



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA – FAEFI
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA – PPGFISIO

ANA LUIZA COSTA E SILVA CABRAL

**DISCINESE ESCAPULAR EM ATLETAS *OVERHEAD*: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DE ESTUDOS ELETROMIOGRÁFICOS**

Uberlândia

2021

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA – UFU
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA – FAEFI
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA – PPGFISIO

ANA LUIZA COSTA E SILVA CABRAL

**DISCINESE ESCAPULAR EM ATLETAS *OVERHEAD*: UMA REVISÃO
SISTEMÁTICA DE ESTUDOS ELETROMIOGRÁFICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Fisioterapia da Faculdade de
Educação Física e Fisioterapia da
Universidade Federal de Uberlândia, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Fisioterapia.

Orientador: Dr. Valdeci Carlos Dionisio

Uberlândia

2021

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C117 Cabral, Ana Luiza Costa e Silva, 1995
2021 Discinesia escapular em atletas overhead: uma revisão sistemática de estudos eletromiográficos [recurso eletrônico] : uma revisão sistemática de estudos eletromiográficos / Ana Luiza Costa e Silva Cabral. - 2021.

Orientador: Valdeci Carlos Dionisio.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Fisioterapia.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.700>
Inclui bibliografia.

1. Fisioterapia. I. Dionisio, Valdeci Carlos, 1965-, (Orient.). II.
Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Fisioterapia.
III. Título.

CDU: 615.8

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia
 Rua Benjamim Constant, 1286 - Bairro Aparecida, Uberlândia-MG, CEP 38400-678
 Telefone: (34) 3218-2928 - www.faei.ufu.br/ppgfisio - secretaria.ppgfisio@faei.ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Fisioterapia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 33, PPGFISIO				
Data:	17/12/2021	Hora de início:	13:30	Hora de encerramento:	16:00
Matrícula do Discente:	11912FST005				
Nome do Discente:	Ana Luiza Costa e Silva Cabral				
Título do Trabalho:	Discinesia escapular em atletas overhead: uma revisão sistemática de estudos eletromiográficos				
Área de concentração:	Avaliação e intervenção em fisioterapia				
Linha de pesquisa:	Processo de avaliação e intervenção fisioterapêutica do sistema musculoesquelético				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Avaliação neuromecânica e intervenção em disfunções musculoesqueléticas				

Reuniu-se de forma remota através do Serviço de Conferência Web, da Rede Nacional de Pesquisa (RNP), a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Fisioterapia, assim composta: Professores Doutores: [Dernival Bertoncello - PPGFISIO/UFTM](#); [Saulo Delfino Barboza - UNAERP](#); [Valdeci Carlos Dionisio - PPGFISIO/UFU](#), orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). Valdeci Carlos Dionisio, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de [Mestre](#).

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais **havendo** a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Valdeci Carlos Dionisio, Presidente**, em 17/12/2021, às 16:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Saulo Delfino Barboza, Usuário Externo**, em 17/12/2021, às 16:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3241210** e o código CRC **B2CB7517**.

ANA LUIZA COSTA E SILVA CABRAL

Discinesia escapular em atletas *overhead*: uma revisão sistemática de estudos eletromiográficos.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Orientador: Dr. Valdeci Carlos Dionisio

Banca Examinadora

Titular: Dernival Bertinello

Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM)

Titular: Saulo Delfino Barboza

Instituição: Universidade de Ribeirão Preto (UNAERP)

Agradecimentos

Aos meus pais, João Cezar Cabral e Maristela da Costa e Silva Cabral, por todo apoio e incentivo de sempre continuar adiante.

Ao Prof. Dr. Valdeci Carlos Dioniso por todos os ensinamentos durante todos esses anos.

Aos colegas do Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia (LANEF) por todo companheirismo, em especial para Júlia de Paula Marques e Jéssica Garcia Jorge.

Ao Victor Hugo Vilarinho Carrijo, Jhonatan Terencio e Gabriela Leão pela parceria durante todo o período do mestrado.

À Universidade Federal de Uberlândia – UFU e também à Universidade Federal do Triângulo Mineiro – UFTM, pelas instalações.

À banca de avaliação tanto de qualificação como de defesa pelos ensinamentos.

RESUMO

Fundamentação teórica: A discinese escapular ocorre quando há uma ruptura perceptível da posição e dos movimentos da escápula e está diretamente relacionada com a função dos músculos periescapulares. É altamente prevalente em atletas *overhead*. entretanto, não está claro na literatura como é o comportamento muscular dos principais estabilizadores da escápula nessa população.

Objetivo: Sumarizar os dados em relação à atividade eletromiográfica dos principais músculos estabilizadores da escápula em atletas *overhead* com discinese escapular (DE).

Desenho de estudo: Revisão sistemática.

Metodologia: As buscas eletrônicas foram realizadas nas bases de dados Pubmed (MedLine), Embase, CINAHL e SPORTDiscus. Estudos observacionais transversais foram incluídos se fossem conduzidos com atletas *overhead* e investigassem a atividade eletromiográfica dos trapézios superior (TS), médio (TM), e inferior (TI), e serrátil anterior (SA). Dois revisores independentes realizaram o *screening*, a extração de dados e a avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos, que foi analisado por meio do “*Checklist for Analytical Cross Sectional Studies*”, fornecidas pelo Instituto Joanna Briggs.

Resultados: Foram encontrados 847 artigos, 623 referências foram avaliadas no *screening* e seis estudos foram incluídos nessa revisão. Evidências moderadas a altas sugeriram que os músculos TS, TM, TI, e SA possuem atividade EMG alterada em atletas *overhead* com DE durante uma variedade de tarefas descritas nos estudos incluídos. O TS teve sua atividade aumentada durante movimentos de extensão e rotação externa de ombro, em abdução no plano escapular e no plano frontal nos ângulos de 90° e 120°, e durante as fases de elevação e abaixamento da abdução e flexão sem carga. A atividade do TS foi associada ao padrão II de DE, considerando o abaixamento do membro no plano escapular. O TM mostrou maior atividade em extensão e rotação externa do ombro, e em abdução nos planos escapular e frontal nas angulações de 90° e 120°, além de sua atividade estar relacionada com o padrão II de DE. O TI apresentou maior atividade durante extensão e rotação externa do ombro. Houve também maior atividade do TI em abdução no plano escapular a 90° e 120°, sendo relacionada ao padrão I de DE. O SA mostrou maior atividade durante

abdução nos planos escapular e frontal a 90° e 120°, bem como durante a fase de abaixamento da flexão e abdução com carga. Sua atividade foi relacionada com o padrão II de DE.

Conclusão: Essa revisão revelou que o comportamento dos principais músculos estabilizadores da escápula tem alterações importantes em atletas *overhead* com DE, mas tem similaridades com as alterações observadas para indivíduos não *overhead*, sugerindo que a abordagem terapêutica seria similar para ambas as populações.

Palavras chave: discinese escapular, atletas *overhead*, eletromiografia, esporte.

ABSTRACT

Theoretical background: Scapular dyskinesis occurs when there is a noticeable disruption in the position and movement of the scapula and is directly related to the function of the periscapular muscles. It is highly prevalent in overhead athletes. However, it is not clear in the literature about the muscular behavior of the main scapula stabilizers in this population.

Objective: To summarize the data regarding the electromyographic activity of the main stabilizing muscles of the scapula in overhead athletes with scapular dyskinesis (SD).

Study design: Systematic review.

Methodology: Electronic searches were performed in Pubmed (MedLine), Embase, CINAHL and SPORTDiscus databases. Cross-sectional observational studies were included if they were conducted with overhead athletes and investigated the electromyographic activity of the upper (TS), middle (TM), and lower (TL), and serratus anterior (SA) trapezius. Two independent reviewers performed the screening, data extraction and assessment of the methodological quality of the included studies, which was analyzed using the 'Checklist for Analytical Cross-Sectional Studies', provided by the Joanna Briggs Institute.

Results: 847 articles were found; 623 references were evaluated and six studies were included in this review. Moderate to high evidence suggested that the TS, TM, TL, and SA muscles have altered EMG activity in overhead athletes with ED during a variety of tasks described in the included studies. The TS had its activity increased during shoulder extension and external rotation movements, in abduction in the scapular plane and in the frontal plane at angles of 90° and 120°, and during the lifting and lowering phases of abduction and flexion without load. The TS activity was associated with pattern II of DE, considering the lowering of the limb in the scapular plane. The TM showed greater activity in extension and external rotation of the shoulder, and in abduction in the scapular and frontal planes at 90° and 120° angulations, in addition to its activity being related to pattern II of ED. The TL showed greater activity during extension and external rotation of the shoulder. There was also greater TL activity in abduction in the scapular plane at 90° and 120°, being related to pattern I of DE. The SA showed greater activity during abduction in the scapular and frontal planes at 90°

and 120°, as well as during the lowering phase of flexion and abduction with load. Its activity was related to pattern II of DE.

Conclusion: This review revealed that the behavior of the main scapula stabilizing muscles has important changes in overhead athletes with ED, but it has similarities with the changes observed in non-overhead individuals, suggesting that the therapeutic approach would be similar for both populations.

Keywords: scapular dyskinesis, overhead athletes, electromyography.

Lista de figuras

Figura 1 - Essa figura ilustra as quatro articulações que compõe a cintura escapular.	15
Figura 2 - Ritmo Escapuloumeral	16
Figura 3 - Cinemática escapular.....	17
Figura 4 - Movimentos acessórios da escápula.....	17
Figura 5 - Principais estabilizadores da escápula	19
Figura 6 - Método 4 tipos descrito por Kibler et al., 2002. A: Tipo I. B: Tipo II. C: Tipo III	21
Figura 7 - Método Sim/Não descrito por Uhl et al., 2009	21
Figura 8 - Classificação segundo a severidade, sutil ou óbvia, por Mc Clure et al., 2009.....	21
Figura 9 - Teste de Assistência Escapular (SAT).	23
Figura 10 - Teste de Retração Escapular (SRT).....	23
Figura 11 - Teste de Deslizamento Escapular Lateral (<i>Lateral Scapular Slide Test - LSST</i>). A: medida da espinha da escápula á vértebra T2/T3, B: medida do ângulo inferior da escápula à T7/T9, C: medida do ângulo superior da escápula à T2.....	23
Figura 12 - Eletromiógrafo.....	26
Figura 13 - Posicionamento dos eletrodos de superfície nos músculos periescapulares.	27
Figura 14 - Sinal eletromiográfico.....	28

Lista de abreviaturas e siglas

AAC - Articulação Acromioclavicular

AEC - Articulação Esternoclavicular

AET - Articulação Escapulotorácica

AGU - Articulação Glenoumeral

CE - Cintura Escapular

CIVM – Contração Isométrica Voluntária Máxima

DE - Discinesia Escapular

EMG - Eletromiografia

SA - Serrátil Anterior

SAT - Teste de Assistência Escapular

SRT - Teste de Retração Escapular

TI - Trapézio Inferior

TM - Trapézio Médio

TS - Trapézio Superior

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1. Anatomia e Biomecânica da Cintura Escapular	13
2.2. Discinese Escapular.	17
2.2.1. Discinese Escapular e Atletas <i>Overhead</i>	23
2.3. Eletromiografia.....	25
3. ARTIGO.....	33
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	74
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

1. INTRODUÇÃO

A Discinesia Escapular (DE) é definida como alteração do movimento e da posição em repouso da escápula em relação à caixa torácica (Huang et al., 2020) que pode resultar em movimentos atípicos e ineficientes do ombro (Jildeh et al., 2021). A proeminência da borda medial ou ângulo inferior da escápula, elevação escapular prematura com rotação para cima insuficiente ou rotação para baixo deficiente ao elevar e abaixar o braço são achados clínicos comumente presentes (Kibler e Sciascia, 2010). A modificação da função do ombro causada pela DE como a alteração da angulação glenoumeral e da ativação muscular máxima podem causar tensão na articulação acromioclavicular e levar a posição e movimentos do braço a níveis subótimos, reduzindo as dimensões do espaço subacromial (Roche et al., 2015). O exame clínico da DE inclui a observação posterior da escápula por meio da elevação bilateral e repetida do braço (Nowotny et al., 2018). Muitos autores propuseram métodos de avaliação padronizados para classificar a DE (Kibler et al., 2002; McClure et al., 2009; Rossi et al., 2018; Uhl et al., 2009), mas ainda não há um consenso na literatura sobre o método mais apropriado para diagnosticar a DE.

A DE pode estar presente em indivíduos sintomáticos e assintomáticos, e é muito prevalente em atletas *overhead*, aqueles que utilizam o movimento do braço acima da cabeça durante do gesto esportivo (Jildeh et al., 2021). Nessa população, ela pode ser encontrada como uma adaptação em indivíduos saudáveis ou em sujeitos sintomáticos (Nowotny et al., 2018), podendo coexistir com várias disfunções do ombro (Jildeh et al., 2021). A alteração do posicionamento e dos movimentos da escápula podem desempenhar um papel crítico no desenvolvimento dessas disfunções, o que justifica a tentativa de quantificar a postura e os movimentos escapulares, como por exemplo em arremessadores (Bullock et al., 2021). Entretanto, não está claro na literatura se a presença de DE em atletas *overhead* poderia prejudicar de alguma maneira a função do membro superior durante o gesto esportivo, diminuindo a performance desses atletas, ou se ela se apresenta como uma adaptação à grande demanda imposta à cintura escapular nessa população.

Independentemente se haveria uma disfunção ou adaptação, a função dos músculos periescapulares parece ser essencial. A fraqueza dos músculos periescapulares já foi associada a DE, mais especificamente, foi observada redução

significativa da atividade dos músculos trapézio inferior (TI) e serrátil anterior (SA) associadas a hiperativação do trapézio superior (TS) (Cools et al., 2014). Esses músculos menos ativos tem um importante papel de estabilizar a escápula na caixa torácica durante os movimentos do membro superior. Embora não haja uma correlação direta entre DE e disfunções do ombro, vários estudos relataram que cerca de 68% a 100% dos indivíduos que sofrem de uma lesão de ombro e desenvolvem fraqueza muscular também apresentam DE (Burkhart et al., 2003; Linaker and Walker-Bone, 2015; Paletta et al., 1997; Warner et al., 1992).

O comportamento dos músculos periescapulares em atletas *overhead* com DE ainda é incerto e não há uma compilação de dados a respeito do comportamento eletromiográfico desses músculos nos atletas *overhead*. Assim, o objetivo dessa dissertação é explorar a função dos principais músculos que controlam os movimentos escapulares por meio de uma revisão da literatura abrangendo os tópicos de anatomia e biomecânica da cintura escapular, DE, eletromiografia, e finalmente uma revisão sistemática sobre o comportamento eletromiográfico dos principais músculos estabilizadores da escápula em atletas *overhead* com DE. Essa informação pode ser útil para traçar protocolos de prevenção e tratamento voltados para a demanda específica dessa população, visto que o comportamento desses músculos pode ser diferente daqueles descritos na literatura para outras populações.

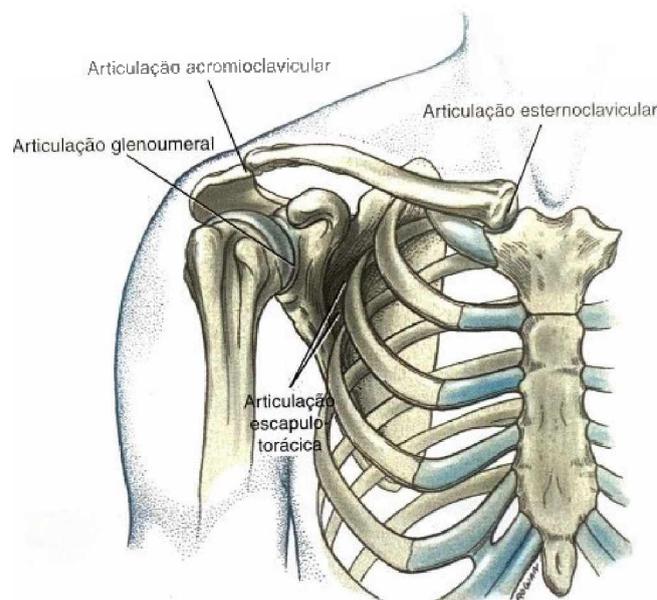
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Anatomia e Biomecânica da Cintura Escapular

A cintura escapular (CE) é essencial para o movimento da extremidade superior, já que várias articulações e músculos trabalham em conjunto para produzir padrões de movimento distintos (Jildeh et al., 2021). A CE é um conjunto de quatro articulações que estão relacionadas entre si através do esterno, clavícula, escápula e úmero para produzir movimentos coordenados principalmente de rotação e translação (Figura 1). A junção entre o esterno e a clavícula forma a articulação esternoclavicular (AEC). A clavícula e o acrômio da escápula formam a articulação acromioclavicular (AAC). A cavidade glenoidal da escápula e a cabeça do úmero formam a articulação glenoumeral (AGU). Esse conjunto de articulações fornecem uma gama amplitude de movimentos para o membro superior, provendo a capacidade

de manusear e alcançar objetos, além de atividades mais complexas como a prática esportiva. Além dessas articulações, apesar de ser classificada como uma articulação não verdadeira, a articulação escapulotorácica (AET) é de igual importância para o complexo do ombro. Ela consiste em um ponto de contato entre a superfície anterior da escápula e a parede posterolateral do tórax, sendo separadas pelos músculos subescapular, serrátil anterior e eretor da espinha (Cowan et al., 2021). A escápula mantém a AET funcional e anatomicamente interligada ao úmero e é crítica para o movimento adequado e a ancoragem do braço ao tronco. Ela tem a importante função de conferir uma base estável para a articulação glenoumeral durante os movimentos do membro superior. A grande amplitude de movimento do ombro é proveniente, em parte, do vasto movimento disponível para a AET. Os movimentos que acontecem na AET são uma cooperação da AEC e AAC. Qualquer limitação em uma dessas articulações pode prejudicar significativamente o movimento da escápula, e assim todo o movimento do ombro.

