

Universidade Nove de Julho
Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Diogo Henrique Magalhães Gonçalves

Aspectos clínicos e biomecânicos associados à
discinesia escapular de indivíduos com e sem
síndrome do impacto subacromial.

São Paulo

2019

Diogo Henrique Magalhães Gonçalves

Aspectos clínicos e biomecânicos associados à
discinesia escapular de indivíduos com e sem
síndrome do impacto subacromial.

Projeto de Pesquisa apresentado,
como exigência parcial para a
obtenção do título de Doutor em
Ciência da Reabilitação, na
Universidade Nove de Julho.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto
Garcia Lucareli

São Paulo

2019

Gonçalves, Diogo Henrique Magalhães.

Aspectos clínicos e biomecânicos associados à discinese escapular de indivíduos com e sem síndrome do impacto subacromial. / Diogo Henrique Magalhães Gonçalves. 2019.

100 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2019.

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo Roberto Garcia Lucareli.

1. Fisioterapia. 2. Ombro. 3. Discinese escapular. 4. Síndrome do impacto. 5. Cinemática. 6. Eletromiografia.

I. Lucareli, Paulo Roberto Garcia. II. Título.

CDU 615.8

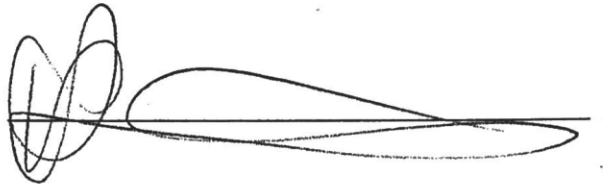
São Paulo, 18 de dezembro de 2019.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno (a): Diogo Henrique Magalhães Gonçalves

Título da Tese: "Aspectos Clínicos e Biomecânicos Associados à Discinesia Escapular de Indivíduos com e sem Dor no Ombro".

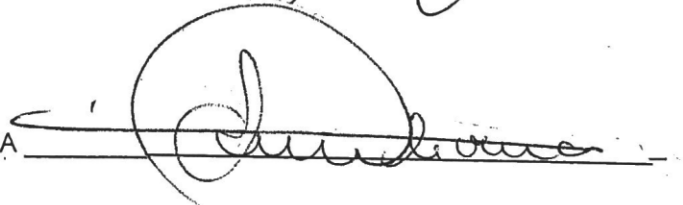
Presidente: PROF. DR. PAULO ROBERTO GARCIA LUCARELI



Membro: PROF. DR. CID ANDRÉ FIDELIS DE PAULA GOMES



Membro: PROFA. DRA. ANAMARIA SIRIANI DE OLIVEIRA



Membro: PROF. DR. SILVIO ANTONIO GARBELOTTI JUNIOR



DEDICATÓRIA

À Deus dedico toda essa conquista, pois sem Ele nada seria possível. Essa é a realização de um sonho ao qual me dediquei arduamente, e com a sua graça consegui alcançar o objetivo.

Aos meus pais, Luiz Henrique e Marlene Vilela, meus irmãos Diego e Douglas que sempre estiveram ao meu lado em toda essa jornada, me incentivando e dando forças, abrindo mão de muitas coisas para me ajudar a alcançar os meus objetivos, obrigado por toda o carinho, amor, paciência e cuidado que tiveram comigo. A família é a base sólida para qualquer situação e agradeço todos os dias por ter vocês comigo.

AGRADECIMENTOS

À Deus que se faz presente em minha vida, foi com Ele que dividi os meus segredos, sonhos, projetos mais íntimos e profundos. Nada hoje faria sentido se o Senhor não estivesse ao meu lado em cada momento dessa caminhada

Aos meus pais, irmãos e cunhadas, vocês são as pessoas que eu mais amo neste mundo. Sei que não foi fácil para vocês me verem passar por tudo o que aconteceu, mas saibam que eu nunca estive sozinho. Sou grato por cada palavra que já me disseram, vocês me moldaram para ser a pessoa que sou hoje, serei eternamente grato a vocês, saibam que essa conquista é tão minha quanto de vocês. Obrigado pelas orações, incentivos, conselhos, e por estarem presentes e acreditarem em mim mesmo quando até eu não acreditava. Amo vocês!

Ao meu eterno orientador, professor e amigo Paulo Lucareli, os meus mais sinceros agradecimentos, o senhor me acolheu e se dedicou a me ensinar sem nunca pedir nada em troca. Obrigado por todo o conhecimento, companheirismo e amizade que o senhor compartilhou comigo nos últimos 5 anos. Você se tornou uma das pessoas mais especiais na minha vida, sempre apontando a direção correta, nunca poupando esforços para nos ensinar, a sua contribuição na minha vida transcende a formação acadêmica e profissional, hoje eu sou uma pessoa melhor, graças a você. Meus mais sinceros agradecimentos por acreditar em mim e ter paciência para que esse objetivo pudesse ser alcançado.

Aos mais que amigos do laboratório, Cintia Lopes, Fernanda Colella, Marcelo Kalytczak, Tadeu Albuquerque, Cintia Elord, Nayra Rabello, Alyne Soares, André Bley, Leticia Delgado Luciana Barcala, que caminharam comigo ao longo de todos esses anos, sempre juntos e prontos para ajudar no que fosse preciso. Construímos laços de amizade que pretendo cultivar para sempre. Obrigado pela paciência que sempre tiveram comigo, por aturarem as minhas brincadeiras, meu jeito de ser, e por contribuírem na minha formação acadêmica, profissional

e pessoal. Trago comigo no peito um pedaço de cada um de vocês, aqui eu demonstro todo carinho, admiração e respeito que tenho por cada um de vocês.

Aos meus alunos e amigos de iniciação científica, Lucas Freire e Ana Beatriz, vocês foram essenciais para essa conquista, não tenho palavras para descrever o quanto sou grato por toda ajuda, paciência e dedicação que tiveram comigo. Vocês dois com toda a certeza merecem cada agradecimento da minha parte, peço que nunca deixem de acreditar, assim como acreditaram em mim quando eu propus para vocês esse trabalho. Obrigado pela amizade e companheirismo, lembrem-se que estarei aqui sempre que precisarem.

Aos professores Fabiano Politti e Daniela Biasotto por todo o ensinamento compartilhado e dedicação para que possamos ser profissionais e pessoas cada vez melhores.

Aos meus amigos, Wellinton Palandi, José Antônio e Gabriel Duarte, que sempre me incentivaram e ajudaram mesmo estando longe. Obrigado por cada palavra de incentivo e por estarem presentes em todos os momentos dessa jornada.

Muitas coisas aconteceram ao longo desses 5 anos, a minha vida virou de cabeça para baixo e no meio de toda essa turbulência, uma pessoa surgiu em minha vida e me ajudou a manter o foco, me dedicar, sempre me incentivando e mostrando que eu era capaz de superar tudo isso. Obrigado a você Maria Isabel, por aparecer em minha vida e me mostrar que as coisas têm sempre um momento certo para acontecer. Amo você!

A todos os voluntários que sempre se prontificaram a nos ajudar, concordando em participar deste estudo, contribuindo assim para que pudéssemos avançar a cada dia na aquisição de novos conhecimentos.

A universidade Nove de Julho, por me proporcionara prática da docência e a obtenção do título de Doutor em Ciências da Reabilitação.

Combati o bom combate, terminei a minha corrida, guardei a fé!
II Timóteo 4:7-8

RESUMO

Introdução: A dor no ombro é uma das principais queixas de dor na população em geral, sendo a síndrome do impacto subacromial (SIS) a condição dolorosa de maior incidência, cerca de 44% a 65% nessa população, sendo mais prevalente em mulheres jovens. A sua etiologia é considerada multifatorial, dentre as principais alterações descritas na literatura estão controle motor, fraqueza da musculatura periescapular, conseqüentemente podendo gerar mudanças cinemáticas na escápula e perturbação biomecânica escapulotorácica e glenoumeral, sendo a discinese escapular o principal fator de destaque.

Associar a SIS com as alterações cinemáticas da escápula tem sido objeto de estudo em todo o mundo. No entanto, não se sabe ao certo o quanto essas alterações influenciam para o surgimento da SIS, embora possa haver uma relação direta entre elas, não temos subsídios na literatura para afirmar se o movimento anormal da escápula prediz essa condição ou se a intensidade da dor produz uma variabilidade nos movimentos escapulotorácicos de acordo com a função ou tarefa executada. Além disso, mesmo havendo evidência de que a alteração na atividade muscular e déficit de força nos músculos periescapulares estão presentes em indivíduos com SIS, assim como, a discinese escapular pode estar presente nesta população, não está claro se podemos considerar essas variáveis como fatores preditivos para esta condição do ombro. **Objetivos:** 1. Comparar a atividade eletromiográfica e força dos músculos periescapulares e do ombro durante os movimentos de flexão e abdução do braço em participantes com e sem SIS e discinese escapular divididos em grupos. **Métodos:** 1. Estudo transversal que avaliou a força e eletromiografia de 117 participantes divididos em grupos, 20 Sem Dor Sem Discinese (SDSD), 26 Com Dor Com Discinese (CDCD), 41 Sem Dor Com Discinese (SDCD) e 30 Com Dor Sem Discinese (DCSD) durante os movimentos de abdução e flexão do braço. Os dados de força e EMG foram analisados por meio da MANOVA, o nível de significância foi estabelecido em ($P < 0,05$). **Resultados:** 1. Comparando os grupos durante os movimentos de flexão e abdução do braço nas fases de subida e descida do

braço, observamos não ter havido diferença nos resultados de força dos músculos Trapézio Descendente (TD), Trapézio Transverso (TT), Trapézio Ascendente (TA), Serrátil Anterior (SA), Abdutores à 90° (ABD90°), Adutores à 90° (ADD90°), Rotadores laterais (RL) e Rotadores Mediais (RM) de ombro [F= 1.320; p>0,05; Wilk's λ = 0.755] e EMG de Bíceps Braquial (BB), Deltóide Clavicular (DC), Deltóide Anterior (DA), Deltóide Espinal (DE), Trapézio Descendente (TD), Trapézio Transverso (TT), Trapézio Ascendente (TA) e Serrátil Anterior (SA) na abdução [F= 0.883; P>0,05; Wilk's λ = 0.826] e flexão [F= 0.956; P>0,05; Wilk's λ = 0.813] entre os grupos, sugerindo que a variável de força e atividade muscular não tem relação direta com a SIS e discinesia escapular. A comparação dos questionários biopsicossociais entre os grupos mostrou diferença (P<0.05) para SPADI, QuickDASH, TAMPA e B-PCS indicando que esses fatores podem influenciar o comportamento biomecânico desses indivíduos. **Conclusão:** 1. Baseado nos achados dessa pesquisa e com as evidências encontradas na literatura, podemos sugerir que a disposição dos participantes em grupos pode ajudar a compreender melhor a condição do ombro com relação a SIS e discinesia escapular. **Objetivos:** 2. Comparar a cinemática da escápula, úmero e tronco em participantes com e sem SIS durante a fase de subida e descida do braço nos movimentos de flexão e abdução. **Métodos:** 2. Estudo transversal com 117 participantes, 61 no grupo controle e 57 no grupo SIS, todos foram submetidos à avaliação cinemática tridimensional durante a execução dos movimentos de flexão e abdução do braço. Os dados cinemáticos foram analisados através da estatística de campo vetorial (*vector-field*), para identificar as diferenças durante todo o ciclo de movimento, os resultados foram inseridos em forma de gráficos com o Statistic Parametric Mapping (SPM). **Resultados:** 2. As variáveis cinemáticas apresentaram diferenças de menor rotação para cima, maior rotação interna e menor inclinação posterior da escápula, maior extensão e inclinação lateral de tronco, e maior flexão de úmero quando comparado o Grupo com Síndrome do Impacto Subacromial (GSIS) ao Grupo Controle (GC) durante o movimento de abdução na fase de subida e descida. Já no movimento de flexão do braço as diferenças cinemáticas foram de menor rotação para cima e inclinação posterior da escápula. Não houve diferença estatística (P> 0.05) para as variáveis de tronco. No úmero houve menor rotação interna, essa diferença estatística foi encontrada quando

comparamos os GSIS e GC. **Conclusão:** 2. Essas alterações cinemáticas encontradas na escápula, úmero e tronco mostram que devemos considerar a avaliação destes segmentos em diferentes planos, a análise estatística forneceu novas informações desta avaliação, assim como outra forma de interpretarmos esses dados.

Palavras-chave: Fisioterapia, ombro, discinesia escapular, síndrome do impacto subacromial, cinemática, eletromiografia, força, biopsicossocial.

ABSTRACT

Introduction: Shoulder pain is one of the main complaints of pain in the general population, with subacromial impact syndrome (SIS) being the most prevalent painful condition, about 44% to 65% in this population, being more prevalent in young women. Its etiology is considered multifactorial, among the main alterations described in the literature are motor control, weakness of the periescapular musculature, consequently it can generate kinematic changes in the scapula and scapulothoracic and glenohumeral biomechanical disturbance, being scapular dyskinesis the main factor.

Associating the SIS with the kinematic changes of the scapula has been studied worldwide, however, it is not clear how much these changes influence the onset of SIS. Although there may be a direct relationship between them, we have no support in the literature to state whether abnormal scapular movement predicts this condition or whether pain intensity produces variability in scapulothoracic movements according to the function or task performed. In addition, even if changes in muscle activity and strength deficit in periescapular muscles are present in individuals with SIS, as well as the scapular dyskinesis can be present in this population, it is unclear if using these factors as predictors for this shoulder condition. **Objectives:** 1. To compare the electromyographic activity and strength of the periescapular and shoulder muscles during arm flexion and abduction movements in participants with and without SIS and scapular dyskinesis divided

into subgroups. **Methods:** 1. Cross-sectional study evaluating the strength and electromyography of 117 participants divided into subgroups, 20 No Pain + No Scapular Dyskinesia (SDK), 26 Pain + Scapular Dyskinesia (SDK), 41 No Pain + Scapular Dyskinesia (SDK) and 30 Pain + No Scapular Dyskinesia (SDK) during arm abduction and flexion movement. Strength and EMG data were analyzed using MANOVA, the significance level was set at ($P < 0.05$). A cross-sectional study with 117 participants, 61 in the control group and 57 in the SIS group, all underwent three-dimensional kinematic evaluation during arm flexion and abduction movements. **Results:** 1. Comparing groups during arm flexion and abduction movements in the arm up and down phases, there are no differences in Upper Trapezius (UT), Middle Trapezius (MT), Lower Trapezius (LT), Serratus Anterior (SA), Abductors at 90 degrees (ABD90°), Adductors at 90 degrees (ADD90°), Lateral Rotators (LR) and Medial Rotators (MR) [$F = 1,320$; $p > 0.05$; Wilk $\lambda = 0.755$] and EMG of Biceps Brachii (BB), Anterior Deltoid (AD), Middle Deltoid (MD), Posterior Deltoid (PD), Upper Trapezius (UT), Middle Trapezius (MT), Lower Trapezius (LT) and Serratus Anterior (SA) in abduction [$F = 0.883$; $P > 0.05$; $\Lambda = 0.826$] and flexion [$F = 0.956$; $P > 0.05$; $\Lambda = 0.813$] of Wilk between the groups, suggesting that the muscle strength and activity variable has no direct relationship with SIS and scapular dyskinesia. Comparison of biopsychosocial questionnaires between groups showed differences ($P < 0.05$) for SPADI, QuickDASH, TAMPA and B-PCS indicating that these factors may influence the biomechanical behavior of these individuals. **Conclusion:** 1. Based on the findings of this research and the evidence found in the literature, we can suggest that the arrangement of participants in groups may help to better understand the shoulder condition regarding SIS and scapular dyskinesia. **Objectives:** 2. To compare the scapula, humerus and trunk kinematics in participants with and without SIS during the arm up and down phase during flexion and abduction movements. **Methods:** 2. A cross-sectional study with 117 participants, 61 in the control group and 57 in the SIS group, all underwent three-dimensional kinematic evaluation during arm flexion and abduction movements. The kinematic data were analyzed using the vector field, to identify the differences throughout the movement cycle. The results entered in the form of graphs with the Statistical Parametric Mapping (SPM). **Results:** 2. The kinematic variables showed differences of lower upward rotation, greater internal rotation and lower posterior

scapular inclination, greater trunk lateral extension and inclination, and greater humerus flexion when compared to GSIS during the abduction movement in up and down phase. In the arm flexion movement, the kinematic differences were smaller upward rotation and posterior inclination of the scapula. There was no statistical difference ($P > 0.05$) for trunk variables. In the humerus there was less internal rotation, this statistical difference was found when comparing the Group Subacromial Impingement Syndrome (SIS) and Control Group (GC).

Conclusion: 2. These kinematic changes found in the scapula, humerus and trunk show that we must consider the evaluation of these segments in different planes, the statistical analysis provided new information of this evaluation, as well as another way to interpret these data.

Keywords: Physiotherapy, shoulder, scapular dyskinesis, subacromial impingement syndrome, kinematics, electromyography, strength, biopsychosocial.

Sumário

PREFÁCIO	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE ABREVIATURAS.....	
1. CONTEXTUALIZAÇÃO	17
1.1 Avaliação cinemática e eletromiográfica do complexo articular do ombro	19
1.2 Fatores biopsicossociais e dor no ombro	21
2 OBJETIVOS	23
2.1 Objetivo do estudo 1	23
2.2 Objetivo do estudo 2	23
3 RESULTADOS	24
3.1. Artigo 1 24	
Resumo.....	24
3.1.1 Introdução.....	25
3.1.2 Material e Métodos	26
3.1.3 Resultados.....	34
3.1.4 Discussão	39
3.1.5 Referências.....	44
3.2 Artigo 2 54	
3.2.1 Introdução.....	55
3.2.2 Métodos.....	57
3.2.3 Resultados.....	62
3.2.4 Discussão	68
3.2.5 Referências.....	72
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	78
4 Referências	80

PREFÁCIO

Essa tese de Doutorado aborda o tema referente à dor no ombro em indivíduos com e sem SIS e discinesia escapular. A Universidade Nove de Julho possui regras específicas para a elaboração da tese e obtenção do título de doutor, sendo uma delas a submissão de pelo menos dois artigos científicos em periódicos indexados no sistema *Journal Citation Reports* (JCR). Dessa forma, as teses de doutorado seguem regras que, para melhor entendimento da banca, serão explicadas durante este prefácio. A tese é dividida em 7 capítulos: 1: Contextualização; 2: Objetivos; 3: Resultados; 4: Considerações finais; 5: Referências; 6: Apêndices e 7: Anexos.

No primeiro capítulo é apresentado um panorama geral da literatura a respeito do assunto abordado. Nesse caso foram abordadas as características e incidência da dor no ombro, possíveis fatores etiológicos e as controvérsias existentes na literatura sobre eles, bem como novas perspectivas de tratamento e alguns tópicos ainda não esclarecidos, que requerem novos estudos. Nos próximos capítulos são apresentados os objetivos e justificativa dessa tese que, segundo as regras da universidade, devem ser respondidos em forma de artigo.

No terceiro capítulo contém os resultados da pesquisa, e encontram-se em formato de artigo elaborados pelo aluno, os dois artigos contidos nesta tese ainda estão na língua portuguesa, com introdução, métodos, resultados e discussão. Atualmente, esta tese é composta por dois artigos de natureza transversal. As referências de cada artigo encontram-se logo abaixo do texto referente ao mesmo. O quinto capítulo é a referência correspondente à contextualização da tese.

Os artigos contidos nesta tese, serão submetidos a revistas preferencialmente com Qualis A1, após serem avaliados por esta banca.

