculos motores primários de cada movimento acompanhado de uma ativação menor dos músculos sinergistas e estabilizadores do movimento. Cada exercício possui sua especificidade e há uma grande diferença nos músculos que realizam cada movimento, por exemplo: um sit-up isola bastante os músculos reto abdominal e oblíquos, já uma flexão lateral prioriza a ativação dos oblíquos em conjunto com os extensores da coluna. Desse modo, foi interessante notar a participação dos músculos oblíquos como motor primário ou sinergista na maioria dos exercícios (menos

na extensão do tronco), ressaltando a complexidade da ação dessa musculatura, que participa de movimentos em três planos diferentes: sagital (flexão), frontal (flexão lateral) e transversal (rotação). Ao mesmo tempo, é possível notar no estudo e também nas rotinas de treinamento geralmente aplicadas, comparando número de exercícios utilizados/estudados, a predominância do fortalecimento da musculatura no seu papel de flexor (plano sagital) sobre os demais planos, não preparando a musculatura pra ser eficiente em todas as suas funções de forma equilibrada. Nesse estudo, por exemplo, o único exercício que continha rotação era o abdominal cruzado, no qual ocorre uma flexão associada à rotação de tronco.

Na busca de um método mais eficiente de fortalecimento do tronco, a fim de diminuir números de lesões principalmente na área do esporte, Boyle (2010) afirma que o trabalho dos músculos do tronco é conseguir gerar estabilidade antes de reforçar isoladamente a musculatura reto abdominal em exercícios de flexão, partindo da ideia de que a principal função do tronco é estar estável durante o movimento dos membros superiores e inferiores, permitindo que as forças sejam transmitidas do solo para as articulações do quadril, da coluna e escapulotorácica sem perda de energia. Os escapes de energia são definidos como pontos onde a energia se perde durante a transferência de força vinda do solo, sendo resultado da incapacidade do corpo em estabilizar uma articulação em particular, gerando movimentos compensatórios desnecessários. Essa filosofia não busca dizer que não se deve utilizar mais exercícios de flexão abdominal, mas propõe que, para uma melhor função do corpo, é primordial a capacidade de conseguir gerar estabilidade e que este deveria ser o enfoque no início de qualquer programação de treinamento.

O reforço da musculatura mais interna (transverso abdominal) vem sendo muito utilizado, principalmente devido aos estudos de Hodges (2008), nos quais ele demonstra a ativação deste músculo durante os movimentos de membros, que geram um desequilíbrio no tronco. A capacidade de acionar as musculaturas mais internas possui uma relação direta com a manutenção do equilíbrio e da postura, outro pilar que suporta a tese de priorizar este tipo de exercício na fase inicial. A partir desse ponto de vista, iniciou-se a popularização dos exercícios isométricos com esse enfoque, conhecidos como “pranchas” – exercícios que não eram tão comuns, mas que hoje em dia fazem parte da rotina de diversas modalidades de treinamento.

Schoenfeld e Contreras (2013) realizaram um trabalho discorrendo especificamente sobre a técnica para a execução desses exercícios. O correto alinhamento da coluna e o posicionamento da pelve são determinantes para que o exercício cumpra sua função; logo,

uma leve alteração nessa técnica pode vir a prejudicar ainda mais algum tipo de lesão, por isso é muito importante este cuidado em qualquer exercício isométrico de tronco.

Em outro estudo, Schoenfeld et al. (2014) avaliaram o exercício de prancha comparando a prancha tradicional e a prancha com uma maior distância entre os apoios (braços e pés), o que gera um aumento no torque e, conseqüentemente, uma maior ativação dos músculos abdominais internos. Além disso, foi verificada a diferença na técnica de execução referente ao posicionamento da pelve e concluiu-se que, realizando a báscula posterior da pelve e contrao de glúteos, há um aumento na contrao dos músculos abdominais, o que revela mais uma vez a importância de um bom alinhamento das demais articulaes durante os exercícios com esse enfoque, em que a funo das articulaes  a principal prioridade.

Snarr e Esco (2015) compararam a atividade eletromiográfica do exercício prancha tradicional e o exercício realizado com instabilidade (por exemplo, a bola sua) e constataram que a superfície instável torna mais complexa sua realizao, pois essa instabilidade, como vista no estudo de Moon-Hwan e Jae-Seop (2015), cria novas tendências de movimento, neste caso, aumentando a tendência de extensão e rotao de tronco evidenciada nos resultados pelo aumento do sinal elétrico dos músculos reto abdominal e oblíquo interno e externo. O exercício de prancha realizado no solo possui o objetivo principal de reforço da musculatura profunda, principalmente transversa abdominal, sendo um exercício básico de estabilidade do tronco; já a prancha realizada em cima da bola  uma progressão que, além de aumentar a dificuldade para a musculatura interna, altera a intensidade do exercício para os músculos superfciais sem perder o caráter isométrico da atividade, confirmando uma técnica que, na prática, já era utilizada. Os autores ressaltam que, como uma progressão, este exercício deve ser realizado somente quando a prancha no solo estiver bem dominada (transverso suficientemente forte) e começando a dar estímulos pouco intensos que geram pouca adaptao. Dependendo da capacidade da pessoa, esta progressão  feita após quatro a oito semanas de treinamento, podendo ser até antecipada se o aluno possuir uma boa estabilidade.

2.4 EXERCÍCIOS ROTACIONAIS

Diante desse quadro, cada vez mais estão sendo prescritos exercícios não tradicionais para o fortalecimento do tronco. São ditos como não tradicionais os abdominais em que não há uma flexão de tronco, mas sim uma força que atua para evitar a hiperextensão e rotao do

tronco. Escamilla et al. (2006; 2010) compararam a ativação elétrica entre os abdominais tradicionais e não tradicionais e concluíram que os exercícios não tradicionais possuem mais dificuldade de execução e, ao mesmo tempo, uma atividade muscular maior e em mais músculos. Enquanto os sit-ups apresentaram uma grande ativação do reto abdominal, os exercícios não tradicionais apresentaram uma grande ativação nos músculos reto abdominal, oblíquo interno e externo, paravertebrais e grande dorsal, o que demonstra uma riqueza muito maior em relação à complexidade e, por consequência, um potencial maior para obter os benefícios esperados para este tipo de exercício. Entretanto, os autores ressaltam que, devido ao nível de dificuldade, esses exercícios não deveriam ser indicados para pessoas iniciantes pois poderiam proporcionar posições lesivas caso sejam mal executados.