Figura 1. As quatro articulações que compõe a cintura escapular.

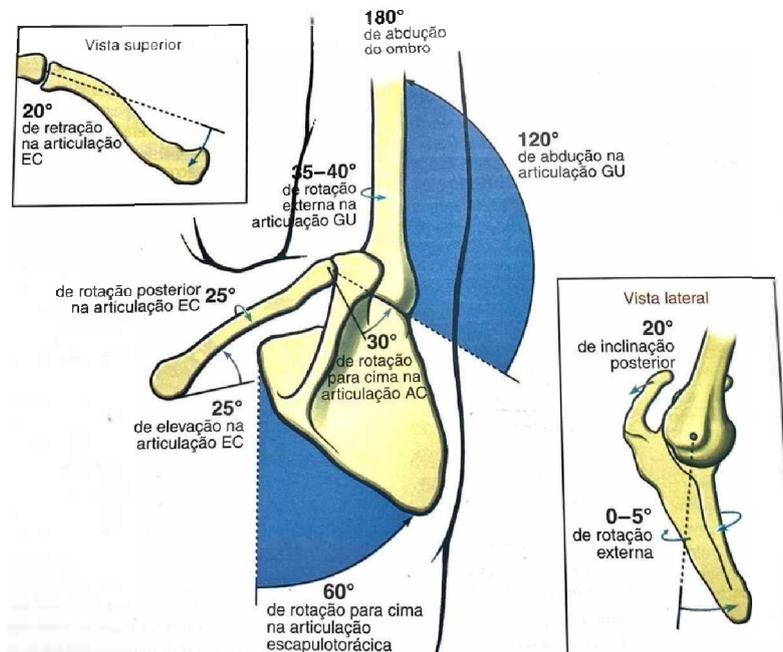


Fonte: NEUMANN, D.A. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

A relação funcional entre a escápula e o úmero é conhecida como ritmo escapuloumeral (Figura 2). Este conceito é fundamental para a função eficiente do ombro, e foi descrito que, para cada 3° de abdução do ombro, 2° ocorrem pela

abdução na AGU e 1° ocorre pela rotação para cima da AET, ou seja, relação de 2:1 (Jildeh et al., 2021). Entretanto, alguns autores viram que essa relação pode variar de indivíduo para indivíduo. O estudo de Ludewig et al., 2009 mostrou uma relação de 2,4:1 para flexão, 2,2:1 para elevação no plano escapular e 2,1:1 para abdução. Outro estudo conduzido por Giphart et al., 2013 também encontrou diferentes relações, como 1,1:1 durante flexão, 1,6:1 durante elevação no plano escapular e 2:1 para flexão. Esses achados comprovam a complexidade do movimento escapular e sugere que a ativação dos músculos ocorre de forma variada a depender das fases de movimento (Jildeh et al., 2021).

Figura 2. Representação do ritmo Escapuloumeral.

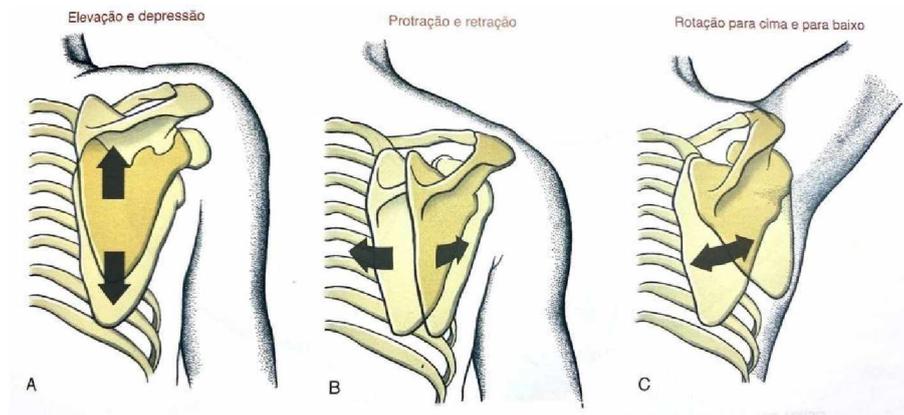


Fonte: NEUMANN, D.A. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

A cinemática da escápula consiste em rotação para cima e para baixo em torno de um eixo horizontal perpendicular ao plano da escápula, rotação interna e externa em torno de um eixo vertical através do plano da escápula e inclinação anterior e posterior em torno de um eixo horizontal no plano da escápula (Figura 3) (Roche et al., 2015). Entretanto, as AAC e AEC têm mobilidade para se ajustar a uma imensa quantidade de percursos que a escápula pode assumir durante a elevação do braço

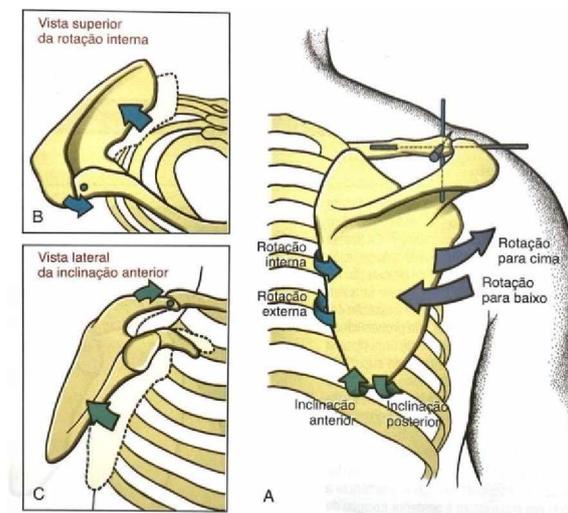
(Figura 4). Esses movimentos fornecem alinhamento dinâmico do ombro com o tronco. Entretanto, a escápula tem ligações ósseas relativamente limitadas e, portanto, depende principalmente da ativação muscular para mobilidade e estabilidade (Roche et al., 2015).

Figura 3. Cinemática escapular.



Fonte: NEUMANN, D.A. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

Figura 4. Movimentos acessórios da escápula.



Fonte: NEUMANN, D.A. Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação. 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018.

Esse complexo movimento tridimensional da escápula é possível devido à estabilização muscular predominante da escápula no tórax principalmente pelos músculos trapézio superior (TS), médio (TM) e inferior (TI), e serrátil anterior (SA)

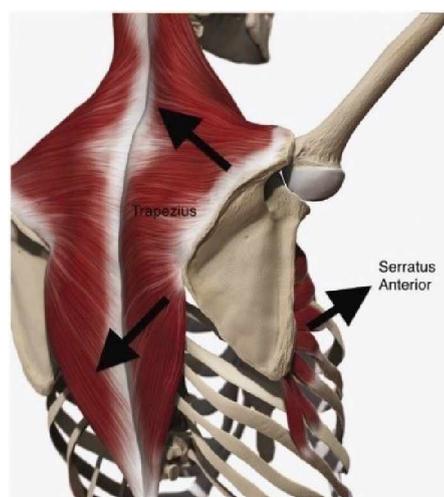
(Nowotny et al., 2018). O trapézio e o SA desempenham papéis importantes na movimentação e estabilização da escápula durante o movimento dos membros superiores. Considerando que o SA protraí e gira para cima a escápula, ele também estabiliza a borda medial e o ângulo inferior da escápula para evitar a escápula alada e a inclinação anterior durante os movimentos da extremidade superior. A fraqueza do SA costuma estar presente em atletas *overhead* e podem resultar em disfunção do ombro devido à alteração da cinemática escapular. O TS é um importante levantador da escápula, enquanto o TM e TI, juntamente com os romboides, ao se contraírem sinergicamente, atuam como retratores primários da escápula, sendo que, desses três músculos, o TI é o que possui melhor linha de força para essa ação. Como grupo, os quatro músculos ancoram dinamicamente a escápula ao esqueleto axial (Cowan et al., 2021). A rotação para cima da escápula também é um importante componente para elevação do braço, sendo realizada pela ação conjunta do SA, TS e TI.

Vários fatores podem causar lesões na cintura escapular, secundárias ou não a traumas direto, como fraqueza muscular, dor no ombro, síndrome do impacto, fraturas e instabilidades. A fraqueza do músculo trapézio pode reduzir a extensão torácica natural necessária durante abdução completa do ombro, assim como reduzir a qualidade do controle sobre os movimentos de ajuste escapular. Uma pessoa saudável com paralisia do trapézio tem dificuldade de flexionar o ombro acima da cabeça. Já a fraqueza do SA pode causar principalmente uma postura distorcida da escápula, clinicamente chamada de escápula alada. Pesquisadores que abordaram um desequilíbrio entre as atividades do SA e do TS se concentraram em encontrar exercícios para direcionar a abordagem do SA fraco e ativar minimamente o TS. O nível de ativação inferior do SA com compensação via hiperatividade do TS durante o movimento da extremidade superior pode resultar em um movimento de encolhimento do ombro com translação superior excessiva, rotação para cima menos eficiente e inclinação posterior da escápula, o que pode levar ao impacto do ombro (Kang et al., 2019). Além disso, a falta de alinhamento e artrocinemática escapulares podem prejudicar a função muscular periscapular, contribuindo para patologias do ombro por uso excessivo ou lesão secundária. Isso é evitado se a função de permitir o movimento fluido de outras estruturas do ombro estiver adequado, como por exemplo, o movimento de girar para cima durante a abdução do ombro, fornecendo

um espaço subacromial adequado para a contração do manguito rotador (Bullock et al., 2021; Nowotny et al., 2018).

Os músculos trapézio e serrátil anterior mostraram ser os maiores e principais contribuintes para estabilidade e mobilidade escapular (Figura 5) (Smith et al., 2006). O trapézio é um estabilizador primário da escápula e contém três porções diferentes: superior (TS), médio (TM) e inferior (TI) (Phadke et al., 2009). Movimentos de retração e abdução da escápula, necessárias para a elevação do braço, são fortemente influenciadas pela ativação do trapézio (Roche et al., 2015). Mais especificamente, o TS é responsável pela rotação para cima da escápula, enquanto o TM e TI contribuem para translação medial e rotação externa da escápula (Gracitelli et al., 2014). Além disso, o TI estabiliza o braço durante a elevação completa e ao longo do retorno do movimento (Roche et al., 2015). O serrátil anterior (SA) mantém a escápula nivelada à caixa torácica (Roche et al., 2015), evitando o excesso de rotação interna da escápula durante os movimentos em que o braço é movimentado para frente e para o lado. Biomecanicamente, ele auxilia na rotação externa da cintura escapular, além de auxiliar a rotação para cima da escápula (Gracitelli et al., 2014). É importante ressaltar que o trapézio e o SA trabalham em união para produzir rotação para cima e inclinação posterior da escápula (Roche et al., 2015). Além disso, esses músculos atuam também como pares de força durante a estabilização da escápula. Para elevação do braço o TI e SA trabalham em pares com o TS e rombóides, por exemplo.

Figura 5. Principais estabilizadores da escápula.



Fonte: Roche et al., 2015.

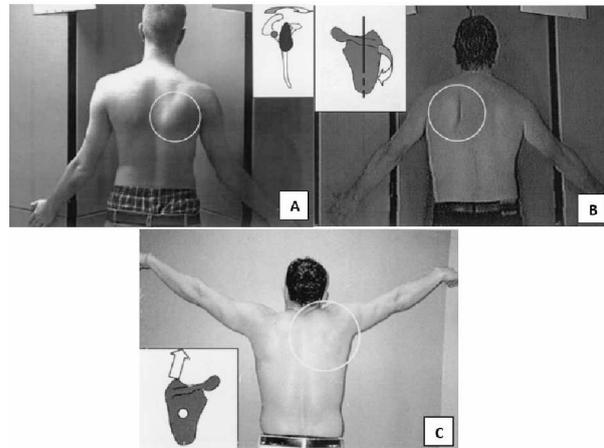
2.2. Discinesia escapular

A Discinesia Escapular (DE) ocorre quando há uma ruptura perceptível na posição e movimento típicos da escápula que pode resultar em movimentos atípicos e ineficientes do braço e do ombro (Kibler and Sciascia, 2010; Paine and Voight, 2013). Ela pode ser encontrada em indivíduos sintomáticos e assintomáticos (Nowotny et al., 2018). Plummer et al., 2017 relataram que não houve diferenças significativas na prevalência de DE entre um grupo com dor no ombro e um grupo controle durante o teste de discinesia escapular em abdução. A DE pode ser observada no exame do ombro decorrente de uma lesão, embora também possa não estar relacionada a nenhuma forma de trauma anterior (Roche et al., 2015). Achados clínicos como aumento da proeminência da borda medial e ângulo inferior da escápula, elevação escapular prematura com rotação para cima insuficiente e rotação para baixo deficiente ao abaixar o braço já foram relatados nesses indivíduos (Kibler and Sciascia, 2010).

Várias abordagens para diagnóstico da DE têm sido descritas na literatura, no entanto é importante reconhecer que o diagnóstico está atualmente limitado à ausência de uma avaliação clínica quantitativa da DE (Longo et al., 2020). O exame clínico da DE inclui avaliação visual da escápula, que é feita com indivíduo de costas realizando elevação bilateral repetida do braço (Nowotny et al., 2018). Alguns autores propuseram alguns métodos que visam classificar esse padrão anormal de movimento escapular. Kibler et al., 2002 classificaram a DE durante repouso e movimento baseado em 4 padrões de movimento, sendo que no padrão I ocorre proeminência do ângulo inferior da escápula, no padrão II ocorre proeminência da borda medial da escápula, no padrão III ocorre proeminência da borda superior da escápula, e por fim, padrão IV no qual o movimento escapular é simétrico (Figura 6). Estes verificaram confiabilidade moderada entre os avaliadores. Uhl et al., 2009 classificaram a DE por dois tipos (sim/não), onde a classificação visual é baseada na presença ou ausência de DE, para tornar a decisão menos restritiva ao tipo de DE (Figura 7). Estes também verificaram confiabilidade moderada entre os avaliadores. McClure et al., 2009 classificaram de acordo com a severidade, descrevendo os movimentos anormais da escápula como óbvia, sutil ou normal (Figura 8), verificando confiabilidade moderada a substancial entre os avaliadores. A combinação dessas

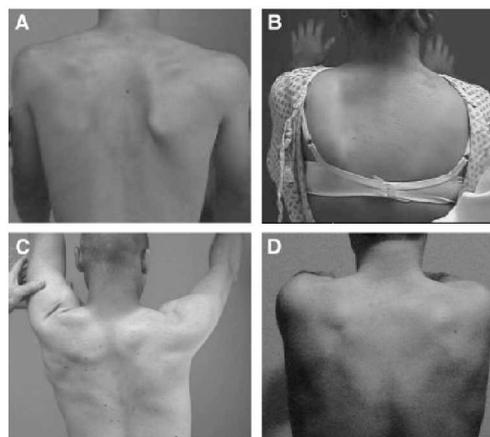
três classificações durante a avaliação clínica da escápula também já foi descrita por Rossi et al., 2018.

Figura 6. Método 4 tipos descrito por Kibler et al., 2002. A: Tipo I. B: Tipo II. C: Tipo III.



Fonte: Kibler et al., 2002.

Figura 7. Método Sim/Não descrito por Uhl et al., 2009.



Fonte: Uhl et al., 2009.

Figura 8. Classificação segundo a severidade, sutil ou óbvia, por McClure et al., 2009.



Fonte: McClure et al., 2009.