LISTA DE TABELAS

Estudo 1

Tabela 1. Características demográficas da amostra divididas em grupos. 35

Tabela 2. Dados da média e desvio padrão da eletromiografia (mV) dos músculos avaliados, durante a fase de subida e descida do braço no movimento de abdução..... 36

Tabela 3. Dados da média e desvio padrão da eletromiografia (mV) dos músculos avaliados, durante a fase de subida e descida do braço no movimento de flexão..... 37

Tabela 4. Dados da média e (desvio padrão) da força muscular (%MC) isométrica dos músculos avaliados por dinamometria manual..... 38

Estudo 2

Tabela 1. Tabela 1. Características demográficas e escores dos questionários dos participantes por grupo. Valores expressos em média e (desvio padrão).....57

LISTA DE FIGURAS

Estudo 1

Figura 1. Avaliação dos músculos escapulares e do ombro, com uma cinta ajustável inextensível presa a um dinamômetro manual: (A) Trapézio ascendente, (B) Trapézio descendente, (C) rotação medial, (D) Abdução, (E) Trapézio transverso, (F) serrátil anterior, (G) rotação lateral e (H) adução..... 30

Figura 2. Eletrodos de superfície, utilizados para aquisição da atividade dos músculos: (BB) bíceps braquial, (DC) Deltóide clavicular, (DA) Deltóide acromial, (DE) Deltóide espinal, (SA) serrátil anterior, (TD) Trapézio descendente, (TT) Trapézio transverso, (TA) Trapézio ascendente. 31

Figura 3. A (posterior), B (lateral) e C (anterior). Conjunto de marcadores para a realização das coletas estáticas (C7, T8, CLAV, STRN, LAngS, RAngS, LAngI, RAngI, LELB, RELB, LELB2, RELB2, LSC0, LSC1, LSC2, RSC0, RSC1, RSC2, LUM0, LUM1, LUM2 e RUM0, RUM1 e RUM2). 31

Estudo 2

Figura 1. Coleta cinemática estática e dinâmica dos movimentos de abdução e flexão do braço.....59

Figura 2. Gráficos do movimento de tronco, escápula e úmero durante abdução e adução do braço. Valores expressos em média e desvio padrão.....62

Figura 3. Gráficos dos movimentos de escápula, tronco e úmero durante o movimento de abdução e adução do braço. Interpretação das diferenças entre os grupos GSIS e GC pela análise estatística do SPM.....63

Figura 4. Gráficos do movimento de tronco, escápula e úmero durante a flexão e extensão do braço. Valores expressos em média e desvio padrão.....64

Figura 5. Gráficos dos movimentos de escápula, tronco e úmero durante o movimento de flexão e extensão do braço. Interpretação das diferenças entre os grupos GSIS e GC pela análise estatística do SPM.....65

LISTA DE ABREVIATURAS

°: Graus

SIS: Síndrome do Impacto Subacromial

ISB: *International Society of Biomechanics*

EMGi: Eletromiografia intramuscular

EMGs: Eletromiografia de superfície

SPADI: *Shoulder Pain and Disability Index*

QUICKDASH: *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score*

B-PCS: Escala de Pensamentos Catastróficos sobre a Dor

TAMPA: Escala para Cinesiofobia

IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física

ECND: Escala Numérica de Dor

CDGD: Com Discinesia e Com Dor

CDSD: Com Dor e Sem Discinesia

SDGD: Sem Dor e Com Discinesia

SDSD: Sem Discinesia e Sem Dor

ADM: Amplitude de Movimento

KG: Quilogramas

MC: Massa Corpórea

HZ: *Hertz*

TD: Trapézio descendente

TT: Trapézio transverso

TA: Trapézio ascendente

DC: Deltóide clavicular

DA: Deltóide acromial

DE: Deltóide espinal

SA: Serrátil Anterior

BB: Bíceps Braquial

A/D: Analógico/Digital

C7: *Processus Spinosus (spinous process) of the 7th cervical vertebra*

T10: *Processus Spinosus (spinal process) of the 10th thoracic vertebra*

CLAV: *Incisura Jugularis*

STRN: *Processus Xiphoideus*

LANGS: *Left angle superior of scapula*

RANGS: *Right angle superior of scapula*

LANGI: *Left angle inferior of scapula*

RANGI: *Right angle inferior of scapula*

LELB: *Left lateral epicondyle*

RELB: *Right lateral epicondyle*

LELB2: *Left medial epicondyle*

RELB2: *Right medial epicondyle*

LSC: *Left scapula cluster*

RSC: *Right scapular cluster*

LUM: *Left humerus cluster*

RUM: *Right humerus cluster*

SENIAM: *Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of*

Muscle

T3: *Terceira vértebra torácica*

T5: *Quinta vértebra torácica*

T8: *Oitava vértebra torácica*

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

Entre as lesões musculoesqueléticas, o ombro é a terceira região mais acometida, atrás apenas de lesões lombares e cervicais (1). Estimasse que cerca de 100 milhões de libras são gastos no tratamento de pessoas com dor no ombro na população em geral (2). No Brasil, outro dado que chama bastante a atenção são os números de afastamento de trabalhadores por lesões no ombro, as lesões de ombro estão em 9º lugar (18.674) no quadro nacional de afastamentos e 4º lugar (5.461) no estado de São Paulo (Lei de acesso à informação, INSS e Ministério da Previdência Social) (2014).

O movimento do complexo articular do ombro depende de equilíbrio entre a mobilidade escapulotorácica e esternoclavicular (3), assim como a estabilidade do tronco (4–6). A escápula pode ser considerada um dos principais componentes durante a execução de tarefas funcionais dos membros superiores (7), (8), (9), pois atua como base de apoio para o úmero juntamente com o tórax, agindo diretamente na transferência de forças entre esses dois segmentos (8), (10). No entanto, pode haver algumas alterações em seu posicionamento estático ou dinâmico, podendo resultar na movimentação anormal da escápula, denominada discinese escapular (3), (11), (12), condição que pode ou não estar associada a dor no ombro (13).

A dor no ombro vem sendo amplamente estudada ao longo dos anos, como mostra a revisão sistemática com meta-análise feita por Saito et, al. (14). Cerca de 7 a 27% da população mundial já tiveram dor no ombro em algum momento da vida. Dentre as lesões que acometem o ombro, a de maior incidência é a síndrome do impacto subacromial (SIS), que representa 44 a 65% das dores no ombro (15), (16).

Estudos prospectivos indicam também que a alteração do controle motor dos movimentos escapulares (19) podem ocasionar discinese escapular e contribuir para o surgimento de lesões tendíneas do manguito rotador, recorrentes da SIS (20). Os principais achados clínicos da SIS são bursites, tendinite da cabeça longa do bíceps braquial, tendinite calcária, tendinopatia do supra espinal, ruptura parcial e degeneração do tendão do manguito rotador (21), presentes em até 50% das pessoas, podendo desencadear dor subacromial e diminuição da sua função de membros superiores (6).

A discinese é tecnicamente descrita por redução da rotação para cima, inclinação posterior da escápula (22) e alteração do controle motor dos músculos serrátil anterior e trapézio transverso e ascendente, com redução da sua atividade elétrica, e em contrapartida há o aumento da atividade elétrica dos músculos trapézio descendente e/ou elevador da escápula (23). Assim também, podendo ser descrita clinicamente pela proeminência da borda medial ou inferomedial, elevação inicial da escápula ou encolhimento dos ombros na elevação do braço, e rotação descendente rápida durante a descida do braço (24).

Devido a variação e complexidade dos padrões de movimento escapular a discinese foi classificada por Kibler et. al, (2010) (25) em 4 tipos: 1 - posição anormal da escápula com a proeminência visível do ângulo inferior da escápula durante o movimento do braço; 2 - proeminência visível da borda medial da escápula durante o movimento do braço; 3 - movimento excessivo ou insuficiente visível de rotação para cima da escápula durante o movimento do braço; 4 - simetria bilateral da escápula. No entanto, a baixa reprodutibilidade inter-avaliadores e a padronização da avaliação (26) fez com que demais estudos utilizassem uma forma mais simplificada de classificação da discinese, além da utilizada por Kibler, sendo ela óbvia ou sutil (27), (28), (26). Segundo Rossi et. al, (2017) (24) a discinese óbvia é definida pela evidente visualização de qualquer parte da borda medial, ângulo inferior, disritmia do ângulo inferior, movimento excessivo ou exacerbado da escápula durante a fase de subida ou descida do braço, já a discinese sutil apresenta evidências de movimentação anormal questionável durante a fase de subida ou descida do braço.

A discinese escapular pode estar associada à diversas lesões que produzem dor no ombro (25), assim como má postura, fratura na clavícula, instabilidade articular, artrose (3), alterações no padrão de ativação dos músculos trapézio ascendente, transverso e descendente, serrátil anterior (19), romboides e peitoral menor (29), rigidez capsular, falta de flexibilidade muscular (15) e alteração da força muscular (30), porém não sabemos ao certo se alterações na atividade elétrica ou da força muscular são fatores que influenciam diretamente a condição do ombro.

1.1 Avaliação cinemática e eletromiográfica do complexo articular do ombro

A cinemática visa avaliar diferentes segmentos e movimentos do corpo humano, baseado em um sistema de coordenadas tridimensional, que orienta cada estrutura e seus movimentos, sendo que cada segmento pode ser avaliado individualmente, em relação ao próprio espaço em que está se movimentando ou em relação à outro segmento de acordo com a região que está sendo avaliada, definindo as relações entre as estruturas e movimentos que foram avaliados.

O sistema de coordenadas utilizado e a calibração realizada é determinada pelo pesquisador, no entanto, o método recomendado leva em consideração preferencialmente as recomendações da Sociedade Internacional de Biomecânica (*ISB – International Society of Biomechanics*) (30).

Os movimentos escapulares vêm sendo amplamente pesquisados através da cinemática tridimensional (32), (33), (34), afim de investigar diversas lesões no ombro (34), (35), assim como, cadeia cinética aberta e fechada de movimento, em sujeitos sintomáticos e assintomáticos (36), pós operatório de manguito rotador (6), e movimentos com e sem carga (37).

Atualmente existem diferentes sistemas de captura da cinemática tridimensional, sensores eletromagnéticos (38), fluoroscopia (39), sensores inerciais (40), sistema óticos que podem usar marcadores passivos ou ativos (41). Há também diferentes modelos para calcular a cinemática da escápula, localização da escápula (42), mapeamento superficial (43), calibração única (44), calibração dupla (41), cinco calibrações (45) e talvez o método mais utilizado com marcadores passivos seja o de cluster no acrômio (34).

Os principais movimentos escapulares avaliados pela cinemática têm sido no plano frontal, plano sagital e plano transversal (37), coletados durante os movimentos do braço na flexão, abdução e elevação no plano da escápula (46).

No entanto, para a avaliação dos movimentos escapulares, outras ferramentas de pesquisa, além da cinemática tridimensional têm sido utilizadas a fim de compreender melhor suas disfunções. Uma dessas ferramentas é a eletromiografia intramuscular (EMGi), com o uso de agulhas e a eletromiografia de superfície (EMGs) com o uso de eletrodos na superfície da pele. A captura dos sinais

elétricos musculares, são expressos em valores quantitativos, representativos da atividade muscular (47). Ambos os métodos têm sido utilizados para aquisição dos sinais eletromiográficos durante os movimentos da escápula (48).

A EMGi é um método invasivo e apresenta alta seletividade muscular, baixa atenuação do potencial elétrico muscular, identificação de atividades muscular reflexas, melhor qualidade do sinal eletromiográfico, maior facilidade para distinguir diferentes condições musculares, como músculos saudáveis e doentes, permitindo a análise de músculos profundos. Entretanto, há algumas limitações, como menor área de captura dos sinais eletromiográficos, devido ao baixo alcance da agulha de capturar sinais elétricos em mais de uma unidade motora ativa, conseqüentemente, não representando todas as fibras musculares de uma mesma unidade motora, dificuldade na extração de dados das fibras musculares e na velocidade do potencial de ação, dificuldade em repetir a coleta de dados utilizando a mesma unidade motora, capturada na coleta anterior, além do desconforto proporcionado durante coletas dinâmicas (49), (48).

Por meio da EMGs é possível realizar a aquisição dos sinais eletromiográficos, de maneira não invasiva (50), utilizando eletrodos na sob a superfície da pele. No entanto, a coleta de dados só pode ser feita em músculos superficiais, os sinais obtidos na captura estão mais suscetíveis a sofrerem com interferência durante a coleta. Em contrapartida, possibilita avaliar uma área muscular maior, maior número de potenciais ação por unidades motoras (48), capturar diferentes padrões do sinal eletromiográfico de forma mais completa, identificar potenciais de ação em diferentes condições musculares, como uma reinervação da unidade motora (51), ativação seletiva da musculatura, coleta com biofeedback visual (52), melhor adaptação do paciente durante coletas dinâmicas, proporcionando uma avaliação mais abrangente (48). Sendo assim, a EMGs supri em grande parte os aspectos necessários para a realização da coleta de dados do complexo articular do ombro (53).

Pesquisas recentes vêm apontando a relação da atividade muscular do complexo articular do ombro, principalmente do músculos serrátil anterior (54), trapézio (55), (56), deltóide (57) e bíceps braquial (58), com os movimentos escapulares. Por se tratar de um complexo articular interdependente (59), os propósitos de uso da atividade eletromiográfica passou a ser realizada com diferentes objetivos, como por exemplo, a ativação dos músculos escapulares com

biofeedback (60), controle neuromuscular (61) e ativação muscular em tempos (62). Porém, os resultados são inconclusivos, quando perguntado se a discinesia têm relação direta com lesões do ombro.

1.2 Fatores biopsicossociais e dor no ombro

A presença da dor musculoesquelética em cada indivíduo pode ser atribuída à diversos fatores sociais, culturais, ambientais, psicológicos e genéticos (63), todas essas variáveis são consideradas fatores em potencial para o desenvolvimento ou início da dor (64).

O ombro é considerado uma das principais regiões musculoesquelética a desencadear dores derivadas de componentes psicológicos (65). A prevalência de dor no ombro tem uma estimativa de 1 ano, variando de 5% a 47% de um modo geral (66) e de forma mais pontual a prevalência da dor varia de 14% a 21% (67). Segundo Picavet et. al, (2003) (68) as dores no ombro podem ser persistentes e até incapacitantes, e a avaliação individualizada dos segmentos pode não ser o método mais eficaz para determinar a gravidade da dor, sua incapacidade e a presença de lesões, mostrando relevância para a prática clínica em realizar uma avaliação funcional mais abrangente ao invés de se basear apenas nos níveis da dor, mesmo sendo a dor uma experiência multifatorial, podendo ser composta por fatores biopsicossociais (69), cinesiofobia (70) e catastrofização (71).

Devido aos fatores biopsicossociais, a avaliação da condição musculoesquelética do ombro, por meio de questionários de catastrofização, cinesiofobia, dor e função, passaram a integrar a avaliação clínica e científica com o propósito de compreender possíveis causas de dor.

Um dos questionários mais utilizados para avaliação do ombro é o *Shoulder Pain and Disability Index* (SPADI), composto por 5 questões sobre dor e 8 sobre função do ombro, ambas, auto administrativas com reprodutibilidade e validação para a língua portuguesa (72), (36), sua pontuação consiste em um total de 10 pontos por pergunta, sendo 0 “sem dor” ou “sem dificuldade” e 10 “a pior dor imaginável” ou “não realiza a atividade”, seus valores são somados e convertidos em uma escala de 0 a 100, sendo que quanto mais próximo do valor máximo, maior o comprometimento do paciente (73).

Outros questionários de fácil aplicação e com validação e reprodutibilidade também na língua portuguesa vem sendo aplicados em diversos estudos, como o QuickDASH, este dividido em 11 itens em duas escalas, sintomas e função de membros superiores, com score de 0 a 100 pontos, quanto mais próximo da pontuação máxima, maior é a incapacidade do indivíduo (74).

A escala Tampa de cinesiofobia (73), o questionário de catastrofização da dor (B-PCS) (76), buscam obter respostas inadaptáveis à dor que contribui diretamente para algumas síndromes, assim como a cronicidade da dor.

No entanto, ainda se discute se a dor é uma possível causa ou consequência para as disfunções do ombro inespecíficas, pois as alterações mecânicas no complexo articular do ombro se fazem presentes em sujeitos sintomáticos e assintomáticos (77), (78).

Frente a este cenário, esse estudo se justifica, pois, propõe uma análise pertinente, devido ao fato das alterações no ombro ainda não ser muito bem compreendida (22), gerando um alto custo no contexto geral (18), podendo estar relacionada a discinesia escapular, considerada como parte do problema mesmo sem sabermos ao certo o seu papel no processo e neste sentido por não haver consenso na literatura é necessário entender melhor para avaliar com mais critério e assim melhorar a abordagem na avaliação e tratamento.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo do estudo 1

Avaliar às variáveis de eletromiografia durante a flexão e abdução bilateral do braço a atividade dos músculos escapulotorácicos trapézio descendente, trapézio transverso, trapézio ascendente, serrátil anterior, deltóide clavicular, acromial, espinal e bíceps braquial. Assim como a força isométrica dos músculos trapézio descendente, transverso, ascendente, serrátil anterior, abdutores e adutores, rotadores laterais e mediais de ombro em indivíduos com e sem SIS e discinesia escapular.

2.2 Objetivo do estudo 2

Identificar e analisar as variáveis cinemáticas de escápula, úmero e tronco que apresentam diferenças significativas entre participantes com e sem SIS, divididos em dois grupos Grupo com Síndrome do Impacto Subacromial e Grupo Controle, durante a amplitude máxima de movimento na flexão e abdução do braço de 30° a 30° na fase de subida e descida do braço, por meio do SPM (*Statistical Parametric Mapping*).

3 RESULTADOS

3.1. Artigo 1

Avaliação da força e eletromiografia dos músculos periescapulares e do ombro e, fatores biopsicossociais em diferentes grupos de indivíduos com e sem a presença de síndrome do impacto subacromial e discinese escapular.

Resumo

O objetivo deste estudo foi avaliar as diferenças das variáveis de força e eletromiografia entre indivíduos com e sem discinese escapular (DE) e síndrome do impacto subacromial. A relação entre SIS e discinese escapular ainda não está bem definida na literatura. Foram avaliados 117 participantes, sendo 40 homens com média de idade de (25.5 ± 6.24) anos e 77 mulheres (24.0 ± 5.52) anos. Os participantes foram divididos em 4 grupos: sem dor e sem discinese ($n = 20$), com dor e com discinese ($n = 26$), sem dor e com discinese ($n = 41$) e com dor e sem discinese ($n = 30$). As capturas dos dados de força foram realizadas utilizando um dinamômetro manual (*Lafayette Instruments*) para os músculos Trapézio Descendente, Trapézio Transverso, Trapézio Ascendente, Serrátil Anterior, Abdutores a 90° , Adutores a 90° , Rotadores Laterais e Rotadores Mediais de ombro. Já os dados da atividade elétrica muscular foram coletados utilizando o eletromiógrafo (EMG System do Brasil Ltda ®) via wireless, os músculos avaliados foram Bíceps Braquial, Deltóide Clavicular, Deltóide Acromial, Deltóide Espinal, Trapézio Descendente, Trapézio Transverso, Trapézio Ascendente e Serrátil Anterior. Foram aplicados questionários SPADI e QuickDASH (dor e função), TAMPA (cinesiofobia) e B-PCS (catastrofização da dor) para os 4 grupos. A comparação das variáveis entre os grupos foi feita através do teste de análise multivariada (MANOVA). Comparamos os grupos durante os movimentos de flexão e abdução do ombro nas fases de subida 30° - 60° , 61° - 90° , 91° - 120° e descida 120° - 91° , 90° - 61° , 60° - 30° do braço. Os nossos resultados de força [$F = 1.320$; $p > 0,05$; Wilk's $\lambda = 0.755$]

e EMG na abdução [$F= 0.883$; $P>0,05$; Wilk's $\lambda= 0.826$] e flexão [$F= 0.956$; $P>0,05$; Wilk's $\lambda= 0.813$] não apresentaram diferenças entre os grupos, sugerindo que a variável de força e eletromiografia podem não ser as principais a serem consideradas durante a avaliação de indivíduos com dor e discinesia escapular.

3.1.1 Introdução

Atualmente a queixa de dor no ombro está entre as principais causas de lesões musculoesqueléticas, sendo relatada uma vez a cada três casos de dor musculoesquelética (1), (2), (3), presente em cerca de 54% dos indivíduos com dor a mais de 3 anos (4), (2). No cenário mundial as lesões de ombro, geram custos de aproximadamente 100 milhões de libras (5). Sendo que a população acometida por essas lesões variam de 7% a 27% da população em geral e cerca de 44% a 65% dos indivíduos acometidos com dor no ombro apresentam a síndrome do impacto subacromial (SIS) (6), (7). Em países em desenvolvimento como o Brasil, as lesões de ombro estão entre as 10 principais causas de afastamento do trabalho e entre as cinco no estado mais desenvolvido e populoso do país, o estado de São Paulo (INSS e Ministério da Previdência Social – 2014).

A SIS pode ser definida como um mecanismo de compressão das estruturas subjacentes ao acrômio e arco coracoacromial, bursa subacromial e tendões do manguito rotador (8), (2). A SIS é considerada a causa mais comum de dor no ombro (6), com prevalência em indivíduos abaixo dos 70 anos de idade (9) com uma incidência acima de 66.7% em mulheres (3), (10). Seus principais sintomas são dor subacromial, diminuição da função do ombro, redução da força e amplitude de movimento (11). Essa condição pode ser causada por problemas posturais, disfunções na força de acoplamento glenoumeral, déficit de flexibilidade do músculo peitoral menor e cápsula articular posterior, podendo afetar o ritmo escapuloumeral (12).