Porém, Boyle (2015) propõe uma progressão para estes exercícios, de uma maneira que se evolua até realizar os exercícios de maior dificuldade técnica de maneira segura e com muita atenção à técnica de execução. O autor defende a tese de que esses exercícios possuem uma maior transferência para os demais movimentos corporais, fortalecendo o corpo de acordo com a função de cada região, neste caso, a lombar, que possui a função principal de gerar estabilidade.

Nos exercícios não tradicionais estão incluídos os exercícios no plano transversal ou treinamento rotacional, que possuem o mesmo objetivo: gerar estabilidade do tronco em uma ação muscular sinérgica, buscando inicialmente ganhar força isométrica e controle para que não ocorra a rotação do tronco, chamada de antirrotação, e progredindo para exercícios mais dinâmicos até chegar na rotação de tronco com potência (utilizados principalmente por atletas). A origem dos conceitos do treinamento rotacional pode ser atribuída às fisioterapeutas Maggie Knott e Dorothy Voss, que difundiram o método da facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP), de 1950, do Dr. Herman Kombat. Embora atualmente o método FNP seja conhecido como uma técnica de alongamento neuromuscular, a ideia original era muito mais extensa. Nesse método estavam incluídos os padrões diagonais, nos quais são explorados os três planos de movimento – sagital, frontal e transversal –, tornando as suas abordagens mais funcionais (BOYLE, 2015).

Estudos na área da anatomia e cinesiologia por muito tempo se dirigiram para a análise de sinergia uniplanar simples, ou seja, o estudo dos movimentos uni e multiarticulares em um único plano. Contudo, autores como Meyers (2001) defendem o estudo das cadeias musculares mais complexas, os trilhos anatômicos. Meyers (2001) discute o conceito de linhas funcionais miofaciais, uma visão mais holística sobre a anatomia e a cinesiologia, propondo uma visão tridimensional mais complexa das cadeias. Analisando as ligações entre

as fâscias musculares, o autor propõe diversas linhas corporais, entre elas as linhas espirais e funcionais. Essas linhas conectam, por exemplo, membro superior, tronco e membro inferior oposto, formando uma espécie de “X” responsável pelos movimentos de rotação do tronco, essencial para o movimento da marcha e da corrida, além dos demais movimentos tridimensionais complexos do corpo humano, como os arremessos, giros etc. Dentro dessa cadeia muscular, é extremamente importante a função dos músculos oblíquos e paravertebrais como rotadores e estabilizadores do tronco.

Cook (2003) introduziu esse tipo de exercício na área da reabilitação e do treinamento, apresentando dois exercícios, que ele denominou chop (diagonal de cima pra baixo) e lift (diagonal de baixo pra cima), suas progressões e objetivos. Na opinião de Cook (2003), o conceito inicial do treinamento rotacional envolve a estabilização que controla a rotação do tronco e permite gerar movimentos principalmente na coluna torácica, que possui maior grau de rotação do que a coluna lombar. Ressalta ainda a importância da capacidade de evitar a rotação antes de produzi-la, sendo a função dos músculos abdominais fornecer o suporte isométrico para que os músculos dos membros superiores realizem o movimento, e, segundo Cook (2003), este é o objetivo principal desses exercícios. O autor, que é um fisioterapeuta, possui uma linha de raciocínio de equilíbrio muscular contralateral e relata encontrar muitos pacientes com um desequilíbrio entre os dois lados do corpo. Tais desequilíbrios são facilmente notados durante a execução dos padrões diagonais, e isso ocorre porque há uma demanda de um equilíbrio multiplanar e uma ação sinérgica de toda a cadeia muscular, tornando evidentes os desequilíbrios musculares e a consequente perda no controle da função das articulações. Portanto, os padrões diagonais podem ser utilizados para a percepção e futura correção destes desequilíbrios e possuem uma progressão clara e segura em relação a dois fatores:

- a) complexidade: a progressão inicia na posição semiajoelhada, com o objetivo de perceber disfunções e corrigi-las, até chegar a posições mais exigentes, como a posição de pé nas bases simétrica e assimétrica, aumentando o grau de dificuldade respectivamente (BOYLE, 2015);
- b) intensidade: não é indispensável a utilização de uma coluna de cabos com ajuste de altura, e o exercício pode ser realizado também com anilhas, halteres e elásticos, mas, caso haja uma coluna, como a maioria das academias possuem, a progressão se torna muito mais controlável e segura, sendo possível o cálculo das intensidades para uma periodização mais controlada, partindo de séries maiores e cargas mais

leves até o trabalho de potência, realizado com cargas relativamente altas e poucas repetições (BOYLE, 2015).

A ação muscular sinérgica entre quadril, tronco e extremidades já é vista há bastante tempo como fator determinante no aprimoramento de diversas técnicas esportivas, principalmente as que exigem a geração de potência. Palmer et al. (2015) sugeriram uma intervenção utilizando exercícios de tronco, entre eles os propostos por Cook (2003), os padrões diagonais lift e chop, a fim de notar se esses exercícios podem aumentar a potência dos arremessos de jogadores de baseball e softball. O estudo comparou este tipo de intervenção com os treinamentos “tradicionais” que estes atletas realizavam, e os resultados demonstraram um aumento significativo da potência no arremesso para o grupo que participou da intervenção utilizando os exercícios rotacionais. Esses resultados foram atribuídos a maior força dos músculos do tronco na função de sinergista do movimento, ou seja, não se trata somente do aumento da hipertrofia dessas musculaturas, o diferencial é a capacidade neural de ativar essas musculaturas de forma sinérgica, transferir as forças dos membros inferiores e tronco para os membros superiores, para assim gerar mais potência, tornando o treinamento mais específico e proporcionando mais transferência para as modalidades esportivas.

Os exercícios rotacionais têm sua origem na fisioterapia, com as linhas de raciocínio do método FNP e do modelo de integração estrutural miofascial, proposto pela Dra. Ida P. Rolf, atualmente conhecido como método Rolfing. Já Meyers (2001) propôs uma estruturação mais moderna, uma forma mais próxima dos exercícios de força já conhecidos, os exercícios no plano transversal e os padrões diagonais lift e chop, propostos por Cook (2003). Contudo, os exercícios rotacionais são ainda pouco estudados na área da reabilitação e do treinamento, mas estão cada vez mais sendo utilizados dentro de métodos de treinamento que priorizam os movimentos integrados, multiarticulares, com maior ação sinérgica. Além dos ganhos de força, buscam ser específicos para a reconstrução de funções articulares e melhora da performance esportiva – método que alguns autores definem como treinamento funcional (BOYLE, 2015). A utilização dos exercícios rotacionais na área da fisioterapia (correção de disfunções) (COOK, 2003), do treinamento esportivo (potência no arremesso) (PALMER et al. 2015) e fitness (recomendações de técnicas utilizadas e progressões) (BOYLE, 2015) são muito recentes, mas embasam a prática de diversos profissionais que propõem essa abordagem. Contudo, ainda há uma carência de pesquisas na linha da análise cinesiológica, como forma de entender a dinâmica dos exercícios – observar que músculos participam do movimento, quais as dificuldades de execução encontradas, como progredir, quais as

diferenças entre as variações – e, desta forma, possuir um maior embasamento teórico para a utilização dos exercícios rotacionais na prática, seja na prevenção e no tratamento de dores lombares, seja com o objetivo de melhora na performance esportiva em geral.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A seguir são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para a realização do presente estudo.