Apesar dessas classificações previamente descritas, durante o exame visual não é possível determinar se o mal posicionamento ou movimento da escápula contribui para sintomas no ombro. Para isso, testes de alterações de sintomas como o Teste de Assistência Escapular (SAT) e o Teste de Retração Escapular (SRT) já foram descritos na literatura. Durante o SAT o examinador auxilia o indivíduo na rotação para cima e inclinação posterior da escápula durante a elevação do ombro (Figura 9). O teste é positivo se a amplitude de movimento é aumentada ou a dor é reduzida. Além de identificar presença de DE, ele é capaz de auxiliar na identificação de impacto subacromial e disfunção do manguito rotador (Rabin et al., 2018). Já no SRT, o examinador auxilia na elevação ativa do ombro aplicando rotação externa e inclinação posterior da escápula (Figura 10). O teste é positivo se a dor reduzir ou aumentar força durante o exame. Este se concentra principalmente em testar a força do músculo supraespinhal e avaliar lesões do lábio glenoidal (Khazzam et al., 2018). Outro teste chamado de Teste de Deslizamento Escapular Lateral (*Lateral Scapular Slide Test* - LSST) é realizado para avaliar o movimento excessivo da escápula em relação a caixa torácica. Neste teste são realizadas três medidas: da espinha da escápula à vértebra T2/T3, do ângulo inferior da escápula à T7/T9 e, por fim, do ângulo superior da escápula à T2 (Figura 11). Essas medidas são registradas três vezes nas posições em pé com braços relaxados e apoiados ao longo do corpo, mãos na cintura com polegares apontados para trás e rotação interna máxima do ombro com os braços abduzidos a 90°. A presença de 1,5 cm de variação da medida é indicativa de exame positivo (Calatayud et al., 2014; Shadmehr et al., 2010). Além desses testes, outros dois também já foram descritos para avaliar dor e resistência muscular: Teste de Pinça Escapular Isométrica e Teste de Flexão de Parede. O primeiro é realizado solicitando ao paciente para retrair ativamente as escápulas ao máximo e manter essa posição por 20 segundos. O teste é positivo se for observado presença de uma sensação de queimação após 15 a 20 segundos (Lunden et al., 2010). O segundo avalia a fraqueza da musculatura periscapular, principalmente do serrátil anterior. O indivíduo é solicitado a realizar 20 flexões na parede e o teste é positivo se a fadiga muscular produzir uma proeminência visível da borda medial (Calatayud et al., 2014; Ludewig et al., 2004; Lunden et al., 2010).

Figura 9. Teste de Assistência Escapular (SAT).



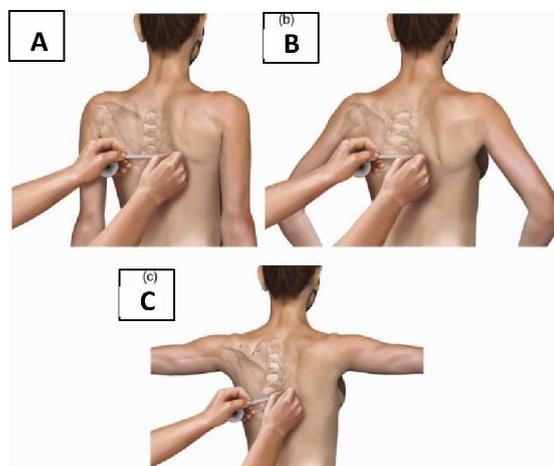
Fonte: Roche et al., 2015.

Figura 10. Teste de Retração Escapular (SRT).



Fonte: Roche et al., 2015.

Figura 11. Teste de Deslizamento Escapular Lateral (*Lateral Scapular Slide Test - LSST*). A: medida da espinha da escápula à vértebra T2/T3, B: medida do ângulo inferior da escápula à T7/T9, C: medida do ângulo superior da escápula à T2.



Fonte: Roche et al., 2015.

A DE pode ocorrer como fator secundário às lesões distintas do ombro, como lesão da articulação acromioclavicular (AC), ruptura do manguito rotador, fratura clavicular, impacto do ombro, instabilidade multidirecional e lesão labial (Carnevale et al., 2019; Huang et al., 2015). Entretanto, até o momento, não está claro se a DE é a causa ou consequência dessas lesões. No entanto, já foi demonstrado que a presença de DE pode influenciar negativamente disfunções específicas do ombro e, se a DE não for abordada corretamente, pode prejudicar a cura da lesão subjacente (Nowotny et al., 2018). Além disso, a fraqueza dos músculos estabilizadores da escápula já foi reportada como sendo a origem primária da DE (Cools et al., 2014). Esse mesmo estudo mostrou alterações significantes para esses músculos em que uma hiperativação do TS combinado com redução da ativação da porção inferior do trapézio e SA foi observada em indivíduos com DE. E, portanto, embora não haja uma correlação direta entre DE e disfunções do ombro, estudos relataram que cerca de 68% a 100% dos indivíduos que sofrem de uma lesão no ombro, em que o achado principal seja fraqueza dos músculos periescapulares, também apresentam DE (Burkhart et al., 2003; Linaker and Walker-Bone, 2015; Paletta et al., 1997; Warner et al., 1992). Sendo assim, o principal objetivo do tratamento voltado para indivíduos com DE é restaurar a função dos músculos estabilizadores da escápula afim de reestabelecer a cinemática escapular. As modalidades preferidas para isso são os exercícios que visam melhorar flexibilidade e que visam aumentar a estabilidade da escápula. Essas abordagens levariam à diminuição da tração escapular e otimizaria a cinemática escapular (Longo et al., 2020). Entretanto, o manejo mais adequado da DE consiste em determinar se ela é secundária à falta de desempenho muscular ou à perda de flexibilidade do tecido mole circundante.

2.2.1. Discinesia Escapular e Atletas *overhead*

O movimento acima da cabeça, tipicamente chamado na literatura de *overhead*, é o gesto esportivo realizado em modalidades esportivas em que o atleta utiliza o braço acima da cabeça durante o gesto esportivo, como no tênis, voleibol, basquete, handebol, natação e beisebol, por exemplo. É um gesto complexo, envolve todo o complexo do ombro, e a DE é altamente prevalente nesses atletas. O controle e posicionamento da escápula adequados permitem o posicionamento ideal do úmero

em relação à glenóide, transferindo energia do *core* para a extremidade superior durante o gesto esportivo (Roche et al., 2015), o que é imprescindível para a transferência de energia cinética adequada através do ombro em velocidades rápidas com grandes amplitudes de movimento e alta precisão, como nos atletas *overhead* (Kang et al., 2019).

Já foi teorizado na literatura que a DE em atletas *overhead* envolve postura e movimento assimétricos, com características claras de aumento de inclinação anterior, rotação interna e rotação para cima da escápula (Burkhart et al., 2003), o que levou a um aumento evidente da prevalência de lesões no ombro em atletas arremessadores, por exemplo (Kang et al., 2019). E, mesmo sabendo que a DE em atletas pode coexistir com várias lesões no ombro (Jildeh et al., 2021), ela também pode ser encontrada em atletas saudáveis, se apresentando como uma adaptação individual (Nowotny et al., 2018), já que as mesmas alterações foram encontradas em atletas assintomáticos, sugerindo que a DE poderia ser necessária para o desempenho desses atletas (Myers et al., 2006; Oyama et al., 2008). Portanto, na literatura atual, ainda é incerto se essas adaptações são favoráveis ao desempenho do atleta, contribuindo para velocidade do ombro e geração de força, ou se contribui para um aumento do risco de desenvolver lesões no ombro (Oyama et al., 2008).

2.3. Eletromiografia de superfície

A eletromiografia (EMG) é o estudo da função muscular através da averiguação do sinal elétrico que emana de um músculo em atividade (De Luca, 1997), ou seja, é um estudo da atividade motora (Portney 1993). Compreender o comportamento normal e anormal da unidade motora é fundamental para a busca de intervenções baseadas em exercícios, como aqueles que demandam de força excessiva e prolongada (Nawab et al., 2008). O sinal EMG é adquirido por um Eletromiógrafo (Figura 12) que tipicamente está acoplado a um computador. O sinal captado no corpo humano é um sinal analógico (um sinal contínuo no tempo) que então deve ser convertido para sinal digital (um sinal discreto, que é definido somente para certos intervalos de tempo), para poder ser registrado pelo computador (Marchetti e Duarte, 2006). Assim, os eletromiógrafos são equipamentos que detectam, processam e registram a atividade elétrica dos músculos. O registro é o eletromiograma ou sinal eletromiográfico e pode indicar o estado fisiológico de um músculo e dos nervos que

controlam a contração muscular. Embora a onda registrada não seja um indicador absoluto, uma diminuição da força de contração muscular é refletida na atividade EMG, fornecendo evidências de uma disfunção neuromuscular (Button 1985). O sinal eletromiográfico é complexo e pode ser afetado pelas propriedades anatômicas e fisiológicas dos músculos, pelo esquema de controle do sistema nervoso e pelas características da instrumentação usada (Button 1985).

Figura 12. Eletromiógrafo.



Fonte: Domingos, 2017.

O registro do sinal eletromiográfico requer um sistema que compreende os eletrodos que capturam os potenciais elétricos (atividade) do músculo em contração (fase de entrada da informação), um amplificador, que processa o sinal elétrico (fase de processamento), e um decodificador (fase de saída de informação) que permite a visualização gráfica, o que permitirá a completa análise dos dados (Luca 2002). A função do eletrodo é monitorar o sinal eletromiográfico convertendo a corrente iônica bioelétrica a uma corrente formada por elétrons. Existem diversos tipos de eletrodos, dentre eles o de superfície (Figura 13). Estes são considerados adequados para a monitoração de músculos superficiais. Eles são facilmente aplicados, mas possuem suas limitações. Dentre elas estão a atenuação do sinal causada pelo tecido subcutâneo e contaminação do registro por atividade elétrica oriunda de outros músculos (*crosstalk*). Além disso, o posicionamento do eletrodo na superfície do músculo deve ser realizado de forma correta em relação à localização e orientação. Este não deve ser colocado sobre ou próximo ao tendão do músculo, no ponto motor, ou nas extremidades do músculo. Ele deve ser posicionado sempre no sentido

longitudinal das fibras musculares onde há maior volume de fibras musculares. Para permitir um mecanismo de cancelamento do efeito de interferências do ruído elétrico externo um eletrodo de referência (eletrodo terra) deve ser aplicado. Este consiste em um eletrodo superficial aderido à pele nas proximidades dos eletrodos registradores, mas sobre uma proeminência óssea. Esses efeitos de interferência do ruído elétrico externo são fatores que podem influenciar o sinal eletromiográfico. Dentre eles estão a característica do tecido e qualquer ruído elétrico que não são parte do sinal EMG como batimento cardíaco e artefatos eletromecânicos por exemplo.

Figura 13. Posicionamento dos eletrodos de superfície nos músculos periescapulares.

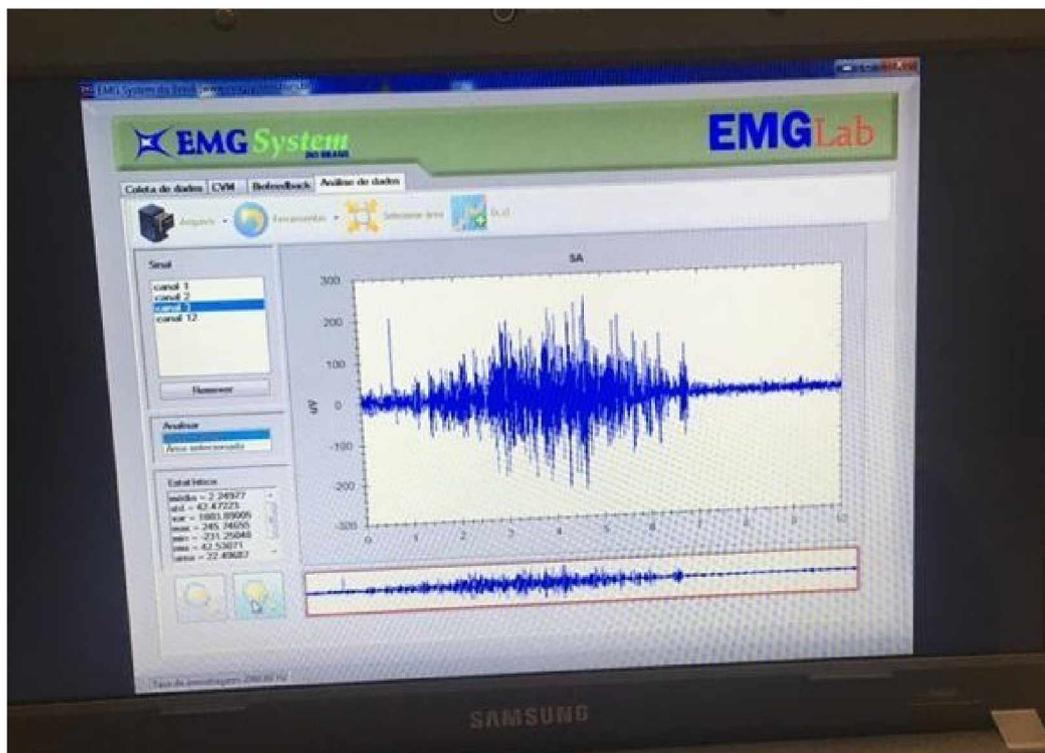


Fonte: Foto da autora.

O sinal eletromiográfico captado pelos eletrodos pode ser processado nos domínios do tempo (comportamento temporal) e da frequência (comportamento espectral). A informação representada no domínio temporal descreve quando algo ocorre e qual amplitude de sua ocorrência, sendo que a amplitude é um indicador da magnitude da atividade muscular, produzida predominantemente por aumento na atividade nas unidades motoras e em sua taxa de disparo (Gordon et al., 2014). O sinal eletromiográfico adquirido durante uma atividade, em função do tempo, pode ser

quantificado por diversas formas de processamento, entre eles o envoltório linear, retificação, raiz quadrada da média e integração (DE LUCA 1997; Marchetti e Duarte, 2006). A análise no domínio da frequência permite avaliar a frequência de disparo das unidades motoras e pode ser monitorada e quantificada seguindo alguns indicadores do espectro de frequência, como a frequência média, mediana e moda (De Luca, 1997; Marchetti e Duarte, 2006).

Figura 14. Sinal eletromiográfico.



Fonte: Foto da autora.

A amplitude do sinal não pode ser analisada diretamente pois tem se mostrado sensível a fatores intrínsecos (como tipo de fibra muscular por exemplo) e extrínsecos (como localização e orientação dos eletrodos). Para isso, faz-se necessária a técnica de normalização dos dados, que consiste na transformação dos valores absolutos da amplitude em valores relativos referentes a um valor de amplitude caracterizada como 100% (De Luca, 1997). Ou seja, é uma tentativa de reduzir as diferenças entre os diferentes registros de um mesmo sujeito, ou de sujeitos diferentes de forma a tornar a interpretação dos dados reprodutível (Soderberg e Cook, 1984). Existem diversas formas de normalizar os dados, dentre elas, e a mais comum, está a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM). Nela utiliza-se o maior valor encontrado numa

contração isométrica máxima para o músculo em questão (Basmajian and Luca, 1985). Esse teste deve ser realizado para cada músculo separadamente e o primeiro passo é identificar o exercício ou posição que permite a contração máxima. Sempre que possível deve-se utilizar cintos de fixação (Konrad 2005).

A EMG cinesiológica tem o foco de estudar a ativação de músculos em tarefas posturais, movimentos desportivos e funcionais, condições de trabalho e regimes de tratamento e treinamento, sendo aplicado em várias áreas (Konrad 2005). A avaliação da atividade muscular pode fornecer informações valiosas sobre a mobilidade e capacidade funcional de um indivíduo e é vital para geração de força, movimento coordenado e desempenho funcional (Morrow et al., 2020). A EMG é um método extensivamente usado na literatura e foi explorada cada vez mais para obter medidas de ativação muscular mais representativas durante a execução da avaliação. Um estudo recente destacou a importância de elucidar os verdadeiros valores máximos de ativação muscular e forneceu um guia para os autores seguirem afim de evitar subestimar os níveis de ativação em estudos usando EMG de superfície (Maciukiewicz et al., 2019). É importante destacar que o estudo da EMG pode prover muitas aplicações úteis, mas possui muitas limitações que devem ser entendidas, consideradas e eventualmente eliminadas de forma sistemática.

Na literatura atual mais de 3890 estudos já foram realizados utilizando EMG de superfície no complexo do ombro, sendo que entender o comportamento dos músculos da cintura escapular em indivíduos com DE já foi o objetivo de alguns desses artigos. Entretanto, pouco se sabe desse comportamento relacionado à DE em atletas *overhead*. Os principais achados que já foram relatados para essa população serão descritos nessa dissertação.

3. ARTIGO

DISCINESE ESCAPULAR EM ATLETAS OVERHEAD: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DE ESTUDOS ELETROMIOGRÁFICOS

CABRAL, ALCS; MARQUES, JP; DIONISIO, VC.