Acredita-se que a presença de movimentos anormais da escápula, nomeada como discinesia escapular (13), (14), caracterizada por movimento reduzido de rotação para cima, aumento da inclinação anterior e rotação interna da escápula (15), (16) (17), (18), (19) (20), (21), (13), (22), (14), (23), (24), alteração na atividade dos

músculos escapulotorácicos (13), (17), (25), (26), (27) em especial do trapézio descendente (13), (17), transverso, ascendente (28), (17) e serrátil anterior (17), (2), e menor capacidade de gerar força muscular (29), (12) estão presentes em pacientes com dor no ombro e também podem estar associada à SIS, mas podem ser resultado da variabilidade de cada indivíduo (25). No entanto, a relação entre a discinese escapular e a SIS e outras disfunções no ombro ainda não estão claras e é plausível considerar que estamos diante de um problema de causa multifatorial (30).

Os tratamentos mesmo os baseados no *guideline* tem como objetivo reduzir a dor, aumentar a flexibilidade e função das estruturas do ombro (31), enfatizando aumentar ou diminuir a atividade dos músculos escapulotorácicos (32), (33) e fortalecer os músculos escapulotorácicos (34). No entanto, a eficácia do tratamento não é consenso na literatura (35). Porém os tratamentos realizados a curto e longo prazo com base em exercícios ativos, tem se mostrado positivos para descompressão subacromial (36), acromioplastia (37), reparo do manguito rotador (38), reduzindo a dor e restaurando a função (25), diminuindo a indicação cirúrgica para SIS (31) e lesão de manguito rotador (39).

A proposta deste estudo foi avaliar a eletromiografia e força muscular dos músculos periescapulares e do ombro durante a flexão e abdução bilateral do braço, ambos os movimentos são relevantes para melhorar a compreensão do comportamento destes músculos, partindo do princípio que ambos são utilizados em movimentos diários e nos exercícios envolvidos no tratamento (40). Nossa hipótese foi que a atividade EMG e força escapulotorácica muscular seriam diferentes entre os grupos com e sem SIS e discinese.

3.1.2 Material e Métodos

Desenho do estudo e recrutamento dos participantes

Trata-se de um estudo transversal. Esta pesquisa foi conduzida na clínica de fisioterapia e no laboratório de análise do movimento humano da Universidade Nove de Julho, aprovado pelo Comitê de ética (protocolo 3.191.094). Os participantes foram recrutados, entre janeiro de 2018 a julho de 2019, de uma lista de espera da

clínica de fisioterapia da própria instituição, assim como alunos e funcionários também da instituição e a amostra foi coletada por conveniência. Inicialmente, os participantes foram selecionados por contato telefônico. Os possíveis participantes foram agendados e avaliados após assinarem um formulário de consentimento. Os critérios de elegibilidade incluíam homens ou mulheres com idade entre 18 e 50 anos.

Os participantes foram divididos em 4 diferentes grupos com SIS e com discinese escapular (CDCD), sem SIS e sem discinese escapular (SDSD), com SIS e sem discinese escapular (CDSD) e sem SIS e com discinese (SDCD), para realizar essa divisão foram utilizados os seguintes procedimentos.

Para a avaliação da dor do participantes foram utilizados Escala Numérica de Dor (ECND) (42) e questionários de dor e função *Shoulder Pain and Disability Index* (SPADI) (43) e QuickDASH (44) para medir a dor no ombro e nível de funcionalidade para atividades de vida diária (0-100).

A divisão dos grupos com SIS foi realizada da seguinte forma, os participantes precisavam apresentar sinais positivos de pelo menos 3 dos 5 testes: arco doloroso, rotação lateral resistida, Neer, Hawkins-Kennedy e Jobe (45). Todos os participantes que apresentaram instabilidade articular do ombro, redução da força muscular e amplitude de movimento menor que 120 graus de abdução e flexão ativa foram excluídos, assim como participantes que apresentaram dores provenientes de outras disfunções, sem relação com a síndrome da dor subacromial ou que apresentassem qualquer de cirurgia no ombro, sintomas como dor, parestesia, déficit de motricidade relacionados a afecções da coluna cervical ou lombar, indivíduos com distúrbios psiquiátricos e/ou psicológicos e desordens neurológicas (46).

Procedimentos

Os participantes foram instruídos previamente sobre os procedimentos da avaliação e que ocorreriam em dois dias diferentes, logo após assinarem o TCLE, todos foram submetidos a avaliação prévia, com o teste de discinese escapular para a divisão dos grupos com e sem a presença de discinese, os participantes foram filmados por uma câmera de vídeo convencional realizando 10 repetições do movimento de flexão do ombro com carga definida pelo peso do participante, 1.5 kg

para aqueles <68.1 kg e 2.5 kg para aqueles >68.1 kg (22), (25), (46). Após, as filmagens foram analisadas por dois avaliadores experientes, em caso de divergência um terceiro avaliador definiu o grupo do participante. Definido o grupo, cada participante foi posicionado no centro da área de coleta para a aquisição dos dados cinemáticos tridimensionais, o conjunto completo de marcadores utilizados foram fixados à pele do participante (47) A coleta cinemática foi realizada para marcação do ciclo e extração dos dados eletromiográficos, para isso foi realizado três capturas quase estáticas com os braços ao longo do corpo, cotovelos flexionados a 90° e antebraço supinado, utilizadas posteriormente para a reconstrução do modelo completo. Em seguida, os marcadores opcionais da escápula (RAnGS, RAnGL, LAnGS e LAnGL) e úmero (RELB, RELB2, LELB, LELB2) foram removidos, permanecendo apenas o conjunto de marcadores dinâmicos. Subsequentemente, a pele foi limpa com álcool 70% e tricotomizada, para fixação dos eletrodos autoadesivos (Double Trace) e captura da atividade eletromiográfica dos músculos: TD - entre C7 e acrômio, exatamente no centro, na direção das duas estruturas; TT - entre a borda medial da escápula e T3, exatamente no meio, direcionado por T5 e acrômio; TA - entre a raiz da espinha da escápula e T8, 2/3 proximais de T8, na direção de T8 e acrômio; SA - realizar a flexão do braço, palpar a área de contração anterior à borda do latíssimo do dorso, no nível inferior da escápula posicionar o eletrodo na horizontal, 2cm de distância, abaixo da axila (18); DC - deve ser posicionado anteriormente ao acrômio, utilizando o comprimento do 1° dedo, no sentido do primeiro dedo e acrômio; DA - deve ser posicionado entre o acrômio e o epicôndilo lateral, proximal ao acrômio, direcionado da mesma forma; DE - deve ser posicionado 2 dedos posterior ao acrômio, na direção do dedo mínimo e acrômio; BB - com o cotovelo flexionado em um ângulo de 90° com o antebraço supinado, posicionar o eletrodo na direção das fibras musculares os eletrodos precisam ser colocados na linha entre o acrômio e a fossa cubital a 1/3 proximal da fossa cubital (48). Os participantes foram instruídos a permanecerem com os cotovelos estendidos, ombros na posição neutra, em seguida orientados pelo avaliador a realizar o movimento de flexão do braço produzindo o movimento em sua amplitude máxima, as mesmas instruções foram passadas para a captura do movimento de abdução, exceto pela posição do ombro, o participante foi orientado a fazer uma rotação lateral de ombro, com os polegares apontando para a lateral, e após realizar o movimento de abdução em sua amplitude máxima. Os movimentos

foram realizados sem a imposição de carga e sem controle da velocidade. Os movimentos eram iniciados após os participantes receberem um comando verbal “Vai” e paravam após completarem todo o arco de movimento. Foram realizadas 25 repetições, sendo selecionadas 7 repetições para análise dos dados. Posteriormente a avaliação eletromiográfica, os participantes foram submetidos a coleta de força isométrica voluntária máxima, realizando três repetições de 5 segundos com aproximadamente 30 segundos de repouso entre cada (49).

Para a avaliação da força muscular isométrica foram avaliados os seguintes músculos: SA - voluntário posicionado em decúbito dorsal, com o cotovelo e ombro flexionados a 90°, com o dinamômetro posicionado na região do olecrano, fixo por uma faixa inextensível, com a força sendo aplicada, perpendicularmente a ulna. A instrução para o paciente é que ele faça uma força no sentido do teto, protraindo o ombro (50); TD - voluntário sentado, com os braços aduzidos, ao lado do tronco, cotovelo estendido, punho e dedos em posição neutra, com o dinamômetro posicionado na região do acrômio, foi aplicada a força no sentido inferior. O voluntário foi instruído a elevar o ombro, no sentido da orelha (51); TT – o participante foi posicionado em decúbito ventral, com o ombro abduzido a 90°, cotovelo flexionado a 90° e antebraço pronado, o membro contralateral permaneceu aduzido ao lado do tronco. O dinamômetro foi posicionado na região do olecrano, o participante foi instruído a realizar o movimento de extensão horizontal, levando o cotovelo em direção ao teto (52); TA - voluntário posicionado em decúbito ventral, com o ombro a 140° de abdução, cotovelo e punho estendidos, dedos flexionados e polegar estendido, apontando para o teto, o membro contralateral permaneceu aduzido ao lado do tronco. O dinamômetro foi posicionado na região média da espinha da escápula, entre o acrômio e a raiz da espinha da escápula. O voluntário foi instruído a deprimir a escápula, no sentido do quadril contralateral, orientado a tentar encostar o polegar no teto, a força de resistência ao movimento foi aplicada no sentido superior e lateral (diagonal), paralelo ao eixo axial do úmero (51).

Rotadores mediais e laterais com o participante em posição ortostática, ombro em posição neutra, e cotovelo em flexão de 90°, neutro quanto a pronação e supinação, o dinamômetro foi posicionado e fixado à uma faixa inextensível, proximal a linha articular do punho, de forma a resistir a rotação interna e externa de ombro (53).

Abdutores e adutores com o participante em posição ortostática, ombro em abdução de 90° e cotovelo estendido, o dinamômetro foi posicionado na altura do cotovelo, sobre a região distal do antebraço e fixado à uma faixa inextensível, resistindo a abdução e adução do ombro (54).



Figura 1. Avaliação da força dos músculos escapulares e do ombro, com uma cinta ajustável inextensível presa a um dinamômetro manual: (A) Trapézio ascendente, (B) Trapézio descendente, (C) rotação medial, (D) Abdução, (E) Trapézio transverso, (F) serrátil anterior, (G) rotação lateral e (H) adução.

Instrumentação

Coleta de dados EMG e Cinemática

Para a aquisição da atividade muscular foi utilizado um sistema com 8 canais, modelo wireless (EMG System do Brasil Ltda ®), eletrodos ativos bipolares com ganho de amplificação de 20 vezes, filtro analógico passa banda de 20 a 500 Hz e modo comum de rejeição de 120 dB, com transmissão de sinal via wireless.

As atividades EMG foram captados com frequência de amostragem de 2400 Hz, digitalizados por placa de conversão A/D (analógico-digital) com 16 bits de resolução e sincronizados com sistema de captura de imagem 3D pelo sincronizador Vicon Lock+ (Vicon®). Eletrodos de superfície, autoadesivos descartáveis de Ag/AgCl (Double Trace), foram posicionados sobre a pele dos ventres musculares com distância de 20mm (centro-a-centro) paralelos as fibras musculares.

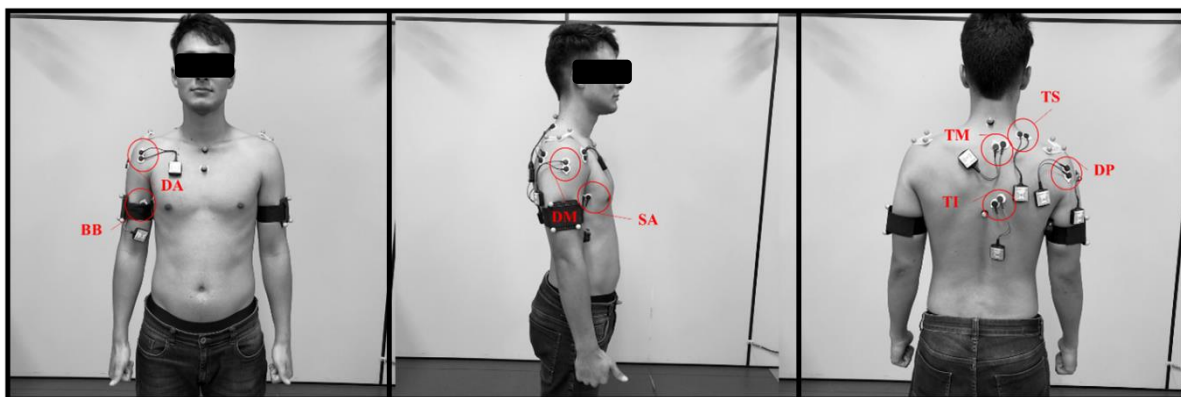


Figura 2. Eletrodos de superfície, utilizados para aquisição da atividade dos músculos: (BB) bíceps braquial, (DC) Deltóide clavicular, (DA) Deltóide acromial, (DE) Deltóide espinal, (SA) serrátil anterior, (TD) Trapézio descendente, (TT) Trapézio transverso, (TA) Trapézio ascendente.

Para coleta cinemática foi utilizado um sistema de 8 câmeras infravermelho Vicon®, configuradas a uma frequência de 120Hz, utilizando um conjunto de 12 marcadores passivos de 14 mm e 4 *clusters*, fixados na incisura jugular (CLAV), esterno (STRN), sétima vértebra cervical (C7) e décima vértebra torácica (T10), ângulo superior (LAngS e RAngS) e inferior (LAnGl eRAnGl) da escápula, um cluster na região plana do acrômio (RSC0,RSC1, RSC2, LSC0,LSC1 e LSC2), outro cluster no braço (LUM0, LUM1, LUM2, RUM0,RUM1 e RUM2) e epicôndilo medial (LELB e RELB) e lateral (LELB2 e RELB2) do cotovelo, fixados com fita dupla face. Esse modelo é pré estabelecido pela *International Society Biomechanics (ISB)* (54), adaptado e testado para avaliadores experiente e inexperiente por Gonçalves et. al (47).



Figura 3. Conjunto de marcadores para a realização das coletas estáticas. A - posterior e B - lateral: (C7, T8, LAngS, RAngS, LAnGl, RAnGl, LELB, RELB, LELB2, RELB2, LSC0, LSC1, LSC2, RSC0, RSC1, RSC2, LUM0, LUM1, LUM2 e RUM0, RUM1 e RUM2); C (anterior): (CLAV, STRN).

Dinamometria Manual

O instrumento utilizado para o registro da força muscular dos participantes foi um dinamômetro manual (*Lafayette Instruments*). Os participantes foram submetidos ao teste de força muscular isométrica, realizadas no membro dominante e não dominante, conseqüentemente no membro com e sem dor, durante o registro da força todos os participantes receberam comando verbal forte e contínuo, estimulando a produção máxima de força (49). O dinamômetro foi posicionado em locais já estabelecidos e estabilizado por uma faixa inextensível para cada uma das posições e músculos avaliados (50,55,56) (Figura 2). A média dos 3 registros foram normalizadas pela massa corporal, através da fórmula [força muscular (Kg)/massa corporal (Kg)]x100 (49). Os testes de força foram adaptados com uma faixa inelástica, utilizada para auxiliar na estabilização do dinamômetro e minimizar o risco de viés por parte do avaliador.

Questionários Biopsicossociais

Os questionários utilizados foram auto administrados e estão adaptados para a língua portuguesa, apresentando boas propriedades de medida (58), (59), (60), (61).

A ECND (61) tem como objetivo avaliar a intensidade da dor em uma escala de 0 “sem dor” a 10 “pior do imaginável”. Os participantes foram instruídos a basear sua resposta nos últimos 7 dias.

O SPADI (42) é um questionário relacionado a dor e função do ombro, conseqüentemente associado a qualidade de vida, constituído por 5 itens sobre dor e 8 sobre incapacidade funcional, pontuados entre 0 “sem dor” ou “sem dificuldade” e 10 “pior dor imaginável” ou “não consegue realizar”. Todos os itens respondidos são somados e convertidos em uma escala de 0-100, através da fórmula [(total de pontos respondidos/total de pontos possíveis) x 100], quanto maior o valor pior é o resultado.

QuickDASH (62) é um questionário relacionado para mensurar a incapacidade de participantes com disfunções no membro superior. É composto por 11 itens, cada item contém uma escala do tipo Likert de 5 pontos, entre 1 e 5. Os 6 primeiros itens estão relacionados a incapacidade, pontuados de entre 1 “não houve diferença” e 5

“ não conseguiu fazer”. Os itens 7 e 8 se referem às limitações de atividades sociais e trabalho, pontuados entre 1 “não afetou” e “não limitou” a 5 “afetou extremamente” e “não conseguiu fazer”. As questões 9, 10 e 11 relacionadas gravidade dos sintomas são pontuadas 1 “nenhuma” a 5 “extrema”. A pontuação é convertida em uma escala de 100 pontos e quanto maior for o valor, pior é a condição do membro superior.

TAMPA (63) é composto por 17 itens com o objetivo de avaliar o medo de uma recidiva da lesão durante o movimento. A sua pontuação é feita através de uma escala do tipo Likert de 4 pontos, variando de 1 “discordo totalmente” a 4 “concordo totalmente”. Os escores das questões 4,8, 12 e 16 são invertidos ao final da aplicação do teste para obtenção do escore final. A pontuação mínima é de 17 pontos e máxima de 68 pontos, quanto maior a pontuação, maior o grau de cinesiofobia.

B-PCS (60) é constituído de 13 itens com o objetivo de avaliar a catastrofização do participante. O questionário é dividido em 3 tópicos: impotência (itens 1, 2, 3, 4, 5, 12), ampliação (itens 6, 7, 13) e ruminação (itens 8, 9, 10, 11). A escala de pontuação é do tipo Likert de 5 pontos, variando entre 0 “brando” e 4 “extremo”. A pontuação final pode variar de 0 a 52 pontos, quanto maior for a pontuação, mais negativos são os pensamentos.

Processamento dos dados e sinal

O sinal EMG foi retificado e filtrado com passa baixa Butterworth de quarta ordem com frequência de corte em 10 Hz, para que fossem obtidos os envelopes lineares do sinal. Todos os sinais foram normalizados pelo pico máximo do sinal.

A reconstrução dos dados foi realizada no software Vicon Nexus® 2.9. Os dados capturados na cinemática, foram nomeados e salvos em formato C3D. Para o processamento dos dados cinemáticos foram utilizados os mesmos métodos descritos por Gonçalves et. al, (47). A análise dos dados foi feita em um software SPSS (versão)

Em seguida, o modelo foi calculado com 2 erros quadráticos médios (2 MSE) às trajetórias dos marcadores, para reduzir os ruídos devido à movimentação durante o ciclo do movimento e após aplicado um filtro Woltring.

Os dados coletados na eletromiografia foram processados e analisados usando o software MATLAB® 2016 (The MathWorks Inc., Natick, Massachusetts,

E.U.A.). A raiz quadrática da média (em inglês, *root mean square* - RMS) da amplitude EMG foi calculada para avaliar a atividade dos músculos (TD, TT, TA, DC, DA, DE, SA e BB) após as coletas. A média do RMS obtidas em sete coletas, nas fases de subida e descida do braço, e foram utilizadas para comparar a influência do movimento escapular sobre a atividade de cada músculo estudado.

Análise estatística

Considerando uma diferença entre os grupos $\alpha = 0,05$ um mínimo de 20 participantes determinado para cada grupo.

A média das 7 coletas foi usada para a análise estatística dos dados cinemáticos, cinéticos e EMG. Os dados cinemáticos, cinéticos e EMG foram descritos quanto a sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. O teste t foi utilizado para comparar as características da amostra. As variáveis cinéticas e EMG foram comparados entre os grupos usando três conjuntos separados de análises multivariadas, foram testados os efeitos univariados de todas as variáveis de interesse. O nível de significância foi estabelecido em 5% ($P < 0,05$). Todas as comparações estatísticas foram realizadas utilizando o SPSS, versão 21.0 (SPSS Inc. Chicago, IL).

3.1.3 Resultados

Foram avaliados 117 participantes, acima de 18 anos de idade, divididos inicialmente em 2 grupos, com dor ($n = 56$) e sem dor ($n = 61$) e posteriormente subdivididos em 4 grupos, com dor e com discinesia escapular (CDCD), com dor e sem discinesia (CDSD), sem dor e com discinesia (SDCD) e sem dor e sem discinesia (SDSS). Os participantes deste estudo foram recrutados de uma lista de espera da clínica de fisioterapia da universidade Nove de Julho, assim como frequentadores da mesma e de filas de espera de unidades básicas de saúde da região.

Tabela 1. Características demográficas da amostra divididas em grupos com e sem dor e a presença da discinese.