3.1 POPULAÇÃO

A população do estudo foi composta por homens de faixa etária entre 18 e 30 anos, com experiência mínima de um ano de treinamento com esse tipo de exercícios. Foram excluídos da participação no estudo aqueles indivíduos que, durante o primeiro contato com os pesquisadores, relataram problemas cardiovasculares, neuromusculares ou metabólicos que pudessem influenciar a realização dos exercícios.

3.2 AMOSTRA

A amostra foi selecionada através de cartazes de divulgação, colocados na Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ESEF/UFRGS), ou por contato telefônico. Cada indivíduo foi informado sobre os procedimentos metodológicos deste estudo através da leitura de um termo de consentimento, que foi assinado individualmente. O presente estudo faz parte de um projeto maior envolvendo a análise cinesiológica de diversos exercícios contrarresistência e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

3.3 VARIÁVEIS

As variáveis da pesquisa são apresentadas a seguir.

3.3.1 Variáveis independentes

Como variáveis independentes, foram considerados diferentes exercícios de rotação de tronco.

3.3.2 Variáveis dependentes

Como variável dependente, tem-se o nível de ativação muscular em cada músculo avaliado (oblíquos externos e paravertebrais), considerado pela amplitude do sinal eletromiográfico (valores Root Mean Square – RMS) obtido nos diferentes exercícios.

3.4 PROTOCOLOS

Os indivíduos que compõem a amostra desse estudo compareceram à Escola de Educação Física (ESEF) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) em diferentes dias de coletas de dados. No primeiro dia, foi feita a exposição dos detalhes do estudo e a assinatura do Termo de Consentimento Informado. Em um segundo momento, foi realizada a mensuração das características antropométricas e a investigação de em qual ângulo e movimento articular seria obtido o maior sinal RMS (maior ativação muscular). Para isso, foram realizadas contrações voluntárias máximas (CVM) em cada movimento articular em diferentes ângulos. O sinal eletromiográfico (EMG) de maior magnitude obtido em cada músculo foi utilizado para a normalização dos sinais obtidos nos diferentes exercícios investigados. Por fim, foram realizados diferentes exercícios de rotação de tronco. Determinou-se a carga máxima dos sujeitos e, dessa forma, foi mensurada a contribuição de cada músculo investigado em cada exercício utilizado, através dos valores relativos à máxima ativação previamente calculada através da CVM.

3.4.1 Descrição dos exercícios

Foram executados três exercícios de rotação de tronco baseados nas progressões propostas por Boyle (2015):

Exercício 1: Rotação horizontal na posição semiajoelhada. O sujeito posicionado lateralmente ao sistema de cabos, com a polia aproximadamente na altura do esterno e segurando o pegador próximo ao peito, deve realizar o movimento com os braços, evitando a rotação do tronco com a força da musculatura abdominal. A Figura 1 ilustra esse exercício.

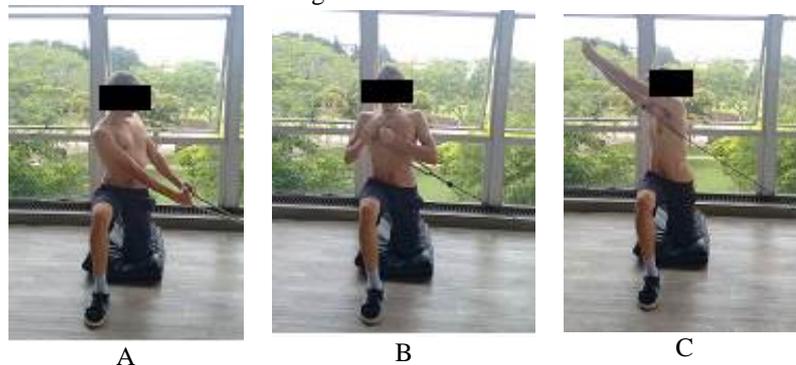
Figura 1 - Exercício 1



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

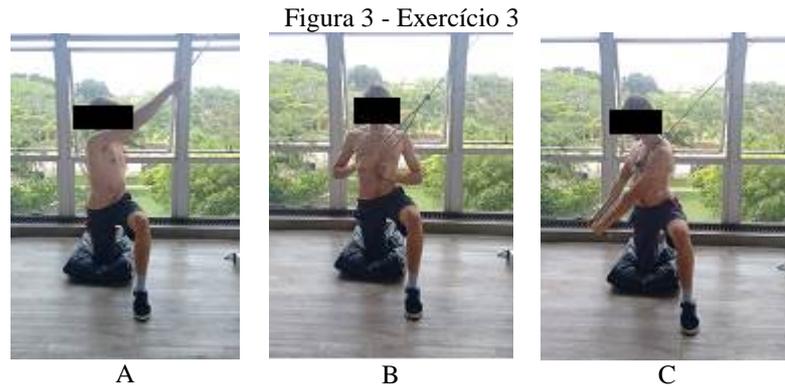
Exercício 2: Rotação diagonal superior na posição semiajoelhada (lift). O sujeito posicionado lateralmente à coluna de cabos, com a polia em seu ponto mais baixo, deve realizar uma rotação na diagonal superior sem perder o equilíbrio e a postura. A Figura 2 ilustra esse exercício.

Figura 2 - Exercício 2



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Exercício 3: Rotação diagonal inferior na posição semiajoelhada (chop). O sujeito posicionado lateralmente à coluna de cabos, com a polia em seu ponto mais alto, deve realizar uma rotação na diagonal inferior sem perder o equilíbrio e a postura. A Figura 3 ilustra esse exercício.