RESUMO

Objetivo: Sumarizar os dados em relação à atividade eletromiográfica dos principais músculos estabilizadores da escápula em atletas *overhead* com discinese escapular (DE).

Desenho de estudo: Revisão sistemática.

Metodologia: As buscas eletrônicas foram realizadas nas bases de dados Pubmed (MedLine), Embase, CINAHL e SPORTDiscus. Estudos observacionais transversais foram incluídos se fossem conduzidos com atletas *overhead* e investigassem a atividade eletromiográfica dos trapézios superior (TS), médio (TM), e inferior (TI), e serrátil anterior (SA). Dois revisores independentes realizaram o *screening*, a extração de dados e a avaliação da qualidade metodológica dos estudos incluídos, que foi analisado por meio do “*Checklist for Analytical Cross Sectional Studies*”, fornecidas pelo Instituto Joanna Briggs.

Resultados: Foram encontrados 847 artigos, 623 referências foram avaliadas e seis estudos foram incluídos nessa revisão. Evidências moderadas a altas sugeriram que os músculos TS, TM, TI, e SA possuem atividade EMG alterada em atletas *overhead* com DE durante uma variedade de tarefas descritas nos estudos incluídos. O TS teve sua atividade aumentada durante movimentos de extensão e rotação externa de ombro, em abdução no plano escapular e no plano frontal nos ângulos de 90° e 120°, e durante as fases de elevação e abaixamento da abdução e flexão sem carga. A atividade do TS foi associada ao padrão II de DE, considerando o abaixamento do membro no plano escapular. O TM mostrou maior atividade em extensão e rotação externa do ombro, e em abdução nos planos escapular e frontal nas angulações de 90° e 120°, além de sua atividade estar relacionada com o padrão II de DE. O TI apresentou maior atividade durante extensão e rotação externa do ombro. Houve também maior atividade do TI em abdução no plano escapular a 90° e 120°, sendo relacionada ao padrão I de DE. O SA mostrou maior atividade durante abdução nos planos escapular e frontal a 90° e 120°, bem como durante a fase de abaixamento da flexão e abdução com carga. Sua atividade foi relacionada com o padrão II de DE.

Conclusão: Essa revisão revelou que o comportamento dos principais músculos estabilizadores da escápula tem alterações importantes em atletas *overhead* com DE,

mas tem similaridades com as alterações observadas para indivíduos não *overhead*, sugerindo que a abordagem terapêutica seria similar para ambas as populações.

1 INTRODUÇÃO

A Discinesia Escapular (DE) é definida como alteração do movimento e da posição em repouso da escápula em relação à caixa torácica (Huang et al., 2020) que pode resultar em movimentos atípicos e ineficientes do ombro (Jildeh et al., 2021). A proeminência da borda medial ou ângulo inferior da escápula, elevação escapular prematura com rotação para cima insuficiente ou rotação para baixo deficiente ao elevar e abaixar o braço são achados clínicos comumente presentes (Kibler and Sciascia, 2010). A modificação da função do ombro causada pela DE como a alteração da angulação glenoumeral e da ativação muscular máxima podem causar tensão na articulação acromioclavicular e levar a posição e movimentos do braço a níveis subótimos, reduzindo as dimensões do espaço subacromial (Roche et al., 2015). O exame clínico da DE inclui a observação posterior da escápula por meio da elevação bilateral e repetida do braço (Nowotny et al., 2018). Muitos autores propuseram métodos de avaliação padronizados para classificar a DE (Kibler et al., 2002; McClure et al., 2009; Rossi et al., 2018; Uhl et al., 2009), mas ainda não há um consenso na literatura sobre o método mais apropriado para diagnosticar a DE.

A DE pode estar presente em indivíduos sintomáticos e assintomáticos, e é muito prevalente em atletas *overhead*, aqueles que utilizam o movimento do braço acima da cabeça durante do gesto esportivo (Jildeh et al., 2021). Nessa população, ela pode ser encontrada como uma adaptação em indivíduos saudáveis ou em sujeitos sintomáticos (Nowotny et al., 2018), podendo coexistir com várias disfunções do ombro (Jildeh et al., 2021). A alteração do posicionamento e dos movimentos podem desempenhar um papel crítico no desenvolvimento dessas disfunções, o que justifica a tentativa de quantificar a postura e os movimentos escapulares, como por exemplo em arremessadores (Bullock et al., 2021). Entretanto, não está claro na literatura se a presença de DE em atletas *overhead* poderia prejudicar de alguma maneira a função do membro superior durante o gesto esportivo, diminuindo a performance desses atletas, ou se ela se apresenta como uma adaptação à grande demanda imposta à cintura escapular nessa população.

Independentemente se haveria uma disfunção ou adaptação, a função dos músculos periescapulares parece ser essencial. A fraqueza dos músculos periescapulares já foi associada a DE (Cools et al., 2014), mais especificamente, foi relatada redução significativa da atividade dos músculos trapézio inferior (TI) e serrátil anterior (SA) associadas a hiperativação do trapézio superior (TS) (Cools et al., 2014). Esses músculos menos ativos tem um importante papel de estabilizar a escápula na caixa torácica durante os movimentos do membro superior. Embora não haja uma correlação direta entre DE e disfunções do ombro, vários estudos relataram que cerca de 68% a 100% dos indivíduos que sofrem de uma lesão de ombro e desenvolvem fraqueza muscular também apresentam DE (Burkhart et al., 2003; Linaker and Walker-Bone, 2015; Paletta et al., 1997; Warner et al., 1992).

O comportamento dos músculos periescapulares em atletas *overhead* com DE ainda é incerto e não há uma compilação de dados a respeito do comportamento eletromiográfico desses músculos nos atletas *overhead*. Assim, o objetivo dessa revisão sistemática é melhorar o entendimento de como os principais músculos estabilizadores da escápula se comportam em atletas *overhead* com discinese escapular. Essa informação pode ser útil para traçar protocolos de prevenção e tratamento voltados para a demanda específica dessa população, visto que o comportamento desses músculos pode ser diferente daqueles descritos na literatura para outras populações.

2 METODOLOGIA

Esta revisão sistemática seguiu as recomendações do *checklist* PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis*) (Page et al., 2021). O protocolo foi previamente registrado na PROSPERO (*Prospective Register of Systematic Reviews*), sob o número de registro CRD42021255800.

2.1 Critérios de elegibilidade

Foram incluídos apenas estudos observacionais transversais e somente estudos conduzidos com atletas *overhead* com discinese escapular de todos os níveis de treinamento e idade, e de ambos os sexos. Para serem elegíveis, os estudos

deveriam ter analisado atividade eletromiográfica dos músculos periescapulares em atletas *overhead* com DE (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios de inclusão e exclusão.

Critérios de inclusão

- (1) Atletas *Overhead* com Discinesia Escapular
- (2) Atividade eletromiográfica dos músculos escapulares
- (3) Avaliação de pelo menos um dos seguintes músculos escapulares: trapézio (parte superior, média ou inferior), serrátil anterior, levantador da escápula, rombóide, peitoral menor
- (4) Texto completo disponível
- (5) Artigos na língua inglesa

Critério de exclusão

- (1) Estudos não transversais.
-

2.2 Bases de dados e estratégia de busca

As buscas eletrônicas foram realizadas nas bases de dados Pubmed (MedLine), Embase, CINAHL, SPORTDiscus. A última busca foi feita dia 07/07/2021 sem restrição de data de indexação. Não foi utilizado filtro de idioma. A estratégia de busca foi baseada na combinação de palavras derivadas da pergunta PICOT (pacientes, intervenção/exposição, comparador, desfechos, desenho do estudo) (Tabela 2). O comparador não foi definido. As palavras chaves (Tabela 2) foram pesquisadas de forma independente e depois combinadas utilizando termos booleanos. Os termos de busca para Pubmed e Embase estão descritos no Apêndice 1 como exemplo. A busca foi feita pelo primeiro autor. Além disso, uma busca manual foi realizada pelo segundo autor procurando artigos relevantes citados em outros estudos e em suas listas de referências bibliográficas.

Tabela 2. Palavras-chaves baseadas na pergunta PICOT.

Pacientes		Desfechos	
Discinesia escapular	<i>Scapular dyskinesia, scapular winging, scapular malposition, SICK scapula, scapular dyskinesia, scapula*, scapular dyskinesia</i>	Atividade EMG	<i>EMG, electromyography, electromyographies, surface electromyography, electromyographic, muscle activity, muscle activation, muscle balance, scapular muscles</i>
Atletas Overhead	<i>Overhead athlete*, pitch*, volleyball, basketball, swimm*, player*, professional, throwing, athlete*, baseball, softball, water polo, tennis, racquetball, badminton, overhead, racket sports, amateur</i>		

EMG: eletromiografia

2.3 Seleção dos estudos

Após a busca, foi realizada importação dos títulos para o software *EndNote* e os artigos duplicados foram removidos, para então serem importados para a plataforma online *Ryvan*. O *screening* foi realizado independentemente e de maneira cega por 2 autores (ALCSC e JPM). Na primeira fase, os critérios de seleção foram aplicados apenas ao título e resumo. Na segunda fase, a seleção baseou-se nos artigos em texto completo. Para todos os estudos elegíveis possíveis, os textos completos foram recuperados. Caso algum dos critérios de seleção não fosse atendido, o artigo era excluído da revisão da literatura.

2.4 Extração e manejo dos dados

A extração de dados foi realizada de forma independente por dois autores da revisão (ALC e JPM) através de um formulário padronizado no Software Excel. Dentre os dados extraídos estão identificação e detalhes dos estudos (autor, ano, desenho, tamanho da amostra), detalhes da amostra (modalidade esportiva, idade, sexo), métodos de avaliação da discinesia escapular e resultados para atividade eletromiográfica.

2.5 Risco de viés dos estudos incluídos

A avaliação da qualidade metodológica dos estudos foi realizada utilizando o “*Checklist for Analytical Cross Sectional Studies*”, fornecidas pelo Instituto Joanna Briggs (“*The Joanna Briggs Institute Critical Appraisal tools for use in JBI Systematic Reviews*”). Dois revisores realizaram a avaliação dos riscos de forma independente (ALC e JPM) e as inconsistências seriam resolvidas pelo terceiro autor (VCD), caso fosse necessário.

Os oito itens foram avaliados: “(1) Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?”; “(2) Os sujeitos do estudo e o ambiente foram descritos em detalhes?”, “(3) A exposição foi medida de forma válida e confiável?”; “(4) Foram usados critérios objetivos e padronizados para a medição da condição?”; “(5) Foram identificados fatores de confusão?”; “(6) Foram estabelecidas estratégias para lidar com fatores de confusão?”; “(7) Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?”; “(8) Foi usada uma análise estatística apropriada?”.

A pontuação foi realizada de acordo com os *scores* descritos por Plinsinga et al. 2019, onde foi considerado como baixo risco de viés *escores* acima de 75%; moderado risco de viés *escores* entre 50% até 62.5%; alto risco de viés *escores* de 25% até 37.5%.

2.6 Síntese e análise dos dados

O desfecho de interesse (atividade eletromiográfica) foi apresentado descritivamente de maneira separada para cada um dos músculos (trapézio superior, médio, inferior, e/ou serrátil anterior). Não foi possível realizar a meta-análise devido

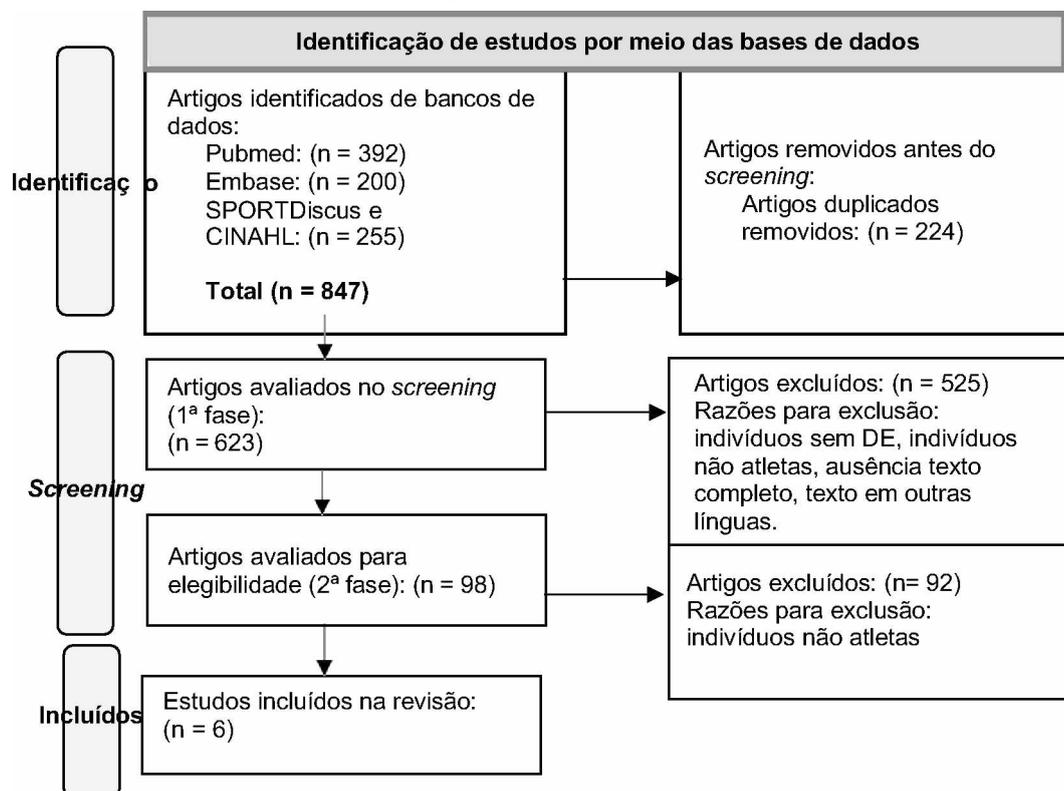
à heterogeneidade da população e das tarefas realizadas para a avaliação da atividade EMG utilizados pelos estudos.

3 RESULTADOS

3.1 Seleção dos estudos

Foram encontrados 847 artigos em potencial. Após remoção dos estudos duplicados, 623 referências foram avaliadas no *screening*. Após as duas fases do *screening* (título/resumo e texto completo), seis estudos foram incluídos na revisão. A figura 1 apresenta os detalhes do processo de busca e seleção.

Figura 1. Fluxograma PRISMA.



3.2 Características dos estudos

As características dos estudos estão apresentadas na tabela de evidências. Os indivíduos possuíam idade entre 22 e 25 anos e massa corporal entre 66 e 74 quilogramas (Kg) de acordo com cinco estudos (De Mey et al., 2013; Karagiannakis

et al., 2018; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020a, 2020b). O estudo de Huang et al., 2017 não apresentou dados de média de idade e massa corporal, apenas relatou que o indivíduo poderia ser incluído se tivesse entre 20 e 40 anos. Três dos seis estudos (De Mey et al., 2013; Tooth et al., 2020a, 2020b) avaliaram a DE por meio do método sim/não (Uhl et al., 2009). Tooth et al., 2020a, e 2020b também utilizaram o Teste de Deslizamento Escapular Lateral (LSST), assim como Oliveira et al., 2013. Um dos seis estudos (Huang et al., 2017) avaliou a DE por meio do método 4 tipos (Kibler et al., 2002). E, por fim, Karagiannakis et al., 2018 avaliou a DE apenas em repouso, classificando como assimetria escapular em repouso.

Três dos seis artigos utilizaram tarefas de elevação do braço nos planos escapular, sagital e frontal (Huang et al., 2017; Tooth et al., 2020a, 2020b). Huang et al., 2017 realizaram elevação no plano escapular com carga, mas somente a fase de abaixamento foi analisada. Tooth et al., 2020a e 2020b realizaram elevação do ombro nos planos sagital e frontal, ambos com e sem carga, em três diferentes condições: sem kinesiotaping (posição padrão), com kinesiotaping aplicado com apenas uma faixa do processo coracóide ao ângulo inferior da escápula (KT 1), e com kinesiotaping com uma faixa aplicada como no KT 1, além de outra faixa aplicada da coluna torácica à borda inferior da escápula (KT 2), sendo todas as condições medidas nas angulações de 30, 60, 90 e 120 graus. De Mey et al., 2013 realizaram extensão do ombro na posição prona, flexão de ombro em decúbito lateral, rotação externa de ombro em decúbito lateral e abdução horizontal do ombro na posição prona em rotação externa do ombro, todos com carga (de acordo com massa corporal), com e sem correção consciente da escápula. Karagiannakis et al., 2018 realizaram flexão de braço no chão e no BOSU. Oliveira et al., 2013 realizaram abdução isométrica do braço no plano escapular e no plano frontal, ambos em 45, 90 e 120 graus. Dois estudos realizaram as tarefas no membro dominante (De Mey et al., 2013; Oliveira et al., 2013). Um estudo realizou em ambos os membros (Karagiannakis et al., 2018). Outro estudo realizou a análise no membro com DE mais significativa (Tooth et al., 2020b). Apenas um estudo realizou análise no membro afetado com síndrome do impacto (Huang et al., 2017). Tooth et al., 2020a não relataram em qual membro as tarefas foram realizadas.