	SDSD (N = 20)	CDCD (N=26)	SDCD (N=41)	CDSO (N=30)	Valor P (< 0,05)
Masculino	7	10	12	11	-
Feminino	13	16	29	19	-
Idade (anos)	22.6 (2.94)	27.3 (6.74)	21.9 (2.96)	26.4 (7.41)	< 0,05
Altura (cm)	166.5 (7.19)	168.9 (8.00)	166.0 (9.24)	165.2 (7.51)	0,3
IMC (Kg/m ²)	25.4 (2.27)	24.3 (3.06)	22.5 (2.84)	24.4 (3.27)	< 0,05
SPADI (0 – 100) ^{a, b, c, d}					
FUNÇÃO DOR	4.8 (6.76)	39.5 (22.87)	3.6 (7.45)	41.2 (21.01)	< 0,05
	-	5.64 (1.89)	-	5.70 (1.80)	< 0,05
QuickDASH (0 – 100) ^{a, b, c, d}	13.2 (3.84)	26.3 (7.87)	13.4 (2.87)	25.5 (6.37)	< 0,05
TAMPA ^{a, b, c, d}	30.0 (7.71)	41.0 (6.35)	32.9 (8.79)	41.6 (6.78)	< 0,05
B-PCS ^{a, b, c, d}	20.5 (8.92)	32.3 (8.38)	17.7 (9.22)	34.0 (9.99)	< 0,05

Dados em média \pm desvio padrão. Abreviações: SDSD – sem dor e sem discinese; CDCD – com dor e com discinese; SDCD – sem discinese e com dor; CDSO – com dor e sem discinese; ECND, Escala de classificação numérica da dor; SPADI, Shoulder Pain Disability Index; QuickDASH, Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand; Kg – Kilogramas; cm – centímetros; TAMPA – Escala de cinesiofobia; B-PCS – Escala de Pensamentos Catastróficos sobre a Dor. ^aDiferença entre SDSD e CDCD P < 0,05; ^bDiferença entre SDSD e CDSO P < 0,05; ^cDiferença entre SDCD e CDCD P < 0,05; ^dDiferença entre SDCD e CDSO P < 0,05.

Eletromiografia

As análises multivariadas da variância realizada revelou não haver diferença significativa entre os grupos, a respeito dos dados da avaliação de força [F= 1.320; p>0,05; Wilk's λ = 0.755], EMG durante a abdução [F= 0.883; P>0,05; Wilk's λ = 0.826] e durante a flexão [F= 0.956; P>0,05; Wilk's λ = 0.813].

Abdução

Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos durante a fase de subida e descida no movimento de abdução para nenhum dos músculos avaliados (tabela 2).

Tabela 2. Dados da média e desvio padrão da eletromiografia (mV) dos músculos avaliados, durante a fase de subida e descida do braço no movimento de abdução.

Grupos	SDSD	CDCD	CDSO	SDCO	Valor de P
	Média±(DP)	Média±(DP)	Média±(DP)	Média±(DP)	
BB	138.45±(52.63)	157.22±(76.01)	155.93±(84.09)	151.16±(62.98)	0.08
TD	278.93±(100.69)	310.35±(140.36)	337.53±(136.08)	336.05±(120.61)	0.33
TT	290.92±(85.45)	310.97±(111.80)	340.22±(120.95)	306.71±(80.22)	0.38
TA	159.91±(63.01)	169.04±(75.73)	200.20±(104.35)	161.06±(95.88)	0.30
DC	241.56±(96.02)	231.53±(104.47)	260.80±(112.36)	230.09±(101.67)	0.65
DA	247.66±(120.28)	284.66±(138.31)	294.66±(141.73)	271.70±(104.98)	0.61
DE	263.94±(97.15)	306.31±(130.71)	335.12±(128.58)	250.57±(93.58)	0.01
SA	223.60±(81.74)	240.61±(103.44)	238.52±(117.15)	217.57±(80.02)	0.71

Legendas: mV – microvolts; SDSO – sem dor e sem discinesia; CDCD – com dor e com discinesia; CDSO – com dor e sem discinesia; SDCO – sem dor e com discinesia; DP – desvio padrão; P>0,05. BB - bíceps braquial, TD – trapézio descendente, TT – trapézio transversal, TA – trapézio ascendente, DC – deltóide clavicular, DA – deltóide acromial, DE – deltóide espinal, SA – serrátil anterior.

Flexão

Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos durante a fase de subida e descida no movimento de flexão para nenhum dos músculos avaliados (tabela 3).

Tabela 3. Dados da média e desvio padrão da eletromiografia (mV) dos músculos avaliados, durante a fase de subida e descida do braço no movimento de flexão.

Grupos	SDSD	CDCD	CDSD	SDCD	Valor de P
	Média±(DP)	Média±(DP)	Média±(DP)	Média±(DP)	
BB	164.47±(76.65)	211.42±(154.29)	163.84±81.49)	194.15±(106.77)	0.32
TD	260.80±(110.29)	279.03±(121.16)	314.78±104.29)	278.41±(160.23)	0.54
TT	193.73±(72.71)	209.21±(88.92)	234.76±88.59)	206.03±(106.28)	0.47
TA	154.74±(160.48)	190.81±(154.43)	163.29±87.58)	176.78±(127.23)	0.78
DC	326.61±(155.03)	314.39±(156.45)	321.48±132.91)	330.90±(140.72)	0.97
DA	131.90±(101.68)	143.87±(88.95)	167.60±122.07)	158.23±(96.61)	0.62
DE	113.70±(57.28)	139.22±(81.04)	138.19±94.81)	96.15±(50.19)	0.04
SA	294.58±(116.91)	282.72±(140.49)	299.84±133.35)	270.12±(109.86)	0.78

Legendas: mV – microvolts; SDSD – sem dor e sem discinese; CDCD – com dor e com discinese; CDSD – com dor e sem discinese; SDCD – sem dor e com discinese; DP – desvio padrão; P>0,05. BB - bíceps braquial, TD – trapézio descendente, TT – trapézio transversal, TA – trapézio ascendente, DC – deltóide clavicular, DA – deltóide acromial, DE – deltóide espinal, SA – serrátil anterior.

Força

Não foram encontradas diferenças significantes entre os grupos durante a fase de subida e descida no movimento de flexão para nenhum dos músculos avaliados (tabela 4).

Tabela 4. Dados da média e (desvio padrão) da força muscular (%MC) isométrica dos músculos avaliados por dinamometria manual.

Grupos	SDSD	CDCD	CDSO	SDCO	Valor de P
	Média±(DP)	Média±(DP)	Média±(DP)	Média±(DP)	
TD	14.44±(6.54)	19.33±(8.21)	16.91±(6.56)	16.39±(6.40)	0.09
TT	10.77±(4.33)	13.46±(5.68)	11.11±(4.39)	12.59±(4.69)	0.15
TA	11.29±(4.96)	11.36±(3.88)	10.39±(4.95)	13.69±(5.16)	0.03
SA	21.65±(8.44)	24.28±(8.90)	22.90±(7.27)	23.03±(8.46)	0.74
Abd 90°	7.27±(3.21)	7.22±(3.22)	7.25±(6.12)	8.23±(3.14)	0.65
Add 90°	10.90±(4.99)	10.92±(4.58)	9.69±(4.07)	10.66±(3.96)	0.70
RL	8.52±(3.33)	8.89±(2.70)	8.33±(3.14)	8.79±(3.16)	0.89
RM	9.33±(3.77)	10.30±(3.46)	9.33±(4.35)	10.49±(3.68)	0.51

Legendas: % - porcentagem; MC – massa corpórea; SDSO – sem dor e sem discinesia; CDCD – com dor e com discinesia; CDSO – com dor e sem discinesia; SDCO – sem dor e com discinesia; DP – desvio padrão; P>0,05; ° - graus, CCI - Coeficiente de correlação intraclassa (0.93 – 0.99). TD – trapézio descendente, TT – trapézio transversal, TA – trapézio ascendente, SA – serrátil anterior, Abd 90° - abdutores a noventa graus, Add 90° - adutores a noventa graus, RL – rotadores laterais, RM – rotadores mediais.

3.1.4 Discussão

Esse estudo investigou possíveis diferenças na atividade EMG e força muscular isométrica em indivíduos com e sem SIS e discinese e não confirmou a hipótese de que indivíduos com ou sem dor, assim como a presença ou não da discinese escapular apresentam atividade EMG e força diferentes durante a abdução e flexão do ombro. Os resultados deste estudo mostraram que os valores da atividade EMG dos músculos escapulotorácicos e do ombro foram semelhantes entre os grupos avaliados, tanto na fase de subida quanto na descida do braço, o que pressupõem não haver diferença entre os grupos com discinese e SIS quando avaliadas as variáveis EMG e força muscular (Larsen et. al, 2013) (65), (Moraes et. al, 2008) (66).

Nos últimos 10 anos é possível sintetizar e concluir que até o momento o comportamento muscular em pacientes com SIS com base em três revisões sistemáticas é inconsistente e inconclusivo. Em 2010 Chester et al. mostram não haver diferença na atividade muscular no serrátil anterior e encontraram evidência limitada e discordância sobre diferenças na atividade EMG no trapézio descendente, transverso e ascendente e resultados concordantes mostrando atraso no recrutamento do trapézio descendente, ascendente e serrátil anterior ao investigarem diferenças de todos os músculos do ombro entre sujeitos com e sem SIS durante várias tarefas. Também não encontraram evidências de diferença na amplitude EMG no supraespinal, redondo menor, bíceps, deltóide clavicular e espinal e apenas evidência limitada de alguma diferença durante algumas tarefas para o infraespinal, subescapular, deltóide acromial e latíssimo do dorso. Em 2014 Struyf et al. mostraram evidência moderada de que pacientes com SIS ativam menos o trapézio ascendente e o serrátil anterior e ativam mais o trapézio descendente, no entanto não chegaram a um consenso quanto as alterações de recrutamento dos músculos periescapulares. Em 2017, Kinsella e Pizzari identificaram que independentemente da tarefa, carga ou posição do braço, há evidência limitada de diferenças significativas para os músculos escapulares, manguito rotador e outros músculos sinérgicos. Apesar de resultados inconclusivos observados para o trapézio descendente, transverso e ascendente em relação à amplitude e ao tempo, há evidência de co-ativação do trapézio descendente em relação ao trapézio transverso

e ascendente, assim como menor amplitude, atraso e antecipação do término da ativação do serrátil anterior em poucos estudos.

Apesar das inconsistências a respeito da EMG, alterações da ativação muscular ou coordenação e rigidez dos tecidos moles têm sido associadas à discinese escapular e a SIS (Kibler et al., 2013). Por se tratar de uma alteração do movimento pesquisadores e clínicos inevitavelmente associam o movimento aparentemente anormal da escápula à fraqueza e alteração da atividade dos músculos periescapulares (67) Especificamente, a ativação excessiva do trapézio descendente com inibição da ativação do trapézio ascendente do serrátil anterior tem sido proposta como relacionada à cinemática escapular alterada. No entanto, a literatura é insuficiente para explicar como é o comportamento muscular tanto do ponto de vista da atividade EMG quanto da força muscular em pacientes com SIS e discinese (30). Apenas 3 estudos avaliaram a atividade muscular em pacientes com dor no ombro na presença ou não de discinese, destes, apenas 1 estudo avaliou pacientes com SIS.

Lopes et al. (2015) encontraram maior atividade do trapézio descendente entre os ângulos de 30 – 60° durante o movimento de flexão do braço em pacientes com SIS, com e sem discinese. Huang et al. (2015) estudaram adultos com dor unilateral no ombro e identificaram diferença na EMG durante o movimento de elevação no plano da escápula apenas na fase de descida. Maior atividade do trapézio descendente foi detectada acima de 120° em pacientes com proeminência da borda medial e abaixo de 120° nos que apresentavam proeminência do ângulo inferior e borda medial associado; menor atividade do serrátil anterior foi observada em pacientes com proeminência do ângulo inferior, proeminência da borda medial e quando as duas alterações estavam presentes, e menor atividade do trapézio ascendente nos pacientes com proeminência do ângulo inferior e borda medial associados comparados aos pacientes sem discinese. Em contrapartida ao compararem pacientes adultos com dor e discinese, Huang et al. (2016) encontraram maior atividade com diferenças apenas na EMG do trapézio descendente entre 90 – 60° nos participantes que apresentavam proeminência do ângulo inferior e menor atividade do trapézio ascendente entre 60 – 30° nos pacientes que apresentavam proeminência da borda medial somente na fase de descida do movimento do braço no plano da escápula.

A discinese escapular foi identificada não apenas em pacientes com disfunção no ombro, mas também em atletas. Alguns estudos demonstram necessidade de estabilidade escapular, sugerindo que músculos periescapulares mais fortes e padrões de posicionamento e movimento escapulares são desejáveis nesta população (68), (69), enquanto outros advogam a favor do aumento do risco de dor crônica no ombro por falta de maior rotação para cima ou menor flexibilidade do músculo peitoral menor (70), (71), (72). No entanto, poucos são os estudos que indicam fraqueza relativa dos músculos escapulares e periescapulares em indivíduos não atletas com discinese. Apenas os estudos de Sakamoto et al (2016) e Hannah et al (2017) mostram maior força nos músculos rotadores laterais em indivíduos saudáveis avaliados na posição sentada e menor razão entre as posições sentada e de prono para quem apresentava discinese (53), enquanto nenhuma diferença na força muscular em adultos jovens saudáveis com e sem discinese foi encontrada para os músculos trapézio descendente, transverso e ascendente, serrátil anterior, supraespal e rotadores laterais e mediais (57). Assim, este estudo acrescenta novas informações à literatura mostrando não haver diferença na força muscular avaliada por meio de dinamometria manual em indivíduos saudáveis e com SIS na presença e ausência de discinese.

O medo e prevenção da dor durante o movimento, composto de elementos psicofisiológicos, comportamentais, cognitivos e a consequente prevenção da dor são componentes fundamentais da via neural de prevenção do medo onde o medo é compreendido por uma reação emocional a uma ameaça instantânea enquanto a dor incorpora aspectos psicológicos, sociais e patológicos (72), (73). Especula-se que crenças relacionadas à dor, como movimentos vigorosos podem agravar a dor, iniciando um feedback inibitório por meio da excitação dos órgãos de golgi, levando a redução do impulso neural com subsequente impacto no recrutamento muscular durante contrações isométricas (74). O fato deste estudo ter comparado grupos com a presença de dor, redução da função, cinesiofobia e catastrofização parece não interferir na atividade EMG e na força muscular e não ter associação com a discinese escapular.

A presença de variabilidade inerente a cada indivíduo é associada à condições osteomusculares de dor (75). Padrões de ativação muscular semelhantes foram encontrados durante tarefas com elevação do braço entre indivíduos com dor induzida comparado à ausência de dor, mesmo quando os padrões de movimentos

foram diferentes (76), (77).

Pacientes com dor no ombro apresentam uma série de estratégias de recrutamento muscular e adaptação heterogênea no controle motor em resposta à dor devido à variabilidade (75), (78) e da reorganização dinâmica da atividade muscular sob condições dolorosas (79). É possível que exista uma relação positiva entre a resposta individual à dor e o aumento da variabilidade do controle motor (76), acredita-se que a maior variabilidade motora diminua o risco de lesão (79) devido ao sistema nervoso central experimentar várias vias motoras para realizar de forma satisfatória um movimento e assim preservar o tecido que gera dor (77). Além disto é possível em algumas situações que a reorganização do controle motor para realizar uma tarefa não altere o padrão de movimento em resposta à um estímulo doloroso (80). Isso por que a variabilidade motora pode ser resultado de uma atividade muscular discreta e contínua (81).

Limitações

Esta pesquisa foi realizada com participantes que apresentavam SIS, lesão esta que pode ser caracterizada por diferentes lesões musculoesqueléticas. No entanto, foi seguido o protocolo de avaliação e diagnóstico clínico proposto na literatura.

Utilizamos um sistema de oito canais para realizar a avaliação eletromiográfica, porém um número maior de músculos avaliados poderia fornecer mais informações sobre a condição dos indivíduos avaliados.

A coleta dos dados de força foi feita durante a contração isométrica e forneceram informações apenas em um único momento, talvez a contração isotônica forneça informações diferentes para indivíduos com e sem SIS e discinese escapular.

Conclusão

A eletromiografia e a força dos músculos escapulotorácicos e do ombro não podem ser consideradas variáveis principais durante a avaliação de indivíduos com e sem dor e discinese no ombro, durante os movimentos no plano sagital e frontal. Deste modo podemos dizer que não há diferença na força e atividade EMG entre os grupos com ou sem SIS e discinese escapular. Sugerimos que novas pesquisas devem ser realizadas, correlacionando a cinemática escapular, movimentos funcionais e diferentes níveis de carga durante a execução dos movimentos.

3.1.5 Referências

1. Van der Heijden GJ. Shoulder disorders: a state-of-the-art review. *Baillieres Best Pract Res Clin Rheumatol*. 1999;13(2):287–309.
2. 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 Disord*. 2010;11:45.
3. Ayatollahi K, Okhovatian F, Kalantari KK, Baghban AA. A comparison of scapulothoracic muscle electromyographic activity in subjects with and without subacromial impingement syndrome during a functional task. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2017;21(3):719–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.12.002>
4. Macfarlane GJ, Hunt IM, Silman AJ. Predictors of chronic shoulder pain: a population based prospective study. *J Rheumatol*. 1998 Aug;25(8):1612–5.
8. COFIELD RH. The Shoulder in Sports. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 1984;59(3):157–64. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)60768-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0025-6196(12)60768-X)
9. Luime J, Koes B, Hendriksen I, Burdorf A, Verhagen A, Miedema H, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol* [Internet]. 2004;33(2):73–81. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03009740310004667>
10. Ratcliffe E, Pickering S, Mclean S, Lewis J. Is there a relationship between subacromial impingement syndrome and scapular orientation? A systematic review. *Br J Sports Med* [Internet]. 2014;48(16):1251–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/>
11. Clausen MB, Witten A, Holm K, Christensen KB, Attrup ML, Hölmich P, et al. Glenohumeral and scapulothoracic strength impairments exists in patients with subacromial impingement, but these are not reflected in the shoulder pain and disability index. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):1–10.
12. Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and

- glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(2):90–104.
14. Hbert LJ, Moffet H, McFadyen BJ, Dionne CE. Scapular behavior in shoulder impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil [Internet].* 2002;83(1):60–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2002.27471>
 15. Page P. Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *Int J Sports Phys Ther.* 2011 Mar;6(1):51–8.
 17. Lin JJ, Hsieh SC, Cheng WC, Chen WC, Lai Y. Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome. *J Orthop Res.* 2011;29(5):653–7.
 18. Lopes AD, Timmons MK, Grover M, Ciconelli RM, Michener LA. Visual scapular dyskinesis: Kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil [Internet].* 2015;96(2):298–306. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.09.029>
 19. Keshavarz R, Bashardoust Tajali S, Mir SM, Ashrafi H. The role of scapular kinematics in patients with different shoulder musculoskeletal disorders: A systematic review approach. *J Bodyw Mov Ther [Internet].* 2017;21(2):386–400. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.09.002>
 20. Warner JJ, Micheli LJ, Arslanian LE, Kennedy J, Kennedy R. Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moiré topographic analysis. *Clinical orthopaedics and related research.* 1992. p. 191–9.
 21. Lukasiewicz a C, McClure P, 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):574–83; discussion 584-586.
 22. Graichen H, Stammberger T, Bonél H, Wiedemann E, Englmeier KH, Reiser M, et al. Three-dimensional analysis of shoulder girdle and supraspinatus motion patterns in patients with impingement syndrome. *J Orthop Res.* 2001;19(6):1192–8.