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

3.4.2 Contração voluntária máxima (CVM)

A contração voluntária máxima (CVM) dos músculos investigados foi coletada com os indivíduos em postura estável para cada movimento exigido. Para o músculo reto abdominal, realizou-se uma flexão abdominal no solo com resistência manual; para a musculatura paravertebral, realizou-se uma extensão lombar no solo com resistência manual; para o músculo oblíquo externo, uma flexão abdominal com rotação (resistência manual em um dos ombros). Para cada movimento articular observado, foram obtidas CVMs em ângulos durante toda a amplitude articular, variando de 10 em 10°. Cada CVM foi realizada por um período de 4 segundos. Esses dados foram utilizados para a normalização da amplitude do sinal eletromiográfico coletado nos exercícios.

3.4.3 Testes de uma repetição máxima (1RM)

No primeiro encontro, foi determinada a carga correspondente a uma repetição máxima (1RM) dos indivíduos no exercício de rotação de tronco horizontal para posterior aquisição e relativização do sinal nessa intensidade. Inicialmente, os sujeitos fizeram um aquecimento articular e, posteriormente, foi determinada a carga por tentativa e erro em no máximo cinco tentativas por sessão para evitar a influência da fadiga no teste. O intervalo entre cada tentativa foi de cinco minutos. Simultaneamente à execução do teste, coletou-se o sinal EMG.

3.4.4 Coleta do sinal eletromiográfico (EMG)

Para a colocação dos eletrodos que possibilitam a aquisição do sinal, foi feita a depilação da pele e abrasão com algodão e álcool. Esse procedimento teve como objetivo retirar as células mortas e diminuir a impedância da pele. A seguir, os eletrodos foram posicionados no ventre dos músculos que seriam avaliados, conforme proposto por Escamilla et al. (2006).

Para captar o sinal dos músculos oblíquos externos, os eletrodos foram posicionados obliquamente, aproximadamente 45° (paralelo a uma linha que liga o ponto mais inferior da margem costal das costelas e o tubérculo púbico contralateral) acima da espinha íliaca anterossuperior (EIAS) ao nível do umbigo (Figura 4). Para captar o sinal dos músculos paravertebrais, os eletrodos foram posicionados de forma vertical, 3 cm lateralmente para a coluna vertebral e perto do nível da crista íliaca, entre a L3 e a L4 (Figura 5).

Figura 4 - Oblíquos externos



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Figura 5 - Paravertebrais



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

A distância intereletrodos foi de 30 mm do centro do eletrodo, fixada pelo pré-amplificador. O nível de resistência entre os eletrodos foi medido e controlado antes de cada sessão com um multímetro digital, devendo manter-se abaixo de 3000 Ohms. O eletrodo terra foi posicionado na clavícula.

Para a aquisição dos dados eletromiográficos, utilizou-se um eletromiógrafo Miotool 400, da marca Miotec Equipamentos Biomédicos. O equipamento é composto por um sistema de quatro canais, com 2000 Hz por canal, com energia fornecida por um sistema de baterias. Os dados são transmitidos em conexão a um microcomputador via porta USB. Foram utilizados eletrodos de superfície, com 15 mm de raio, pré-amplificados com configuração bipolar da marca Tyco Healthcare, Mini Medi-Trace 100, Kendall Medtrace.

3.4.5 Tratamento do sinal EMG

O sinal captado pelo eletromiógrafo foi gravado em um microcomputador, no software Miograph, para posterior análise no software Miograph. Primeiramente, foram retirados os ganhos do sinal nos arquivos brutos e, então, quando necessário, foi realizada a filtragem digital do sinal utilizando-se filtros do tipo passa-banda Butterworth, de quinta ordem, com frequência de corte entre 20 e 450 Hz, removendo picos automáticos.

As curvas do sinal correspondente às contrações voluntárias máximas (tempo de 5 s), após terem passado pelos procedimentos de filtragem descritos acima, foram recortadas durante o platô da curva de força para a obtenção do valor RMS. Os valores RMS obtidos da CVM de cada músculo no meio terrestre foram utilizados para normalizar os dados das diferentes situações experimentais.

Com relação ao tratamento do sinal EMG obtido nos diferentes exercícios, esses foram calculados em valor RMS: 40%, 60%, 80% de 1RM em cada um dos exercícios, realizando cinco tentativas para cada, descartadas a primeira e a última tentativas. Os recortes do sinal nas diferentes fases do movimento foram feitos através de uma câmera de vídeo sincronizada com o sinal elétrico. Posteriormente, com objetivo de classificação do nível de ativação muscular de cada músculo analisado nos diferentes exercícios, esses valores foram expressos em percentual do sinal EMG obtido na CVM (% CVM) para a posterior comparações quantitativas.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada uma análise estatística descritiva e os dados foram expressos em média e desvio padrão, com apoio do software Excel, versão mais atual disponível.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cinco sujeitos participantes da pesquisa apresentaram uma média de idade (22 +- 1,4 anos), massa (68,4 +- 7,2 kg), estatura (1,74 +- 0,07 m), com experiência de mais de um ano com treinamento de força e nenhum histórico de lesão prejudicial para a execução dos exercícios. Foram obtidos os valores de 1RM dos três exercícios avaliados e calculados os valores de 40, 60 e 80% de 1RM para cada sujeito, como mostra a Tabela 1.

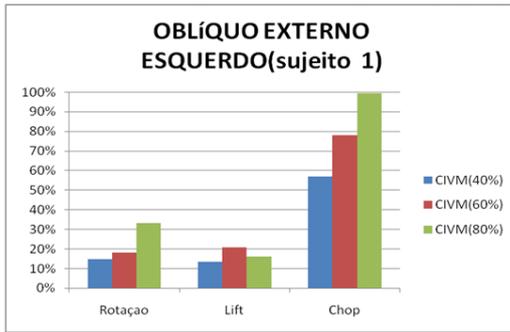
Tabela 1 - Avaliação individual

1RM	Rot	Lift	Chop	Rot 80%	Lift 80%	Chop 80%	Rot 60%	Lift 60%	Chop 60%	Rot 40%	Lift 40%	Chop 40%
Suj. 1	30	32	48	24	25,6	38,4	18	19,2	28,8	12	12,8	19,2
Suj. 2	32	38	54	25,6	30,4	43,2	19,2	22,8	32,4	12,8	15,2	21,6
Suj. 3	24	34	44	19,2	27,2	35,2	14,4	20,4	26,4	9,6	13,6	17,6
Suj. 4	26	36	46	20,8	28,8	36,8	15,6	21,6	27,6	10,4	14,4	18,4
Suj. 5	28	37	49	22,4	29,6	39,2	16,8	22,2	29,4	11,2	14,8	19,6

Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

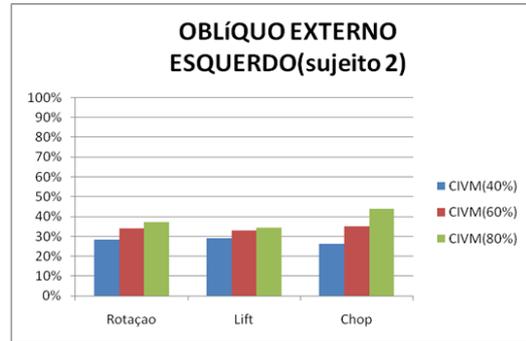
A partir da análise individual e coletiva dos cinco casos, o presente estudo apresentou como padrão o aumento da ativação muscular correspondente ao aumento de carga (40, 60 e 80% de 1RM) em cada exercício, músculo e carga. Esse padrão demonstra que os músculos estudados participam efetivamente na execução destes exercícios independentemente das especificidades das variações. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Moraes, Pinto e Valamatos (2008) em exercícios de flexão abdominal com carga externa (20, 40, 60 e 80% de 1RM), onde também há um aumento no percentual da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) na medida em que mais carga é acrescentada no exercício, padrão esperado nos estudos de EMG com exercícios de força. Além disso, foram encontrados os maiores valores de RMS na segunda metade da fase concêntrica em todos os exercícios.

Gráfico 1 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 1)



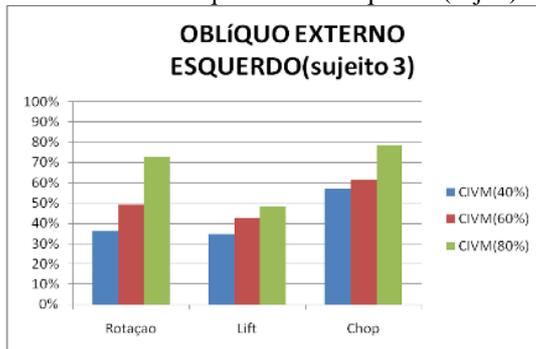
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 2 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 2)



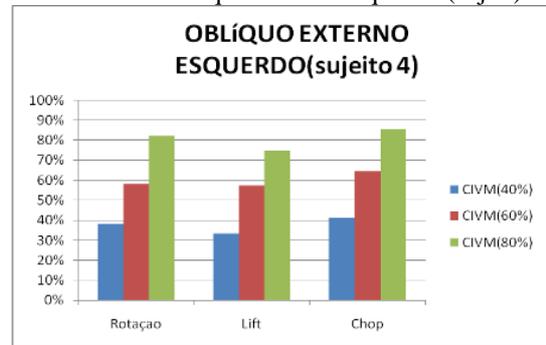
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 3 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 3)



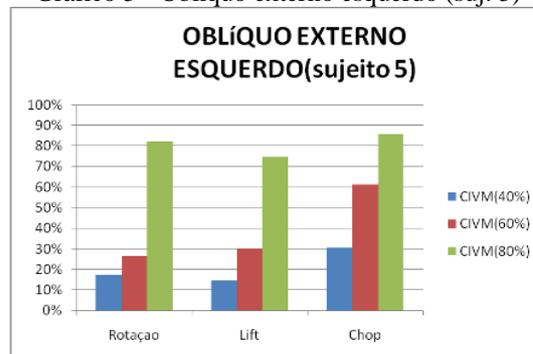
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 4 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 4)



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 5 - Oblíquo externo esquerdo (suj. 5)



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Como mostram os gráficos 1 a 5, analisando o comportamento de cada musculatura durante a execução dos exercícios, as mudanças nas ativações elétricas apresentaram um comportamento semelhante nos cinco casos. O exercício chop 80% apresentou a maior ativação para o músculo oblíquo externo esquerdo em todos os casos (todos os exercícios foram realizados da esquerda para a direita). Assim como no teste de 1RM, o chop (diagonal de cima para baixo) apresentou maiores valores do que os demais exercícios devido à sua especificidade, que será discutida na análise individual de cada exercício. Já o exercício lift 80% (diagonal de baixo para cima) foi o que apresentou maior ativação para o músculo

paravertebral direito em todos os casos, também devido a sua especificidade (tendência de movimento gerado pelo posicionamento da roldana). Tais resultados reforçam as interpretações visuais e práticas de Voight et al. (2008), que diferem ambos exercícios e relatam uma maior ação dos músculos da lombar no lift enquanto no chop os músculos lombares têm uma ativação reduzida.

Para uma melhor compreensão dos movimentos, foi feita uma análise cinesiológica de cada variação, com o objetivo de identificar a principal função de cada músculo e as diferentes tendências durante as fases dos exercícios. Tais análises são apresentadas a seguir.

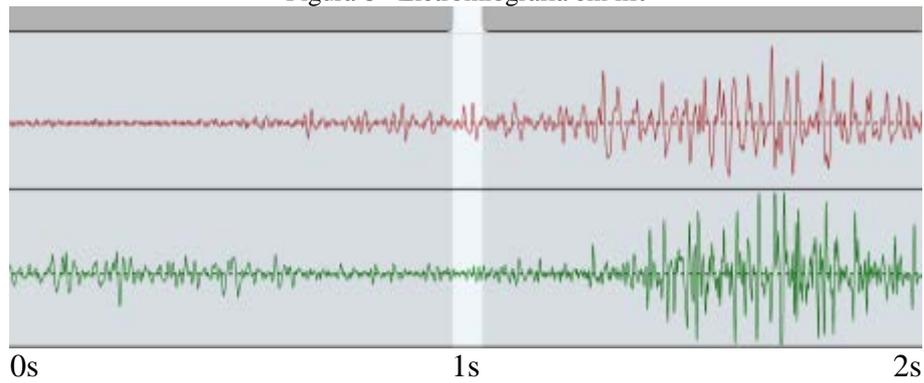
4.1 LIFT

O exercício lift é um padrão diagonal em que há a combinação da estabilidade do tronco e membros inferiores com o movimento de puxar e empurrar dos braços. Neste caso, foi realizado na posição semiajoelhada, lateralmente à coluna de cabos, com o joelho próximo à coluna estendido e o joelho de fora flexionado. A polia é posicionada na altura mais baixa para que o movimento seja realizado de baixo para cima (VOIGHT et al., 2008) (Figura 2).

Analisando os vetores produzidos pela direção em que o cabo é puxado, pode ser notada a tendência de movimento no tronco em três planos (sagital (flexão), transverso (rotação) e frontal (flexão lateral)), e para sustentar a posição do tronco, é necessária uma ativação específica dos músculos em cada fase do movimento.