Todos os estudos avaliaram a atividade do trapézio superior. Quatro estudos analisaram a atividade do trapézio médio (De Mey et al., 2013; Huang et al., 2017;

Karagiannakis et al., 2018; Oliveira et al., 2013). Cinco estudos analisaram a atividade do trapézio inferior (De Mey et al., 2013; Huang et al., 2017; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020a, 2020b). Cinco estudos analisaram a atividade do serrátil anterior (Huang et al., 2017; Karagiannakis et al., 2018; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020a, 2020b). Todos os estudos realizaram o teste de Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) para normalização dos dados EMG (3 tentativas por teste, com tempo de descanso entre elas).

3.5 Risco de viés dos estudos

O risco de viés dos estudos está resumido na Tabela 3. Após comparação e discussão do risco de viés entre os autores, todos os estudos foram classificados como baixo risco de viés com *scores* de 75% (De Mey et al., 2013; Karagiannakis et al., 2018; Tooth et al., 2020a, 2020b), 87, 50% (Huang et al., 2017) e 100% (Oliveira et al., 2013).

Tabela 3. Avaliação crítica de estudos incluídos usando a ferramenta de avaliação crítica de estudos transversais analíticos do Instituto Joanna Briggs.

Estudos	Itens								Score
	1	2	3	4	5	6	7	8	final
De Mey et al, 2013	S	N	S	S	S	N	S	S	75%
Huang et al, 2017	S	N	S	S	S	S	S	S	87,50%
Karagiannakis et al, 2017	S	S	S	S	S	N	S	S	75%
Oliveira et al, 2012	S	S	S	S	S	S	S	S	100%
Tooth et al, 2020a	S	N	S	S	S	N	S	S	75%

Item 1: Os critérios de inclusão na amostra foram claramente definidos?; Item 2: Os sujeitos do estudo e o ambiente foram descritos em detalhes?; Item 3: A exposição foi medida de forma válida e confiável?; Item 4: Foram usados critérios objetivos e padronizados para a medição da condição?; Item 5: Foram identificados fatores de confusão?; Item 6: Foram estabelecidas estratégias para lidar com fatores de confusão?; Item 7: Os resultados foram medidos de forma válida e confiável?; Item 8: Foi usada uma análise estatística apropriada?. S= Sim; N= Não. Baixo risco de viés: escore de 75%; moderado risco de viés: escore de 50% até 62.5%; alto risco de viés: escore de 25% até 37.5% (Plinsinga et al., 2019).

3.6 Resultados dos estudos individuais

Os resultados dos estudos incluídos nessa revisão foram incluídos na tabela de evidências a seguir (Tabela 4).

Tabela 4. Tabela de evidências dos estudos incluídos.

Autor	Sujeitos e modalidade esportiva	Avaliação da DE	Tarefa	Resultados EMG			
				TS	TM	TI	SA
De Mey et al., 2013	G1: 30 atletas assintomáticos com DE (12M, 18H) (idade: 22 ± 3 anos; altura: 1.76 ± 0.08 m; peso: 67.1 ± 8.7 kg) Voleibol, natação, badminton; nível recreacional	Método sim/não	- Extensão prona (EP)	EP Aumento de 5,9%±8,6% com correção (p=0,005)	EP Aumento de 13,8%±11% com correção (p=0,005)	EP Aumento de 9,8%±10,8% com correção (p=0,005)	
			- Rotação externa em decúbito lateral (REDL)	REDL Aumento de 2,2%±4,4% com correção (p=0,049)	REDL Aumento de 6,7%±10,6% com correção (p=0,049)	REDL Aumento de 13,3%±24,4% com correção (p=0,049)	
			- Flexão em decúbito lateral (FDL)	FDL Nenhuma interação significativa (p=0,82)	FDL Nenhuma interação significativa (p=0,82)	FDL Nenhuma interação significativa (p=0,82)	
			- Abdução horizontal prona em rotação externa (AHPRE)	AHPRE Nenhuma interação significativa (p=0,63)	AHPRE Nenhuma interação significativa (p=0,63)	AHPRE Nenhuma interação significativa (p=0,63)	
			*Realizados com e sem correção consciente da escápula				
			*Carga de acordo com massa corporal				

Huang et al., 2017	G1: 134 atletas sintomáticos com DE Voleibol, basebol, badminton, musculação, natação, basquete, outros; nível recreativo	Método 4 tipos	- Elevação do braço no plano escapular (apenas fase de abaixamento foi analisada no artigo) *Carga de 2,3 kg para homens, e 1,4 kg para mulheres.	Padrão I: correlação com primeiro PC (r= 0.41~0.61) Padrão II: correlação com primeiro PC (r= 0.30~0.70)	Padrão II: correlação com primeiro PC (r= 0.30~0.70)	Padrão I: correlação com primeiro PC (r= 0.41~0.61)	Padrão II: correlação com primeiro PC (r=0.30~0.70)
Karagiannakis et al., 2017	G1: 22 atletas assintomáticos com assimetria escapular em repouso (22M) (idade: 25.3 ± 5.1 anos; altura: 174.3 ± 5.7 m; peso: 66.3 ± 7.8 kg) G2: 15 atletas assintomáticos sem assimetria (idade: 24.0 ± 5.2 anos; altura: 172.5 ±	Assimetria escapular em repouso – medição com fita	- Flexão braço no chão (FBC) - Flexão braço no BOSU(FBB)	FBC Nenhuma diferença significativa FBB Nenhuma diferença significativa p=0,419	FBC Nenhuma diferença significativa FBB Nenhuma diferença significativa p= 0,898	FBC Nenhuma diferença significativa FBB Nenhuma diferença significativa p=0,385	FBC Nenhuma diferença significativa FBB Nenhuma diferença significativa p=0,385

5.5 m; peso: 65.6 ±
5.1 kg)

Voleibol; nível
profissional

De Oliveira et al., 2012	G1: 15 atletas sintomáticos com DE (15H) (idade: 22.00±3.87 anos; altura: 1.76±0.08 m; peso: 73.37±8.57 kg) Handebol, voleibol, natação, judô, jiu-jitsu; nível amador	LSST	- Isometria em abdução ombro no plano escapular (IAPE) - Isometria em abdução ombro no plano frontal (IAPF) *Nas angulações 45, 90 e 120	IAPE 90°: aumento em relação a 45° (p<0,03) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,03) IAPF 90°: aumento em relação a 45° (p<0,02); maior que SA 120°: aumento em relação a 45° (p<0,02) 45°: maior que LT IAPE x IAPF 90°: aumento na IAFP (p<0,01)	IAPE 90°: aumento em relação a 45° (p<0,03) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,03); menor comparado a UT, LT, SA (p<0,02) IAPF 90°: aumento em relação a 45° (p<0,02) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,02) IAPE x IAPF 90°: aumento na IAFP (p<0,01)	IAPF 90°: aumento em relação a 45° (p<0,02) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,02) IAPF 90°: aumento em relação a 45° (p<0,02) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,02) IAPE x IAPF 45°: diminuição na IAFP (p=0,03)	IAPE 90°: aumento em relação a 45° (p<0,03) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,03) IAPF 90°: aumento em relação a 45° (p<0,02) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,02) IAPF 90°: aumento em relação a 45° (p<0,02) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,02) IAPF 90°: aumento em relação a 45° (p<0,02) 120°: aumento em relação a 45° (p<0,02) IAPE x IAPF 45°: diminuição na IAFP (p=0,03)
---------------------------------	--	------	--	--	---	---	---

				120°: aumento na IAFP(p<0,01)	120°: aumento na IAPF (p<0,01)		
Tooth et al., 2020 a	G1: 20 atletas assintomáticos com DE (idade: 21.9 ± 1.8 anos; altura: 179.2 ± 4.8 m; peso: 73.4 ± 8.2 kg)	Método sim/não LSST	- Flexão ombro (plano sagital) - Abdução ombro (plano frontal) *3 diferentes condições: sem kinesioteipagem, com kinesioteipagem (KT1), com kinesioteipagem (KT2) *Com e sem carga *Nas angulações 30, 60, 90 e 120°	SEM CARGA - Flexão (fase elevação) Nenhuma diferença significativa - Flexão (fase abaixamento) 120°: diminuição 10-11% em KT1 e KT2 comparado com posição padrão (p=0,022) 60°: diminuição 10-11% em KT1 comparado com posição padrão (p=0,044) - Abdução (fase elevação) Nenhuma diferença significativa		SEM CARGA - Flexão (fase elevação) 60°: diminuição 15-20% em KT2 comparado com KT1 e posição padrão (p=0,031) 120°: diminuição 15-20% em KT2 comparado com KT1 e posição padrão (p=0,032) - Flexão (fase abaixamento) Nenhuma diferença significativa - Abdução (fase elevação)	SEM CARGA - Flexão (fase elevação) Nenhuma diferença significativa - Flexão (fase abaixamento) Nenhuma diferença significativa - Abdução (fase elevação) Nenhuma diferença significativa

**- Abdução (fase
abaixamento)**

Nenhuma diferença
significativa

COM CARGA

**- Flexão (fase
elevação)**

90°: diminuição entre 9-
12% após kinesioteaping
(Nenhuma diferença
entre KT1 e KT2)
($p=0,001$)

120°: diminuição entre
9-12% após
kinesioteaping (Nenhuma
diferença entre KT1 e
KT2) ($p=0,001$)

**- Flexão (fase
abaixamento)**

120°: diminuição 10-
11% no KT2 comparado

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase abaixamento)

Nenhuma diferença significativa

COM CARGA

- Flexão (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Flexão (fase abaixamento)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase abaixamento)

COM CARGA

- Flexão (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Flexão (fase abaixamento)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase abaixamento)

Nenhuma diferença significativa

com posição padrão
(p=0,030)

Nenhuma diferença
significativa

**- Abdução (fase
elevação)**

90°: diminuição entre 9-
11% após KT2
comparado com posição
padrão (p=0,0001)

120°: diminuição entre
9-11% após KT2
comparado com posição
padrão (p=0,027)

**- Abdução (fase
abaixamento)**

Nenhuma diferença
entre posição padrão e
KT

Tooth et al., 2020b	G1: 20 atletas assintomáticos com DE (idade: 23.12 ± 2.4 anos; altura: 177.8 ± 5.7 m; peso: 74.8 ± 9.5 kg)	Método sim/não LSST	- Flexão ombro (plano sagital) - Abdução ombro (plano frontal)	SEM CARGA - Flexão (fase elevação) 90°: aumento 23% no grupo com DE (p=0.046)	SEM CARGA - Flexão (fase elevação) Nenhuma diferença significativa	SEM CARGA - Flexão (fase elevação) Nenhuma diferença significativa
--------------------------------	---	-------------------------------	---	--	---	---

G2: 20 atletas assintomáticos sem DE	*Com e sem carga	120°: aumento 31% no grupo com DE (p=0.015)	- Flexão (fase abaixamento)	Nenhuma diferença significativa	- Flexão (fase abaixamento) Nenhuma diferença significativa
G1: Tenis, voleibol, crossfit, futebol americano, natação, basquete, boxe	*Nas angulações 30, 60, 90 e 120°	120°: aumento 26% no grupo com DE (p=0.036)	- Flexão (fase abaixamento)	- Abdução (fase elevação)	- Abdução (fase elevação) Nenhuma diferença significativa
G2: Corrida, ciclismo, futebol, basquete, judô, natação		120°: aumento 20% (p=0.041)	- Abdução (fase elevação)	30°: diminuição 39% no grupo com DE (p=0.0001)	- Abdução (fase abaixamento) Nenhuma diferença significativa
		120°: aumento 20% (p=0.041)	- Abdução (fase abaixamento)	60°: diminuição 32% no grupo com DE (p=0.004)	- Abdução (fase abaixamento) Nenhuma diferença significativa
		Nenhuma diferença significativa	- Abdução (fase abaixamento)	30°: diminuição 53% no grupo com DE (p=0.042)	COM GARGA - Flexão (fase elevação)
		COM CARGA	- Flexão (fase elevação)	60°: diminuição 65% no grupo com DE (p=0.040)	Nenhuma diferença significativa - Flexão (fase abaixamento)
				COM GARGA	

60°: aumento 21% no grupo com DE
($p=0.014$)

90°: aumento 24% no grupo com DE (0.002)

- Flexão (fase abaixamento)

90°: aumento 28% no grupo com DE
($p=0.002$)

60°: aumento 24% no grupo com DE
($p=0.010$)

30°: aumento 32% no grupo com DE
($p=0.023$)

- Abdução (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase abaixamento)

- Flexão (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Flexão (fase abaixamento)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase abaixamento)

Nenhuma diferença significativa

120°: aumento 28%
no grupo com DE
($p=0.022$)

90°: aumento 19%
no grupo com DE
($p=0.001$)

- Abdução (fase elevação)

Nenhuma diferença significativa

- Abdução (fase abaixamento)

120°: aumento 31%
no grupo com DE
($p=0.001$)

Nenhuma diferença
significativa

DE: discinesia escapular; EMG: eletromiografia; TS: trapézio superior; TM: trapézio médio; TI: trapézio inferior; SA: serrátil anterior; G1: grupo 1; G2: grupo 2; EP: Extensão prona; REDL: Rotação externa em decúbito lateral; FDL: Flexão em decúbito lateral; AHPRE: Abdução horizontal prona em rotação externa; FBC: Flexão braço no chão; FBB: Flexão braço no BOSU; LSST : *lateral scapular slide test*; IAPE: Isometria em abdução ombro no plano escapular; IAPF: Isometria em abdução ombro no plano frontal; KT1: kinesioteipagem 1, KT2: kinesioteipagem 2;

3.7 Síntese de resultados

Os resultados estão apresentados para cada músculo separadamente: trapézio superior, trapézio médio, trapézio inferior, e serrátil anterior.

Trapézio superior (TS)

A atividade do TS em indivíduos com DE foi investigada por seis artigos, todos de moderado a baixo risco de viés (De Mey et al., 2013; Huang et al., 2017; Karagiannakis et al., 2018; Oliveira et al., 2013; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020b). Foi observado que maior atividade do TS foi obtida durante movimentos de extensão de ombro na posição prona e na rotação externa de ombro na posição em decúbito lateral associadas a correção consciente da posição escapular (De Mey et al., 2013). Também foi observada maior atividade do TS em contrações isométricas em abdução no plano escapular e no plano frontal nos ângulos de 90° e 120°, sendo que nos ângulos de 45° e 90° essa atividade pode superar a do TI e SA respectivamente. Contudo, se comparados esses dois planos, a maior atividade do TS ocorre no plano frontal a 90° e 120° (Oliveira et al., 2013).

Em movimentos de flexão sem carga, a atividade do TS também está aumentada na elevação em 23% e 31% para 90° e 120° respectivamente. Na abdução sem carga o aumento de atividade do TS durante a elevação pode ser de 20% a 120° (Tooth et al., 2020b). Para o abaixamento após uma flexão sem carga, a atividade do TS está maior em 26% aos 120° (Tooth et al., 2020b). Ao utilizar uma carga de 25% em relação à força do músculo para o movimento de flexão na fase de elevação, a atividade do TS aumentou 21% a 60° e 24% a 90°. Na fase de abaixamento após uma flexão, a atividade do TS pode aumentar 28% a 90°, 24% a 60° e 32% a 30° (Tooth et al., 2020b). A atividade do TS, considerando apenas o abaixamento do membro no plano escapular, foi associada ao padrão II de DE, ou seja, com proeminência da borda medial (Huang et al., 2017).

A tentativa de inibir a atividade do TS com kinesioteipagem também foi testada nos movimentos de flexão e abdução. Nas condições sem carga, a fase de abaixamento da flexão mostrou que a atividade do TS diminuiu em 10% a 120° utilizando tanto o kinesioteipagem apenas com uma faixa do processo coracóide ao ângulo inferior da escápula (KT1) quanto utilizando duas faixas, do processo

coracoide ao ângulo inferior e da coluna torácica à borda inferior da escápula (KT2). Na angulação de 60° houve diminuição de 10% da sua atividade em KT1 comparado com a posição padrão. Na condição com carga, houve diminuição na atividade do TS na fase de elevação da flexão a 90° e 120° (9-12% em KT1 e KT2). Para a fase de abaixamento houve diminuição da atividade do TS nos ângulos de 120° em 11% em KT1. Na abdução com carga, na fase de elevação a 90° e 120° houve diminuição na atividade do TS de 9-11% na posição KT2 comparado com a posição padrão. Na fase de abaixamento não houve diferença significativa entre KT1 e KT2 e posição padrão. Por outro lado, a atividade do TS não mostrou alterações no movimento de flexão de braço bilateral em superfície estável (chão) e instável (BOSU) (Karagiannakis et al., 2018).