23. Lin JJ, Hanten WP, Olson SL, Roddey TS, Soto-Quijano DA, Lim HK, et al. Functional activity characteristics of individuals with shoulder dysfunctions. *J Electromyogr Kinesiol*. 2005;15(6):576–86.
24. Lawrence RL, Braman JP, Laprade RF, Ludewig PM. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals With and Without Shoulder Pain, Part 1: Sternoclavicular, Acromioclavicular, and Scapulothoracic Joints. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2014;44(9):636-A8. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2014.5339>
25. Hotta GH, Santos AL, McQuade KJ, de Oliveira AS. Scapular-focused exercise treatment protocol for shoulder impingement symptoms: Three-dimensional scapular kinematics analysis. *Clin Biomech* [Internet]. 2018;51(December 2017):76–81. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.12.005>
26. Huang T-S, Ou H-L, Huang C-Y, Lin J-J. Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis. *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2015;24(8):1227–34. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1058274615000087>
27. Bandholm T, Rasmussen L, Aagaard P, Jensen BR, Diederichsen L. Force steadiness, muscle activity, and maximal muscle strength in subjects with subacromial impingement syndrome. *Muscle and Nerve*. 2006;34(5):631–9.
28. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: Which exercises to prescribe? *Am J Sports Med*. 2007;35(10):1744–51.
29. Kibler W Ben, Ludewig PM, McClure PW, Uhl TL, Sciascia AD. Scapular Summit 2009: Introduction. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2009;39(11):1–13.
30. Kibler W Ben, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD, et al. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the ‘scapular summit.’ *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47(14):877–85. Available from: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsports-2013-092425>
31. Holmgren T, Hallgren HB, Öberg B, Adolfsson L, Johansson K. Effect of

- specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome: Randomised controlled study. *Br J Sports Med.* 2014;48(19):1456–7.
32. Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: An evidence-based review. *Br J Sports Med.* 2010;44(5):319–27.
33. Saito H, Harrold ME, Cavalheri V, McKenna L. Scapular focused interventions to improve shoulder pain and function in adults with subacromial pain: A systematic review and meta-analysis. *Physiother Theory Pract* [Internet]. 2018;00(00):1–18. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593985.2018.1423656> <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29351510>
34. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Moreira RFC, Pires ED, Camargo PR. Effectiveness of physical therapy treatment of clearly defined subacromial pain: A systematic review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med.* 2016;50(18):1124–34.
35. Klintberg IH, Cools AMJ, Holmgren TM, Holzhausen ACG, Johansson K, Maenhout AG, et al. Consensus for physiotherapy for shoulder pain. *Int Orthop.* 2015;39(4):715–20.
36. Haahr JP, Østergaard S, Dalsgaard J, Norup K, Frost P, Lausen S, et al. Exercises versus arthroscopic decompression in patients with subacromial impingement: A randomised, controlled study in 90 cases with a one year follow up. *Ann Rheum Dis.* 2005;64(5):760–4.
37. Brox JI, Gjengedal E, Uppheim G, Bøhmer AS, Brevik JI, Ljunggren AE, et al. Arthroscopic surgery versus supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome): A prospective, randomized, controlled study in 125 patients with a 21/2-year follow-up. *J Shoulder Elb Surg.* 1999;8(2):102–11.
38. Kukkonen J, Joukainen A, Lehtinen J, Mattila KT, Tuominen EKJ, Kauko T, et al. Treatment of non-traumatic rotator cuff tears: A randomised controlled trial with one-year clinical results. *Bone Jt J.* 2014;96 B(1):75–81.

39. Kuhn JE, Dunn WR, Sanders R, An Q, Baumgarten KM, Bishop JY, et al. Effectiveness of physical therapy in treating atraumatic full-thickness rotator cuff tears: A multicenter prospective cohort study. *J Shoulder Elb Surg*. 2013;22(10):1371–9.
40. Pieters L, Lewis J, Kuppens K, Jochems J, Bruijstens T, Joossens L, et al. An Update of Systematic Reviews Examining the Effectiveness of Conservative Physiotherapy Interventions for Subacromial Shoulder Pain. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2019;1–33. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31726927>
41. Hjerstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, Caraceni A, Hanks GW, Loge JH, et al. Studies comparing numerical rating scales, verbal rating scales, and visual analogue scales for assessment of pain intensity in adults: A systematic literature review. *J Pain Symptom Manage* [Internet]. 2011;41(6):1073–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016>
42. Martins J, Napoles BV, Hoffman CB, Oliveira AS. The Brazilian version of shoulder pain and disability index - translation, cultural adaptation and reliability | Versão brasileira do shoulder pain and disability index: Tradução, adaptação cultural e confiabilidade. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(6):527–36.
43. Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): Validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:1–7.
44. Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC, Murphy KP. Reliability and Diagnostic Accuracy of 5 Physical Examination Tests and Combination of Tests for Subacromial Impingement. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2009;90(11):1898–903. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2009.05.015>
45. Alqunae M, Galvin R, Fahey T, M AA, Galvin R, Diagnostic FT. Diagnostic Accuracy of Clinical Tests for Subacromial Impingement Syndrome: A Systematic Review and. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2012;93(2):229–36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.08.035>

46. Rossi DM, Pedroni CR, Martins J, De Oliveira AS. Intrarater and interrater reliability of three classifications for scapular dyskinesis in athletes. *PLoS One*. 2017;12(7):1–10.
47. Gonçalves D, Politti F, Bley A, Garbelotti S, Correa J, Lucareli P. Does the assessor's experience matter when we evaluate the kinematics of the upper limb? *Gait Posture* [Internet]. 2017;57:182–3. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0966636217305805>
48. Stegeman D, Hermens H. Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). *Línea* Dispon en [http://www med ...](http://www.med...) [Internet]. 2007;(January):108–12. Available from: <http://www.seniam.org/%5Cnhttp://www.med.uni-jena.de/motorik/pdf/stegeman.pdf>
49. Stickler L, Finley M, Gulgin H. Relationship between hip and core strength and frontal plane alignment during a single leg squat. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2015;16(1):66–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.05.002>
50. IJspeert J, Kerstens HCJW, Janssen RMJ, Geurts ACH, van Alfen N, Groothuis JT. Validity and reliability of serratus anterior hand held dynamometry. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):1–8.
51. Michener L a, 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(11):1128–38.
52. Kato M. Test-retest reliability of isometric shoulder muscle strength measurement with a handheld dynamometer and belt. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1719–22.
53. Uga D, Nakazawa R, Sakamoto M. Strength and muscle activity of shoulder external rotation of subjects with and without scapular dyskinesis. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2016;28(4):1100–5. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/4/28_jpts-2015-1010/_article
54. Van Harlinger W, Blalock L, Merritt JL. Upper Limb Strength: Study Providing Normative Data for aClinical Handheld Dynamometer. *PM R* [Internet]. 2015;7(2):135–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.09.007>

55. Wu G, Van Der Helm FCT, Veeger HEJ, Makhsous M, Van Roy P, Anglin C, et al. 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(5):981–92.
56. Day JM, Bush H, Nitz AJ, Uhl TL. Arm dominance does not influence measures of scapular muscle strength and endurance in healthy individuals. *Physiother Pract Res*. 2015;36(2):87–95.
57. Hannah DC, Scibek JS, Carcia CR. Strength Profiles in Healthy Individuals With and Without Scapular Dyskinesis. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2017;12(3):305–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28593084><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5455188>
58. Martins J, Napoles BV, Hoffman CB, Oliveira AS. The Brazilian version of shoulder pain and disability index - translation, cultural adaptation and reliability | Versão brasileira do shoulder pain and disability index: Tradução, adaptação cultural e confiabilidade. *Rev Bras Fisioter*. 2010;14(6):527–36.
59. De Souza FS, Da Silva Marinho C, Siqueira FB, Maher CG, Costa LOP. Psychometric testing confirms that the Brazilian-Portuguese adaptations, the original versions of the fear-avoidance beliefs questionnaire, and the Tampa Scale of Kinesiophobia have similar measurement properties. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(9):1028–33.
60. Sehn F, Chachamovich E, Vidor LP, Dall-Agnol L, de Souza IC, Torres IL, et al. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Brazilian Portuguese Version of the Pain Catastrophizing Scale. *Pain Med* [Internet]. 2012;13(11):1425–35. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=23036076
61. Orfale AG, Araújo PMP, Ferraz MB, Natour J. Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. *Brazilian J Med Biol Res*. 2005;38(2):293–302.

62. Mintken PE, Glynn P, Cleland JA. Psychometric properties of the shortened disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (QuickDASH) and Numeric Pain Rating Scale in patients with shoulder pain. *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2009;18(6):920–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2008.12.015>
63. Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): Validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:1–7.
64. Mintken PE, Cleland JA, Whitman JM, George SZ. Psychometric Properties of the Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire and Tampa Scale of Kinesiophobia in Patients With Shoulder Pain. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2010;91(7):1128–36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.04.009>
65. Larsen CM, Sjøgaard K, Chreiteh SS, Holtermann A, Juul-Kristensen B. Neuromuscular control of scapula muscles during a voluntary task in subjects with Subacromial Impingement Syndrome. A case-control study. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2013;23(5):1158–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.04.017>
66. De Morais Faria CDC, Teixeira-Salmela LF, De Paula Goulart FR, De Souza Moraes GF. Scapular muscular activity with shoulder impingement syndrome during lowering of the arms. *Clin J Sport Med*. 2008;18(2):130–6.
67. Cools AM. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med* [Internet]. 2004;38(1):64–8. Available from: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsm.2003.004952>
68. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA, Ricci RD, Lephart SM. Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. *J Athl Train*. 2008;43(6):565–70.
69. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Velde A Vande, Palmans T, Witvrouw

- EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2010;44(9):678–84.
70. Silva RT, Hartmann LG, De Souza Laurino CF, Biló JPR. Clinical and ultrasonographic correlation between scapular dyskinesia and subacromial space measurement among junior elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2010;44(6):407–10.
71. Kawasaki T, Yamakawa J, Kaketa T, Kobayashi H, Kaneko K. Does scapular dyskinesia affect top rugby players during a game season? *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2012;21(6):709–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2011.11.032>
72. Lentz TA, Barabas JA, Day TIM, Bishop MD, George SZ. The relationship of pain intensity, physical impairment, and pain-related fear to function in patients with shoulder pathology. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(4):270–7.
73. Nicholas Carleton R, Asmundson GJG, Collimore KC, Ellwanger J. Strategic and automatic threat processing in chronic musculoskeletal pain: A startle probe investigation. *Cogn Behav Ther.* 2006;35(4):236–47.
74. Graven-Nielsen T, Lund H, Arendt-Nielsen L, Danneskiold-Samsøe B, Bliddal H. Inhibition of maximal voluntary contraction force by experimental muscle pain: a centrally mediated mechanism. *Muscle Nerve.* 2002 Nov;26(5):708–12.
75. Hodges PW, Tucker K. Moving differently in pain: A new theory to explain the adaptation to pain. *Pain* [Internet]. 2011;152(SUPPL.3):S90–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2010.10.020>
76. Moseley GL, Hodges PW. Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain: A risk factor for chronic trouble? *Behav Neurosci.* 2006;120(2):474–6.
77. Muceli S, Falla D, Farina D. Reorganization of muscle synergies during multidirectional reaching in the horizontal plane with experimental muscle pain. *J Neurophysiol.* 2014;111(8):1615–30.

78. Struyf F, Lluch E, Falla D, Meeus M, Noten S, Nijs J. Influence of shoulder pain on muscle function: implications for the assessment and therapy of shoulder disorders. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(2):225–34.
79. Madeleine P. On functional motor adaptations: From the quantification of motor strategies to the prevention of musculoskeletal disorders in the neck-shoulder region. *Acta Physiol*. 2010;199(SUPPL. 679):1–46.
80. Gizzi L, Muceli S, Petzke F, Falla D. Experimental muscle pain impairs the synergistic modular control of neck muscles. *PLoS One*. 2015;10(9):1–19.
81. Svendsen JH, Madeleine P. Amount and structure of force variability during short, ramp and sustained contractions in males and females. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2010;29(1):35–47. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2009.09.001>.

3.2 Artigo 2

Análise das variáveis cinemáticas entre indivíduos com Síndrome do Impacto Subacromial (SIS) e grupo controle durante os movimentos de flexão e abdução do braço.

Resumo

A dor no ombro pode ser causada por diversos fatores, sendo a síndrome do impacto subacromial (SIS) a condição dolorosa que mais afeta 44% a 65% dos indivíduos com dor no ombro. As alterações cinemáticas na escápula, úmero e tronco têm sido observadas quando comparados os grupos com e sem SIS. No entanto, não são muitas as pesquisas que avaliaram o movimento do ombro em toda a sua amplitude de movimento, analisando todo o campo vetorial da sua curva ao longo do tempo. Statistical Parametric Analyses (SPM) é um novo modelo estatístico que explora o uso da teoria de campo aleatório (RFT) mapeando a distribuição da curva gaussiana convencional, fornecendo uma estrutura objetiva para o teste de hipóteses fazendo uma análise em função do tempo e não pontualmente. Este estudo teve como objetivo avaliar a cinemática da escápula, úmero e tronco no movimento de flexão e abdução de ombro na fase de subida e descida entre os grupos com SIS e saudáveis (GC) usando o SPM. Os dados foram coletados em 117 participantes divididos em dois grupos: com SIS (n = 61) e GC (n = 56). Para a aquisição dos dados cinemáticos da escápula, úmero e tronco foi utilizado o sistema de cinemática tridimensional (Vicon) durante toda a execução do movimento em ambas as fases, subida e descida para os dois grupos SIS e GC. Na análise estatística foi utilizado o SPM e análise de variância para comparar os grupos. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os grupos no movimento de abdução nas variáveis de rotação para cima da escápula menor (15% a 90%) do ciclo; inclinação posterior menor (25% a 90%) do ciclo e rotação externa menor (0% a 100%) do ciclo, também houveram diferenças na rotação interna do úmero e na rotação lateral de tronco; já na flexão rotação para cima e inclinação posterior da escápula menor (0% a 100%) do ciclo e menor rotação interna do úmero no

grupo SIS. Nossos resultados mostram diferenças na cinemática de escápula, úmero e tronco, entre os grupos SIS e GC, em todo o ciclo de movimento, no plano sagital e frontal, apontando diferenças acima de 120° de elevação do braço e sugerindo uma outra forma de análise e interpretação desses dados através da SPM.

3.2.1 Introdução

A dor no ombro está entre as condições musculoesqueléticas mais comum na sociedade atualmente (1). Mais de 40% da população em geral já sentiu dor no ombro em algum momento da vida, sendo que mais de 20% da população com dor no ombro apresenta alguma desordem musculoesquelética (2).

A Síndrome de Impacto Subacromial (SIS) está entre as condições dolorosas que mais afetam o ombro (3). A incidência maior da SIS está presente em mulheres (66.7%) (4) quando comparado aos homens (13.3% - 21.4%) com idade entre 25 a 64 anos (5). A dor provocada pela SIS é resultado da compressão de tecidos moles como a bursa subacromial e o tendão do músculo supraespalhal abaixo do espaço subacromial, (6), isso ocorre durante a elevação do braço no plano sagital, frontal e movimentos acima da cabeça, principalmente dentro da amplitude do arco doloroso que corresponde de 70° a 120° (6)

Fatores intrínsecos e extrínsecos são associados à dor no ombro decorrente da SIS (7) como o mau alinhamento anatômico, alterações posturais (8), (9), lesão do manguito rotador (10), instabilidade glenoumeral (11), alteração da força dos músculos periescapulares (12), (13), (14), assim como alteração na atividade eletromiográfica do trapézio descendente, transverso, ascendente e serrátil anterior (12), (15), (16), (17), movimentos repetitivos acima da cabeça (10), fratura do tubérculo maior (18) e discinesia escapular (19). Sendo assim, por não haver uma causa específica e diversos fatores estarem relacionados à dor, a SIS é considerada uma condição multifatorial (20).

Estudos relatam menor inclinação posterior da escápula acima de 90° de elevação do braço e menor rotação para cima da escápula entre 30° e 60° de elevação do braço em comparação com pessoas saudáveis (Herberts et al.,

1984(21); Karduna et al., 2001(22); Lukaszewicz et al., 1999 (23); McClure et al., 2006 (24)). Durante a flexão do braço a rotação externa da escápula encontra-se reduzida nas fases de subida e descida, em pacientes com SIS na presença de discinese (Lopes et al.,2015)(25) . Em contrapartida, Ludewig e Cook (2000)(16) mostraram aumento da rotação para cima e da inclinação posterior e consideraram este movimento um mecanismo compensatório à dor para diminuir o movimento escapular durante a elevação do braço. Laudner et al. (2006)(26) também encontraram aumento significativo da inclinação posterior durante a elevação do braço no plano escapular. Em participantes onde a dor foi induzida foi observado padrões compensatórios semelhantes de movimento e aumento da rotação para cima comparado aos participantes sem dor (Wassinger et al., 2013)(27). Rossi et al. (2018)(28) demonstraram que pessoas assintomáticas com discinese tem maior inclinação anterior comparado aqueles que não tem discinese durante a fase de elevação e menor amplitude de inclinação anterior comparado aos participantes com dor.

O conhecimento teórico referente à cinemática do ombro tem sido construído com base em avaliações de ângulos com valores discretos, em geral valores específicos ou a média de um intervalo de ângulos do braço, que reduz a dimensionalidade examinando pontos específicos como valores máximos e mínimos. Embora esta abordagem nos permita identificar diferenças e alterações do movimento, há perda de informações relacionadas ao tempo e ao formato da série temporal que pode acrescentar resultados consistentes à literatura atual se uma nova abordagem na análise dos dados for feita, como o uso de análises baseada na teoria de sistemas dinâmicos (29) ou análise de componentes principais (Rossi et al. 2018) (28). Uma metodologia alternativa chamada mapeamento paramétrico estatístico (SPM) que explora o uso da teoria de campo aleatório (RFT), prevenindo erros do tipo 1 sob as comparações feitas entre os grupos (30). Mapeando diretamente a distribuição Gaussiana convencional para suavizar contínuos n-dimensionais, fornecendo uma estrutura objetiva para o teste de hipóteses usando conceitos estatísticos paramétricos ainda não foi usada e pode trazer benefícios em relação à análise dos movimentos escapulares. O SPM também foi adaptado para análises não paramétricas (31), e isso é chamado de mapeamento estatístico não paramétrico (SnPM). O SPM e o SnPM demonstraram aplicação em contextos de movimento

humano, como a análise de dados biomecânicos de séries temporais em chutes de futebol, movimentos de corrida e corte e técnicas de aterrissagem (32). A análise em função do tempo e não pontualmente, realizada por meio do SPM, pode exercer vantagem sobre os demais testes estatísticos, mostrando a diferença no espaço temporal (33) Sendo este o primeiro trabalho a utilizá-lo para avaliar a cinemática do ombro.

Diante deste cenário é possível afirmar que não há consenso na literatura no que diz respeito às alterações cinemáticas da escápula em pacientes com SIS. Consideramos que o uso de uma diferente abordagem para analisar os dados das séries temporais do tronco, escápula e braço de pessoas saudáveis e com SIS podem elucidar e acrescentar no entendimento das informações conflitantes encontradas até o momento nas avaliações cinemáticas do ombro.

Dessa forma a proposta deste estudo foi comparar a cinemática tridimensional da escápula, tronco e úmero durante a fase de subida e descida nos movimentos de flexão e abdução do ombro de um grupo de pessoas com SIS e um grupo sem dor, através de um novo modelo estatístico. Nossa hipótese foi que diferença nos movimentos escapulares de rotação para cima, inclinação anterior, rotação externa da escápula e inclinação posterior de tronco seriam encontradas.

3.2.2 Métodos

Participantes

Para este estudo foram recrutados 117 participantes, 41 homens e 76 mulheres, sendo 56 com dor (GSIS) e 61 sem dor (GC) no ombro, os participantes sem dor no ombro tiveram a avaliação realizada do lado dominante, os demais participantes tiveram o lado com dor avaliado (Tabela 1). O convite para participar da pesquisa foi feito por convite verbal, contato por telefone e redes sociais. A presente pesquisa foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Nove de Julho. Foram incluídos no grupo com dores participantes que apresentassem 3 dos 5 testes clínicos (Neer, Jobe,

Hawkins-Kennedy, Arco doloroso, Rotação lateral resistida) (34) positivos e realizasse no mínimo 130° de amplitude de movimento na flexão e abdução. Foram excluídos participantes que apresentassem dor ou instabilidade articular do ombro, sintomas relacionados às afecções da coluna cervical ou torácica, distúrbios psiquiátricos, psicológicos e desordens neurológicas, evidente redução da amplitude de movimento < 120°, estivesse sob efeito de medicamentos psicoterapêuticos e que apresentassem 1 ou mais resultados positivos nos testes clínicos, e tivesse sido submetido a algum tratamento fisioterapêutico nos últimos seis meses (35).

Tabela 1. Características demográficas e escores dos questionários dos participantes por grupo. Valores expressos em média e (desvio padrão).

	Grupo Controle (N = 61)	Grupo SIS (N=56)	Valor P (< 0,05)
Masculino	20	21	-
Feminino	41	35	-
Idade (anos)	22.3 (3.03)	26.9 (7.02)	< 0,05
Altura (cm)	166.5 (8.37)	166.8 (7.96)	> 0,05
IMC (Kg/m ²)	23.6 (2.96)	24.4 (3.53)	> 0,05
SPADI (0 – 100)			
FUNÇÃO	0.2 (1.16)	41.8 (16.77)	< 0,05
DOR	-	5.6 (1.81)	-
QuickDASH (0 – 100)	13.5 (3.35)	25.9 (7.04)	< 0,05
TAMPA	32.0 (8.49)	41.3 (6.54)	< 0,05
B-PCS	18.7 (9.14)	33.2 (9.25)	< 0,05

Abreviações: SIS – Síndrome do impacto subacromial; cm – centímetros; Kg/m² - quilogramas por metro quadrado; SPADI – Shoulder Pain Disability Index; QuickDASH – Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand; TAMPA – Escala de cinesiofobia; B-PCS – Escala de Pensamentos Catastróficos sobre a Dor.