Ao observar especificamente os músculos oblíquos externo direito e esquerdo e paravertebrais direito e esquerdo através da eletromiografia, foi possível identificar o seguinte padrão: no início do movimento (primeira metade da fase concêntrica (0-1s)) (Figura 2-A), há uma predominância da tendência de flexão lateral, pois o músculo oblíquo externo direito (responsável por evitar a flexão lateral) apresenta valores mais altos de contração nesta fase do que o músculo oblíquo externo esquerdo (principal rotador do tronco). Porém, ambos os músculos apresentam seu pico de contração na segunda metade da fase concêntrica (1-2s) (Figura 3-A), o que sugere a ação muscular em mais de um plano de movimento.

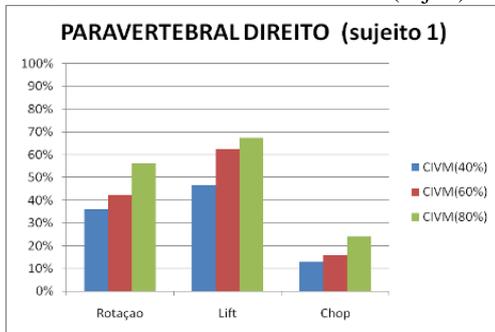
Figura 6 - Eletromiografia em lift



* vermelho: oblíquo externo esquerdo; verde: oblíquo externo direito
 Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

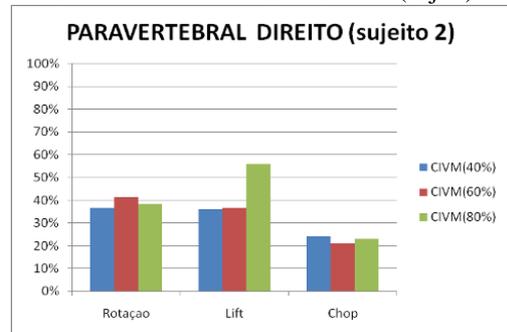
O exercício lift também foi o que apresentou valores mais altos de contração dos músculos paravertebrais em todos os casos avaliados, como mostram os gráfico 6 a 10 a seguir, pois se difere dos demais exercícios devido à tendência maior de flexão e flexão lateral do tronco gerado pelo posicionamento da polia. Segundo Lima e Pinto (2006), os exercícios que envolvem tanto a extensão quanto a flexão lateral são os que apresentam, respectivamente, maiores valores de ativação para os músculos paravertebrais.

Gráfico 6 - Paravertebral direito (suj. 1)



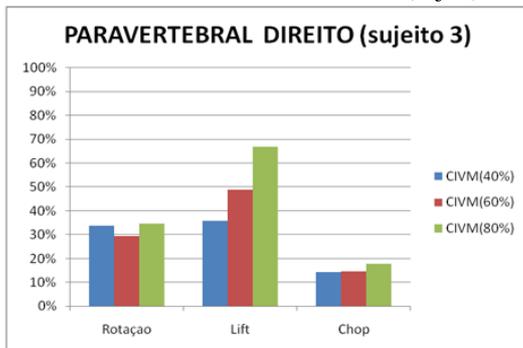
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 7 - Paravertebral direito (suj. 2)



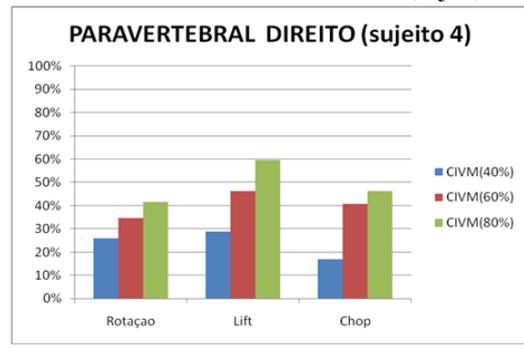
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 8 - Paravertebral direito (suj. 3)



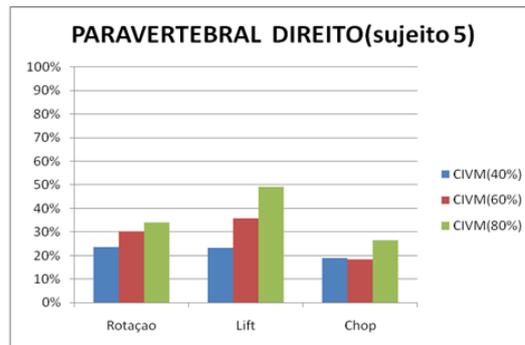
Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 9 - Paravertebral direito (suj. 4)



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

Gráfico 10 - Paravertebral direito (suj. 5)



Fonte: Elaborado pelo autor (2015)

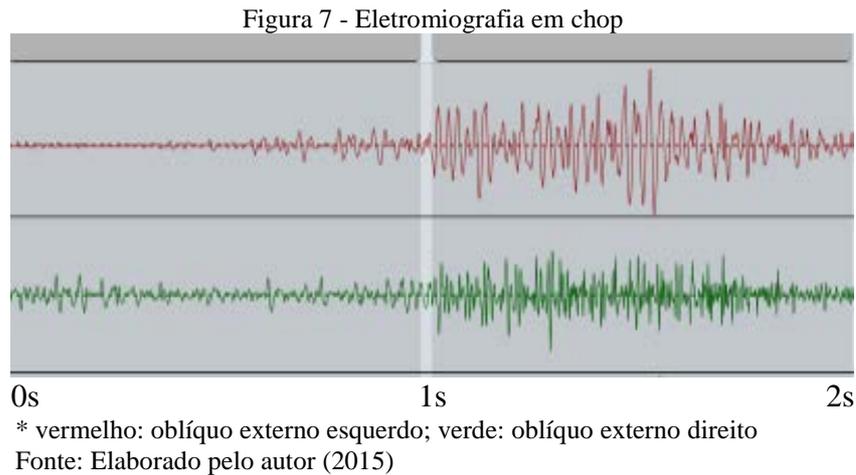
4.2 CHOP

O chop é um padrão diagonal em que há a combinação da estabilidade do tronco e membros inferiores com o movimento de puxar e empurrar dos braços. Neste caso, foi realizado na posição semiajoelhada, lateralmente à coluna de cabos, com o joelho próximo à coluna flexionado e o joelho de fora estendido. A polia é posicionada na altura mais alta para que o movimento seja realizado de cima para baixo (VOIGHT et al., 2008) (Figura 3)

Analisando os vetores produzidos pela direção em que o cabo é puxado, pode ser notada a tendência de movimento no tronco em três planos (sagital (extensão), transverso (rotação) e frontal (flexão lateral)), e para sustentar a posição do tronco, é necessária uma ativação específica dos músculos em cada fase do movimento. Diante da atividade neuromuscular observada, foram encontradas algumas diferenças em relação às demais variações. No que diz respeito à ação da musculatura dos membros superiores, o chop conta com a ação de músculos maiores e com maior capacidade de produção de forças que atuam como sinergistas neste movimento (BOYLE, 2015). De fato, o músculo grande dorsal, durante a puxada, e o peitoral maior, durante o movimento de empurrar, atuam efetivamente para a produção destes movimentos, de acordo com Lima e Pinto (2006). Esse pode ser o fator que faz as cargas encontradas no teste de 1RM no chop serem maiores do que aquelas nos demais exercícios, em todos os sujeitos testados (Tabela 1).