Trapézio médio (TM)

A atividade do TM foi analisada em quatro artigos (De Mey et al., 2013; Huang et al., 2017; Karagiannakis et al., 2018; Oliveira et al., 2013). A atividade aumentada do TM foi observada em exercícios de extensão do ombro na posição prona e exercícios de rotação externa do ombro na posição de decúbito lateral após correção consciente da escápula (De Mey et al., 2013). A atividade do TM também foi relacionada com o padrão II de DE, no qual ocorre proeminência da borda medial da escápula (Huang et al., 2017). A atividade aumentada do TM também foi observada para tarefas de isometria em abdução nos planos escapular e frontal nas angulações de 90° e 120° quando comparadas a 45°, além de ter sua atividade mais acentuada no plano frontal a 90° e 120° do que no plano escapular (Oliveira et al., 2013). Entretanto, não houve alteração da atividade do TM durante flexão do ombro em decúbito lateral e abdução horizontal do ombro na posição prona em rotação externa de ombro (De Mey et al., 2013). Além disso, a atividade do TM não mostrou alterações no movimento de flexão de braço bilateral em superfície estável (chão) e instável (BOSU) (Karagiannakis et al., 2018).

Trapézio inferior (TI)

Cinco estudos analisaram a atividade do TI (De Mey et al., 2013; Huang et al., 2017; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020a; Tooth et al., 2020b). Foi observado que a atividade do TI foi aumentada durante extensão do ombro na posição prona e rotação externa do ombro na posição em decúbito lateral após a correção consciente

da escápula (De Mey et al., 2013). A atividade do TI também foi relacionada com o padrão I de DE, em que a proeminência ocorre no ângulo inferior da escápula (Huang et al., 2017). Também foi observada maior atividade do TI em tarefas de isometria em abdução no plano escapular a 90° e 120° quando comparado com 45° (Oliveira et al., 2013). Entretanto, em condições sem carga nas tarefas de elevação e abaixamento do braço foi observada redução da atividade do TI de 15-20% na fase de elevação da flexão a 60° e 120° quando utilizado o kinesiotaping com apenas uma faixa se estendendo do ângulo coracóide ao ângulo inferior da escápula (KT1). Essa redução foi significativa comparada a posição padrão (sem kinesiotaping), e a utilização de kinesiotaping com duas faixas se estendendo da coluna torácica à borda inferior da escápula (KT2) (Tooth et al., 2020a). Ainda nas condições sem carga, também foi observada redução de 39% da atividade do TI na fase de elevação da abdução a 30° e de 32% a 60°, além da fase de abaixamento, a qual também mostrou diminuição de 53% da atividade do TI a 30° e de 65% a 60° (Tooth et al., 2020b). Portanto, para fase de abaixamento da flexão, e para ambas as fases da abdução quando comparados aplicação de kinesiotaping em duas posições diferentes e posição padrão na condição sem carga não houve redução da atividade do TI. Com carga, não houve nenhuma alteração da atividade do TI para tarefas de elevação e abaixamento do braço (Tooth et al., 2020a; Tooth et al., 2020b). Além disso, a atividade do TI não foi alterada durante flexão do ombro em posição de decúbito lateral e abdução horizontal do ombro em posição prona e rotação externa de ombro (De Mey et al., 2013).

Serrátil anterior (SA)

A atividade do SA foi analisada em cinco estudos (Huang et al., 2017; Karagiannakis et al., 2018; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020a; Tooth et al., 2020b). Foi observado aumento da atividade do SA durante isometria em abdução nos planos escapular e frontal a 90° e 120° comparados com 45° (Oliveira et al., 2013). A atividade do SA foi relacionada também com o padrão II de DE, onde há proeminência da borda medial da escápula (Huang et al., 2017). Em tarefas de elevação do braço, o SA teve sua atividade aumentada apenas nas fases de abaixamento da flexão com carga (28% a 120° e 19% a 90°) e abdução (31% a 120° no grupo com DE). Entretanto, houve diminuição da atividade do SA apenas durante isometria em abdução no plano frontal quando comparado com plano escapular (Oliveira et al., 2013). Portanto, não houve alterações na atividade do SA durante

elevação e abaixamento do braço nos planos sagital e frontal, sem carga ou com carga, exceto para a fase de abaixamento da flexão (Tooth et al., 2020a; Tooth et al., 2020b). Além disso, o SA não apresentou atividade alterada durante movimentos de flexão do braço em superfície estável (chão) e instável (BOSU) (Karagiannakis et al., 2018).

4 DISCUSSÃO

Essa revisão sistemática sumarizou os dados em relação a atividade muscular dos músculos trapézios superior, médio e inferior, e serrátil anterior em atletas *overhead* com DE. Seis artigos observacionais transversais foram incluídos. Em geral, os resultados EMG em conjunto sugerem que atletas *overhead* com discinese escapular possuem atividade muscular alterada.

A atividade do TS nos atletas *overhead* está aumentada principalmente em movimentos de elevação acima da cabeça (90°-120°). Na literatura há evidências de um aumento na ativação do TS combinada com redução da ativação do SA em indivíduos com alteração da cinemática escapular e dor no ombro (Kamonseki et al., 2021; Ludewig et al., 2004). Nossos resultados sugerem que essa informação parece ser similar ao que acontece para os atletas *overhead*, uma vez que nossos resultados mostraram que a atividade do SA foi aumentada apenas para tarefas de isometria em abdução (Oliveira et al., 2013) e para fases de abaixamento do braço com carga (Tooth et al., 2020b). Portanto, a combinação da atividade *overhead* e a DE parece acentuar a atividade do TS, independente se os indivíduos são sintomáticos ou não (Du et al., 2020; Lopes et al., 2015; Tooth et al., 2020b). No estudo de Andersen et al., 2012 realizado com mulheres saudáveis durante diferentes exercícios para cintura escapular como *shoulder press and push-up plus*, houve uma ativação predominantemente maior do SA sobre o TS. Além disso, a atividade do TS pode ser reduzida com treinamento de feedback de vídeo e EMG (Du et al. 2020). Assim, na prática clínica o uso de estratégias buscando a inibição da atividade do TS e maior recrutamento do SA podem ser valiosas na abordagem dessa população, restaurando a cinemática escapular (Cools et al., 2014), uma vez que o TS e SA devem trabalhar em sincronia para produzir rotação para cima e inclinação posterior da escápula (Roche et al., 2015).

Além desses resultados para o TS e SA, um dos estudos dessa revisão (Huang et al., 2017) mostrou que a atividade do TS estaria relacionada ao padrão II de DE em atletas *overhead*, o que corrobora com estudo de Huang et al., 2015 em que a atividade do TS também foi aumentada em indivíduos com o padrão II de DE, porém não atletas. Adicionalmente, também já foi descrito na literatura que métodos de bandagem diminuíram a atividade do TS em 72% dos participantes não atletas com DE padrões I e misto (I + II) (Huang et al., 2019). Esta informação também é importante clinicamente, especialmente pelo fato de que os achados em relação ao padrão de DE podem ser generalizados para indivíduos atletas e não atletas. O aumento da atividade do SA para tarefas de isometria em abdução acima de 90° (Oliveira et al., 2013) e para fases de abaixamento do braço com carga (Tooth et al., 2020b) mas não durante a elevação acima da cabeça sugere que as abordagens terapêuticas devem focar tarefas de alta demanda para o SA. Por exemplo, exercícios de empurrar com flexão de ombro a 90° em superfície estável são capazes de aumentar a força e o controle do SA em indivíduos saudáveis (Longo et al., 2020). Outra possibilidade seria realizar exercícios de flexão de braço com um movimento adicional de empurrar (deslizamento das escápulas na caixa torácica posterior) ou o *press-up* (em que o indivíduo em pé se levanta apenas movendo a cintura escapular com as mãos apoiadas no banco). Esses exercícios foram sugeridos para atletas *overhead* com objetivo de aprimorar o recrutamento do SA (Andersen et al. 2012).

Dois estudos dessa revisão (De Mey et al., 2013; Oliveira et al., 2013) mostraram que a atividade do TM aumentou em atletas *overhead* com DE durante atividades de extensão do ombro em prono e rotação externa do ombro em decúbito lateral. Essa atividade também foi aumentada em tarefas que envolvem isometria em abdução nos planos frontal e escapular nas angulações de 90° a 120°, sendo este, o resultado mais significativo. O TM tem como função principal a retração e adução da escápula (Ourieff et al., 2021). Apesar disso, e de resultados em que o TM pode superar a atividade do TS em algumas situações como remada com um braço e abdução prona (Andersen et al., 2012), a literatura é escassa em relação a sua atividade em atletas *overhead* com DE. Embora o TM no sentido tradicional não seja nem agonista nem antagonista do TS, um nível adequado de ativação desse músculo é importante para estabilidade da escápula no tórax (Andersen et al., 2012). O que podemos inferir dos resultados dessa revisão é que o TM parece atuar com mais

eficácia em atividades isométricas com abdução acima de 90°. Portanto, exercícios como o de isometria em retração escapular nas abduções de 90° a 120°, por exemplo, parecem ser uma ferramenta útil para o TM, já que nessas tarefas sua atividade foi significativamente maior do que do TS e TI (Kara et al., 2021).

Nessa revisão cinco estudos analisaram a atividade do TI (De Mey et al., 2013; Huang et al., 2017; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020a; Tooth et al., 2020b). Foi possível observar que o TI pode ter sua atividade aumentada ou reduzida. O aumento da atividade do TI foi observado em atividades como extensão do ombro em prono, rotação externa do ombro em decúbito lateral após correção consciente do movimento escapular (De Mey et al., 2013), e isometria em abdução no plano escapular acima de 90° (Oliveira et al., 2013). Por outro lado, a redução de sua atividade também foi observada durante tarefas de elevação e abaixamento do braço sem carga, bem como sua atividade não se alterou nessas tarefas na condição com carga (Tooth et al., 2020a; Tooth et al., 2020b). Além disso, essa revisão também mostrou que a atividade do TI foi relacionada com o padrão I de DE. Essa relação é bastante coerente, uma vez que o padrão I se refere a proeminência do ângulo inferior da escápula, e a principal função do TI é estabilizar o ângulo inferior da escápula contra a parede posterior do tórax (Ourieff et al., 2021). A ativação deficiente do TI poderia favorecer a proeminência do ângulo inferior da escápula. Além disso, já foi visto na literatura que a má ativação do TI é acompanhada por excessiva ativação do TS e diminuição do SA em indivíduos com DE sintomáticos ou não (Cools et al., 2014), o que corrobora com os resultados dessa revisão. O estudo de Dos Santos et al., 2021 realizado com indivíduos com dor no ombro mostrou que exercícios em que o terapeuta estimula a retração da escápula consciente ativa significativamente o TI sem aumentar a atividade do TS. As informações acima sugerem que estimular o controle consciente da escápula durante o exercício parece ser uma recomendação importante para restauração da atividade do trapézio, especialmente o TI (Ou et al., 2016). Kim et al., 2016 mostraram que a inclinação posterior escapular pretendida pode ser uma estratégia útil para a ativação seletiva do músculo TI. Além disso, Du et al., 2020 também mostraram que a atividade do TI aumentou quando o indivíduo recebia *feedback* EMG. Portanto, essa estratégia pode ser útil para restauração da atividade do TI.

A possível relação com dor no ombro e risco de desenvolvimento de lesão, fomentam o interesse na avaliação escapular em atletas *overhead* (Ben Kibler, 1998; Kibler and Sciascia, 2010; Ludewig and Braman, 2011; Ludewig and Reynolds, 2009). No entanto, a DE também é encontrada em indivíduos saudáveis, com dor no ombro, em atletas *overhead* e não atletas (Cools et al., 2014). Na literatura encontra-se o argumento que a DE poderia ser uma adaptação específica em relação à demanda do indivíduo (Longo et al., 2020), mas também há o argumento de que a DE poderia ser secundária às diversas disfunções da cintura escapular (Plummer et al., 2017). A demanda sobre a função muscular exigida para atletas é diferente e muitas vezes maior que indivíduos não atletas (Cools et al., 2014), entretanto, os resultados dessa revisão sugerem que não há grandes diferenças de achados eletromiográficos quando comparados atletas *overhead* com DE com indivíduos não atletas. Por exemplo, o aumento da ativação do TS, redução da ativação do SA, e TI é compatível com achados vistos para indivíduos não *overhead* e sem dor (Cools et al., 2014; Ludewig and Cook, 2000). Apesar da complexidade do controle dos movimentos escapulares, nossos resultados sugerem que a abordagem dos atletas *overhead* com ou sem DE seria similar aos indivíduos não atletas. No entanto, são necessários estudos clínicos de alta qualidade para testar essa hipótese, estratificando por nível de demanda sobre a cintura escapular, com ou sem DE, se atletas ou não, e se sintomáticos ou não.

Uma limitação importante encontrada na maioria dos estudos incluídos nessa revisão seria a variedade de modalidades esportivas dos analisadas nos estudos. Cinco dos seis estudos analisaram atletas de mais de três modalidades diferentes (De Mey et al., 2013; Huang et al., 2017; Oliveira et al., 2013; Tooth et al., 2020a, 2020b), e apenas um analisou apenas uma modalidade (Karagiannakis et al., 2018). Assim, a heterogeneidade dos estudos impede a generalização dos resultados para uma modalidade específica. Estudos futuros devem ser realizados com cada modalidade separadamente, uma vez que os gestos esportivos variam entre as modalidades.

5 CONCLUSÃO

Os resultados dessa revisão revelaram que o comportamento dos principais músculos estabilizadores da escápula tem alterações importantes em atletas *overhead* com DE, mas tem similaridades com as alterações observadas para indivíduos não *overhead*, sugerindo que a abordagem terapêutica seria similar para ambas as populações.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andersen, C.H., Zebis, M.K., Saervoll, C., Sundstrup, E., Jakobsen, M.D., Sjøgaard, G., Andersen, L.L., 2012. Scapular Muscle Activity from Selected Strengthening Exercises Performed at Low and High Intensities. *J. Strength Cond. Res.* 26, 2408–2416. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31823f8d24>
- Bullock, G.S., Strahm, J., Hulburt, T.C., Beck, E.C., Waterman, B.R., Nicholson, K.F., 2021. Relationship Between Clinical Scapular Assessment and Scapula Resting Position, Shoulder Strength, and Baseball Pitching Kinematics and Kinetics. *Orthop. J. Sports Med.* 9, 2325967121991146. <https://doi.org/10.1177/2325967121991146>
- Burkhart, S.S., Morgan, C.D., Kibler, W.B., 2003. The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology part I: Pathoanatomy and biomechanics. *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg.* 19, 404–420. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>
- Cools, A.M., Johansson, F.R., Cambier, D.C., Velde, A.V., Palmans, T., Witvrouw, E.E., 2010. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br. J. Sports Med.* 44, 678–684. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.070128>
- Cools, A.M.J., Struyf, F., De Mey, K., Maenhout, A., Castelein, B., Cagnie, B., 2014. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br. J. Sports Med.* 48, 692–697. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092148>
- de Araújo, R.C., Pirauá, A.L.T., Beltrão, N.B., Pitangui, A.C.R., 2018. Activity of periscapular muscles and its correlation with external oblique during push-up:

- Does scapular dyskinesia change the electromyographic response? *J. Sports Sci.* 36, 571–577. <https://doi.org/10.1080/02640414.2017.1324205>
- De Mey, K., Danneels, L., Cagnie, B., Huyghe, L., Seyns, E., Cools, A.M., 2013. Conscious Correction of Scapular Orientation in Overhead Athletes Performing Selected Shoulder Rehabilitation Exercises: The Effect on Trapezius Muscle Activation Measured by Surface Electromyography. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 43, 3–10. <https://doi.org/10.2519/jospt.2013.4283>
- dos Santos, J.J., Nagy, R.O., Souza, M.A., Intelangelo, L., Barbosa, M.A., Silveira-Nunes, G., Barbosa, A.C., 2021. Scapular Retraction under Adduction Load: An Alternative to Overhead Exercises to Activate Infraspinatus, Upper, and Lower Trapezius in Subjects with and without Shoulder Pain. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 18, 9251. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179251>
- Du, W.-Y., Huang, T.-S., Chiu, Y.-C., Mao, S.-J., Hung, L.-W., Liu, M.-F., Yang, J.L., Lin, J.-J., 2020. Single-Session Video and Electromyography Feedback in Overhead Athletes With Scapular Dyskinesia and Impingement Syndrome. *J. Athl. Train.* 55, 265–273. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-490-18>
- Garving, C., Jakob, S., Bauer, I., Nadjar, R., Brunner, U.H., 2017. Impingement Syndrome of the Shoulder. *Dtsch. Arzteblatt Int.* 114, 765–776. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0765>
- Gracitelli, M.E.C., Assunção, J.H., Malavolta, E.A., Sakane, D.T., de Rezende, M.R., Ferreira Neto, A.A., 2014. Trapezius muscle transfer for external shoulder rotation: anatomical study. *Acta Ortop. Bras.* 22, 304–307. <https://doi.org/10.1590/1413-78522014220600931>
- HosseiniMehr, S.H., Anbarian, M., Norasteh, A.A., Fardmal, J., Khosravi, M.T., 2015. The comparison of scapular upward rotation and scapulohumeral rhythm between dominant and non-dominant shoulder in male overhead athletes and non-athletes. *Man. Ther.* 20, 758–762. <https://doi.org/10.1016/j.math.2015.02.010>
- Huang, T.-S., Chen, W.-J., Du, W.-Y., Lin, J.-J., 2020. Measurement of scapular prominence in symptomatic dyskinesia using a novel scapulometer: reliability

