



**Universidade Federal
de São Carlos**



**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós-graduação em Fisioterapia**

Dissertação de Mestrado

**Indivíduos com Teste de Assistência Escapular positivo
apresentam alterações na cinemática escapular e força
muscular?**

Larissa Pechincha Ribeiro

São Carlos

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**Indivíduos com Teste de Assistência Escapular positivo
apresentam alterações na cinemática escapular e força
muscular?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia (PPGFT) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Discente: Larissa Pechincha Ribeiro

Orientadora: Profa. Dra. Paula Rezende Camargo

Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos

São Carlos

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Larissa Pechincha Ribeiro, realizada em 16/02/2018:

Paula Rezende Camargo

Profa. Dra. Paula Rezende Camargo
UFSCar

pp/ Paula Rezende Camargo

Prof. Dr. Rodrigo Scattone da Silva
UFRN

Fábio Viadana

Prof. Dr. Fábio Viadana Serrão
UFSCar

Essa pesquisa foi realizada com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) - Bolsa de Mestrado no país 2016/21813-8.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente eu agradeço a **Deus**. Me considero uma pessoa abençoada e durante toda minha trajetória de vida, até os dias de hoje, Ele me protege e guia as minhas escolhas.

Agradeço à minha **família**, minha base. Minha mãe por ser minha maior professora e me ensinar valores, a ter caráter e respeito ao próximo. Ao meu pai, o homem mais batalhador que eu conheço, que me passou sua coragem, me incentiva a correr atrás do que eu quero e que com humildade e fé a gente chega lá. É muito fácil tomar decisões quando você sabe que tem o apoio da sua família.

Agradeço à minha irmã Laís. Sempre quis ser uma pessoa melhor pra ela. Se hoje estou aqui é por mim e por ela também. Uma conquista minha é dela e uma conquista dela é minha. Obrigada pela torcida e parceria. Te amo muito!

À vovó Marta, meu xodó, que cuida de mim desde pequena, me ensina a levar a vida com bom humor e ter um coração maior que o mundo. Vovó, a senhora é demais! Essa conquista é para senhora também! Não foi fácil deixar a senhora aí e vir parar aqui. Obrigada por tudo! À vovó Paula *in memoriam*, muito do que meu pai tem foi a senhora que passou. Uma mulher guerreira e forte. Eu queria tanto que a senhora pudesse ver onde vim parar e sentisse orgulho de mim. Saiba que todo idoso que eu atendo eu dou todo meu carinho imaginando que pudesse ser a senhora.

Aos meus outros familiares, obrigada pela torcida constante! Em especial pela parte de mamãe, tio Sander e tio Sanny, obrigada por tudo que fizeram por mim todos esses anos na minha vida! Obrigada pelo suporte e preocupação! Aos tios por parte de pai, obrigada pela alegria contagiante, pela torcida, jamais vou esquecer o vídeo que fizeram no dia do meu aniversário. Obrigada à todos meus primos e primas, tios e tias e avôs, especialmente Vovô Teté *in memoriam* pelo carinho comigo mesmo sendo bravo com todo mundo, pelo incentivo quando saía para fazer um curso e até respeito por mim, me escutando em nossas conversas e acudindo o que eu pedia quando precisou de minha ajuda, quem te conheceu sabe que teimosia era seu sobrenome e não Pechincha.

O nome Paula é importante para mim porque remete uma das pessoas que eu mais amei na vida. Eu acabei perdendo essa, em contrapartida eu ganhei outra de presente. **Professora Paula**, você é um exemplo de profissional pra mim! Nada disso aqui teria acontecido se não fosse você! Eu te admiro tanto que eu não trabalhava somente por mim, eu trabalhava por mim e para você. Eu quis dar meu melhor como aluna para você, me desculpa em épocas que eu não consegui. Às vezes você acreditava em mim mais do que eu mesma. Obrigada pelas correções, esporros, compreensão e pelo tempo cedido para eu falar da vida. Além do profissional, você sabe que o amor que eu tenho por você é um amor de família. Você é a irmã mais velha que eu não tive, depois de ser minha chefe. Eu sei que não sou a mais fácil de lidar, mas eu agradeço imensamente

por ter você como orientadora do mestrado e da vida! Obrigada por tudo! Você tem e terá sempre meu respeito, minha profunda admiração e minha mais sincera torcida!

Meus agradecimentos à professora **Tânia Salvini**, que se dirige a mim como “menina Larissa” e sempre me recebe de braços abertos. Tânia, você é um exemplo de profissional e pessoa a ser seguido. Obrigada por abrir sua porta de casa e pelos momentos de descontração. Se um dia eu alcançar um pouco do que você é, de novo, como ser humano e profissional, minha nossa, eu vou estar bem demais! Sua presença me alegra e inspira. Obrigada de todo coração!

Ao professor **Fábio Serrão**, obrigada por aceitar ser da minha banca na defesa e na qualificação. Tive a satisfação de ser sua aluna em uma disciplina e ver o amor que você tem ao repassar o seu conhecimento só me faz ter um pensamento: “é exatamente o que eu quero pra mim!”.

Meu agradecimento ao segundo membro da banca, professor **Rodrigo Scattone**, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Seu nome é sinônimo de respeito e competência profissional, e como pessoa se mostra sempre cordial e solícito! Obrigada por aceitar meu convite!

Aos membros suplentes que aceitaram prontamente meu convite: professora **Catarina de Oliveira Sousa** e professor **Richard Eloin Liebano**, obrigada!

Não posso esquecer do **Guy Simoneau**, ele me deu o melhor presente de 2016 - a Paula. Se hoje estou aqui foi pela sua humildade em responder meu e-mail e me indicar a professora Paula Camargo. Obrigada, padrinho!

Minha gratidão à professora **Flávia Marini Paro**, da Universidade Federal do Espírito Santo, meu primeiro exemplo de pesquisadora, que direcionou meu olhar não só para pesquisa, mas para um tema com impacto social enorme que é a doação de órgãos e tecidos para transplante. Obrigada pela oportunidade! Além de ser uma profissional admirável, você é um ser humano fantástico! Obrigada por tudo!

Obrigada à professora **Alessandra de Castro Vidal**, da Universidade Federal do Espírito Santo, desde o incentivo para eu tentar vir fazer o mestrado na UFSCar, até as indicações de hotel em São Carlos na época do processo seletivo.

Um agradecimento especial ao **Professor Joaquim**, meu professor de Educação Física no ensino fundamental, que através do esporte me passou valores e me pediu para eu acreditar sempre. Tenho um carinho enorme pelo senhor. Através do futsal eu tive oportunidades e momentos incríveis e, sem dúvida nenhuma, o senhor faz parte disso. Obrigada por tudo!

Minha família do **Laboratório de Avaliação e Intervenção do Complexo do Ombro**:

Rodrigo, meu parceiro de trabalho, muito obrigada pelo aprendizado constante. Você além de inteligente e ético é um grande ser humano. Você vai longe, meu caro! Obrigada por todas contribuições!

Dan, meu irmãozinho do coração, obrigada pelo companheirismo! Você é um querido! Já te disse que quando crescer vou ser como você! Quantas ideias e quanto desejo em desenvolver novas pesquisas. Obrigada pelo exemplo, obrigada por todos os conselhos e por me aguentar!

Melina, como eu te admiro! Obrigada por toda ajuda, pelas palavras de incentivo. Você é um exemplo de humildade e respeito. Quando eu crescer espero ser como você também!

Falando em humildade eu não posso esquecer da Natália, que ser, meu Deus! Natália, obrigada por sempre estar disposta a me ajudar! Obrigada por ter sentado comigo no Flock um dia para conversar. Você é admirável! Obrigada por ampliar meu olhar sobre a cinemática escapular!

Fernanda, obrigada por todas as ajudas em estatística e por sempre ser essa pessoa solicita! Obrigada também, Dayanna, pelas dicas e discussões em laboratório. Lívia e Elisa, obrigada!

Aos ICs do laboratório ao longo desses dois anos: Vander, Gabriela, Beatriz Nasser, Beatriz Dias, Gustavo e Júlia, muito obrigada!

Aos **demais laboratórios**, obrigada! Sou grata pela contribuição de cada um na minha vida.

Um agradecimento especial para os meninos da professora Tânia do Laboratório de Plasticidade Muscular: Germanna, obrigada pela ajuda constante. Obrigada por abrir as portas de sua casa juntamente com sua mãe no Natal e Réveillon. Maíra, você é sensacional! Obrigada por todas nossas conversas! Jean, Ivana, Lucas e Marcelo, muito obrigada!

Um agradecimento especial também para as meninas do Laboratório de Avaliação e Intervenção em Ortopedia e Traumatologia (LAIOT) do professor Fabinho Serrão. Bruna, você é uma irmã pra mim, eu te agradeço pela companhia, pelas conversas, conselhos, incentivos e broncas! Você é um presente, sério, muito obrigada! Ana Flávia, obrigada! Tive um momento que eu precisei e você me ajudou muito junto com a Bruna! Você é uma pessoa extremamente ética e tem um coração enorme. Obrigada por toda ajuda e pelas horas de descontração! Mariana Ice, obrigada também!

Ao Laboratório de Análise da Função Articular (LAFAr), muito obrigada pelo companheirismo! Gabriela (Bia), Gláucia, Jéssica, Aline, Alissa, Ricardo e Cris, torço muito por vocês!

Ao laboratório de Fisioterapia Respiratória, em especial Anna Cláudia, Ivanize e Maria Cecília, muito obrigada!

Agradeço aos meninos da professora Paulinha Serrão, os dois laboratórios de Fisioterapia em Pediatria, os dois laboratórios de Cardio em

especial à Clara. Clara, obrigada por tudo! Você sempre esteve em prontidão para me ajudar, com palavras de incentivo e conselhos! Você é uma pessoa fantástica. Torço muito por você!

Ao Laboratório de Cinesiologia Clínica e Ocupacional (LACO) e às meninas do professor Nivaldo e professor Richard do Laboratório de Pesquisa em Recursos Fisioterapêuticos, obrigada!

Às outras pessoas queridas do **Departamento**. Iolanda, você é sinônimo de alegria e leveza. Obrigada pelas palavras de incentivo, obrigada pelo seu cuidado comigo, pelas danças, comidas e doces, por ser sempre amiga e atenciosa! Vida e Vidinha (Maria e Gleides), obrigada pelo sorriso e abraço de bom dia diário! Emerson e Vagner, obrigada por toda ajuda na secretaria!

À **Perfil Linear**, minha gratidão! Eu aprendi muito ao longo dos três anos que estive com vocês! Obrigada por terem apoiado minha escolha e pelo carinho de sempre! Um agradecimento especial à Sandrely, Raquel, Vanessa, Renata, Kariny e Denilson. Sandrely, você me mostra que fazendo o que ama todo caminho se torna mais fácil e que não há dinheiro que pague ver seu paciente evoluindo e sua equipe trabalhando com satisfação. Raquel, você me ensina que em todos os momentos existe um aprendizado. Você e sua família são sensacionais! Obrigada por abrirem as portas da casa de vocês pra mim, pelos almoços e pelas conversas! Você edifica! Vanessa e Renata, vocês são excelentes profissionais e sempre serão pra mim um exemplo de fisioterapeuta! Kariny, você entra em tantos agradecimentos, amiga da vida, amiga de trabalho e amiga de faculdade, obrigada por tudo! Sua valentia é louvável! Obrigada sempre! Denilson, você é um exemplo de líder! Sempre aprendi alguma coisa em nossas conversas. Obrigada por acreditar em mim e me fazer acreditar também!