Assim como no lift, o pico de ativação dos oblíquos ocorre na segunda metade da fase concêntrica (1-2s) (Figura 3-C), porém os percentuais da CIVM para o oblíquo esquerdo em relação ao direito foram, na maioria dos casos, maiores no chop do que no lift. Isso ocorre porque, neste caso, o músculo oblíquo esquerdo, além de realizar a rotação do tronco, também está agindo contra a tendência de extensão gerada pela posição alta da polia. Deste modo, o músculo é exigido em dois planos de movimento, o que conseqüentemente aumenta a sua

ativação. Tais resultados também foram alcançados nos trabalhos de Lima e Pinto (2006) e Escamilla et al. (2006; 2010) em que, através da análise de EMG, obteve-se um maior potencial de ativação dos oblíquos externos quando combinados os movimentos de flexão e rotação. Essa tendência de extensão provocada pela direção do cabo também pode ser notada pelos baixos valores de contração da musculatura paravertebral durante este exercício.



4.3 ROTAÇÃO HORIZONTAL

A rotação horizontal é um exercício no plano transversal em que há a combinação da estabilidade do tronco e membros inferiores com o movimento de rotação do tronco sem flexão e extensão dos braços. Neste caso, foi realizado na posição semiajoelhada, lateralmente à coluna de cabos, com o joelho próximo à coluna estendido e o joelho de fora flexionado. A polia é posicionada em uma altura entre os ombros e o quadril para que o cabo fique em uma posição horizontal durante todo o movimento (VOIGHT et al., 2008) (Figura 1).

O exercício de rotação horizontal apresentou percentuais menores de ativação do que os demais exercícios além de um menor valor no teste de 1RM (Tabela 1). O fato de não utilizar o movimento de puxar e empurrar com os braços diminuiu a capacidade de colocar cargas mais altas, mas facilita a técnica de execução por apresentar uma menor complexidade do movimento. Deste modo, autores como Boyle (2015) e Cook (2003) argumentam que este exercício é uma variação mais inicial e pode até ser executada de maneira isométrica com alunos mais iniciantes. Devido a este menor grau de complexidade, esta variação também apresenta uma menor diferença na ativação entre as fases concêntrica e excêntrica em razão de um maior controle e possivelmente uma menor participação dos membros superiores

durante a fase excêntrica, o que pode ser observado nas análises individuais de cada exercício para o músculo oblíquo externo esquerdo (figuras 8, 9 e 10).

Figura 8 - Rotação horizontal

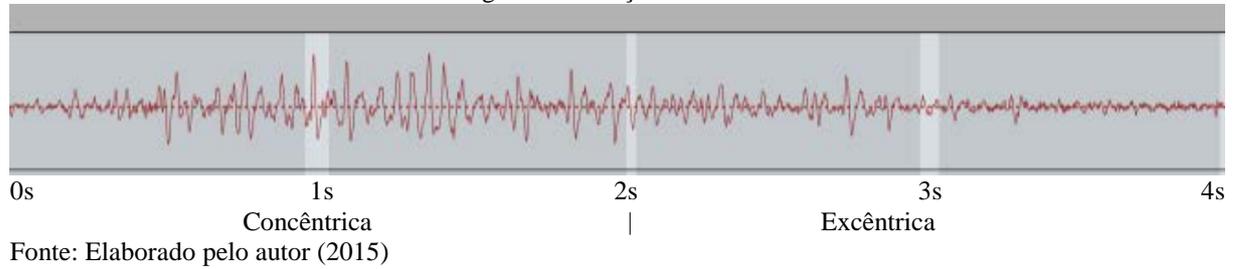


Figura 9 - Chop

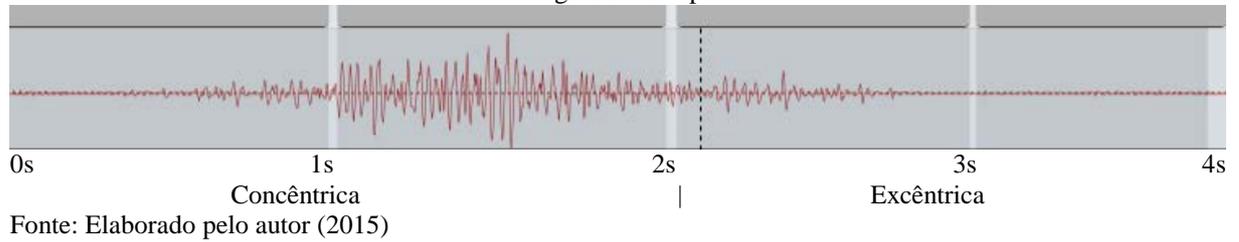
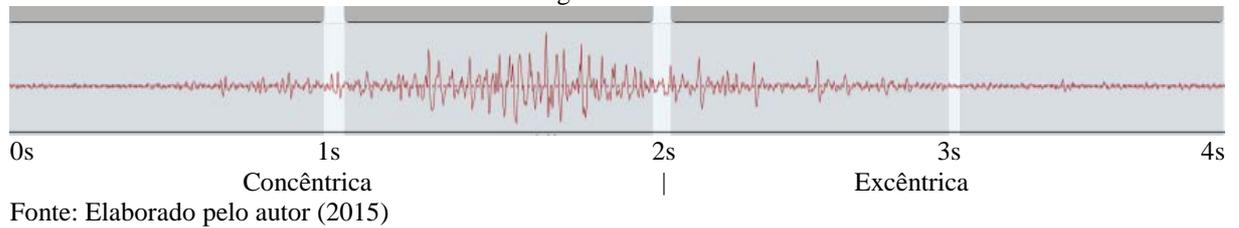


Figura 10 - Lift



5 LIMITAÇÕES

O estudo teve como maior limitação o número de sujeitos avaliados, já que foram estudados somente os padrões de atividade neuromuscular em cinco pessoas. Devido a isso, não foi possível realizar uma análise inferencial dos resultados, o que necessitaria de um número maior de indivíduos. A fim de uma compreensão mais ampla sobre os exercícios estudados, um maior número de músculos que também participam do movimento poderiam ser avaliados (deltoides, grande dorsal, entre outros). Além disso, outras variáveis poderiam ser investigadas, como a relação entre a fadiga dos músculos do tronco e a utilização dos membros superiores.