Procedimentos e Instrumentação

Cada voluntário participou de 1 sessão de teste em momentos alternados, no primeiro momento foram realizadas a aplicação dos questionários Shoulder Pain Disability Index (SPADI-Br), Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (QuickDASH), Escala de Cinesiofobia (TAMPA) e Escala de Pensamentos Catastróficos sobre Dor (B-PCS). Após o participante era encaminhado para a

segunda parte da avaliação que consistiu na captura de movimentos de escápula, úmero e tronco com o uso da cinemática tridimensional. Um examinador independente, experiente em análise de movimento e colocação de marcadores foi responsável por realizar as avaliações.

Para aquisição dos dados cinemáticos, doze marcadores esféricos reflexivos de 14mm e quatro clusters rígidos compostos por 3 marcadores foram fixados nos voluntários e posicionados da seguinte maneira: na sétima vertebra cervical (C7), na oitava vertebra torácica (T8), no corpo do manúbrio do esterno, logo abaixo da incisura jugular (CLAV), 6cm abaixo do manúbrio no corpo do esterno (STRN), no ângulo superior (LAngS e RAngS) e inferior das escápulas (LAnGl e RAnGl), nos epicôndilos lateral (LELB e RELB) e medial (LELB2 e RELB2) do úmero. Dois clusters na região plana dos acrômios (LSC0, LSC1, LSC2 e RSC0, RSC1, RSC2) e outros dois clusters no terço médio dos úmeros (LUM0, LUM1, LUM2 e RUM0, RUM1, RUM2). Durante os trials dinâmicos os marcadores LAngS, RAngS, LAnGl, RAnGl, LELB, RELB, LELB2 e RELB2 foram removidos pois tinham como objetivo servir como referência anatômica aos clusters.

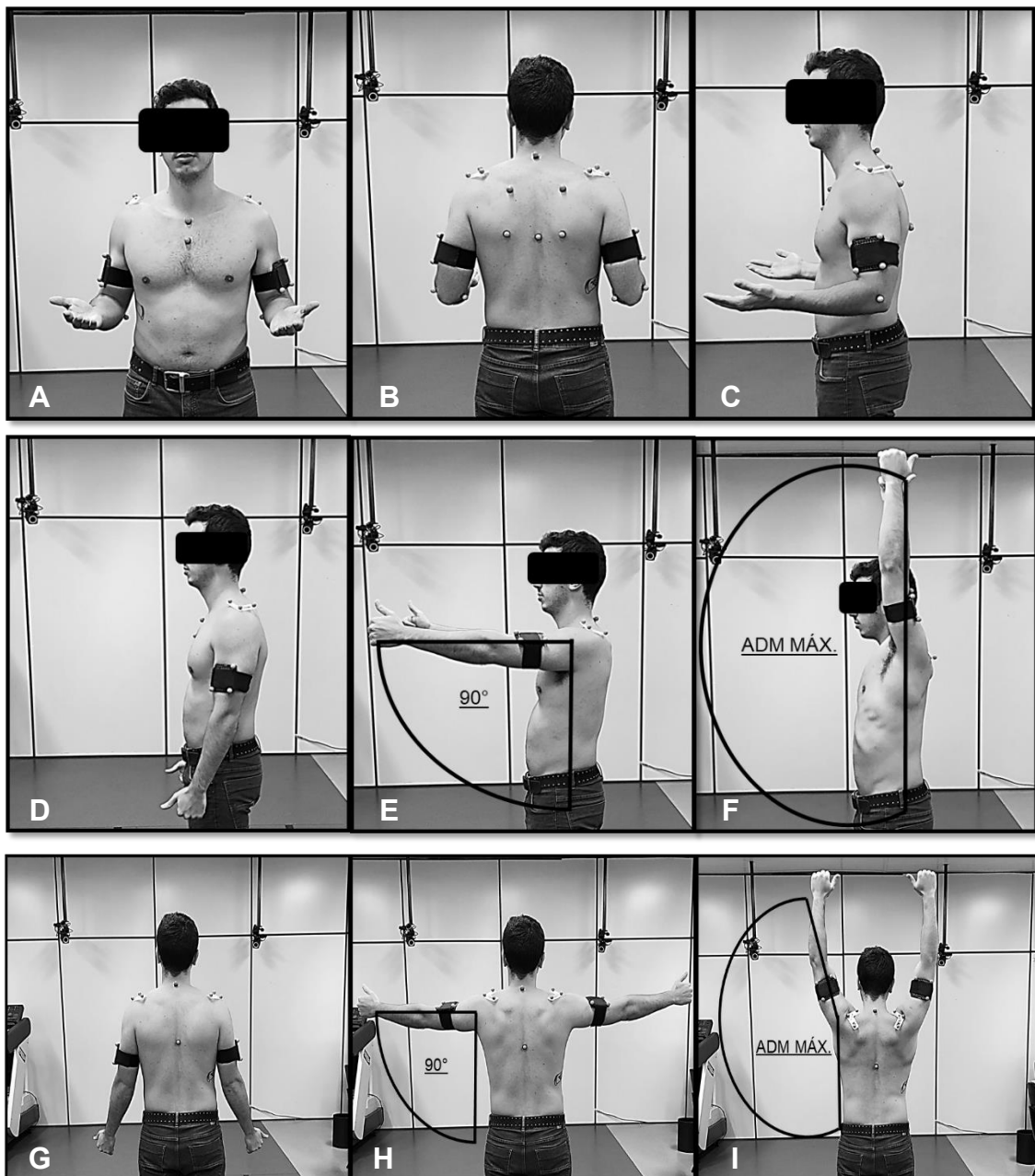


Figura 4. Coleta estática: A – anterior; B – posterior; C- lateral. Coleta dinâmica: D – flexão vista lateral; E – flexão vista lateral à 90°; F – flexão vista lateral em amplitude máxima; G – abdução vista posterior; H – abdução vista posterior à 90°; I – abdução vista posterior em amplitude máxima; ° - graus; ADM – amplitude de movimento; MÁX – máxima.

Para a captura dos dados foi utilizado um sistema de 8 câmeras Vicon® (Vicon Motion System Ltd., Oxford Metrics, UK). Cada câmera foi configurada em uma frequência de 120 Hz conectadas à um computador. Neste computador o software Vicon Nexus® (versão 2.9) foi usado para aquisição e processamento dos dados.

Processamento dos dados

O processamento foi realizado por um avaliador independente, após a reconstrução e nomeação dos marcadores, os ciclos de movimentos foram definidos usando a velocidade dos marcadores LUM0 e/ou RUM0. O início do ciclo foi terminado quando a velocidade fosse maior que 50mm/s e o final quando a velocidade fosse inferior a 50mm/s.

O modelo biomecânico preconizado por Gonçalves et. al, 2019 (36) foi usado para construção dos segmentos e estimativa dos centros articulares. Um filtro Woltring foi aplicado com 2 erros quadráticos médios (2 MSE) às trajetórias dos marcadores para reduzir os ruídos devido a movimentação de tecidos moles durante o movimento. A cinemática linear dos seguimentos tronco em relação ao sistema de coordenadas global do laboratório, do braço e ombro em relação às coordenadas locais do tronco nos três planos de movimento foram usadas para este estudo.

Análise estatística

O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para identificar se as variáveis eram paramétricas ou não, para as variáveis paramétricas e não paramétricas de tronco, úmero e escápula foi aplicado um teste-t independente bicaudal.

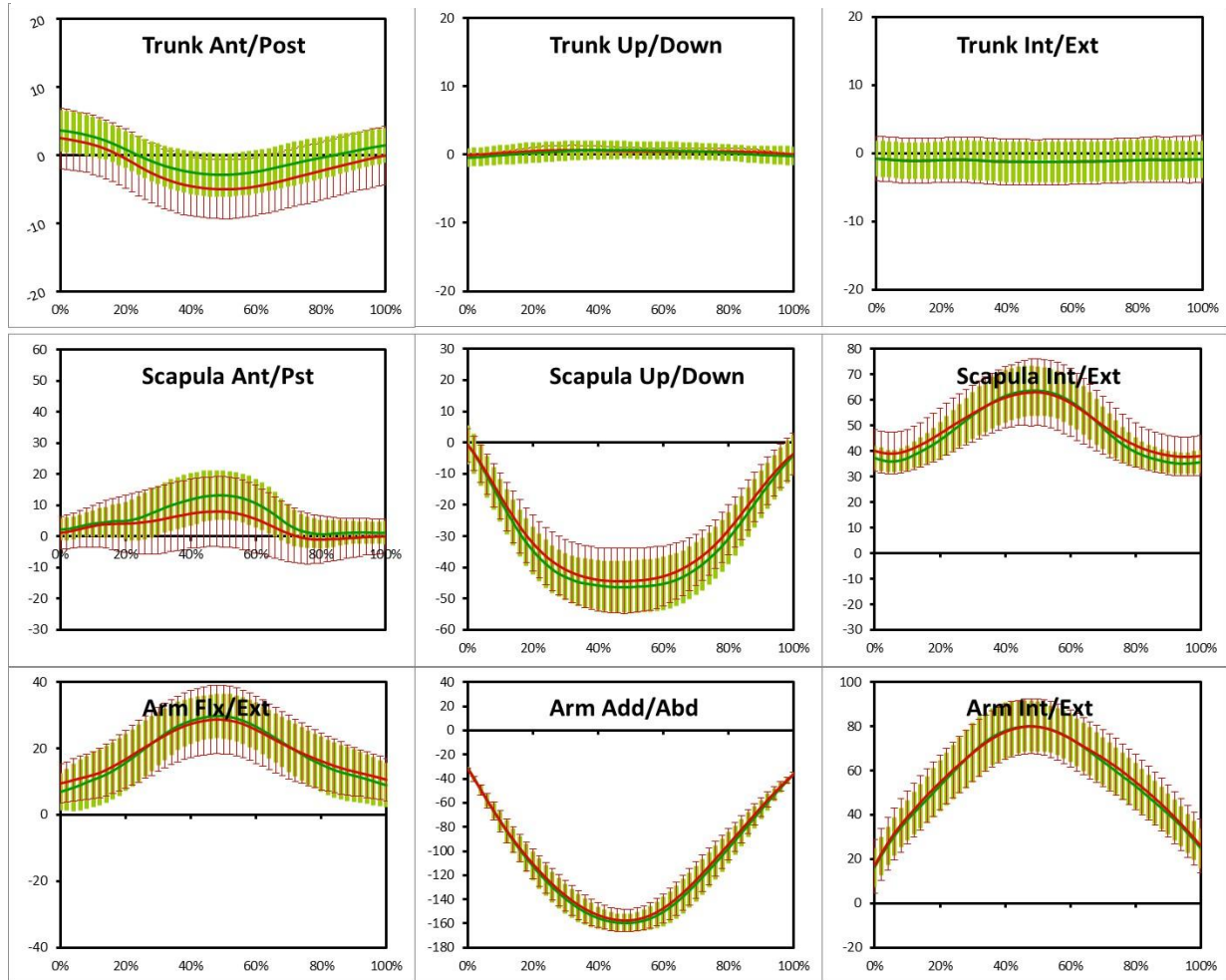
Com o objetivo de evitar vieses nos testes post hoc ou viés de covariância entre componentes (37), e identificar as fases do movimento com diferenças significativas entre o GSIS e o GC, uma análise estatística de campo vetorial (*vector-field*) (33), foi aplicada para análise cinemática. Para identificarmos em que instante no ciclo de movimento houve diferença estatística foram inseridos gráficos com o Statistic Parametric Mapping (SPM). As figuras representando cada movimento de cada segmento analisado possuem uma linha preta contínua mostra o post hoc de Bonferroni para os testes t. Quando esta linha cruza a linha tracejada vermelha uma diferença estatística foi encontrada entre os grupos representada pela área cinza. Um alfa de 5% foi considerado.

3.2.3 Resultados

Abdução

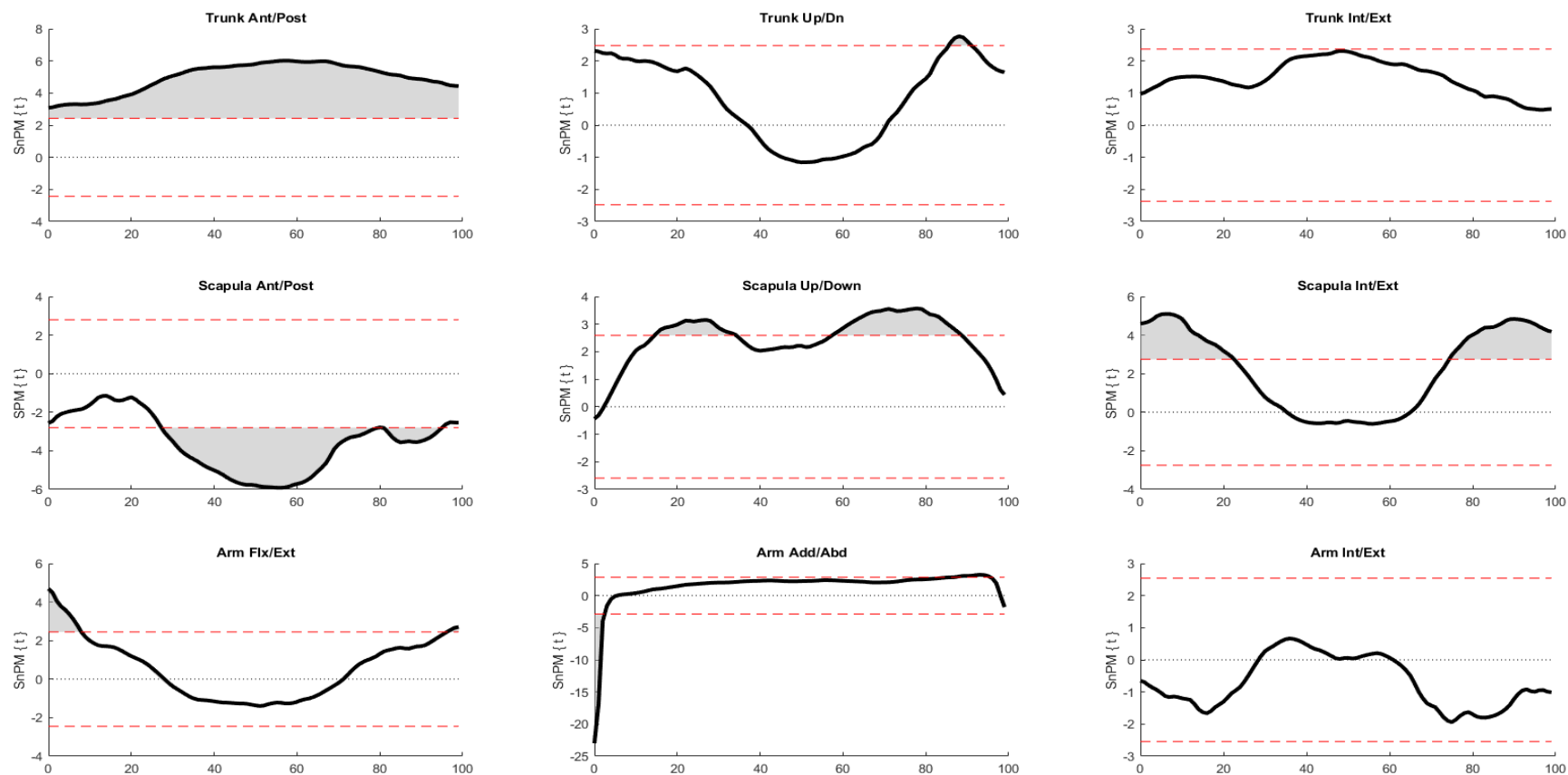
A comparação cinemática entre os grupos GSIS e GC mostram menor rotação para cima da escápula para o GSIS durante a fase de subida em torno de 15% a 40% e descida 55% a 90% do ciclo de movimento; maior rotação interna da escápula para o GSIS no início da fase de subida e fim da fase de descida em torno de 0% a 20% e 70% a 100% do ciclo de movimento; observamos diferença na inclinação posterior da escápula menor para o grupo GSIS cerca de 25% a 90% do ciclo de movimento; já no tronco observamos maior extensão do GSIS em 100% do ciclo do movimento; maior inclinação lateral no início da fase de subida e fim da fase de descida cerca de 85% a 95% do ciclo de movimento; já a rotação lateral de tronco não mostrou diferença em todo o seu ciclo de movimento; no úmero a diferença entre os grupos foi maior no movimento de flexão e abdução no início da fase de subida no GSIS, porém a diferença estatística é apontada apenas no início da fase de subida cerca de 0% a 10% do ciclo de movimento (figura 2), (figura 3).

Figura 2. Gráficos do movimento de tronco, escápula e úmero durante a abdução e adução do braço. Valores expressos em média e desvio padrão.



Abreviações: linha vermelha GSIS – grupo com síndrome do impacto subacromial; linha verde GC – grupo controle; Ant/Post – anterior e posterior; Up/Down – para cima/para baixo; Int/Ext – rotação interna e externa; Flex/Ext – flexão e extensão; Add/Abd – adução e abdução; Arm – braço; Scapula – escápula; Trunk - tronco.

Figura 3. Gráficos dos movimentos de escápula, tronco e úmero durante o movimento de abdução e adução do braço. Interpretação das diferenças entre os grupos GSIS e GC pela análise estatística do SPM

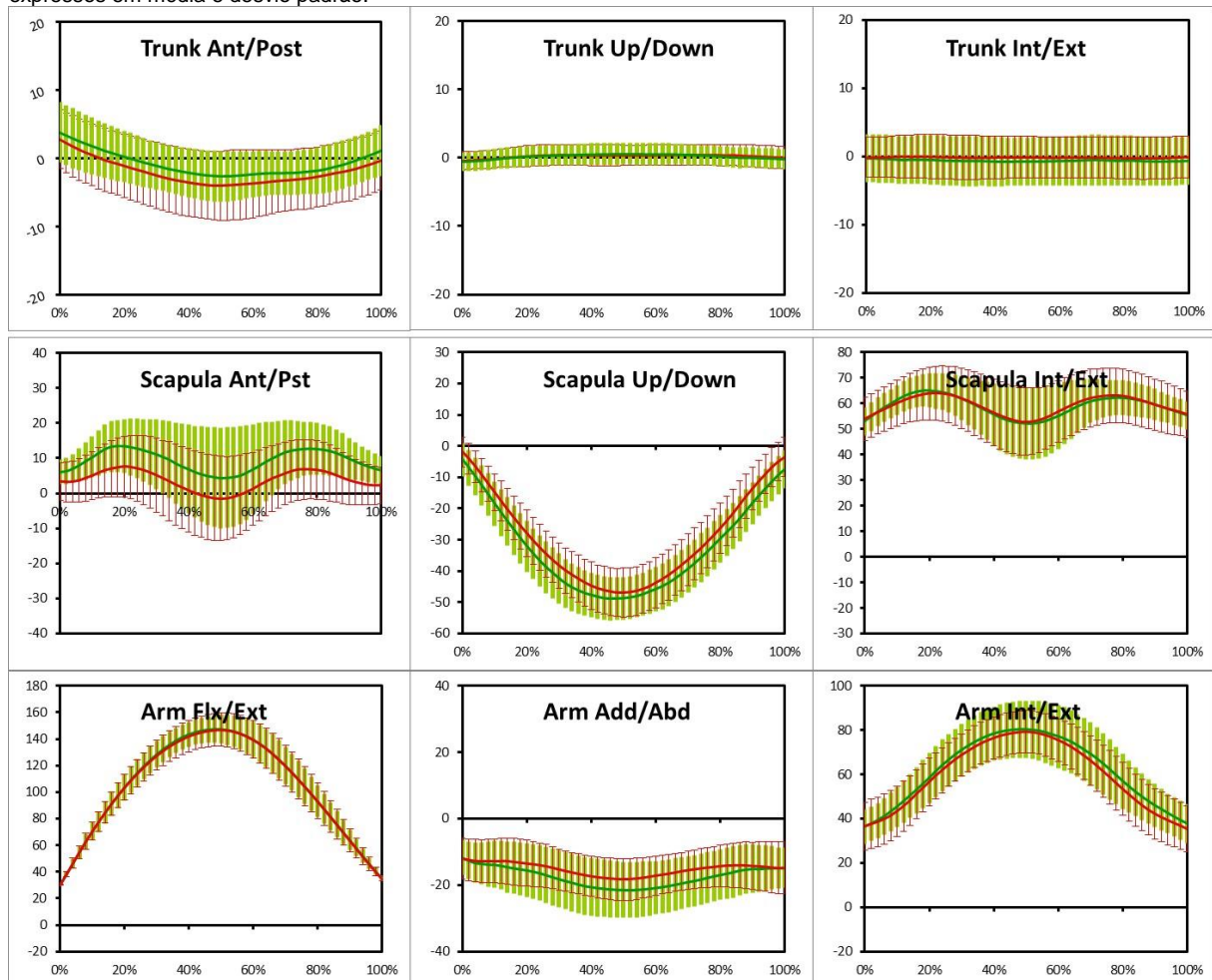


Abreviações: SPM – Statistic Parametric Mapping; SnPM – Statistic non-Parametric Mapping; Ant/Post – anterior e posterior; Up/Down – rotação para cima e para baixo e inclinação lateral; Int/Ext – rotação interna e externa; Flx/Ext – flexão e extensão; Add/Abd – adução e abdução; Linha preta – movimento dos segmentos; Área cinza – diferença entre os grupos; Eixo vertical – ciclo do movimento expresso em porcentagem.