Às **amigas da faculdade**, Rayssa, você é a amiga que todo mundo gostaria de ter, sempre se faz presente mesmo estando distante. Obrigada pelo carinho, pela atenção, incentivo e torcida! Te admiro muito! Dayse, obrigada pela contribuição que você deu em minha vida ao longos desses anos. Você é ímpar, obrigada sempre! Jana, obrigada por estar sempre perto, obrigada pelo carinho e torcida! Gabi, sua ideia sobre mim é superestimada, você sabe! Obrigada por toda torcida, amizade e carinho comigo! Rafaela, Thaynara, e Kariny, obrigada demais! Eu amo vocês!

Às **amigas de infância**, Kriscia, Carol e Ana. A amizade de vocês é um presente! Obrigada pela parceria de sempre! Essa conquista é pra vocês também porque sei que torcem por mim como família!

Aos presentes que a **UFSCar** me deu: Lígia, você é a minha torcida mais distante e eu sei bem que o tamanho da distância física é o tamanho da torcida que você tem por mim. Você mesmo não estando perto, está sempre junto comigo, me apoiando e ajudando. Obrigada de coração por todo incentivo e carinho! Te amo! Mayara, você é uma irmã pra mim e eu sei que a recíproca é totalmente verdadeira. Te amo muito! Obrigada por estar comigo sempre quando

eu precisei ou não! Você é um dos maiores presentes que São Carlos me deu. Você é um porto assim como uma família. Obrigada pelos conselhos, broncas e gargalhadas! Essa conquista é pra você também! Conto com você e Lígia sempre!

Ainda sobre os presentes da UFSCar, à **família futsal federal**, meu muito obrigada à vocês! Especialmente à Mayara, Bruna, Moulin, Aninha, Carol, Mari e Josi. As horas semanais ao lado de todo grupo eram um refúgio das preocupações do cotidiano. É sempre muito bom estar com vocês fazendo uma coisa que eu amo. E um último recadinho aqui: “Só não se esqueçam que nós somos...”

Não menos importante, também tenho que deixar meu agradecimento à **Psicóloga Penha**, as sessões de análise contribuíram muito para meu crescimento pessoal e me encorajou a tomar a decisão de vir para São Carlos em 2015.

Um agradecimento muito especial à todos os **pacientes** que participaram da pesquisa e os que atendi na USE. E também para todos os pacientes que tiveram contato comigo no Espírito Santo. Vocês são mais que importantes no meu crescimento! Obrigada!

Agradeço à **FAPESP** pelo suporte.

Aos que eu esqueci, perdão, mas muito obrigada! O mínimo de contato com vocês acrescenta o dia a dia, seja em uma conversa, um bom dia sincero ou uma frase de incentivo!

Obrigada à todos!

RESUMO

Introdução: O Teste de Assistência Escapular tem como princípio que o terapeuta assista manualmente a rotação superior e inclinação posterior da escápula durante a elevação do braço executada pelo paciente na tentativa de reduzir a dor e aumentar a amplitude de movimento do braço. No entanto, ainda não está claro na literatura se indivíduos que apresentam esse teste positivo realmente apresentam padrões de movimento escapular e força muscular diferentes de indivíduos que apresentam o teste negativo. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi comparar a cinemática escapular, caracterizar a coordenação entre escápula e úmero, e comparar a força muscular em indivíduos em indivíduos com dor unilateral no ombro com Teste de Assistência Escapular positivo e negativo. **Metodologia:** Participaram do estudo 60 indivíduos com dor no ombro alocados em um dos dois grupos: Teste de Assistência Escapular positivo (n=30) e Teste de Assistência Escapular negativo (n=30). A cinemática escapular durante elevação e depressão do braço no plano sagital, e a força dos músculos, serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço foram avaliados em todos os indivíduos. A coordenação entre escápula e úmero foi analisada de maneira qualitativa durante toda a amplitude de elevação e depressão do braço, e a partir do início do arco doloroso. **Resultados:** Não houve interação grupo x ângulo ($p>0,05$) e efeito principal de grupo ($p>0,05$) na rotação interna e na rotação superior da escápula. Não houve interação grupo x ângulo ($p>0,05$) na inclinação posterior da escápula, porém houve efeito principal de grupo durante a elevação ($p<0,05$) e depressão ($p<0,05$) do braço, onde o grupo com Teste de Assistência Escapular positivo apresentou maior inclinação anterior da escápula. O grupo com Teste de Assistência Escapular positivo tem maior contribuição da rotação interna e menor inclinação posterior da escápula a partir do início do arco doloroso. Não houve diferença ($p>0,05$) entre os grupos no teste de força de serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço. **Conclusão:** O Teste de Assistência Escapular positivo parece ser capaz de identificar subgrupos de indivíduos que apresentam redução de inclinação posterior, e aumento da rotação interna da escápula durante o arco doloroso de elevação do braço. A dor parece ter influência na coordenação entre escápula e úmero durante o arco doloroso. Indivíduos com dor durante elevação do braço não apresentam diferenças na rotação superior da escápula, e na força dos músculos serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço.

Palavras-chave: discinesia, escápula, modificação de sintomas, síndrome do impacto

ABSTRACT

Introduction: The Scapular Assistance Test has as principle the therapist to manually assist the scapula in upward rotation and posterior tilt during arm elevation performed by the patient in an attempt to reduce pain and increase arm range of motion of the arm. However, it is not yet clear in the literature if individuals with this test as positive really present scapular movement patterns and muscle strength different from those with the test as negative. **Objective:** The aim of this study was to compare scapular kinematics, characterize the coordination between scapula and humerus, and to compare muscle strength in individuals with unilateral shoulder pain with positive and negative Scapular Assistance Test. **Methods:** Sixty individuals with shoulder pain participated in the study and were allocated to one of the two groups: positive Scapular Assistance Test (n=30) and negative Scapular Assistance Test (n=30). Scapular kinematics during elevation and lowering of the arm in sagittal plane, and muscle strength of serratus anterior, lower trapezius and external rotators of the arm were assessed in all individuals. The coordination between scapula and humerus was analyzed in qualitative way during the entire range of elevation and lowering of the arm and from the beginning of the painful arc. **Results:** There was no group x angle interaction ($p>0.05$) and no group main effect ($p>0.05$) during internal rotation and upward rotation of the scapula. There was no group x angle interaction ($p<0.05$) during posterior tilt of the scapula, but there was group main effect during elevation ($p<0.05$) and lowering ($p<0.05$) of the arm, whereas the group with positive Scapular Assistance Test presented greater anterior tilt of the scapula. The group with positive Scapular Assistance Test had greater contribution of the internal rotation and lower of the posterior tilt of the scapula from the beginning of the painful arc. There was no difference ($p>0.05$) in the strength of the serratus anterior, lower trapezius and external rotators of the arm between both groups. **Conclusion:** The positive Scapular Assistance Test appears to be able to identify subgroups of individuals who exhibit reduced posterior tilt of the scapula, and increased internal rotation of the scapula during the painful arc of arm elevation. The pain seems to influence the coordination between scapula and humerus during the painful arc. There are no differences in upward rotation of the scapula, and in the strength of the serratus anterior, lower trapezius and external rotators of the arm among the individuals with shoulder pain.

Key-words: dyskinesia, scapula, modification of symptoms, impingement syndrome.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos grupos Teste de Assistência Escapular positivo e negativo.....	33
Tabela 2. Confiabilidade das variáveis analisadas.....	34
Tabela 3. Diferença média entre os grupos na cinemática escapular durante a elevação e depressão do braço.....	36
Tabela 4. Dados normalizados de força muscular dos grupos Teste de Assistência Escapular positivo e negativo.....	40

TABELA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma do estudo.....	23
Figura 2. Teste de Assistência Escapular durante a flexão do braço.....	25
Figura 3. Avaliação da Cinemática Escapular.....	27
Figura 4. Teste de força do músculo serrátil anterior.....	30
Figura 5. Teste de força do músculo trapézio inferior.....	30
Figura 6. Teste de força dos rotadores externos do braço.....	31
Figura 7. Diagrama ângulo-ângulo de rotação interna da escápula em relação ao tórax e movimento de elevação (linha contínua) e depressão (linha pontilhada) do úmero em relação ao tronco.....	37
Figura 8. Diagrama ângulo-ângulo de rotação superior da escápula em relação ao tórax e movimento de elevação (linha contínua) e depressão (linha pontilhada) do úmero em relação ao tronco.....	38
Figura 9. Diagrama ângulo-ângulo de inclinação posterior da escápula em relação ao tórax e movimento de elevação (linha contínua) e depressão (linha pontilhada) do úmero em relação ao tronco.....	39

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
JUSTIFICATIVA	18
OBJETIVOS	20
HIPÓTESES	21
METODOLOGIA	22
Participantes.....	22
Critérios de inclusão e exclusão.....	22
Procedimentos.....	24
Arco doloroso.....	24
Teste de Assistência Escapular.....	24
Avaliação da cinemática escapular.....	25
Processamento dos dados cinemáticos.....	27
Orientação da escápula em relação ao tronco.....	27
Coordenação entre escápula e úmero.....	28
Avaliação da força muscular.....	29
Análise estatística.....	31
RESULTADOS	33
DISCUSSÃO	41
CONCLUSÃO	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

INTRODUÇÃO

O complexo do ombro é formado pela clavícula, escápula e úmero. Estas estruturas ósseas se articulam para promover mobilidade e permitir o posicionamento da mão no espaço (Culham e Peat, 1993; Levangie e Norkin, 2005). As articulações esternoclavicular, acromioclavicular, glenoumeral e escapulotorácica compõem o complexo do ombro e possuem ação conjunta e integrada para proporcionar um padrão adequado de movimento do braço.

O controle e a posição da escápula no tórax constituem um componente chave na função do ombro, pois a escápula serve como uma base estável para a articulação glenoumeral e é importante para uma ótima ativação muscular durante a elevação do braço (Paine e Voight, 1993; Voight e Thomson, 2000). A escápula apresenta mínima estabilização óssea e é origem e inserção de vários músculos (Lugo et al., 2008). Assim, os músculos escapulotorácicos são os principais responsáveis pela estabilização escapular (Motran, 1997; Paine e Voight, 2013).

Vários estudos já descreveram o movimento escapular em indivíduos assintomáticos e com dor no ombro (Ludewig e Cook, 2000; McClure et al., 2001; Borstad e Ludewig, 2002; Ogston e Ludewig, 2007; Teece et al., 2008; Timmons et al., 2012; Lawrence et al., 2014). A escápula roda superiormente e inclina posteriormente durante a elevação do braço em indivíduos assintomáticos (McClure et al., 2001; Sahara et al., 2007; Teece et al., 2008). A rotação interna aumenta no início do movimento, enquanto a rotação externa ocorre no final da elevação do braço (McClure et al., 2001).