Autores como Boyle (2015), Cook (2003) e Voight et al. (2008), em seus trabalhos, enfatizam a importância do equilíbrio entre os dois lados do corpo nesse tipo de exercício. Neste caso, os exercícios foram todos realizados somente da esquerda para a direita, com o objetivo principal de encontrar as diferenças entre eles. Contudo, uma avaliação da ativação de ambos os lados do corpo possibilitaria uma análise mais abrangente destes movimentos e seria uma possível evolução deste estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos padrões encontrados nos casos analisados, os resultados apresentaram dados que possibilitaram algumas análises e reflexões sobre como o corpo funciona durante a execução dos exercícios e as diferenças entre cada um deles. Um aumento progressivo da ativação muscular, simultâneo ao aumento da carga, demonstrou que os músculos-alvo do estudo participam efetivamente na execução de todos os exercícios, tendo como padrão um maior valor de ativação na segunda metade da fase concêntrica. Assim como nas suposições práticas sobre as variações estudadas, foi evidenciada a principal diferença entre os padrões diagonais: no lift (diagonal de baixo para cima) foram notados maiores valores de ativação na musculatura paravertebral, enquanto no chop (diagonal de cima para baixo) a ativação dos paravertebrais foi muito baixa, mas, em compensação, apresentou os maiores valores de ativação nos músculos dos oblíquos e maiores valores nos testes de 1RM.

Diversos autores citam a importância desta abordagem em muitos estudos na área da reabilitação de lesões e correções de desequilíbrios musculares bem como na área do treinamento físico com o objetivo de ganhar estabilidade, capacidade da ativação sinérgica de exercícios tridimensionais e possível melhora das capacidades físicas, como coordenação, força, potência, equilíbrio, etc. Diante das conclusões encontradas, este estudo bem como outros com a mesma abordagem podem colaborar com uma visão maior sobre a cinesiologia complexa deste tipo de exercício e possibilitar um conhecimento teórico capaz de embasar diversas aplicações práticas, visto que a utilização desta metodologia é cada vez mais aplicada no contexto da preparação física, sendo portanto necessária a atualização sistemática do referencial teórico encontrado.

REFERÊNCIAS

- BOYLE, Michael. **Avanços no treinamento funcional**. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- COOK, Gray. **Athletic body in balance**. Champaign, IL: Human Kinetics, 2003.
- DRYSDALE, Cheri L.; EARL, Jennifer E.; HERTEL, Jay. Surface Electromyographic Activity of the Abdominal Muscles During Pelvic-Tilt and Abdominal-Hollowing Exercises. **Journal of Athletic Training**, mar. 2004.
- ESCAMILLA, Rafael F. [et al.]. Core Muscle Activation During Swiss Ball and Traditional Abdominal Exercises. **Journal of orthopedic & sports physical therapy**, maio 2010.
- ESCAMILLA, Rafael F. [et al.]. Electromyographic Analysis of Traditional and Nontraditional Abdominal Exercises: Implications for Rehabilitation and Training. **Physical Therapy**, maio 2006.
- FIGUEIREDO, P. A. P. [et al.]. Análise eletromiográfica temporal de exercícios abdominais realizados em meio aquático e terrestre. **Revista Brasileira de Biomecânica**, Porto Alegre, v. 17, n. 9, set. 2008.
- HODGES, P. W. Feedforward contraction of transversus abdominis is not influenced by the direction of arm movement. **Experimental Brain Research**, n. 114, p. 362-370, 2008.
- KONRAD, Peter; SCHMITZ, Klaus; DENNER, Achim. Neuromuscular Evaluation of Trunk-Training Exercises. **Journal of Athletic Training**, jun. 2001.
- LIMA, Cláudia Silveira; PINTO, Ronei Silveira. **Cinesiologia e musculação**. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- MONTEIRO, Artur; EVANGELISTA, Alexandre. **Treinamento funcional: uma abordagem prática**. São Paulo: Phorte, 2010.
- MOON-HWAN, Kim; JAE-SEOP, Oh. Effects of performing an abdominal hollowing exercise on trunk muscle activity during curl-up exercise on an unstable surface. **Journal of Physical Therapy science**, 2015.
- MORAES, Antonio C.; PINTO, Ronei S.; VALAMATOS, Maria Jose. EMG activation of abdominal muscles in the crunch exercise performed with different external loads. **Physical Therapy in Sport**, mar. 2008.
- MYERS, Thomas. **Trilhos anatômicos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2001.
- PALMER, Thomas et al. Sport-Specific Training Targeting the Proximal Segments and Throwing Velocity in Collegiate Throwing Athletes. **Journal of Athletic Training**, mar. 2015.
- PAVIN, Larissa Neves; GONÇALVES, Claus. Princípios da estabilidade de core no treinamento e na reabilitação. **Journal Of The Health Sciences Institute**, São José do Rio Preto, p. 56-58, 28 jan. 2010.

SANTOS, João Paulo Manfré dos; FREITAS, Gabriel Felipe Pioli de. Métodos de treinamento da estabilização central. **Semina: Ciências Biológicas da Saúde**, Londrina, p. 93-101, 01 jan. 2010.

SCHOENFELD, Brad J.; CONTRERAS, Bret M. Exercise Technique: The Long-Lever Posterior-Tilt Plank. **Strength and Conditioning Journal**, jan. 2013.

SCHOENFELD, Brad J. [et al.]. An electromyographic comparison of a modified version of the plank with a long lever and posterior tilt versus the traditional plank exercise. **Sports Biomechanics**, mar. 2014.

SNARR, Ronald L.; ESCO, Michael R. Electromyographical comparison of plank variations performed with and without instability devices. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2015.

TOSCANO, José Jean de Oliveira; EGYPTO, Evandro Pinheiro do. A influência do sedentarismo na prevalência de lombalgia. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 7, n. 4, jul. 2001.

VOIGHT, Michael L; HOOGENBOOM, Barbara J; COOK, Gray. The Chop and Lift Reconsidered: Integrating Neuromuscular Principles into Orthopedic and Sports Rehabilitation. **North American Journal of Sports Physical Therapy**, ago. 2008.