Flexão

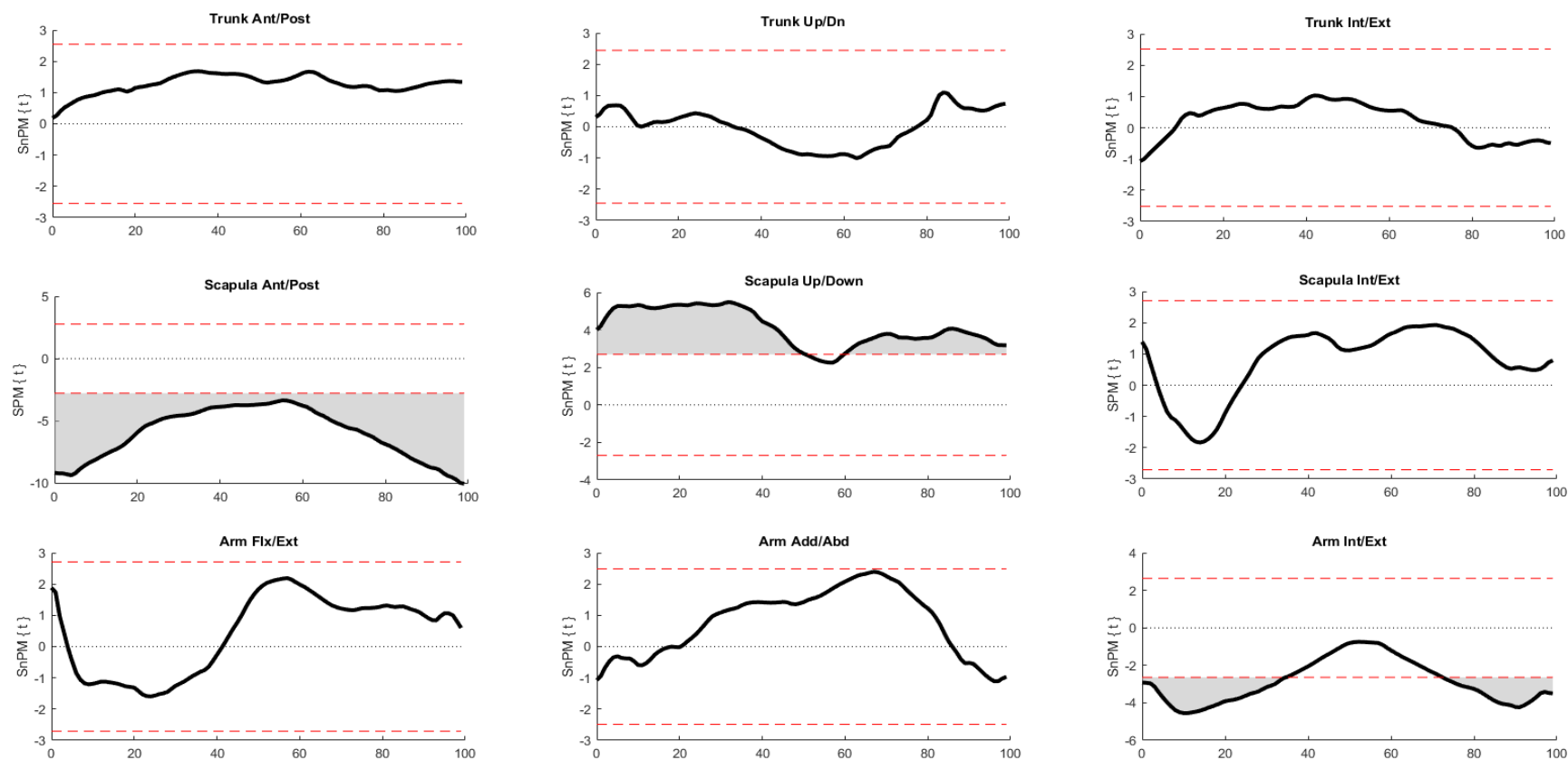
A avaliação entre os grupos GSIS e GC mostram diferença significativa para o movimento de rotação para cima da escápula, sendo estes movimentos menores no GSIS tanto na fase de subida quanto de descida, entre 0% e 55% e 60% e 100% do ciclo de movimento; menor inclinação posterior no GSIS em todo ciclo de movimento, maior entre 0% e 30% e de 70% a 100%; não foi encontrada diferença para os movimentos do tronco. O GSIS apresentou menor rotação interna do braço na fase de subida 0% a 35% e descida em torno de 70% a 100% do ciclo de movimento (figura 4), (figura 5).

Figura 4. Gráficos do movimento de tronco, escápula e úmero durante a flexão e extensão do braço. Valores expressos em média e desvio padrão.



Abreviações: linha vermelha GSIS – grupo com síndrome do impacto subacromial; linha verde GC – grupo controle; Ant/Post – anterior e posterior; Up/Down – para cima/para baixo; Int/Ext – rotação interna e externa; Flx/Ext – flexão e extensão; Add/Abd – adução e abdução; Arm – braço; Scapula – escápula; Trunk – tronco.

Figura 5. Gráficos dos movimentos de escápula, tronco e úmero durante o movimento de flexão e extensão do braço. Interpretação das diferenças entre os grupos GSIS e GC pela análise estatística do SPM.



Abreviações: SPM – Statistic Parametric Mapping; SnPM – Statistic non-Parametric Mapping; Ant/Post – anterior e posterior; Up/Down – rotação para cima e para baixo e inclinação lateral; Int/Ext – rotação interna e externa; Flx/Ext – flexão e extensão; Add/Abd – adução e abdução; Linha preta – movimento dos segmentos; Área cinza – diferença entre os grupos; Eixo vertical – ciclo do movimento expresso em porcentagem.

3.2.4 Discussão

O objetivo deste estudo foi comparar a cinemática tridimensional da escápula, tronco e úmero durante a fase de subida e descida nos movimentos de flexão e abdução do ombro de um grupo de pessoas com SIS e um grupo sem dor por meio do SPM. Nosso objetivo ao usar o SPM, um método estatístico relativamente novo para analisar dados biomecânicos forneceu uma visão abrangente das estratégias de controle articular e motor durante os movimentos analisados. Embora a análise de dados discretos forneça informações sobre ângulos articulares em eventos pré-definidos do movimento, resumido em um único valor como a amplitude de movimento, o SPM identificou quando e onde diferenças significativas entre os grupos ocorreram durante os movimentos de abdução e flexão do braço. Portanto, o SPM pode destacar diferenças adicionais nos movimentos que em regra geral não são suficientemente apontadas pela análise de dados discretos. Nossa hipótese inicial de que diferenças nos movimentos escapulares de rotação para cima, inclinação anterior, rotação externa da escápula e inclinação posterior de tronco, durante a fase de subida e descida do braço no plano frontal, assim como no sagital, foram em parte confirmadas em alguns segmentos e movimentos.

Durante o movimento de flexão não houve diferença entre os grupos nos movimentos do tronco, rotação interna da escápula, abdução e flexão do braço. Porém pode-se observar menor inclinação posterior da escápula durante todo o ciclo de movimento, esta diferença é mais evidente na subida entre 0% e 40% e na descida entre 60% e 100%. Houve menor rotação para cima de 0% a 45% e de 60% a 100% e menor rotação interna do braço de 0% a 30% e de 75 a 100%. Atletas e trabalhadores overhead apresentam maior elevação e retração clavicular, porém não mostraram diferença para movimentos da escápula durante a flexão do braço (Timmons et al 2012)(38). Lawrence et al. (2014)(39) também não encontraram diferenças nos movimentos da escápula na fase de subida e descida durante a flexão quando os movimentos escapulares foram comparados. Aumento da rotação para cima e inclinação anterior foi encontrado por Turgut et al. (2016)(40) e menor rotação externa da escápula entre 30° e 120° na fase de subida e descida foi observada por Lopes et al (2015)(25). Rossi

et al (2018)(28), usando análise de séries temporais por meio de PCA demonstraram que os participantes assintomáticos com discinese tem maior inclinação anterior durante a fase de subida em comparação com os sem discinese. Durante a fase de descida do braço, os participantes assintomáticos com discinese apresentaram menor inclinação anterior em comparação com os participantes com discinese, e que houve aumento progressivo na inclinação anterior durante esta fase do movimento.

Durante a análise estatística do movimento de abdução foi encontrada diferença no movimento de flexão/extensão do tronco durante todo o ciclo de movimento. Entre 0% e 40%, e 60% e 100% o GSIS apresentou maior flexão e entre 40% e 60% menor extensão. O GSIS também apresentou menor inclinação anterior da escápula a partir de 25% do ciclo, exceto próximo a 80% e após 95% do ciclo. Menor rotação para cima entre 15 e 30% e entre 60 e 90%; e maior rotação interna entre 0% e 20%, e 70% e 100%. O braço apresentou maior flexão e adução antes das 5% iniciais do movimento. Em resumo podemos inferir baseado dos gráficos da cinemática e do SPM que o tronco se mantém excessivamente flexionado por apresentar limitação para realizar o movimento de extensão durante a fase de subida e flexionado durante a descida. A escápula apresenta maior inclinação anterior a partir dos 120° de abdução na fase de subida até 160° e se mantém com maior inclinação durante praticamente toda a fase de descida. No entanto a rotação para cima é menor entre 90° até 140° na fase de subida e de 150° até os 60° da fase de descida. A rotação interna está acentuada de 30° a 90° e na descida de 120° a 30°. Apesar das inúmeras alterações apresentadas são escassos os estudos que avaliaram a escápula durante abdução do braço. A revisão sistemática com meta-análise de Timmons et al. (2012)(38) mostraram haver maior inclinação posterior e rotação externa da escápula e Lawrence et al (2014)(39) encontrou menor rotação para cima entre 30° e 60°.

Várias discrepâncias entre os estudos publicados são observadas em pacientes com SIS. Estudos que investigaram a rotação para cima da escápula encontraram rotação para cima reduzida (Ludewig & Cook, 2000 (16); Endo et al., 2001(41)), excessiva rotação para cima (McClure et al., 2006)(24) e outros estudos não encontraram diferenças (Lukasiewicz et al., 1999(23); Graichen et

al., 2000(42); Hbert et al., 2002(43)). Relativa inconsistência nas medidas da inclinação posterior da escápula, com estudos encontrando redução da inclinação posterior (Lukasiewicz et al., 1999(23); Ludewig & Cook, 2000(16); Endo et al., 2001(41)), excessiva inclinação posterior (McClure et al., 2006)(24) e outros não encontraram diferença significativa (Graichen et al., 2000(42); Hbert et al., 2002(43)). Para rotação externa escapular, estudos encontraram redução na rotação externa (Ludewig & Cook, 2000)(16), excessiva rotação externa (Hébert et al., 2002)(43) e outros não encontraram diferenças significativas entre indivíduos sintomáticos e assintomáticos (Lukasiewicz et al., 1999(23), Graichen et al., 2001(42), Endo et al., 2001(41), McClure et al., 2006(24)).

Há evidente controvérsia na literatura em relação a cinemática escapular em pacientes com SIS e um consenso sobre quais movimentos estão alterados também parece não existir. Enquanto vários métodos terapêuticos, de intervenções de curto a longo prazo, visam melhorar a cinemática escapular para diminuir efetivamente a dor e a incapacidade em indivíduos com SIS, a associação entre alterações na cinemática escapular e a redução percebida da dor ou incapacidade permanece incerta e avaliar a eficácia das intervenções terapêuticas é necessária. No entanto, parece não haver ao certo um alvo a ser alcançado, uma vez que não sabemos ao certo se as diferenças na cinemática reportada nos estudos é uma adaptação do movimento escapular para reduzir a dor durante a elevação do braço em um dos planos, se é devido a dor mais pronunciada em um plano versus outro ou até uma composição de todas estas possibilidades.

O movimento escapular é considerado crucial para a função do ombro, e acredita-se que qualquer alteração na cinemática escapular contribua para o desenvolvimento de disfunções do ombro. Porém, a cinemática da escápula depende diretamente dos movimentos e da posição do tronco (44), (9) e do braço. Os movimentos do tronco e do braço vem sendo negligenciados em pacientes com SIS, o posicionamento do braço é sempre usado como referência para se estudar a escápula mas o seu movimento em geral não é apresentado e o movimento do tronco não é estudado. Neste sentido este estudo contribui para o entendimento do movimento da escápula e sobretudo agrega informações dos movimentos do tronco e do braço usando uma ferramenta robusta e que

facilita o entendimento de qual movimento e onde este movimento é diferente quando comparamos pessoas assintomáticas de pessoas com SIS.

É necessário alertar que a proposta do uso de uma abordagem estatística até o momento não utilizada para avaliação dos movimentos dos membros superiores em pacientes com SIS produz resultados que até certo ponto são difíceis de serem comprados de forma direta com os resultados da literatura. Os resultados devem ser considerados levando em consideração uma série de variáveis inerentes ao processo de avaliação como o plano de movimento do braço, o ângulo específico ou a amplitude de movimento analisada, o uso ou não de carga, a avaliação guiada do movimento, a velocidade e a posição em que os participantes são avaliados. Com o objetivo de controlar melhor as variáveis citadas este estudo avaliou os participantes em dois planos de movimentos, sem uso de carga, não usou guia para realizar os movimentos e na posição em pé em velocidade auto-selecionada. Estas informações devem ser levadas em consideração ao interpretar os resultados aqui apresentados e podem ser considerados limitações do estudo.

Conclusão

Existem diferenças no comportamento cinemático da escápula, úmero e tronco entre os grupos. Sendo as principais diferenças observadas na cinemática escapular. No entanto, essas diferenças variam de acordo com o plano de movimento avaliado.

O SPM mostrou ser um modelo estatístico útil, fornecendo informações precisas e de fácil compreensão, podendo ser utilizado em estudos posteriores.

Portanto concluímos que não há uma única forma de avaliarmos a cinemática escapular, tanto quanto de tronco e úmero, pois todas oferecem informações válidas. Contudo, devemos avaliar esses pacientes no plano frontal, assim como, no plano sagital e escapular, pois eles fornecem dados significantes podendo colaborar para melhor compreendermos a diferença entre participantes com e sem SIS.

3.2.5 Referências

1. Keshavarz R, Bashardoust Tajali S, Mir SM, Ashrafi H. The role of scapular kinematics in patients with different shoulder musculoskeletal disorders: A systematic review approach. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2017;21(2):386–400. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.09.002>
2. Lawrence RL, Braman JP, Laprade RF, Ludewig PM. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals With and Without Shoulder Pain, Part 1: Sternoclavicular, Acromioclavicular, and Scapulothoracic Joints. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2014;44(9):636-A8. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2014.5339>
3. Alizadehkhayat O, Roebuck MM, Makki AT, Frostick SP. Subacromial impingement syndrome: An electromyographic study of shoulder girdle muscle fatigue. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2018;38(August 2017):136–42. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.12.001>
4. Ayatollahi K, Okhovatian F, Kalantari KK, Baghban AA. A comparison of scapulothoracic muscle electromyographic activity in subjects with and without subacromial impingement syndrome during a functional task. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2017;21(3):719–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.12.002>
5. Drahanaky M, Paridah M., Moradbak A, Mohamed A., Owolabi F, Abdulwahab Taiwo, Asniza M, et al. We are IntechOpen, the world's leading publisher of Open Access books Built by scientists, for scientists TOP 1%. *Intech* [Internet]. 2016;i(tourism):13. Available from: <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
6. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech*.

- 2003;18(5):369–79.
7. Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman ND, Michener LA. Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: Intrinsic, extrinsic, or both? *Clin Biomech* [Internet]. 2011;26(1):1–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.08.001>
 8. Escamilla RF, Hooks TR, Wilk KE. Optimal management of shoulder impingement syndrome. *Open access J Sport Med* [Internet]. 2014;5:13–24. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3945046&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 9. Lewis JS, Wright C, Green A. Subacromial Impingement Syndrome: The Effect of Changing Posture on Shoulder Range of Movement. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2005;35(2):72–87. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2005.35.2.72>
 10. Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(2):90–104.
 11. de Witte PB, de Groot JH, van Zwet EW, Ludewig PM, Nagels J, Nelissen RGHH, et al. Communication breakdown: Clinicians disagree on subacromial impingement. *Med Biol Eng Comput*. 2014;52(3):221–31.
 12. Cools AM. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med* [Internet]. 2004;38(1):64–8. Available from: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsm.2003.004952>
 13. Roy JS, Moffet H, Hébert LJ, Lirette R. Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: A single-subject study design. *Man Ther*. 2009;14(2):180–8.
 14. Su KPE, Johnson MP, Gracely EJ, Karduna AR. Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: Practice effects. *Med Sci Sports Exerc*. 2004;36(7):1117–23.

15. Lin JJ, Hsieh SC, Cheng WC, Chen WC, Lai Y. Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome. *J Orthop Res*. 2011;29(5):653–7.
16. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* [Internet]. 2000;80(3):276–91. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10696154>
17. 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 Disord*. 2010;11.
18. Garving C, Jakob S, Bauer I, Nadjar R, Brunner UH. Impingement syndrome of the shoulder. *Dtsch Arztebl Int*. 2017;114(45):765–76.
19. Kibler W Ben, McMullen J. Scapular dyskinesia and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg*. 2003;11(2):142–51.
20. Umer M, Qadir I, Azam M. Subacromial impingement syndrome. *Orthop Rev (Pavia)*. 2012 May;4(2):e18.
21. Herberts P, Kadefors R, Hogfors C, Sigholm G. Shoulder pain and heavy manual labor. *Clin Orthop Relat Res*. 1984 Dec;(191):166–78.
22. Johnson MP, McClure PW, Karduna AR. New method to assess scapular upward rotation in subjects with shoulder pathology. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2001;31(2):81–9. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11232742
23. Lukasiewicz a C, McClure P, 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):574–83; discussion 584-586.
24. McClure PW, Michener L a, Karduna AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder

- impingement syndrome. *Phys Ther.* 2006;86(8):1075–90.
25. Lopes AD, Timmons MK, Grover M, Ciconelli RM, Michener LA. Visual scapular dyskinesis: Kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2015;96(2):298–306. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.09.029>
 26. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2006;36(7):485–94.
 27. Wassinger CA, Sole G, Osborne H. Clinical measurement of scapular upward rotation in response to acute subacromial pain. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2013;43(4):199–203. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2013.4276%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23321770>
 28. Rossi DM, Resende RA, da Fonseca ST, de Oliveira AS. Scapulothoracic kinematic pattern in the shoulder pain and scapular dyskinesis: A principal component analysis approach. *J Biomech* [Internet]. 2018;77:138–45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.07.010>
 29. 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):221–6.
 30. Penny W, Friston K, Ashburner J, Kiebel S, Nichols T. *Statistical Parametric Mapping: The Analysis of Functional Brain Images.* Statistical Parametric Mapping: The Analysis of Functional Brain Images. 2007.
 31. Nichols T, Holmes A. Nonparametric Permutation Tests for Functional Neuroimaging. *Hum Brain Funct* Second Ed. 2003;25(August 1999):887–910.
 32. Warmenhoven J, Harrison A, Robinson MA, Vanrenterghem J, Bargary N, Smith R, et al. A force profile analysis comparison between functional data analysis, statistical parametric mapping and statistical non-parametric mapping in on-water single sculling. *J Sci Med Sport* [Internet].