A literatura mostra que indivíduos com dor no ombro apresentam alteração na cinemática escapular. De um modo geral, os estudos concordam que há redução na rotação superior e na inclinação posterior (Lukasiewicz et al., 1999; Ludewig e Cook, 2000; Ludewig e Reynolds, 2009) e aumento da rotação interna durante a elevação do braço nesses indivíduos (Ludewig e Cook, 2000; Ludewig e Reynolds, 2009).

A maioria dos estudos em dor no ombro foi realizada em indivíduos com diagnóstico de síndrome do impacto (Lukasiewicz et al., 1999; Ludewig e Cook, 2000; Timmons et al., 2012; Lawrence et al., 2014). Apesar deste ser o

diagnóstico mais comum em indivíduos com dor no ombro, esse termo tem sido bastante discutido atualmente pois acredita-se que o mecanismo de compressão seja menos prevalente do que inicialmente proposto, e que este não seja o mecanismo predominante (Lewis, 2011; Papadonikilakis et al., 2011; Braman et al., 2014). No entanto, há estudos que indicam que alterações no movimento escapular parecem contribuir para diminuição do espaço subacromial com consequente comprometimento mecânico das estruturas subacromiais durante a elevação do braço (Graichen et al., 1999; Lukasiewicz et al., 1999; Michener et al., 2003).

Para avaliar a contribuição do posicionamento escapular na dor do ombro foi sugerido o teste de modificação de sintomas conhecido como Teste de Assistência Escapular. Esse teste foi proposto por Kibler (1998) e tem como princípio que o terapeuta assista manualmente a escápula na rotação superior durante a elevação do braço executada pelo paciente na tentativa de reduzir a dor e aumentar a amplitude de movimento do braço. O objetivo deste teste é melhorar o posicionamento escapular, aumentar o espaço subacromial e, conseqüentemente, influenciar na força do manguito rotador (Kibler e Sciascia, 2010) uma vez que o reposicionamento escapular pode contribuir para melhor relação comprimento-tensão dessa musculatura. Considerando que a inclinação posterior da escápula é também um importante componente do movimento escapular durante a elevação do braço, Rabin et al. (2006) sugeriram uma modificação no teste de Kibler incluindo a assistência também à inclinação posterior, além da rotação superior.

A influência do Teste de Assistência Escapular no espaço subacromial e na cinemática escapular foi avaliada em indivíduos assintomáticos (Seitz et al., 2012a) e em indivíduos com síndrome do impacto (Seitz et al., 2012b). As medidas foram realizadas a 0°, 45° e 90° de elevação estática do braço. A influência do teste na força do manguito rotador também foi avaliada nos indivíduos com dor no ombro, mas apenas a 90° de elevação do braço (Seitz et al., 2012b). Seitz et al. (2012a) observaram que o teste aumentou o espaço subacromial, a rotação superior e inclinação posterior da escápula nos indivíduos assintomáticos. É importante destacar que o Teste de Assistência Escapular favoreceu maior rotação superior principalmente nos indivíduos com

discinesia escapular presente.

Posteriormente, Seitz et al. (2012b) identificaram que essa manobra também aumentou a rotação superior e a inclinação posterior da escápula e o espaço subacromial em indivíduos com síndrome do impacto. No entanto, não houve alteração da força isométrica de rotação lateral e elevação do braço durante a realização do teste nestes indivíduos. Os efeitos observados foram similares para os indivíduos assintomáticos e sintomáticos. Assim, os autores sugerem que este teste poderia identificar indivíduos que apresentam o estreitamento do espaço subacromial como um fator que contribui para a dor no ombro. É importante destacar que o Teste de Assistência Escapular foi proposto para ser realizado durante a elevação ativa do braço ao longo de todo o arco de movimento. Nos estudos anteriores, além do teste ter sido realizado em posições estáticas, o sensor de rastreamento da cinemática pode ter se movimentado na pele durante a realização da manobra.

Além da alteração no posicionamento escapular, Kibler (1998) atribui ao Teste de Assistência Escapular a capacidade de criar concomitantemente a função que deveria ser executada pelos músculos trapézio inferior e serrátil anterior sugerindo a hipótese de uma falta de força ou ativação dessa musculatura (Kibler, 1998; Rabin et al., 2006). Sabe-se que os movimentos da escápula são produzidos principalmente pela ação conjunta e coordenada dos músculos trapézio e serrátil anterior (Inman et al., 1944; Ludewig e Cook, 2000; Ebaugh et al., 2005; Phadke et al., 2009; Chester et al., 2010). Desequilíbrios na ativação desses músculos já foram identificados em indivíduos com dor no ombro (Cools et al., 2003; Phadke et al., 2009). Geralmente, esses desequilíbrios ocorrem por ativação excessiva do trapézio superior e associada à baixa ativação de trapézio médio e inferior e serrátil anterior (Ludewig e Cook, 2000; Lin et al., 2005; Phadke et al., 2009; Chester et al., 2010).

A redução da função muscular do serrátil anterior em pacientes com síndrome do impacto pode estar associada à redução da inclinação posterior, além de outras alterações cinemáticas como diminuição da rotação superior e aumento da rotação interna da escápula (Ludewig e Cook, 2000; Lin et al., 2005; Chester et al., 2010; Ludewig e Braman, 2011). A diminuição da ativação do trapézio médio e inferior favorece menor estabilização escapular e contribui para

redução da rotação superior e aumento de rotação interna da escápula (Ludewig e Reynolds, 2009; Phadke et al., 2009; Ludewig e Braman, 2011). O aumento da ativação de trapézio superior está associado com maior elevação da clavícula que resulta em aumento da inclinação anterior da escápula, sendo um potencial mecanismo para causa ou agravamento dos sintomas em indivíduos com dor no ombro (Ludewig e Cook, 2000; Phadke et al., 2009; Ludewig e Braman, 2011). Também já foi descrito diminuição da atividade do manguito rotador no início da elevação do braço ocasionando translação superior excessiva da cabeça umeral em indivíduos com síndrome do impacto (Reddy et al., 2000; Myers et al., 2009).

É possível notar que há carência de estudos que avaliem o Teste de Assistência Escapular. Apesar disto, esta manobra tem sido sugerida para identificar indivíduos que tenham o posicionamento escapular como possível causa da dor no ombro, e auxiliar na elaboração do protocolo de reabilitação. No entanto, ainda não está claro na literatura se indivíduos que apresentam o Teste de Assistência Escapular positivo realmente apresentam padrões de movimento escapular e força muscular diferentes de indivíduos que apresentam o teste negativo. Assim, estudar esta lacuna fornecerá bases científicas que subsidiem a prática clínica permitindo o melhor direcionamento das técnicas de tratamento do paciente com dor no ombro.

Por fim, ainda é importante destacar que os estudos que analisam a cinemática escapular em indivíduos assintomáticos e com dor no ombro (Ludewig e Cook, 2000; McClure et al., 2001; Borstad e Ludewig, 2002; Ogston e Ludewig, 2007; Teece et al., 2008; Lawrence et al., 2014) geralmente avaliam a orientação escapular em ângulos específicos da amplitude de elevação do braço. Este tipo de avaliação não permite a análise do comportamento da curva de movimento no tempo e também o entendimento sobre o controle neuromuscular da atividade (Glazier et al., 2003; Spinelli et al., 2015). A análise do comportamento da curva pode fornecer informação relevante sobre a coordenação do movimento. A coordenação pode ser definida como um processo no qual os componentes do movimento são organizados no tempo e sequenciados no espaço (Sholtz, 1990). Diante do exposto, o presente estudo também contribuirá para o entendimento da coordenação entre escápula e

úmero durante a elevação do braço nos indivíduos com dor no ombro.

JUSTIFICATIVA

Indivíduos com dor no ombro apresentam alterações na cinemática escapular, sendo mais evidentes a diminuição da rotação superior e da inclinação posterior, e maior rotação interna durante a elevação do braço (Ludewig e Cook, 2000; Timmons et al., 2012; Turgut et al., 2016). No entanto, essas alterações são bastante variáveis dependendo da população estudada, e do plano e ângulo de elevação do braço analisados (Timmons et al., 2012). Ainda é importante destacar que muitos estudos mostram que não há alteração da cinemática escapular após intervenção fisioterapêutica (McClure et al., 2004; Muth et al., 2012; Haik et al., 2014a; Camargo et al., 2015; Kardouni et al., 2015; Rosa et al., 2016). Esse fato pode indicar que nem todos os indivíduos realmente apresentam alteração no movimento escapular.

Ainda, a maioria dos estudos que analisam a cinemática escapular avaliam a orientação da escápula em ângulos específicos da elevação do braço (McClure et al., 2001; Lawrence et al., 2014; Ludewig e Cook, 2000). Entretanto, esse tipo de análise não possibilita um entendimento sobre a coordenação entre articulações durante o movimento em relação ao tempo (Spinelli et al., 2015).

Além disso, a ação conjunta dos músculos trapézio e serrátil anterior é fundamental para o movimento adequado da escápula. Desequilíbrios na ativação da musculatura escapulotorácica de indivíduos com dor no ombro já foram bastante relatados na literatura. Em geral, há um aumento na ativação de trapézio superior e redução em trapézio inferior e serrátil anterior (Ludewig e Cook, 2000; Ebaugh et al., 2005; Phadke et al., 2009; Chester et al., 2010).

Os testes modificadores de sintomas através do reposicionamento escapular podem indicar a possibilidade de uma contribuição da escápula na disfunção do ombro. O Teste de Assistência Escapular é um desses testes, e está sendo cada vez mais utilizado na prática clínica. Neste teste o examinador auxilia a rotação superior e inclinação posterior da escápula durante a elevação do braço. O teste é positivo quando o paciente relata um decréscimo de dois pontos na escala numérica de dor (Rabin et al., 2006). Acredita-se que o examinador faça o papel do serrátil anterior e trapézio inferior permitindo melhor movimento da escápula.

No entanto, não foram encontrados estudos que tenham avaliado se os indivíduos com o Teste de Assistência Escapular positivo apresentam alterações na cinemática escapular, e na força da musculatura escapulotorácica, e que tenham caracterizado a coordenação entre escápula e úmero em indivíduos com dor no ombro. Tais estudos são importantes pois irão permitir uma avaliação mais criteriosa dos indivíduos com dor no ombro e a compreensão se realmente a escápula está contribuindo para a disfunção e dor no ombro. Assim, espera-se que este estudo possa contribuir para readequar técnicas de tratamento e fornecer bases científicas que subsidiem a prática clínica.

OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do estudo foi comparar a cinemática escapular, caracterizar a coordenação entre escápula e úmero, e comparar a força muscular em indivíduos com dor unilateral no ombro com Teste de Assistência Escapular positivo e negativo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos foram:

- Comparar a cinemática escapular durante a elevação e depressão do braço no plano sagital entre indivíduos com dor no ombro com e sem Teste de Assistência Escapular positivo.
- Caracterizar a coordenação entre escápula e úmero durante a elevação e depressão do braço no plano sagital entre indivíduos com dor no ombro com e sem Teste de Assistência Escapular positivo.
- Comparar a força da musculatura escapulotorácica, serrátil anterior e trapézio inferior, entre indivíduos com dor no ombro com e sem Teste de Assistência Escapular positivo.
- Comparar a força dos rotadores externos do braço entre indivíduos com dor no ombro com e sem Teste de Assistência Escapular positivo.