- and the relationship to shoulder dysfunction. *J. Shoulder Elbow Surg.* 29, 1852–1858. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.01.069>
- Huang, T.-S., Lin, J.-J., Ou, H.-L., Chen, Y.-T., 2017. Movement Pattern of Scapular Dyskinesia in Symptomatic Overhead Athletes. *Sci. Rep.* 7, 6621. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-06779-8>
- Huang, T.-S., Ou, H.-L., Huang, C.-Y., Lin, J.-J., 2015. Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesia. *J. Shoulder Elbow Surg.* 24, 1227–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.12.022>
- Huang, T.-S., Ou, H.-L., Lin, J.-J., 2019. Effects of trapezius kinesiо taping on scapular kinematics and associated muscular activation in subjects with scapular dyskinesia. *J. Hand Ther. Off. J. Am. Soc. Hand Ther.* 32, 345–352. <https://doi.org/10.1016/j.jht.2017.10.012>
- Jildeh, T.R., Ference, D.A., Abbas, M.J., Jiang, E.X., Okoroha, K.R., 2021. Scapulothoracic Dyskinesia: A Concept Review. *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* 14, 246–254. <https://doi.org/10.1007/s12178-021-09705-8>
- Kamonseki, D.H., Haik, M.N., Camargo, P.R., 2021. Scapular movement training versus standardized exercises for individuals with chronic shoulder pain: protocol for a randomized controlled trial. *Braz. J. Phys. Ther.* 25, 221–229. <https://doi.org/10.1016/j.bjpt.2020.08.001>
- Kang, F.-J., Ou, H.-L., Lin, K.-Y., Lin, J.-J., 2019. Serratus Anterior and Upper Trapezius Electromyographic Analysis of the Push-Up Plus Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Athl. Train.* 54, 1156–1164. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-237-18>
- Kara, D., Harput, G., Duzgun, I., 2021. The Effect of Shoulder Abduction Angle on Trapezius Muscle Activity During Scapular Retraction Exercise. *J. Athl. Train.* <https://doi.org/10.4085/1062-6050-0053.21>
- Karagiannakis, D., Athanasopoulos, S., Mandalidis, D., 2018. Scapular muscles' activity in female volleyball players with scapular asymmetry in the resting

position. *J. Bodyw. Mov. Ther.* 22, 580–585.
<https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2017.09.018>

Kawasaki, T., Yamakawa, J., Kaketa, T., Kobayashi, H., Kaneko, K., 2012. Does scapular dyskinesis affect top rugby players during a game season? *J. Shoulder Elbow Surg.* 21, 709–714. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2011.11.032>

Kibler, B.W., 1998. The Role of the Scapula in Athletic Shoulder Function. *Am. J. Sports Med.* 26, 325–337. <https://doi.org/10.1177/03635465980260022801>

Kibler, W.B., Sciascia, A., 2010. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br. J. Sports Med.* 44, 300–305. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2009.058834>

Kibler, W.B., Uhl, T.L., Maddux, J.W. q, Brooks, P.V., Zeller, B., McMullen, J., 2002. Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: a reliability study. *J. Shoulder Elbow Surg.* 11, 550–556. <https://doi.org/10.1067/mse.2002.126766>

Kim, S.-G., Lim, D.-H., Cho, Y.H., 2016. Analysis of the reliability of the make test in young adults by using a hand-held dynamometer. *J. Phys. Ther. Sci.* 28, 2238–2240. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.2238>

Laudner, K.G., Stanek J.M., Meister K., 2007. Differences in Scapular Upward Rotation between Baseball Pitchers and Position Players. *U Am J Sports Med* 2007;35:2091–5.

Linaker, C.H., Walker-Bone, K., 2015. Shoulder disorders and occupation. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 29, 405–423.
<https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.001>

Longo, U.G., Risi Ambrogioni, L., Berton, A., Candela, V., Massaroni, C., Carnevale, A., Stelitano, G., Schena, E., Nazarian, A., DeAngelis, J., Denaro, V., 2020. Scapular Dyskinesis: From Basic Science to Ultimate Treatment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, E2974.
<https://doi.org/10.3390/ijerph17082974>

Lopes, A.D., Timmons, M.K., Grover, M., Ciconelli, R.M., Michener, L.A., 2015. Visual scapular dyskinesis: kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 96, 298–306.
<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2014.09.029>

- Ludewig, P.M., Braman, J.P., 2011. Shoulder impingement: biomechanical considerations in rehabilitation. *Man. Ther.* 16, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.math.2010.08.004>
- Ludewig, P.M., Cook, T.M., 2000. Alterations in Shoulder Kinematics and Associated Muscle Activity in People With Symptoms of Shoulder Impingement. *Phys. Ther.* 80, 276–291. <https://doi.org/10.1093/ptj/80.3.276>
- Ludewig, P.M., Hoff, M.S., Osowski, E.E., Meschke, S.A., Rundquist, P.J., 2004. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am. J. Sports Med.* 32, 484–493. <https://doi.org/10.1177/0363546503258911>
- Ludewig, P.M., Reynolds, J.F., 2009. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 39, 90–104. <https://doi.org/10.2519/jospt.2009.2808>
- McClure, P., Tate, A.R., Kareha, S., Irwin, D., Zlupko, E., 2009. A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesia, Part 1: Reliability. *J. Athl. Train.* 44, 160–164.
- Myers J.B., Laudner K.G., Pasquale M.R., Bradley J.P., Lephart S.M., 2005. Scapular Position and Orientation in Throwing Athletes. *Am J Sports Med* 2005;33:263–71. <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0363546504268138> (accessed 10.4.21).
- Nowotny J; Kasten P; Kopkow C; Biewener A; Mauch F, 2018. Evaluation of a new exercise program in the treatment of scapular dyskinesia. *Int. J. Sports Med.* 2018 Oct3910782-790.
- Oliveira, V.M., Batista, L., Pirauá, A., Pitangui, A.C., Araújo, R.C. de, 2013. Atividade eletromiográfica e discinesia escapular em atletas com e sem síndrome do impacto no ombro. *Rev. Bras. Cineantropometria E Desempenho Hum.* 15, 193–203. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2013v15n2p193>
- Ou, H.-L., Huang, T.-S., Chen, Y.-T., Chen, W.-Y., Chang, Y.-L., Lu, T.-W., Chen, T.-H., Lin, J.-J., 2016. Alterations of scapular kinematics and associated muscle

activation specific to symptomatic dyskinesia type after conscious control. *Man. Ther.* 26, 97–103. <https://doi.org/10.1016/j.math.2016.07.013>

Ourieff, J., Scheckel, B., Agarwal, A., 2021. Anatomy, Back, Trapezius, in: *StatPearls*. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).

Oyama, S., Myers, J.B., Wassinger, C.A., Daniel Ricci, R., Lephart, S.M., 2008. Asymmetric Resting Scapular Posture in Healthy Overhead Athletes. *J. Athl. Train.* 43, 565–570.

Paletta, G.A., Warner, J.J., Warren, R.F., Deutsch, A., Altchek, D.W., 1997. Shoulder kinematics with two-plane x-ray evaluation in patients with anterior instability or rotator cuff tearing. *J. Shoulder Elbow Surg.* 6, 516–527. [https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(97\)90084-7](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(97)90084-7)

Pirauá, A.L.T., Pitangui, A.C.R., Silva, J.P., dos Passos, M.H.P., de Oliveira, V.M.A., Batista, L. da S.P., de Araújo, R.C., 2014. Electromyographic analysis of the serratus anterior and trapezius muscles during push-ups on stable and unstable bases in subjects with scapular dyskinesia. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 24, 675–681. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2014.05.009>

Plinsinga, M.L., Ross, M.H., Coombes, B.K., Vicenzino, B., 2019. Physical findings differ between individuals with greater trochanteric pain syndrome and healthy controls: A systematic review with meta-analysis. *Musculoskelet. Sci. Pract.* 43, 83–90. <https://doi.org/10.1016/j.msksp.2019.07.009>

Plummer, H.A., Sum, J.C., Pozzi, F., Varghese, R., Michener, L.A., 2017. Observational Scapular Dyskinesia: Known-Groups Validity in Patients With and Without Shoulder Pain. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 47, 530–537. <https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7268>

Roche, S.J., Funk, L., Sciascia, A., Kibler, W.B., 2015. Scapular dyskinesia: the surgeon's perspective. *Shoulder Elb.* 7, 289–297. <https://doi.org/10.1177/1758573215595949>

Rossi, D.M., Resende, R.A., da Fonseca, S.T., de Oliveira, A.S., 2018. Scapulothoracic kinematic pattern in the shoulder pain and scapular

- dyskinesia: A principal component analysis approach. *J. Biomech.* 77, 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.07.010>
- Silva, R.T., Hartmann, L.G., Laurino, C.F. de S., Biló, J.P.R., 2010. Clinical and ultrasonographic correlation between scapular dyskinesia and subacromial space measurement among junior elite tennis players. *Br. J. Sports Med.* 44, 407–410. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.046284>
- Struyf, F., Nijs, J., Baeyens, J.-P., Mottram, S., Meeusen, R., 2011. Scapular positioning and movement in unimpaired shoulders, shoulder impingement syndrome, and glenohumeral instability. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 21, 352–358. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01274.x>
- Tooth, C., Schwartz, C., Colman, D., Croisier, J.-L., Bornheim, S., Bröls, O., Denoël, V., Forthomme, B., 2020a. Kinesiotaping for scapular dyskinesia: The influence on scapular kinematics and on the activity of scapular stabilizing muscles. *J. Electromyogr. Kinesiol.* 51, 102400. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102400>
- Tooth, C., Schwartz, C., Croisier, J.-L., Bornheim, S., Bröls, O., Denoël, V., Forthomme, B., 2020b. Activation Profile of Scapular Stabilizing Muscles in Asymptomatic People: Does Scapular Dyskinesia Have an Impact on It? *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 99, 925–931. <https://doi.org/10.1097/PHM.0000000000001446>
- Turgut, E., Colakoglu, F.F., Baltaci, G., 2019. Scapular motion adaptations in junior overhead athletes: a three-dimensional kinematic analysis in tennis players and non-overhead athletes. *Sports Biomech.* 18, 308–316. <https://doi.org/10.1080/14763141.2017.1409256>
- Uga, D., Nakazawa, R., Sakamoto, M., 2016. Strength and muscle activity of shoulder external rotation of subjects with and without scapular dyskinesia. *J. Phys. Ther. Sci.* 28, 1100–1105. <https://doi.org/10.1589/jpts.28.1100>
- Uhl, T.L., Kibler, W.B., Gecewich, B., Tripp, B.L., 2009. Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesia. *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg. Off. Publ. Arthrosc. Assoc. N. Am. Int. Arthrosc. Assoc.* 25, 1240–1248. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.06.007>

Warner, J.J., Micheli, L.J., Arslanian, L.E., Kennedy, J., Kennedy, R., 1992. Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moiré topographic analysis. Clin. Orthop. 191–199.

Werin, M., Maenhout, A., Smet, S., Van Holder, L., Cools, A., 2020. Muscle recruitment during plyometric exercises in overhead athletes with and without shoulder pain. Phys. Ther. Sport 43, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2020.01.015>.

APÊNDICE 1

Estratégias de busca

Busca realizadas em 07/07/2021.

Pubmed (Medline)

392

38, #19 AND #27 AND #37, Most Recent, (((("overhead"[All Fields] OR "overheads"[All Fields]) AND "athlete"[All Fields]) OR "pitch"[All Fields] OR ("volleyball"[MeSH Terms] OR "volleyball"[All Fields] OR "volleyballs"[All Fields] OR "volleyballers"[All Fields]) OR ("basketball"[MeSH Terms] OR "basketball"[All Fields] OR "basketballs"[All Fields] OR "basketballers"[All Fields]) OR "swimm"[All Fields] OR "player"[All Fields] OR ("professional"[All Fields] OR "professional s"[All Fields] OR "professionalism"[MeSH Terms] OR "professionalism"[All Fields] OR "professionality"[All Fields] OR "professionalization"[All Fields] OR "professionalize"[All Fields] OR "professionalized"[All Fields] OR "professionalizing"[All Fields] OR "professionally"[All Fields] OR "professionals"[All Fields]) OR ("throw"[All Fields] OR "throwing"[All Fields] OR "throws"[All Fields]) OR "athlete"[All Fields] OR ("baseball"[MeSH Terms] OR "baseball"[All Fields] OR "baseballs"[All Fields]) OR ("baseball"[MeSH Terms] OR "baseball"[All Fields] OR "softball"[All Fields] OR "softballs"[All Fields]) OR ("water sports"[MeSH Terms] OR ("water"[All Fields] AND "sports"[All Fields]) OR "water sports"[All Fields] OR ("water"[All Fields] AND "polo"[All Fields]) OR "water polo"[All Fields]) OR ("tennis"[MeSH Terms] OR "tennis"[All Fields]) OR ("racquet sports"[MeSH

Terms] OR ("racquet"[All Fields] AND "sports"[All Fields]) OR "racquet sports"[All Fields] OR "racquetball"[All Fields]) OR ("racquet sports"[MeSH Terms] OR ("racquet"[All Fields] AND "sports"[All Fields]) OR "racquet sports"[All Fields] OR "badminton"[All Fields]) OR ("overhead"[All Fields] OR "overheads"[All Fields]) OR ("racquet sports"[MeSH Terms] OR ("racquet"[All Fields] AND "sports"[All Fields]) OR "racquet sports"[All Fields] OR ("racket"[All Fields] AND "sports"[All Fields]) OR "racket sports"[All Fields]) OR ("amateur"[All Fields] OR "amateurs"[All Fields]))

AND (("Scapular"[All Fields] AND ("dyskinesias"[MeSH Terms] OR "dyskinesias"[All Fields] OR "dyskinesis"[All Fields])) OR ("Scapular"[All Fields] AND "winging"[All Fields]) OR ("Scapular"[All Fields] AND ("malposition"[All Fields] OR "malpositioned"[All Fields] OR "malpositioning"[All Fields] OR "malpositionings"[All Fields] OR "malpositions"[All Fields])) OR ("SICK"[All Fields] AND ("scapula"[MeSH Terms] OR "scapula"[All Fields] OR "scapulae"[All Fields] OR "scapulas"[All Fields])) OR ("Scapular"[All Fields] AND ("arrhythmias, cardiac"[MeSH Terms] OR ("arrhythmias"[All Fields] AND "cardiac"[All Fields]) OR "cardiac arrhythmias"[All Fields] OR "dysrhythmia"[All Fields] OR "dysrhythmias"[All Fields])) OR "scapula*"[All Fields] OR ("Scapular"[All Fields] AND ("dyskinesiae"[All Fields] OR "dyskinesias"[MeSH Terms] OR "dyskinesias"[All Fields] OR "dyskinesia"[All Fields]))

AND ("electromyography"[MeSH Terms] OR "electromyography"[All Fields] OR "emg"[All Fields] OR ("electromyography"[MeSH Terms] OR "electromyography"[All Fields] OR "electromyographies"[All Fields]) OR ("electromyography"[MeSH Terms] OR "electromyography"[All Fields] OR "electromyographies"[All Fields]) OR ("electromyography"[MeSH Terms] OR "electromyography"[All Fields] OR ("surface"[All Fields] AND "electromyography"[All Fields]) OR "surface electromyography"[All Fields]) OR ("electromyograph"[All Fields] OR "electromyographer"[All Fields] OR "electromyographers"[All Fields] OR "electromyographers"[All Fields] OR "electromyographic"[All Fields] OR "electromyographical"[All Fields] OR "electromyographically"[All Fields] OR "electromyographs"[All Fields]) OR (("muscle s"[All Fields] OR "muscles"[MeSH Terms] OR "muscles"[All Fields] OR "muscle"[All Fields]) AND ("activable"[All Fields] OR "activate"[All Fields] OR "activated"[All Fields] OR "activates"[All Fields] OR