HIPÓTESES

O presente estudo apresentou as seguintes hipóteses:

- Os indivíduos com Teste de Assistência Escapular positivo teriam redução da rotação superior e inclinação posterior da escápula durante a elevação do braço no plano sagital.
- Os indivíduos com Teste de Assistência Escapular positivo teriam uma coordenação entre escápula e úmero diferente dos indivíduos com Teste de Assistência Escapular negativo.
- Os indivíduos com Teste de Assistência Escapular positivo teriam redução da força de serrátil anterior e trapézio inferior.
- Os indivíduos com Teste de Assistência Escapular positivo teriam redução da força dos rotadores externos do braço.

METODOLOGIA

Participantes

O cálculo da amostra foi baseado em estudos prévios (Ludewig e Cook, 2000; Borstad e Ludewig 2005; Borstad, 2006) que estimaram tamanho amostral (mínimo de 25 por grupo) com nível de significância de 0,05 e potência de 0,80 para detectar diferença clínica significativa de 5° na cinemática escapular entre grupos. Assim, participaram do estudo 60 indivíduos de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com dor unilateral no ombro que foram alocados em dois grupos: Teste de Assistência Escapular positivo (n=30) e Teste de Assistência Escapular negativo (n=30). A **Figura 1** representa o fluxograma do estudo.

Para o recrutamento dos indivíduos foram espalhados anúncios pela universidade e clínicas da cidade. Todos participantes receberam explicação verbal e escrita dos objetivos e métodos do estudo e os que aceitaram assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O projeto de pesquisa fez parte de um projeto maior que foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de São Carlos (protocolo número 1.394.925).

Critérios de inclusão e exclusão

Todos os participantes foram avaliados por uma fisioterapeuta com cinco anos de experiência que avaliou os critérios de elegibilidade. Foram considerados critérios de inclusão: presença de dor unilateral no ombro durante flexão do braço, e amplitude de flexão do braço de no mínimo 150° avaliada por um inclinômetro digital.

Foram excluídos do estudo indivíduos com fratura ou cirurgia prévia em membros superiores, luxações recidivantes em articulação glenoumeral nos últimos dois anos, paralisia de plexo braquial, presença de dor na coluna cervical ou irradiação para membro superior avaliada pelo teste de Spurling e quadrante cervical, e índice de massa corporal acima de 28kg/m².

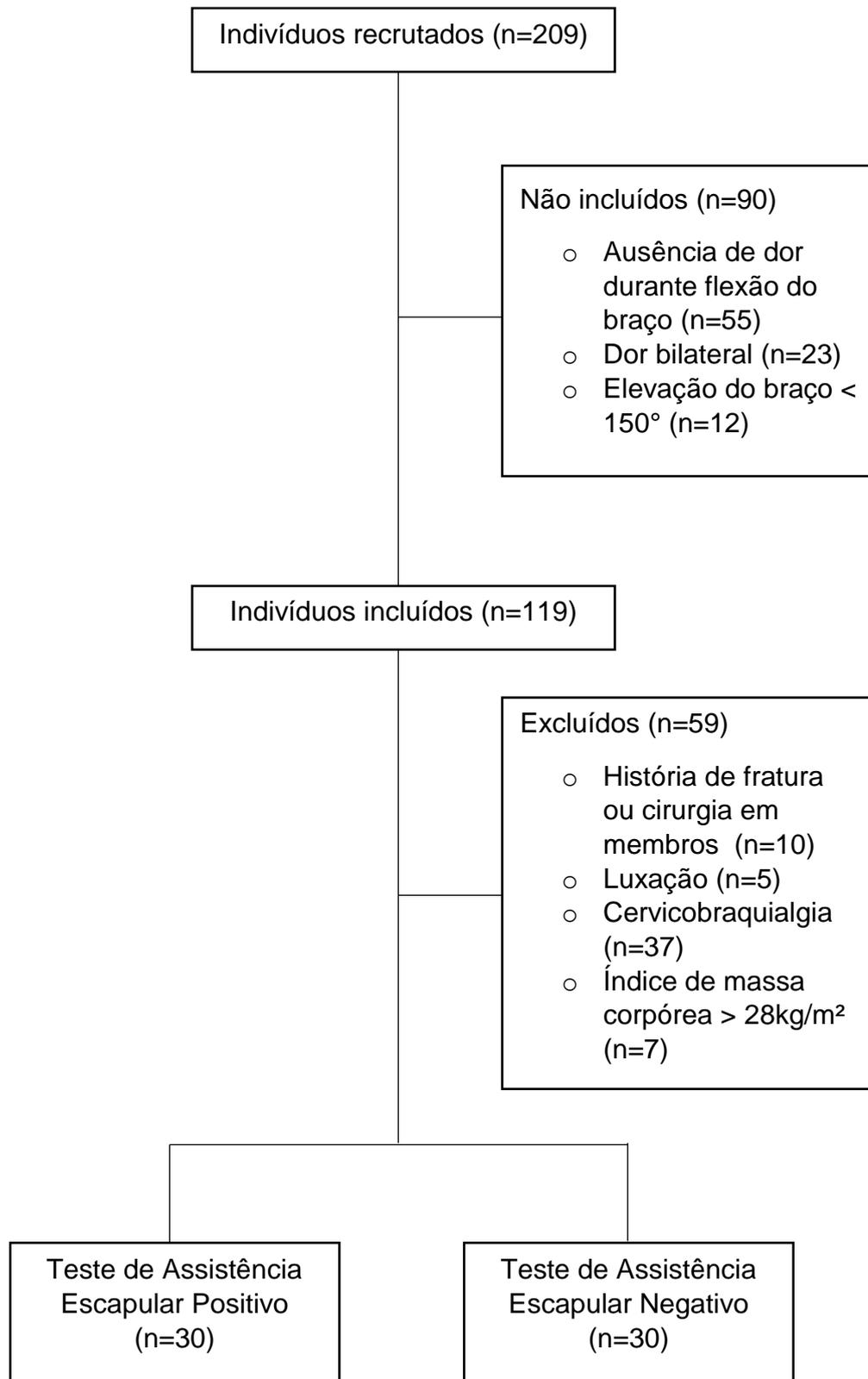


Figura 1. Fluxograma do estudo.

Procedimentos

Inicialmente, todos os voluntários passaram por uma triagem para avaliação dos critérios de inclusão e exclusão do estudo. Todos os indivíduos que cumpriram os critérios de elegibilidade passaram pelas avaliações que serão descritas a seguir.

Arco doloroso

O arco doloroso foi mensurado com um inclinômetro digital (Acumar™, Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN) durante a flexão do braço em todos os indivíduos. Inicialmente foi solicitado ao indivíduo que elevasse o braço no plano sagital até o início da dor para registro dessa amplitude. Em seguida, foi solicitado que o indivíduo continuasse elevando o braço até a amplitude final da dor para também se registrar essa amplitude. O inclinômetro foi posicionado no braço próximo à articulação do cotovelo e distal à articulação glenoumeral. Foi realizada apenas uma repetição.

Teste de Assistência Escapular

Todos os indivíduos foram avaliados pelo Teste de Assistência Escapular, como proposto por Rabin et al. (2006), por um único examinador. Com o indivíduo em pé, o examinador se posicionou atrás dele com uma das mãos no aspecto superior da escápula e a outra mão sobre bordo medial inferior da escápula. Em seguida, foi solicitado ao indivíduo que elevasse o braço no plano sagital, e o examinador assistiu a rotação superior da escápula empurrando o bordo medial inferior para cima e para o lado, enquanto a outra mão auxiliou a inclinação posterior puxando a parte superior da escápula para atrás (**Figura 2**). O teste tem confiabilidade interavaliador moderada, com coeficiente Kappa e percentual de concordância de, respectivamente, 0,66 e 84% (Rabin et al., 2006). Assim, o teste é considerado aceitável para a prática clínica. O resultado do teste é positivo quando o indivíduo, durante a elevação do ombro com a assistência manual passiva pelo terapeuta, indica um decréscimo de pelo menos dois pontos na escala numérica de dor quando comparada com a elevação sem

assistência (Rabin et al., 2006). O Teste de Assistência Escapular foi aplicado apenas no ombro com dor.

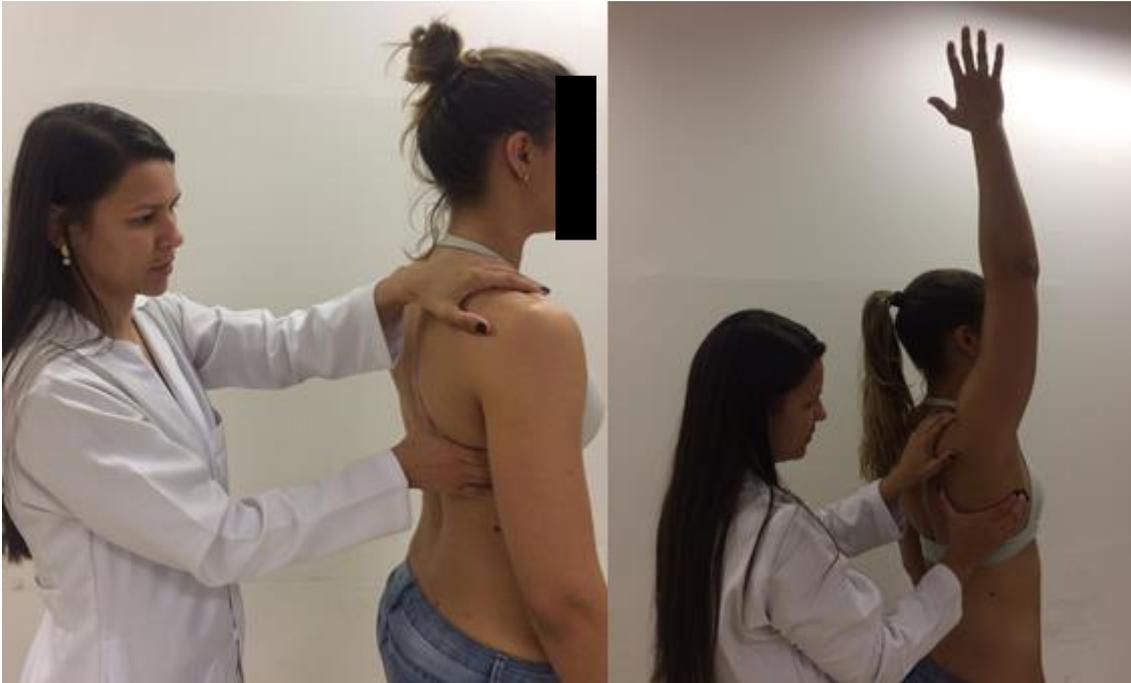


Figura 2. Teste de Assistência Escapular durante flexão do braço.

Avaliação da cinemática escapular

Para avaliação 3-D da cinemática escapular, a captação e a análise dos dados foram realizadas utilizando o hardware (*Ascension Technology Corporation, Burlington, VT*) *Flock of Birds® (miniBird®)* integrado ao software *MotionMonitor™ (Innovative Sports Training, Inc. Chicago, IL)*. O *Flock of Birds®* é um dispositivo DC de rastreamento eletromagnético, capaz de localizar múltiplos sensores, relativos a uma fonte transmissora. O transmissor produz um campo eletromagnético, que induz corrente nos sensores que possuem 3 bobinas ortogonais. A posição e orientação 3-D de cada sensor podem ser rastreadas simultaneamente, com frequência amostral de 100 Hz. Os sensores são pequenos e leves (1,8 x 0,8 x 0,8 cm). Em um ambiente livre de metal, a 76 cm de distância do transmissor, a acurácia da raiz quadrada da média do sistema é de 0,5° para orientação e de 0,18 cm para posição, conforme o manual do equipamento. Um dos sensores foi conectado a uma ponteira (*stylus*), para digitalização de pontos anatômicos e construção do sistema de coordenadas da

articulação. O *software MotionMonitor™* é uma ferramenta de aquisição de dados que ajuda a processar dados cinemáticos. Além disso, esse *software* fornece uma animação imediata e uma exposição gráfica do movimento avaliado e, posteriormente, permite a exportação dos dados usando vários descritores cinemáticos das matrizes de rotação e das sequências dos ângulos Euler.

Os sensores eletromagnéticos foram fixados com fita dupla face ao esterno, ao acrômio da escápula e a um manguito termoplástico fixado na região distal do úmero para rastrear o movimento umeral (**Figura 3A**). Estes posicionamentos dos eletrodos de superfície foram previamente utilizados (Ludewig e Cook, 2000; Borstad e Ludewig, 2002; McClure et al., 2006; Teece et al., 2008; Habechian et al., 2014; Haik et al., 2014a).

O indivíduo em pé com os braços relaxados ao lado do tronco, em uma posição neutra, com o transmissor diretamente atrás do ombro avaliado, enquanto os pontos anatômicos no tórax, escápula e úmero foram palpados e digitalizados para permitir a transformação dos dados do sensor em sistemas de coordenadas locais, baseadas na anatomia. Digitalizar significa trazer um *stylus* com um sensor eletromagnético anexado e com características conhecidas aos marcos anatômicos palpados, e registrar de maneira digital a posição da coordenada 3-D relativa ao respectivo sensor do segmento. Os marcos anatômicos no tórax incluíram a incisura jugular, os processos espinhosos de C-7 e T-8 e o processo xifóide. Os marcos anatômicos na escápula incluíram a raiz da espinha, o ângulo acromial e o ângulo inferior da escápula. Os marcos anatômicos no úmero incluíram os epicôndilos lateral e medial. O centro da cabeça do úmero foi estimado movendo passivamente o braço em arcos curtos (<45°), para definir o ponto pivô (An et al., 1990).

Foi solicitado aos indivíduos que durante a elevação mantivessem um leve contato entre as pontas dos dedos e uma superfície lisa e plana, para que o braço permanecesse no plano avaliado (**Figura 3B**). Eles também foram instruídos a manter as mãos com o polegar apontando para o teto, durante o movimento analisado, e a elevar e baixar o braço, na máxima amplitude possível, em uma velocidade de aproximadamente três segundos para elevação e três para depressão, totalizando seis segundos. Foram realizadas três repetições de elevação no plano sagital. Os sensores não foram removidos

ou substituídos entre as repetições. Este procedimento é confiável durante a elevação e depressão do braço em indivíduos assintomáticos e com síndrome do impacto (Haik et al., 2014b).



Figura 3. Avaliação da cinemática escapular. A: posicionamento dos sensores. B: Aquisição dos dados durante flexão do braço.

Processamento dos dados cinemáticos

Orientação da escápula em relação ao tronco

Os dados foram analisados a 30°, 60°, 90° e 120° de elevação e depressão do braço. Sistemas de coordenadas locais foram estabelecidos para o tronco, escápula e úmero, utilizando os pontos anatômicos digitalizados, recomendados pelo protocolo da Sociedade Internacional de Biomecânica (Wu et al., 2005). O eixo-z foi apontado lateralmente, o eixo-x anteriormente e o eixo-y superiormente, para análise dos dados do lado direito. A orientação dos eixos para o lado esquerdo foi mudada tal que, o eixo-z ficou apontado lateralmente, o eixo-x posteriormente e o eixo-y superiormente. Estes três eixos definiram os planos cardinais para o tronco. O eixo-y foi formado pelo vetor que junta os pontos médios, entre o processo espinhoso de C-7 e o manúbrio do esterno e entre o processo espinhoso de T-8 e o processo xifóide. O eixo-z foi direcionado,

perpendicularmente, ao plano sagital. O eixo-x foi perpendicular aos eixos z e y. Para definir os eixos da escápula, o eixo- z foi definido no plano da escápula, da raiz da espinha escapular ao ângulo acromial. O eixo-x foi perpendicular ao plano da escápula. O eixo-y foi perpendicular aos eixos x e z.

A sequência YXZ foi usada para descrever os movimentos escapulares em relação ao tronco. As rotações foram descritas na seguinte ordem: rotação interna/externa, rotação superior/inferior e inclinação posterior/anterior. A posição do úmero em relação ao tronco foi determinada utilizando a sequência YX'Y". A primeira rotação define o plano de elevação; a segunda define o ângulo de elevação umeral; e a terceira define as rotações interna/externa.

Coordenação entre escápula e úmero

Para análise da coordenação entre escápula e úmero foram utilizados os movimentos da escápula em relação ao tronco (escapulotorácica) e da elevação do úmero em relação ao tronco (umerotorácica). A coordenação foi determinada através do modelo matemático *Vector Coding* que transforma a curva de dados de um diagrama ângulo-ângulo entre escápula e úmero em uma sequência de elementos digitais baseada no sentido e direção de um vetor entre dois pontos de dados sucessivos, ou seja, gera um valor único caracterizando a curva do movimento no tempo (Whiting e Zernicke, 1982; Tepavac e Field-Fote, 2001). Através da sequência de vetores é obtida uma sequência representada pelo coeficiente de correspondência (ACC) que indica a variação interarticular de todas as repetições de movimento composto por um número que varia entre zero e um (Tepavac e Field-Fote, 2001).

Inicialmente são calculados o seno e o cosseno do ângulo formado pelo vetor entre dois pontos do diagrama ângulo-ângulo (escapulotorácica x umerotorácica) e uma linha horizontal. Esse processo foi realizado para cada uma das três tentativas dos participantes. Em seguida, foram determinadas as médias dos valores de seno e cosseno de cada um dos ângulos dos vetores do diagrama ângulo-ângulo. Na próxima etapa foi extraída a raiz quadrada da soma das médias do seno e cosseno de cada ponto elevadas ao quadrado conforme a fórmula abaixo:

$$a_{1,2} = \sqrt{(\cos\Theta)^2 + (\sin\Theta)^2}$$

Então foram somadas todas as médias e divididas pelo número de pontos. Esse valor é o coeficiente de correlação ACC representado pela média de \bar{a} na fórmula abaixo. Nesta fórmula N é o número de pontos e o \bar{a} é o componente angular do ACC (Tepavac e Field-Fote, 2001).

$$\bar{a} = \frac{1}{N}(a_{1,2} + a_{2,3} + \dots + a_{N-1,N})$$

Para o presente estudo, o ACC indica a média dos vetores entre cada dois pontos das repetições entre cada movimento da escápula em relação ao tronco e a elevação do úmero em relação ao tronco. O valor de ACC foi calculado para toda a amplitude de elevação e depressão do braço, e também a partir do início do arco doloroso até a elevação máxima do braço de ambos os grupos.

Avaliação da força muscular

A força dos músculos serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço foi avaliada com um dinamômetro manual (Lafayette Instrument Company, Lafayette, IN, USA). Para a avaliação da força de serrátil anterior e rotadores externos, o indivíduo foi posicionado em decúbito dorsal. Esse posicionamento possibilita a estabilização do tronco e da escápula durante a realização dos testes (Conable e Rosner, 2011; Cools et al., 2014). Para avaliação da força de trapézio inferior, o indivíduo foi posicionado em decúbito ventral. A resistência aplicada durante os testes de força foi manual.

Para avaliação da força do músculo serrátil anterior, o paciente foi posicionado em decúbito dorsal, flexão de ombro e cotovelo em 90° (Michener et al., 2005) (**Figura 4**). O dinamômetro foi posicionado sobre o cotovelo. Para avaliação do músculo trapézio inferior, o paciente foi posicionado em decúbito ventral, cotovelo em extensão e ombro elevado em 140° com o dinamômetro posicionado em terço lateral entre o acrômio e a raiz da espinha da escápula (**Figura 5**). O teste de força muscular de serrátil anterior e trapézio inferior e apresentam Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) de 0,94 e 0,89,

respectivamente (Michener et al., 2005).



Figura 4. Teste de força do músculo serrátil anterior.



Figura 5. Teste de força do músculo trapézio inferior.

Para avaliação da força dos músculos rotadores externos do braço, o paciente foi posicionado em decúbito dorsal, e braço ao lado do tronco com flexão de cotovelo em 90° (**Figura 6**). O dinamômetro foi posicionado 2 cm proximais ao processo estiloide da ulna sobre a face dorsal do antebraço. O teste de força de rotadores externos do braço apresenta confiabilidade aceitável (CCI=0,98) (Schrama et al., 2014).



Figura 6. Teste de força dos músculos rotadores externos do braço.

Foram realizadas três repetições submáximas para familiarização de cada teste. Em seguida, foram realizadas três repetições com esforço máximo e duração de cinco segundos cada, com intervalo para descanso de 30 segundos entre as repetições. Durante as execuções dos testes de força o indivíduo foi instruído a gerar a contração muscular sob comandos verbais “força, força, força”. Todos os dados de força muscular foram normalizados pela massa corporal do indivíduo.

Análise estatística

Para análise dos dados foi utilizado o programa estatístico SPSS versão 21. A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov. O teste-T de Student não pareado foi utilizado para comparar massa corporal, altura e força dos músculos serrátil anterior e rotadores externos entre

os grupos. O teste de Mann-Whitney foi utilizado para comparar idade, início do arco doloroso, final do arco doloroso, tempo de dor e força do músculo trapézio inferior entre os grupos. Uma ANOVA 2-way mista foi utilizada para análise de cada rotação escapular (rotação interna, rotação superior e inclinação) durante elevação e depressão do braço, em separado, com grupo como efeito entre-sujeitos (grupo Teste de Assistência Escapular positivo e grupo Teste de Assistência Escapular negativo) e ângulo como efeito intra-sujeito (30°, 60°, 90°, 120°). A interação grupo x ângulo era o interesse principal. O efeito de grupo foi analisado quando não houve interação. Para todas as análises foi considerado um nível de significância de 5%. A confiabilidade entre-repetições das rotações escapulares e força muscular foi determinada pelo CCI_{3,1} e erro padrão da medida. Também foi calculado o tamanho do efeito entre os grupos, onde um efeito maior que 0,8 foi considerado grande, em torno de 0,5 moderado, e menor que 0,2 pequeno (Cohen, 1988).