""activating""[All Fields] OR ""activation""[All Fields] OR ""activations""[All Fields] OR ""activator""[All Fields] OR ""activator s""[All Fields] OR ""activators""[All Fields] OR ""active""[All Fields] OR ""acted""[All Fields] OR ""actively""[All Fields] OR ""actives""[All Fields] OR ""activities""[All Fields] OR ""activity s""[All Fields] OR ""activitys""[All Fields] OR ""motor activity""[MeSH Terms] OR (""motor""[All Fields] AND ""activity""[All Fields]) OR ""motor activity""[All Fields] OR ""activity""[All Fields])) OR ((""muscle s""[All Fields] OR ""muscles""[MeSH Terms] OR ""muscles""[All Fields] OR ""muscle""[All Fields]) AND (""activable""[All Fields] OR ""activate""[All Fields] OR ""activated""[All Fields] OR ""activates""[All Fields] OR ""activating""[All Fields] OR ""activation""[All Fields] OR ""activations""[All Fields] OR ""activator""[All Fields] OR ""activator s""[All Fields] OR ""activators""[All Fields] OR ""active""[All Fields] OR ""acted""[All Fields] OR ""actively""[All Fields] OR ""actives""[All Fields] OR ""activities""[All Fields] OR ""activity s""[All Fields] OR ""activitys""[All Fields] OR ""motor activity""[MeSH Terms] OR (""motor""[All Fields] AND ""activity""[All Fields]) OR ""motor activity""[All Fields] OR ""activity""[All Fields])) OR ((""muscle s""[All Fields] OR ""muscles""[MeSH Terms] OR ""muscles""[All Fields] OR ""muscle""[All Fields]) AND (""balance""[All Fields] OR ""balanced""[All Fields] OR ""balances""[All Fields] OR ""balancing""[All Fields])) OR (""Scapular""[All Fields] AND (""muscle s""[All Fields] OR ""muscles""[MeSH Terms] OR ""muscles""[All Fields] OR ""muscle""[All Fields]))),381,16:44:38

Embase

200

No.,Query,Results,Date

#38,"#19 AND #27 AND #37",200,7 Jul 2021

#37,"#28 OR #29 OR #30 OR #31 OR #32 OR #33 OR #34 OR #35 OR #36",137916,7 Jul 2021

#36,""scapular muscles"",186,7 Jul 2021

#35,""muscle balance"",401,7 Jul 2021

#34,""muscle activation"",8416,7 Jul 2021

#33,""muscle activity"",16524,7 Jul 2021

#32,"electromyographic",24168,7 Jul 2021

#31,"surface electromyography",6726,7 Jul 2021

#30,"electromyographies",43,7 Jul 2021

#29,"electromyography",102070,7 Jul 2021

#28,"emg",50968,7 Jul 2021

#27,"#20 OR #21 OR #22 OR #23 OR #24 OR #25 OR #26",20668,7 Jul 2021

#26,"scapular dyskinesia",72,7 Jul 2021

#25,"scapula*",20668,7 Jul 2021

#24,"scapular dysrhythmia",1,7 Jul 2021

#23,"sick scapula",21,7 Jul 2021

#22,"scapular malposition",19,7 Jul 2021

#21,"scapular winging",510,7 Jul 2021

#20,"scapular dyskinesis",313,7 Jul 2021

#19,"#1 OR #2 OR #3 OR #4 OR #5 OR #6 OR #7 OR #8 OR #9 OR #10 OR #11 OR #12 OR #13 OR #14 OR #15 OR #16 OR #17 OR #18",689121,7 Jul 2021

#18,"amateur",4000,7 Jul 2021

#17,"racket sports",134,7 Jul 2021

#16,"overhead",7018,7 Jul 2021

#15,"badminton",827,7 Jul 2021

#14,"racquetball",83,7 Jul 2021

#13,"tennis",16345,7 Jul 2021

#12,"water polo",469,7 Jul 2021

#11,"softball",740,7 Jul 2021

#10,"baseball",4804,7 Jul 2021

- #9, "athlete*",85000,7 Jul 2021
- #8, "throwing",4732,7 Jul 2021
- #7, "professional",450283,7 Jul 2021
- #6, "player*",81271,7 Jul 2021
- #5, "swimm*",46224,7 Jul 2021
- #4, "basketball",6619,7 Jul 2021
- #3, "volleyball",2961,7 Jul 2021
- #2, "pitch*",31563,7 Jul 2021
- #1, "overhead athlete*",690,7 Jul 2021

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado em nossos resultados podemos considerar que o comportamento dos principais músculos estabilizadores da escápula (trapézios superior, médio e inferior, e serrátil anterior) possuem sua atividade eletromiográfica alterada em atletas *overhead* com discinese escapular. Além disso, pudemos perceber que para a prática clínica, as alterações observadas parecem ser as mesmas quando comparados com indivíduos com discinese escapular não atletas. Isso sugere que protocolos de prevenção de lesão e de tratamentos devem ser seguidos de maneira similar para essas populações. No entanto, são necessários estudos clínicos futuros que visem comparar essas populações, ou seja, atletas *overhead* e não *overhead*, com e sem discinese escapular, de maneira que essa similaridade possa ser confirmada de forma objetiva.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Basmajian, J.V., Luca, C.J.D., 1985. *Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography*, Subsequent edição. ed. Williams & Wilkins, Baltimore.
- Bullock, G.S., Strahm, J., Hulburt, T.C., Beck, E.C., Waterman, B.R., Nicholson, K.F., 2021. Relationship Between Clinical Scapular Assessment and Scapula Resting Position, Shoulder Strength, and Baseball Pitching Kinematics and Kinetics. *Orthop. J. Sports Med.* 9, 2325967121991146. <https://doi.org/10.1177/2325967121991146>
- Burkhart, S.S., Morgan, C.D., Kibler, W.B., 2003. The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology part I: Pathoanatomy and biomechanics. *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg.* 19, 404–420. <https://doi.org/10.1053/jars.2003.50128>
- Button, V. L. S. N. *Eletromiógrafo*. Campinas: Departamento de engenharia Biomédica – FEEC/UNICAMP, 2002. 24 p. Apostila.
- Calatayud, J., Borreani, S., Colado, J.C., Martín, F.F., Rogers, M.E., Behm, D.G., Andersen, L.L., 2014. Muscle Activation during Push-Ups with Different Suspension Training Systems. *J. Sports Sci. Med.* 13, 502–510.
- Carnevale, A., Longo, U.G., Schena, E., Massaroni, C., Lo Presti, D., Berton, A., Candela, V., Denaro, V., 2019. Wearable systems for shoulder kinematics assessment: a systematic review. *BMC Musculoskelet. Disord.* 20, 546. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2930-4>
- Cools, A.M.J., Struyf, F., De Mey, K., Maenhout, A., Castelein, B., Cagnie, B., 2014. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete. *Br. J. Sports Med.* 48, 692–697. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092148>
- Cowan, P.T., Mudreac, A., Varacallo, M., 2021. *Anatomy, Back, Scapula*, in: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL).
- D. Gordon, E. Robertson, Graham E. Caldwell, Joseph Hamill, Gary Kamen, Saunders N. Whittlesey, 2014. Research Methods in Biomechanics. *J. Sports Sci. Med.* 13, i. <https://doi.org/10.5040/9781492595809>

- De Luca, C.J., 1997. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *J. Appl. Biomech.* 13, 135–163. <https://doi.org/10.1123/jab.13.2.135>
- Giphart, J.E., Brunkhorst, J.P., Horn, N.H., Shelburne, K.B., Torry, M.R., Millett, P.J., 2013. Effect of plane of arm elevation on glenohumeral kinematics: a normative biplane fluoroscopy study. *J. Bone Joint Surg. Am.* 95, 238–245. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01875>
- Gracitelli, M.E.C., Assunção, J.H., Malavolta, E.A., Sakane, D.T., de Rezende, M.R., Ferreira Neto, A.A., 2014. Trapezius muscle transfer for external shoulder rotation: anatomical study. *Acta Ortop. Bras.* 22, 304–307. <https://doi.org/10.1590/1413-78522014220600931>
- Huang, T.-S., Ou, H.-L., Huang, C.-Y., Lin, J.-J., 2015. Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis. *J. Shoulder Elbow Surg.* 24, 1227–1234. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.12.022>
- Jildeh, T.R., Ference, D.A., Abbas, M.J., Jiang, E.X., Okoroha, K.R., 2021. Scapulothoracic Dyskinesis: A Concept Review. *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.* 14, 246–254. <https://doi.org/10.1007/s12178-021-09705-8>
- Kang, F.-J., Ou, H.-L., Lin, K.-Y., Lin, J.-J., 2019. Serratus Anterior and Upper Trapezius Electromyographic Analysis of the Push-Up Plus Exercise: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J. Athl. Train.* 54, 1156–1164. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-237-18>
- Khazzam, M., Gates, S.T., Tisano, B.K., Kukowski, N., 2018. Diagnostic Accuracy of the Scapular Retraction Test in Assessing the Status of the Rotator Cuff. *Orthop. J. Sports Med.* 6, 2325967118799308. <https://doi.org/10.1177/2325967118799308>
- Kibler, W.B., Sciascia, A., 2010. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br. J. Sports Med.* 44, 300–305. <https://doi.org/10.1136/bjism.2009.058834>
- Kibler, W.B., Uhl, T.L., Maddux, J.W., Brooks, P.V., Zeller, B., McMullen, J., 2002. Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: a reliability study. *J. Shoulder Elbow Surg.* 11, 550–556. <https://doi.org/10.1067/mse.2002.126766>

- Konrad, P. The ABC of EMG: A practical Introduction to Kinesiological Electromyography. Noraxon INC. USA., 2005.
- Linaker, C.H., Walker-Bone, K., 2015. Shoulder disorders and occupation. *Best Pract. Res. Clin. Rheumatol.* 29, 405–423. <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.001>
- Longo, U.G., Risi Ambrogioni, L., Berton, A., Candela, V., Massaroni, C., Carnevale, A., Stelitano, G., Schena, E., Nazarian, A., DeAngelis, J., Denaro, V., 2020. Scapular Dyskinesia: From Basic Science to Ultimate Treatment. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, E2974. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082974>
- Luca, C.J.D., n.d. SURFACE ELECTROMYOGRAPHY: DETECTION AND RECORDING 10.
- Ludewig, P.M., Hoff, M.S., Osowski, E.E., Meschke, S.A., Rundquist, P.J., 2004. Relative balance of serratus anterior and upper trapezius muscle activity during push-up exercises. *Am. J. Sports Med.* 32, 484–493. <https://doi.org/10.1177/0363546503258911>
- Ludewig, P.M., Phadke, V., Braman, J.P., Hassett, D.R., Cieminski, C.J., LaPrade, R.F., 2009. Motion of the shoulder complex during multiplanar humeral elevation. *J. Bone Joint Surg. Am.* 91, 378–389. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01483>
- Lunden, Jason B, Braman, J.P., LaPrade, R.F., Ludewig, P.M., 2010. SHOULDER KINEMATICS DURING THE PUSH-UP PLUS EXERCISE. *J. Shoulder Elb. Surg. Am. Shoulder Elb. Surg. AI* 19, 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.06.003>
- Lunden, Jason B., Braman, J.P., Laprade, R.F., Ludewig, P.M., 2010. Shoulder kinematics during the wall push-up plus exercise. *J. Shoulder Elbow Surg.* 19, 216–223. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2009.06.003>
- Maciukiewicz, J.M., Lulic, T., MacKay, K.L., Meszaros, K.A., Dickerson, C.R., 2019. The influence of posture variation on electromyographic signals in females obtained during maximum voluntary isometric contractions: A shoulder

- example. *J. Electromyogr. Kinesiol. Off. J. Int. Soc. Electrophysiol. Kinesiol.* 102319. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2019.05.020>
- Marchetti, P.H., Duarte, M., 2006. *Instrumentação em Eletromiografia* 29.
- McClure, P., Tate, A.R., Kareha, S., Irwin, D., Zlupko, E., 2009. A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesia, Part 1: Reliability. *J. Athl. Train.* 44, 160–164. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-44.2.160>
- Morrow, M.M., Cutti, A.G., Vidt, M.E., 2020. Trends and Advancements in Shoulder Biomechanics Research. *J. Electromyogr. Kinesiol. Off. J. Int. Soc. Electrophysiol. Kinesiol.* 102409. <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2020.102409>
- Myers, J.B., Laudner, K.G., Pasquale, M.R., Bradley, J.P., Lephart, S.M., 2006. Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *Am. J. Sports Med.* 34, 385–391. <https://doi.org/10.1177/0363546505281804>
- Nawab, S.H., Wotiz, R.P., De Luca, C.J., 2008. Decomposition of indwelling EMG signals. *J. Appl. Physiol. Bethesda Md* 1985 105, 700–710. <https://doi.org/10.1152/japplphysiol.00170.2007>
- Nowotny J; Kasten P; Kopkow C; Biewener A; Mauch F, 2018. Evaluation of a new exercise program in the treatment of scapular dyskinesia. *Int. J. Sports Med.* 2018 Oct3910782-790. <https://doi.org/10.1055/a-0608-4584>
- Oyama, S., Myers, J.B., Wassinger, C.A., Daniel Ricci, R., Lephart, S.M., 2008. Asymmetric Resting Scapular Posture in Healthy Overhead Athletes. *J. Athl. Train.* 43, 565–570. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-43.6.565>
- Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ* 2021;372:n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Paine, R., Voight, M.L., 2013. The role of the scapula. *Int. J. Sports Phys. Ther.* 8,617–629.
- Paletta, G.A., Warner, J.J., Warren, R.F., Deutsch, A., Altchek, D.W., 1997. Shoulder kinematics with two-plane x-ray evaluation in patients with anterior instability

or rotator cuff tearing. *J. Shoulder Elbow Surg.* 6, 516–527.
[https://doi.org/10.1016/s1058-2746\(97\)90084-7](https://doi.org/10.1016/s1058-2746(97)90084-7)

Phadke, V., Camargo, P., Ludewig, P., 2009. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: A review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Rev. Bras. Fisioter. Sao Carlos Sao Paulo Braz.* 13, 1–9.
<https://doi.org/10.1590/S1413-35552009005000012>

Plummer, H.A., Sum, J.C., Pozzi, F., Varghese, R., Michener, L.A., 2017. Observational Scapular Dyskinesia: Known-Groups Validity in Patients With and Without Shoulder Pain. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* 47, 530–537.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2017.7268>

Portney, L. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: SULLIVAN, O.; SUSAN, B.; SHMITZ-THOMA, J. *Reabilitação física: avaliação e tratamento.* 2. Ed. São Paulo: Manole, 1993. P. 183-223.

Rabin, A., Chechik, O., Dolkart, O., Goldstein, Y., Maman, E., 2018. A positive scapular assistance test is equally present in various shoulder disorders but more commonly found among patients with scapular dyskinesia. *Phys. Ther. Sport Off. J. Assoc. Chart. Physiother. Sports Med.* 34, 129–135.
<https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2018.09.008>

Roche, S.J., Funk, L., Sciascia, A., Kibler, W.B., 2015. Scapular dyskinesia: the surgeon's perspective. *Shoulder Elb.* 7, 289–297.
<https://doi.org/10.1177/1758573215595949>

Rossi, D.M., Resende, R.A., da Fonseca, S.T., de Oliveira, A.S., 2018. Scapulothoracic kinematic pattern in the shoulder pain and scapular dyskinesia: A principal component analysis approach. *J. Biomech.* 77, 138–145. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.07.010>

Shadmehr, A., Bagheri, H., Ansari, N.N., Sarafraz, H., 2010. The reliability measurements of lateral scapular slide test at three different degrees of shoulder joint abduction. *Br. J. Sports Med.* 44, 289–293.
<https://doi.org/10.1136/bjism.2008.050872>

- Smith, J., Dietrich, C.T., Kotajarvi, B.R., Kaufman, K.R., 2006. The effect of scapular protraction on isometric shoulder rotation strength in normal subjects. *J. Shoulder Elbow Surg.* 15, 339–343. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2005.08.023>
- Soderberg, G.L., Cook, T.M., 1984. Electromyography in Biomechanics. *Phys. Ther.* 64, 1813–1820. <https://doi.org/10.1093/ptj/64.12.1813>
- Uhl, T.L., Kibler, W.B., Gecewich, B., Tripp, B.L., 2009. Evaluation of clinical assessment methods for scapular dyskinesis. *Arthrosc. J. Arthrosc. Relat. Surg. Off. Publ. Arthrosc. Assoc. N. Am. Int. Arthrosc. Assoc.* 25, 1240–1248. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2009.06.007>
- Warner, J.J., Micheli, L.J., Arslanian, L.E., Kennedy, J., Kennedy, R., 1992. Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moiré topographic analysis. *Clin. Orthop.* 191–199. <https://doi.org/10.1097/00003086-199212000-00024>