Para caracterização da coordenação entre escápula e úmero, o diagrama ângulo-ângulo para cada rotação escapular foi analisado de maneira qualitativa. O comportamento da curva foi analisado durante toda a amplitude de elevação e depressão do braço, e também a partir do início do arco doloroso que foi determinado como tendo início em 1 desvio-padrão (37,4°) abaixo da média do início do arco doloroso de ambos os grupos (123,3°).

RESULTADOS

As características de cada grupo estão apresentados na **Tabela 1**. Os grupos não apresentaram diferenças ($p>0,05$) nas características demográficas.

Tabela 1. Características dos grupos Teste de Assistência Escapular positivo e negativo.

	Teste de Assistência Escapular positivo (n=30)	Teste de Assistência Escapular negativo (n=30)	p-valor
Sexo	12 mulheres 18 homens	19 mulheres 11 homens	-
Idade (anos)	36,3 ± 11,5	37,4 ± 12,0	0,84
Massa corporal (kg)	73,7 ± 10,1	71,9 ± 15,2	0,59
Altura (m)	1,72 ± 0,09	1,70 ± 0,10	0,47
Ombro acometido	11 dominantes; 19 não-dominantes	22 dominantes 8 não-dominantes	-
Tempo de dor (meses)	20,6 ± 27,4	26,1 ± 40,4	0,57
Início do arco doloroso (graus)	132,8 ± 29,4	113,8 ± 42,3	0,09
Final do arco doloroso (graus)	168,9 ± 10,7	162,0 ± 20,0	0,29

Resultados são média ± desvio-padrão.

A **Tabela 2** traz os dados de confiabilidade das variáveis de cinemática escapular e força muscular.

Tabela 2. Confiabilidade das variáveis analisadas.

	CCI _{3,1}	Erro Padrão da Medida
Elevação do braço		
Rotação interna da escápula	0,96	1,63 †
Rotação superior da escápula	0,99	1,46 †
Inclinação da escápula	0,98	1,14 †
Depressão do braço		
Rotação interna da escápula	0,94	2,15 †
Rotação superior da escápula	0,96	2,77 †
Inclinação da escápula	0,98	1,19 †
Força		
Serrátil anterior	0,90	0,02 ‡
Trapézio inferior	0,90	0,01 ‡
Rotadores externos	0,90	0,01 ‡

† em graus; ‡ sem unidade.

Cinemática Escapular

A **Tabela 3** traz os resultados da cinemática escapular durante elevação e depressão do braço no plano sagital para ambos os grupos. Para rotação interna da escápula não houve interação grupo x ângulo (elevação: $F=0,58$, $p=0,62$; depressão: $F=0,34$, $p=0,79$) e efeito principal de grupo (elevação: $F=0,13$, $p=0,71$; depressão: $F=1,39$, $p=0,23$). Para rotação superior da escápula não houve interação grupo x ângulo (elevação: $F=0,00$, $p=1,00$; depressão: $F=0,00$, $p=1,00$) e efeito principal de grupo (elevação: $F=1,93$, $p=0,16$; depressão: $F=0,00$, $p=0,99$). Para inclinação da escápula não houve interação grupo x ângulo (elevação: $F=0,53$, $p=0,65$; depressão: $F=0,11$, $p=0,95$). No entanto, houve efeito principal de grupo (elevação: $F=14,65$, $p=0,00016$; depressão: $F=8,65$, $p=0,004$) onde o grupo Teste de Assistência Escapular positivo apresentou maior inclinação anterior da escápula do que o grupo Teste de Assistência Escapular negativo.

Tabela 3. Diferença média entre os grupos na cinemática escapular durante elevação e depressão do braço no plano sagital.

	Teste de Assistência Escapular positivo (n=30)	Teste de Assistência Escapular negativo (n=30)	Diferença média (95% IC) †	p- valor	Desvio-padrão agrupado †	Tamanho do efeito, d de Cohen
Rotação interna †						
Elevação do braço	45,82 ± 8,38	45,45 ± 8,53	0,37 (-1,60; 2,33)	0,71	0,2	0,09
Depressão do braço	44,22 ± 9,10	42,89 ± 8,67	1,33 (-0,88; 3,55)	0,23	1,1	0,64
Rotação superior †						
Elevação do braço	-19,34 ± 14,55	-17,87 ± 14,8	-1,46 (-3,54; 0,61)	0,16	1,0	0,1
Depressão do braço	-17,82 ± 15,33	-17,82 ± 15,33	-0,00 (-2,28; 2,28)	0,99	0,3	0,04
Inclinação †						
Elevação do braço	-3,36 ± 8,16	0,33 ± 7,64*	-3,70 (-5,61; -1,80)	0,00	2,6	1,1
Depressão do braço	-3,57 ± 9,35	-0,52 ± 7,76*	-3,04 (-5,09; -1,00)	0,00	2,9	1,1

Resultados são média ± desvio-padrão. † em graus; * p<0,05, quando comparado com grupo Teste de Assistência Escapular positivo. Números negativos indicam maior rotação superior e inclinação anterior.

Coordenação entre escápula e úmero

Os diagramas ângulo-ângulo para análise da coordenação entre escápula e úmero estão apresentados nas **Figuras 7, 8 e 9**. Os dados dos indivíduos que apresentaram ruídos nas curvas foram excluídos desta análise.

Para a rotação interna da escápula, o ACC foi de 0,95 para toda a curva de movimento, e de $\sim 0,90$ a partir do arco doloroso para ambos os grupos. O comportamento da rotação interna da escápula é semelhante entre os dois grupos durante a elevação e depressão do braço, porém o grupo com Teste de Assistência Escapular negativo tem uma maior contribuição da rotação externa da escápula a partir do arco doloroso durante a elevação do braço.

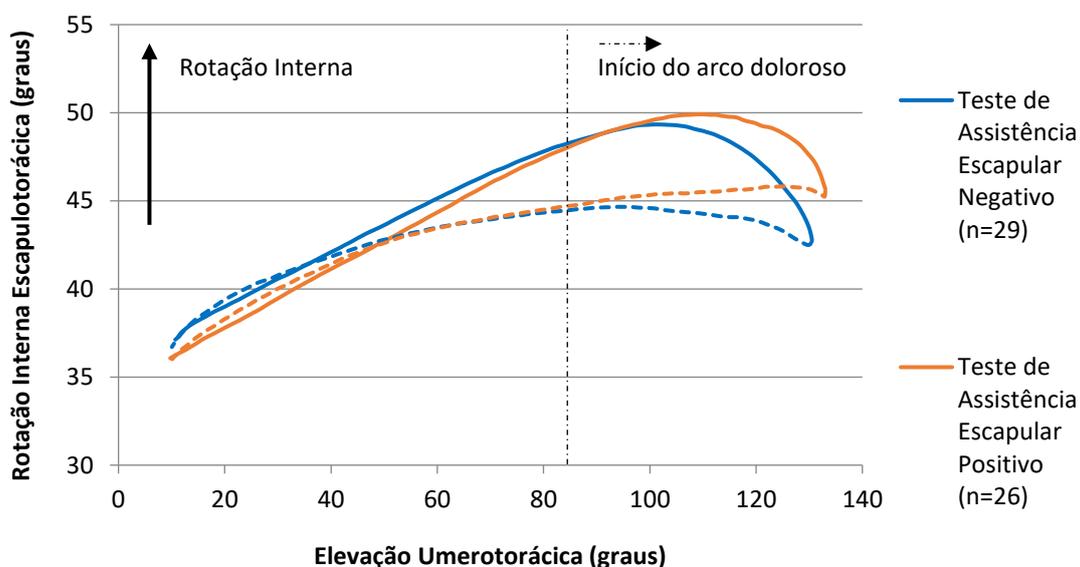


Figura 7. Diagrama ângulo-ângulo de rotação interna da escápula em relação ao tórax e movimento de elevação (linha contínua) e depressão (linha pontilhada) do úmero em relação ao tronco.

Para a rotação superior da escápula, o ACC foi de 0,95 para toda a curva de movimento, e de ~0,88 a partir do arco doloroso para ambos os grupos. O comportamento da rotação superior da escápula é semelhante entre os grupos durante toda a amplitude da elevação e depressão do braço.

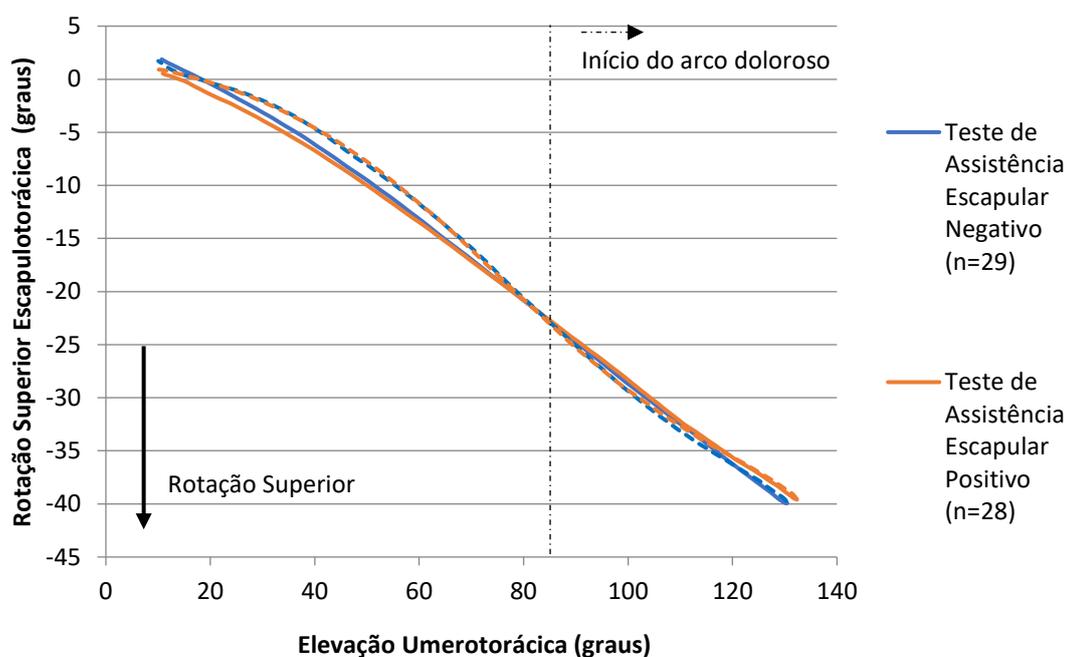


Figura 8. Diagrama ângulo-ângulo de rotação superior da escápula em relação ao tórax e movimento de elevação (linha contínua) e depressão (linha pontilhada) do úmero em relação ao tronco.

Para a inclinação da escápula, o ACC foi de 0,95 para toda a curva de movimento, e de ~0,88 a partir do arco doloroso para ambos os grupos. O comportamento de inclinação da escápula é semelhante entre os dois grupos durante a elevação e depressão do braço, porém o grupo com Teste de Assistência Escapular positivo apresenta maior inclinação anterior da escápula durante toda a amplitude de movimento. Além disso, o grupo com Teste de Assistência Escapular negativo tem uma maior contribuição da inclinação posterior da escápula no arco doloroso durante a elevação e depressão do braço.

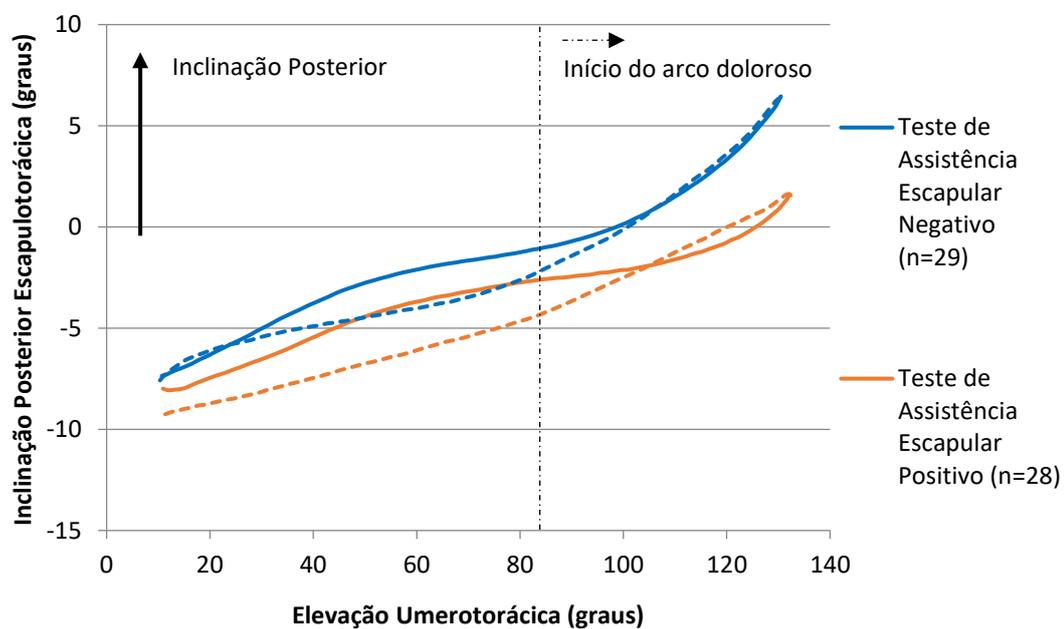


Figura 9. Diagrama ângulo-ângulo de inclinação da escápula em relação ao tórax e movimento de elevação (linha contínua) e depressão (linha pontilhada) do úmero em relação ao tronco.

Força Muscular

Os dados de força estão apresentados na **Tabela 4**. Não houve diferença significativa ($p>0,05$) entre os grupos no teste de força dos músculos serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço.

Tabela 4. Dados normalizados de força muscular dos grupos Teste de Assistência Escapular positivo e negativo.

	Teste de Assistência Escapular positivo (n=30)	Teste de Assistência Escapular negativo (n=30)	p valor	Tamanho do efeito, d de Cohen
Serrátil Anterior	0,23 ± 0,07	0,22 ± 0,07	0,74	0,14
Trapézio Inferior	0,13 ± 0,04	0,11 ± 0,06	0,09	0,29
Rotadores Externos	0,13 ± 0,03	0,12 ± 0,03	0,17	0,33

Resultados são média ± desvio-padrão.

DISCUSSÃO

Este estudo comparou a cinemática escapular, a coordenação entre escápula e úmero, e força muscular de serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço em indivíduos com dor no ombro com e sem Teste de Assistência Escapular positivo. De um modo geral, os achados deste estudo indicam que indivíduos com o Teste de Assistência Escapular positivo apresentam menor inclinação posterior da escápula e maior rotação interna da escápula no arco doloroso durante a elevação do braço no plano sagital. No entanto, esses indivíduos parecem não apresentar alteração de força de serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço.

Alterações na cinemática escapular como a redução da rotação superior e inclinação posterior, e aumento da rotação interna já foram identificadas em indivíduos com dor no ombro (Lukasiewicz et al., 1999; Ludewig e Cook, 2000; Hébert et al., 2002; Ludewig e Reynolds, 2009; Turgut et al., 2016). O Teste de Assistência Escapular é realizado pelo terapeuta para assistir a rotação superior e a inclinação posterior da escápula durante a elevação ativa e dinâmica do braço. Seitz et al. (2012a e 2012b) relataram que o Teste de Assistência Escapular induz o aumento da rotação superior e inclinação posterior da escápula durante elevação estática do braço. No entanto, deve-se destacar que o sensor de rastreamento da cinemática não foi retirado durante a realização da manobra (Seitz et al., 2012a; Seitz et al., 2012b). Assim, o sensor possivelmente se movimentou com a pele contribuindo para os achados. Interessantemente, o presente estudo mostrou que os indivíduos com este teste positivo não apresentam alteração na orientação de rotação superior da escápula, mas sim uma diminuição da inclinação posterior. Esses achados sugerem que a modificação de sintoma parece estar relacionada com a assistência ao aumento da inclinação posterior.

Apesar de poucas evidências que sustentam as teorias de que alterações no posicionamento escapular contribuem para o estreitamento do espaço subacromial, a redução da inclinação posterior já foi previamente reportada como um fator que pode favorecer a diminuição deste espaço (Lukasiewicz et al., 1999; Ludewig e Cook, 2000). O Teste de Assistência Escapular parece contribuir para o aumento do espaço subacromial (Seitz et al. 2012a; Seitz et al.,

2012b) e aliviar a dor que pode estar relacionada com a compressão das estruturas subacromiais. Embora a dor seja de etiologia multifatorial, podemos sugerir que o Teste de Assistência Escapular positivo seja uma possível maneira de categorizar um subgrupo de indivíduos com dor no ombro cuja redução da inclinação posterior da escápula seja o fator contribuinte para a dor. Estudos futuros são necessários para determinar se exercícios com foco nesse déficit são eficazes para redução da dor e aumento da inclinação posterior.

Ainda é interessante destacar que recentemente foi descrito que mulheres apresentam maior inclinação anterior da escápula do que homens (Habechian et al., 2016). No nosso estudo o grupo com o Teste de Assistência Escapular positivo apresentou menor número de mulheres do que o grupo com o Teste de Assistência Escapular negativo e, ainda assim, menor inclinação posterior foi demonstrada por esse grupo. Este pode ser mais um indicativo de que esse teste seja uma manobra capaz de identificar aqueles que realmente apresentam déficit na inclinação posterior.

Considerando a coordenação entre escápula e úmero, no presente estudo ambos os grupos apresentaram comportamento semelhante de rotação interna, rotação superior e inclinação da escápula durante elevação e depressão do braço. No entanto, a dor parece ter contribuído para alteração da coordenação já que a partir do arco doloroso foi possível observar maior contribuição da rotação externa e inclinação posterior no grupo com Teste de Assistência Escapular negativo. Esses dados podem indicar que a coordenação entre escápula e úmero é diferente daqueles com o teste positivo na tentativa de reduzir a dor. Esses achados estão de acordo com McClure et al. (2004) que sugeriram que alterações no posicionamento escapular podem ser adaptações biomecânicas em respostas aos sintomas dolorosos para aliviar a compressão dos tendões do manguito rotador.

Embora haja certa divergência sobre a presença de alteração da rotação interna da escápula em indivíduos com dor no ombro, a maioria dos estudos indicam que esses indivíduos apresentam aumento deste movimento (Ludewig e Cook, 2000; Ludewig e Reynolds, 2009, Timmons et al., 2012; Lefèvre-Colau et al., 2018). É importante notar que mesmo o terapeuta não assistindo a rotação externa da escápula durante a execução do Teste de Assistência Escapular, o

teste positivo identificou os indivíduos que apresentam maior contribuição da rotação interna durante o arco doloroso. É possível que o posicionamento da mão do terapeuta no aspecto superior da escápula tenha influenciado o paciente, de maneira inconsciente, a realizar ligeira extensão torácica e a manter uma posição de retração clavicular favorecendo o reposicionamento escapular por meio da rotação externa da escápula.

A análise da força dos músculos serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço não apresentou diferenças entre os grupos. Nossos resultados corroboram o estudo de Seitz et al. (2012b) que não encontraram diferenças na produção de força de rotadores externos do braço durante a execução do Teste de Assistência Escapular. Muitos indivíduos com dor no ombro não apresentam fraqueza muscular, mas sim falta de controle muscular. Ativação adequada dos músculos serrátil anterior e trapézio inferior é essencial para estabilização escapular (Johnson et al., 1994; Kibler, 1998; Paine e Voight, 2013). Já ativação dos rotadores externos do braço é importante para ajudar no controle de excessiva translação superior da cabeça umeral (Ludewig e Cook, 2002; Phadke et al., 2009). Estudos já relacionaram o aumento da rotação interna da escápula e o déficit de inclinação posterior à ativação reduzida do músculo serrátil anterior (Ludewig e Cook, 2000; Lin et al., 2005). Assim, podemos sugerir que os indivíduos com o Teste de Assistência Escapular positivo podem apresentar redução na ativação do músculo serrátil anterior. No entanto, estudos com eletromiografia ainda são necessários para confirmar esta hipótese.

O presente estudo apresenta algumas limitações. O avaliador não era cegado para a condição do indivíduo. Apesar do terapeuta ter utilizado como critério o decréscimo de dois pontos (Rabin et al., 2006) na Escala Numérica de Dor para classificar o indivíduo com teste positivo ou não, a pontuação da dor não anotada para avaliar o nível de dor dos grupos. Futuros estudos devem investigar se o nível de dor tem efeito no resultado do teste. Por último, este estudo não controlou a presença de discinesia escapular e pode ter influenciado nos resultados.

CONCLUSÃO

O Teste de Assistência Escapular positivo parecer ser capaz de identificar subgrupos de indivíduos que apresentam redução de inclinação posterior da escápula durante a elevação e depressão do braço, e aumento da rotação interna da escápula durante o arco doloroso de elevação do braço. Assim, a dor parece ter influência na coordenação entre escápula e úmero durante o arco doloroso. Indivíduos com dor durante elevação do braço não apresentam diferenças na rotação superior da escápula, e na força dos músculos serrátil anterior, trapézio inferior e rotadores externos do braço independente do resultado do Teste de Assistência Escapular.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

An KN, Browne AO, Korinek S, Tanaka S, Morrey BF. Three-dimensional kinematics of glenohumeral elevation. *J Orthop Res.* 1991;9:143-149.

Borstad JD, Ludewig PM. Comparison of scapular kinematics between elevation and lowering of the arm in the scapular plane. *Clin Biomech.* 2002;650–659.

Borstad JD, Ludewig PM. The effect of long versus short pectoralis minor resting length on scapular kinematics in healthy individuals. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005;35(4):227-38.

Borstad JD. Resting position variables at the shoulder: evidence to support a posture-impairment association. 2006;86(4):549-57.

Braman JP, Zhao KD, Lawrence RL, Harrison AK, Ludewig PM. Shoulder impingement revisited: evolution of diagnostic understanding in orthopedic surgery and physical therapy. *Med Biol Eng Comput.* 2014;52:211-219.

Camargo PR, Albuquerque-Sendín F, Avila MA, Haik MN, Vieira A, Salvini TF. Effects of stretching and strengthening exercises, with and without manual therapy, on scapular kinematics, function, and pain in individuals with shoulder impingement: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45:984–97.

Chester R, Smith TO, Hooper L, Dixon J. The impact of subacromial impingement syndrome on muscle activity patterns of the shoulder complex: a systematic review of electromyographic studies. *BMC Musculoskelet Disorder.* 2010;11-45.

Cohen J. The concepts of Power analysis. In: Cohen J, eds. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* New Jersey: Academic Press, Inc; 1988:1-17.

Conable KM, Rosner AL. A narrative review of manual muscle testing and implications for muscle testing research. 2011;10(3):157-165.

Cools AM, Witvrouw EE, Declercq GA, Danneels LA, Cambier. Scapular muscle recruitment patterns: trapezius muscle latency with and without impingement symptoms. *Am J Sports Med.* 2003;31(4):542-549.

Cools AM, De Wilde L, Van Tongel A, Ceysens C, Ryckewaert R, Cambier DC. Measuring shoulder external and internal rotation strength and range of motion: comprehensive intra-rater and inter-rater reliability study of several testing protocols. 2014;23(10):1454-61.

Culham E, Peat M. Functional anatomy of the shoulder complex. J Orthop Sports Phys. 1993;18(1):342-350.

Ebaugh DD, McClure PW, Karduna AR. Three-dimensional motion during active and passive arm elevation. Clin Biomech. 2005;20(7):700-709.

Fineman RA, Stirling LA. Quantification and visualization of coordination during non-cyclic upper extremity motion. J Biomech. 2017;63: 82-91.

Glazier PS, Davids K, Bartlett. Dynamical systems theory: a relevant framework for performance-oriented sports biomechanics research. Sports Science. 2003;7:1-8.

Graichen H, Bonel H, Stammberger T, Haubner M, Rohrer H, Englmeier KH, Reisner M, Eckstein F. Three-dimensional analysis of the width of the subacromial space in healthy subjects and patients with impingement syndrome. Am J Roentgenol. 1999;172(4):1081-6.

Habechian FAP, Fornasari GG, Sacramento LS, Camargo PR. Differences in scapular kinematics and scapulohumeral rhythm during elevation and lowering of the arm between typical children and healthy adults. J Electromyogr Kinesiol. 2014; 24(1):78-83.

Habechian FAP, Rosa DP, Haik MN, Camargo PR. Sex-related differences in scapular kinematics during elevation of the arm in asymptomatic children and adults. J Appl Biomech. 2016;32(5):513-519.

Haik MN, Albuquerque-Sendin F, Silva CZ, et al. Scapular kinematics pre- and post-thoracic thrust manipulation in individuals with and without shoulder impingement symptoms: a randomized controlled study. J Orthop Sports Phys Ther. 2014a;44:375–87.

Haik MN, Albuquerque-Sendin F, Camargo PR. Reliability and minimal detectable change of 3-dimensional scapular orientation in individuals with and without shoulder impingement. J Orthop Sports Phys Ther. 2014b;44(5):341–

349.

Hebert LJ, Moffet H, McFadyen BJ, Dionne CE. Scapular behavior in shoulder impingement syndrome. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2002;83:60-69.

Inman VT, Saunders JB, Abbot LC. Observations on the function of the shoulder joint. *J Bone Joint Surg.* 1944;26A:1-30.

Johnson G, Bogduk N, Nowitzke A, House D. Anatomy and actions of the trapezius muscle. *Clin Biomech* 1994;9:44–50.

Kardouni JR, Pidcoe PE, Cheatham SA, Sousa CO, Michener LA. Thoracic spine manipulation in individuals with subacromial impingement syndrome does not immediately alter thoracic spine kinematics, thoracic excursion, or scapular kinematics: a randomized controlled trial. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2015;45(7):527-38.

Kibler WB. The role of the scapula in athletic shoulder function. *Am J Sports Med.* 1998;26:325–337.

Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med.* 2010;44:300-315.

Lawrence RL, Braman JP, Laprade RF, Ludewig PM. Comparison of 3-dimensional shoulder complex kinematics in individual with and without shoulder pain, part 1: sternoclavicular, acromioclavicular, and scapulothoracic joints. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2014;44(9):636–645.

Lefèvre-Colau MM, Nguyen C, Palazzo C, Srour F, Paris G, Vuillemin V, Poiraudau S, Roby-Brami A, Roren A. Kinematic patterns in normal and degenerative shoulders. Part II: Review of 3-D scapular kinematic patterns in patients with shoulder pain, and clinical implications. *Ann Phys Rehabil Med.* 2018;61(1):46-53.

Levangie PK, Norkin CC. *Joint structure and function: a comprehensive analysis.* 4th ed. Philadelphia. FA Davis; 2005.

Lewis JS. Subacromial impingement syndrome: a musculoskeletal condition or a clinical illusion? *Phys Ther Rev.* 2011;16(5):388-398.

Lin JJ, Hanten WP, Olson SL, Roddey TS, Soto-Quijano DA, Lim HK, Sherwood

AM. Functional activity characteristics of individual with shoulder dysfunctions. *J Electromyogr Kinesiol.* 2005;15:576-586.

Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther.* 2000;80:276–291.

Ludewig PM, Cook TM. Translations of the humerus in persons with shoulder impingement symptoms. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2002;32 (6):248-259

Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(2):90–104.

Ludewig PM, Braman JP. Shoulder impingement: biomechanical considerations in rehabilitation. *Man Ther.* 2011;16(1):33-9.

Lugo R, Kung P, Ma CB. Shoulder biomechanics. *Eur J Radiol.* 2008;68:16–24.

Lukasiewicz AC, McClure PW, Michener L, Pratt N, Sennett B. Comparison of 3- dimensional scapular position and orientation between subjects with and without shoulder impingement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1999;29(10):574-586.

McClure PW, Michener LA, Sennett BJ, Karduna AR. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. *J Shoulder Elbow Surg* 2001;10(3):269–277.

McClure PW, Bialker J, Neff N, Williams G, Karduna A. Shoulder function and 3- dimensional kinematics in people with shoulder impingement syndrome before and after a 6-week exercise program. *Phys Ther.* 2004;84(9):832-848.

McClure PW, Michener LA, Karduna AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther.* 2006;86(8):1075-90.

Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech.* 2003;18:369–379.

Michener LA, Boardman ND, Pidcoe PE, Frith AM. Scapular muscle tests in subjects with shoulder pain and functional loss: reliability and construct validity.

Phys Ther. 2005;85:1128-1138.

Muth S, Barbe MF, Lauer R, McClure PW. The effects of thoracic spine manipulation in subjects with signs of rotator cuff tendinopathy. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012;42(12):1005-1016.

Myers JB, Hwang JH, Pasquale MR, Blackburn JT, Lephart SM. Rotator cuff coactivation ratios in participants with subacromial impingement syndrome. *J Sci Med Sport.* 2009;12(6):603-608.

Motram SL. Dynamic stability of the scapula. *Man Ther.* 1997;2(3):123–131.

Ogston JB, Ludewig PM. Differences in 3-dimensional shoulder kinematics between persons with multidirectional instability and asymptomatic controls. *Am J Sports Med.* 2007;35(8):1361-1370.

Paine RM, Voight M. The role of the scapula. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993;18(1):386-91.

Paine R, Voight ML. The role of the scapula. *Int J Sports Phys Ther.* 2013;8(5):617–629.

Papadonikolakis A, McKenna M, Warne W, Martin BI, Matsen FA. Published Evidence Relevant to the Diagnosis of Impingement Syndrome of the Shoulder. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(19):1827-1832.

Phadke V, Camargo PR, Ludewig PM. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: A review of normal function and alterations with shoulder impingement. *Rev Bras Fisioter.* 2009;13(1):1-9.

Rabin A, Irrgang JJ, Fitzgerald GK, Eubanks A. The intertester reliability of the scapular assistance test. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(9):653–660.

Reddy AS, Mohr KJ, Pink MM, Jobe FW. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *J Shoulder Elbow Surg.* 2000;9(6):519-532.

Rosa DP, Borstad JD, Pogetti LS, Camargo PR. Effects of a stretching protocol for the pectoralis minor on muscle length, function and scapular kinematics in individuals with and without shoulder pain. *J Hand Ther.* 2017;30(1):20-29.

Sahara W, Sugamoto K, Murai M, Yoshikawa H. Three-dimensional clavicular

and acromioclavicular rotations during arm abduction using vertically open mri. *J Orthop Res.* 2007;25:1243–1249.

Schrama PP, Stenneberg MS, Lucas C, van Trijffel E. Intraexaminer reliability of hand-held dynamometry in the upper extremity: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil.* 2014;95:2444-2469

Scholz JP. Dynamic pattern theory - some implications for therapeutics. *Phys Ther.* 1990 Dec;70(12):827-43.

Seitz AL, McClure PW, Lynch SS, Ketchum JM, Michener LA. Effects of scapular dyskinesis and scapular assistance test on subacromial space during static arm elevation. *J Shoulder Elbow Surg.* 2012a;21:631–640.

Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Ketchum JM, Walsworth MK, Boardman ND, Michener LA. The scapular assistance test results in changes in scapular position and subacromial space but not rotator cuff strength in subacromial impingement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2012b;42(5):400–412.

Spinelli BA, Wattananon P, Silfies S, Talaty M, Ebaugh D. Using kinematics and a dynamical systems approach to enhance understanding of clinically observed aberrant movement patterns. *Man Ther.* 2015;20(1):221-226.

Teece RM, Lunden JB, Lloyd AS, Kaiser AP, Cieminski CJ, Ludewig PM. Three-dimensional acromioclavicular joint motions during elevation of the arm. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2008;38(4):181-190.

Tepavac D, Field-Fote EC. Vector coding: a technique for quantification of intersegmental coupling in multicyclic behaviors. *J Appl Biomech.* 2001;17:259-70.

Timmons MK, Thigpen CA, Seitz AL, Karduna AR, Arnold BL, Michener LA. Scapular kinematics and subacromial-impingement syndrome: a meta-analysis. *J Sport Rehabil.* 2012;21:354-370.

Turgut E, Duzgun I, Baltaci G. Scapular asymmetry in participants with and without shoulder impingement syndrome; a three-dimensional motion analysis. *Clin Biomech.* 2016;3(39):1-8.

Voight ML, Thompson BC. The role of the scapula in the rehabilitation of shoulder injuries. *J Athl Train*. 2000;35(3):364-372.

Whiting WC, Zernicke RF. Correlation of movement patterns via pattern recognition. *J Mot Behav*. 1982 Jun;14(2):135-42.

Wu G, van der Helm FC, Veeger HEJ, Makhsous M, Roy PV, Anglin C, Nagels J, Karduna AR, McQuade K, Wang X, Werner FW, Buchholz B. ISB recommendation on definitions of joint coordinate systems of various joints for the reporting of human joint motion--Part II: shoulder, elbow, wrist and hand. *J Biomech*. 2005;38:981-992.