- 2018;21(10):1100–5. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.03.009>
33. Pataky TC, Robinson MA, Vanrenterghem J. Vector field statistical analysis of kinematic and force trajectories. *J Biomech* [Internet]. 2013;46(14):2394–401. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.07.031>
34. Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC, Murphy KP. Reliability and Diagnostic Accuracy of 5 Physical Examination Tests and Combination of Tests for Subacromial Impingement. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2009;90(11):1898–903. Available from:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2009.05.015>
35. Hotta GH, Santos AL, McQuade KJ, de Oliveira AS. Scapular-focused exercise treatment protocol for shoulder impingement symptoms: Three-dimensional scapular kinematics analysis. *Clin Biomech* [Internet]. 2018;51(December 2017):76–81. Available from:
<https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.12.005>
36. Goncalves DHM, Politti F, Bley AS, Garbelotti SAJ, Godoy W de, Lucareli PRG. Does the examiner's experience matter in evaluation of the kinematics of the upper limb? *J Biomech*. 2019 Feb;84:257–62.
37. Knudson D. Significant and meaningful effects in sports biomechanics research. *Sport Biomech*. 2009;8(1):96–104.
38. Timmons MK, Thigpen C a, Seitz AL, Karduna AR, Arnold BL, Michener L a. Scapular Kinematics and Subacromial Impingement Syndrome: A Meta-Analysis. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2012;354–70. Available from:
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22388171>
39. Lawrence RL, Braman JP, Staker JL, Laprade RF, Ludewig PM. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals With and Without Shoulder Pain, Part 2: Glenohumeral Joint. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2014;44(9):646-B3. Available from:
<http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2014.5339>
40. Turgut E, Duzgun I, Baltaci G. Scapular asymmetry in participants with and

- without shoulder impingement syndrome; a three-dimensional motion analysis. *Clin Biomech* [Internet]. 2016;39:1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.09.001>
41. Endo K, Ikata T, Katoh S, Takeda Y. Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sci*. 2001;6(1):3–10.
 42. Graichen H, Stammberger T, Bonél H, Wiedemann E, Englmeier KH, Reiser M, et al. Three-dimensional analysis of shoulder girdle and supraspinatus motion patterns in patients with impingement syndrome. *J Orthop Res*. 2001;19(6):1192–8.
 43. Hbert LJ, Moffet H, McFadyen BJ, Dionne CE. Scapular behavior in shoulder impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2002;83(1):60–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2002.27471>
 44. Barrett E, O’Keeffe M, O’Sullivan K, Lewis J, McCreesh K. Is thoracic spine posture associated with shoulder pain, range of motion and function? A systematic review. *Man Ther* [Internet]. 2016;26:38–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2016.07.008>

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A SIS é uma condição musculoesquelética comum entre as lesões de ombro, gerando uma demanda alta de pacientes na busca por tratamento, por esse motivo é uma das condições de ombro mais pesquisadas, visando esclarecer as suas características, com o objetivo de facilitar a sua abordagem clínica-funcional.

Atualmente o tratamento consiste na realização de exercícios de força e controle motor dos músculos periescapulares referenciados como as melhores opções para essa condição, mostrando bons resultados quando comparados aos procedimentos cirúrgicos realizados em alguns casos.

No entanto, não há um consenso na literatura de qual é a melhor forma ou protocolo de intervenção para a SIS, havendo uma divergência entre as mais diversas revisões existentes sobre o tema, assim como a presença da discinesia nesses pacientes. A avaliação biomecânica dessa condição passou a ser um objeto de estudo, visando compreender melhor o comportamento de todo o complexo articular do ombro.

Nos últimos anos houve um crescimento significativo nas pesquisas realizadas neste complexo, buscando compreender melhor o seu comportamento biomecânico, baseado nas interdependências entre as estruturas que a compõe. O principal alvo de estudo é a relação entre as articulações glenoumeral e escapulotorácica, porém, isso se deve a publicações recentes que começaram a investigar a relação cinesiológica de 2:1 da articulação glenoumeral, mostrando que essa relação pode variar de 1:1 a 6:1. Já o principal motivo desse crescimento parte do princípio de compreender a movimentação escapular, principalmente o padrão de movimento em indivíduos com SIS. Os movimentos escapulotorácicos estão entre as principais justificativas para o surgimento da SIS, em destaque está a discinesia escapular, essa movimentação anormal da escápula ainda gera muito questionamento entre os pesquisadores em saber se ela é “causa” ou “consequência” da SIS.

Dessa forma pesquisas que visam investigar essa alteração do movimento escapular, avaliando diferentes grupos de pacientes e controles, já que observamos esse comportamento escapular em indivíduos com lesões no ombro e saudáveis, assim realizar divisões em grupos, correlacionar diversas variáveis

cinéticas, cinemáticas, eletromiográficas, com diferentes desenhos metodológicos, faz com que as pesquisas possam fornecer informações mais precisas, com o objetivo de compreender cada vez mais o comportamento mecânico da escápula.

O presente estudo com produção de um artigo até o momento rejeita a hipótese de que há relação entre a atividade e força muscular em indivíduos com e sem SIS e discinese escapular. Devido aos achados em nossos resultados e das diferentes informações obtidas na literatura durante a busca de melhorar a nossa compreensão sobre o assunto. Além de observar a presença da discinese em indivíduos saudáveis, sugerindo que existem diferentes estratégias musculoesqueléticas, através de diferentes padrões sinérgicos musculares, obtendo diferentes variações nos movimentos escapulares.

Para estudos futuros, a utilização de cargas durante a avaliação em diferentes planos de movimentos, variações entre as cadeias cinéticas de movimento, durante a realização de tarefas diárias realizando movimentos livres de orientação, tentando observar as diferentes estratégias utilizadas pelos indivíduos nos segmentos do tronco, escapula e braço.

4 Referências

1. Watson J, Helliwell P, Morton V, Adebajo A, Dickson J, Russell I, et al. Shoulder acute pain in primary healthcare: Is retraining effective for GP principals? SAPPHIRE - A randomized controlled trial. *Rheumatology*. 2008;47(12):1795–802.
2. Mckenna C, Bojke L, Manca A, Adebajo A, Dickson J, Helliwell P, et al. Shoulder acute pain in primary health care: Is retraining GPs effective? The SAPPHIRE randomized trial: A cost-effectiveness analysis. *Rheumatology*. 2009;48(5):558–63.
3. Kibler W Ben, McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg*. 2003;11(2):142–51.
4. Oyama S, Myers JB, Wassinger C a, Lephart SM. Three-dimensional scapular and clavicular kinematics and scapular muscle activity during retraction exercises. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2010;40(3):169–79. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20195020>
5. Lawrence RL, Braman JP, Laprade RF, Ludewig PM. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals With and Without Shoulder Pain, Part 1: Sternoclavicular, Acromioclavicular, and Scapulothoracic Joints. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2014;44(9):636-A8. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2014.5339>
6. Kolk A, de Witte PB, Henseler JF, van Zwet EW, van Arkel ERA, van der Zwaal P, et al. Three-dimensional shoulder kinematics normalize after rotator cuff repair. *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2016;25(6):881–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2015.10.021>
7. Roren A, Lefevre-Colau MM, Poiraudreau S, Fayad F, Pasqui V, Roby-Brami A. A new description of scapulothoracic motion during arm movements in healthy subjects. *Man Ther*. 2013;20:46–55.
8. Sciascia A, Thigpen C, Namdari S, Baldwin K. Kinetic chain abnormalities in the athletic shoulder. *Sports Med Arthrosc*. 2012;20(1):16–21.
9. Hazar Z, Ulug N, Yuksel I. Is there a relation between shoulder dysfunction and core instability? *Orthop J Sport Med*. 2014;2(11):8–13.
10. Sciascia A, Cromwell R. Kinetic Chain Rehabilitation: A Theoretical

- Framework. *Rehabil Res Pract* [Internet]. 2012;2012:1–9. Available from: <http://www.hindawi.com/journals/rerp/2012/853037/>
11. Kibler W Ben, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD, et al. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the ‘scapular summit.’ *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47(14):877–85. Available from: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsports-2013-092425>
 12. Christiansen DH, Møller AD, Vestergaard JM, Mose S, Maribo T. The scapular dyskinesis test: Reliability, agreement, and predictive value in patients with subacromial impingement syndrome. *J Hand Ther* [Internet]. 2017;30(2):208–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jht.2017.04.002>
 13. Kibler WB, Sciascia A. Current concepts: scapular dyskinesis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2010;44(5):300–5. Available from: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsm.2009.058834>
 14. Saito H, Harrold ME, Cavalheri V, McKenna L. Scapular focused interventions to improve shoulder pain and function in adults with subacromial pain: A systematic review and meta-analysis. *Physiother Theory Pract* [Internet]. 2018;00(00):1–18. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09593985.2018.1423656%0Ahttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29351510>
 15. van der Windt DA, Koes BW, de Jong BA, Bouter LM. Shoulder disorders in general practice: incidence, patient characteristics, and management. *Ann Rheum Dis* [Internet]. 1995;54(12):959–64. Available from: <http://eutils.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/eutils/elink.fcgi?dbfrom=pubmed&id=8546527&retmode=ref&cmd=prlinks>
 16. Vecchio P, Kavanagh R, Hazleman BL, King RH. Shoulder pain in a community-based rheumatology clinic. *Rheumatology*. 1995;34(5):440–2.
 17. Watson J, Helliwell P, Morton V, Adebajo A, Dickson J, Russell I, et al. Shoulder acute pain in primary healthcare: Is retraining effective for GP principals? SAPPHIRE - A randomized controlled trial. *Rheumatology*. 2008;47(12):1795–802.
 18. Mckenna C, Bojke L, Manca A, Adebajo A, Dickson J, Helliwell P, et al. Shoulder acute pain in primary health care: Is retraining GPs effective? The

- SAPPHIRE randomized trial: A cost-effectiveness analysis. *Rheumatology*. 2009;48(5):558–63.
19. Huang T-S, Ou H-L, Huang C-Y, Lin J-J. Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis. *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2015;24(8):1227–34. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1058274615000087>
 20. Reuther KE, Tucker JJ, Thomas SJ, Vafa RP, Liu SS, Gordon JA, et al. Effect of scapular dyskinesis on supraspinatus repair healing in a rat model. *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2015;24(8):1235–42. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2014.12.029>
 21. Diercks R, Bron C, Dorrestijn O, Meskers C, Naber R, de Ruyter T, et al. Guideline for diagnosis and treatment of subacromial pain syndrome: a multidisciplinary review by the Dutch Orthopaedic Association. *Acta Orthop* [Internet]. 2014;85(3):314–22. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=4062801&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 22. Kibler W Ben, Ludewig PM, McClure PW, Michener LA, Bak K, Sciascia AD. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the ‘scapular summit.’ *Br J Sports Med* [Internet]. 2013;47(14):877–85. Available from: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2013-092425>
 23. Cools AM. Evaluation of isokinetic force production and associated muscle activity in the scapular rotators during a protraction-retraction movement in overhead athletes with impingement symptoms. *Br J Sports Med* [Internet]. 2004;38(1):64–8. Available from: <http://bjsm.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bjsm.2003.004952>
 24. Rossi DM, Pedroni CR, Martins J, De Oliveira AS. Intrarater and interrater reliability of three classifications for scapular dyskinesis in athletes. *PLoS One*. 2017;12(7):1–10.
 25. Kibler W Ben, Sciascia A. Current concepts : scapular dyskinesis *Current concepts : scapular dyskinesis*. *Sport Med*. 2010;(1):300–5.
 26. Lopes AD, Timmons MK, Grover M, Ciconelli RM, Michener LA. Visual scapular dyskinesis: Kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil*

- [Internet]. 2015;96(2):298–306. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.09.029>
27. McClure PW, Tate AR, Kareha S, Irwin D, Zlupko E. A clinical method for identifying scapular dyskinesis part 1.pdf. *J Athl Train*. 2009;44(2):160–4.
 28. Tate AR, McClure P, Kareha S, Irwin D, Barbe MF. A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesis, Part 2: Validity. 2009;44(2):165–73.
 29. 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* [Internet]. 2005;35(4):227–38. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15901124>
 30. Cools AM, Dewitte V, Lanszweert F, Notebaert D, Roets A, Soetens B, et al. Rehabilitation of scapular muscle balance: Which exercises to prescribe? *Am J Sports Med*. 2007;35(10):1744–51.
 31. Wu G, Van Der Helm FCT, Veeger HEJ, Makhsous M, Van Roy P, Anglin C, et al. 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(5):981–92.
 32. Huang TS, Huang C ying, Ou HL, Lin JJ. Scapular dyskinesis: Patterns, functional disability and associated factors in people with shoulder disorders. *Man Ther* [Internet]. 2016;26:165–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2016.09.002>
 33. Ou H-L, Huang T-S, Chen Y-T, Chen W-Y, Chang Y-L, Lu T-W, et al. Alterations of scapular kinematics and associated muscle activation specific to symptomatic dyskinesis type after conscious control. *Man Ther* [Internet]. 2016;26:97–103. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1356689X16306920>
 34. Lempereur M, Brochard S, Leboeuf F, Remy-Neris O, Rémy-Néris O. Validity and reliability of 3D marker based scapular motion analysis: A systematic review. *J Biomech* [Internet]. 2014;47(10):2219–30. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929014002498>
 35. Turgut E, Duzgun I, Baltaci G. Scapular asymmetry in participants with and without shoulder impingement syndrome; a three-dimensional motion analysis. *Clin Biomech* [Internet]. 2016;39:1–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2016.09.001>

36. Turgut E, Pedersen ??yvind, Duzgun I, Baltaci G. Three-dimensional scapular kinematics during open and closed kinetic chain movements in asymptomatic and symptomatic subjects. *J Biomech* [Internet]. 2016;49(13):2770–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2016.06.015>
37. Ludewig PM, Cook TM. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. *Phys Ther* [Internet]. 2000;80(3):276–91. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10696154>
38. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Camargo PR. Reliability and Minimal Detectable Change of 3-Dimensional Scapular Orientation in Individuals With and Without Shoulder Impingement. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2014;44(5):341–9. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2014.4705>
39. Massimini DF, Warner JJP, Li G. Glenohumeral joint cartilage contact in the healthy adult during scapular plane elevation depression with external humeral rotation. *J Biomech* [Internet]. 2014;47(12):3100–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2014.06.034>
40. van den Noort JC, Wiertsema SH, Hekman KMC, Schönhuth CP, Dekker J, Harlaar J. Measurement of scapular dyskinesis using wireless inertial and magnetic sensors: Importance of scapula calibration. *J Biomech* [Internet]. 2015;1–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929015003267>
41. Brochard S, Lempereur M, Rémy-Néris O. Double calibration: an accurate, reliable and easy-to-use method for 3D scapular motion analysis. *J Biomech*. 2011;44(4):751–4.
42. Warner MBB, Chappell PHH, Stokes MJJ. Measuring scapular kinematics during arm lowering using the acromion marker cluster. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2012;31(2):386–96. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167945711001084>
43. Mattson JM, Russo SA, Rose WC, Rowley KM, Richards JG. Identification of scapular kinematics using surface mapping: A validation study. *J Biomech* [Internet]. 2012;45(12):2176–9. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0021929012003296>

44. Jaspers E, Feys H, Bruyninckx H, Harlaar J, Molenaers G, Desloovere K. Upper limb kinematics: Development and reliability of a clinical protocol for children. *Gait Posture* [Internet]. 2011;33(2):279–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gaitpost.2010.11.021>
45. Shaheen a. F, Alexander CM, Bull a. MJ. Effects of attachment position and shoulder orientation during calibration on the accuracy of the acromial tracker. *J Biomech* [Internet]. 2011;44(7):1410–3. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2011.01.013>
46. Cieminski CJ, Laprade RF. Motion of the Shoulder Complex During Multiplanar Humeral Elevation. 2009;378–89.
47. De Luca CJ. De Luca 1997 - The use of surface electromyography in biomechanics.pdf. *Journal of Applied Biomechanics*. 1997. p. 135–63.
48. Holobar A, Farina D, Gazzoni M, Merletti R, Zazula D. Estimating motor unit discharge patterns from high-density surface electromyogram. *Clin Neurophysiol* [Internet]. 2009;120(3):551–62. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph.2008.10.160>
49. Merletti R, Farina D. Analysis of intramuscular electromyogram signals. *Philos Trans R Soc A Math Phys Eng Sci* [Internet]. 2009;367(1887):357–68. Available from: <http://rsta.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rsta.2008.0235>
50. Merletti R, Parker PA. *Electromyography: Physiology, Engineering, and Non-Invasive Applications*. 2004;33(11):494.
51. Farina D, Negro F, Gazzoni M, Enoka RM. Detecting the Unique Representation of Motor-Unit Action Potentials in the Surface Electromyogram. *J Neurophysiol* [Internet]. 2008;100(3):1223–33. Available from: <http://jn.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jn.90219.2008>
52. Farina D. Low-threshold motor unit membrane properties vary with contraction intensity during sustained activation with surface EMG visual feedback. *J Appl Physiol* [Internet]. 2004;96(4):1505–15. Available from: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/jappphysiol.01047.2003>
53. Kinsella R, Pizzari T. Electromyographic activity of the shoulder muscles during rehabilitation exercises in subjects with and without subacromial pain syndrome: a systematic review. *Shoulder Elb* [Internet]. 2017;9(2):112–26. Available from:

- <http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1758573216660038>
54. Pirauá ALT, Pitanguí ACR, Silva JP, dos Passos MHP, de Oliveira VMA, Batista L da SP, et al. Electromyographic analysis of the serratus anterior and trapezius muscles during push-ups on stable and unstable bases in subjects with scapular dyskinesis. *J Electromyogr Kinesiol*. 2014;24(5):675–81.
 55. Zetterberg C, Forsman M, Richter HO. Effects of visually demanding near work on trapezius muscle activity. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2013;23(5):1190–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.06.003>
 56. Arlotta M, LoVasco G, McLean L. Selective recruitment of the lower fibers of the trapezius muscle. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2011;21(3):403–10. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2010.11.006>
 57. Mista CA, Salomoni SE, Graven-Nielsen T. Spatial reorganisation of muscle activity correlates with change in tangential force variability during isometric contractions. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2014;24(1):37–45. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.10.014>
 58. Piitulainen H, Botter A, Merletti R, Avela J. Multi-channel electromyography during maximal isometric and dynamic contractions. *J Electromyogr Kinesiol*. 2013;23(2):302–10.
 59. Haering D, Raison M, Begon M. Measurement and Description of Three-Dimensional Shoulder Range of Motion With Degrees of Freedom Interactions. *J Biomech Eng* [Internet]. 2014;136(8):084502. Available from: <http://biomechanical.asmedigitalcollection.asme.org/article.aspx?doi=10.1115/1.4027665>
 60. Larsen CM, Juul-Kristensen B, Olsen HB, Holtermann A, Søgaaard K. Selective activation of intra-muscular compartments within the trapezius muscle in subjects with Subacromial Impingement Syndrome. A case-control study. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2014;24(1):58–64. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.09.008>
 61. Larsen CM, Søgaaard K, Chreiteh SS, Holtermann A, Juul-Kristensen B. Neuromuscular control of scapula muscles during a voluntary task in

- subjects with Subacromial Impingement Syndrome. A case-control study. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2013;23(5):1158–65. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.04.017>
62. Struyf F, Cagnie B, Cools A, Baert I, Brempt J Van, Struyf P, et al. Scapulothoracic muscle activity and recruitment timing in patients with shoulder impingement symptoms and glenohumeral instability. Vol. 24, *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2014.
 63. George SZ, Wu SS, Wallace MR, Michael W, Wright TW, Farmer KW, et al. HHS Public Access. 2017;68(11):1671–80.
 64. Biller JR, Elajaili H, Meyer V, Rosen GM, Eaton SS, Eaton GR. NIH Public Access. *J Magn Reson*. 2013;236:47–56.
 65. Linton SJ. An overview of psychosocial and behavioral factors in neck-and-shoulder pain. *Scand J Rehabil Med Suppl* [Internet]. 1995 [cited 2018 Mar 22];32:67–77. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7784840>
 66. Kuijpers T, Van Der Windt DAWM, Van Der Heijden GJMG, Bouter LM. Systematic review of prognostic cohort studies on shoulder disorders. *Pain*. 2004;109(3):420–31.
 67. Picavet H, Schouten J. Musculoskeletal pain in the Netherlands: prevalences, consequences and risk groups, the DMC (3)- study. *Pain*. 2003;102(1):167–78.
 68. Badcock LJ, Lewis M, Hay EM, McCarney R, Croft PR. Chronic shoulder pain in the community: A syndrome of disability or distress? *Ann Rheum Dis*. 2002;61(2):128–31.
 69. Reneman MF, Schiphorts Preuper HR, Kleen M, Geertzen JHB, Dijkstra PU. Are Pain Intensity and Pain Related Fear Related to Functional Capacity Evaluation Performances of Patients with Chronic Low Back Pain? *J Occup Rehabil* [Internet]. 2007;17(2):247–58. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10926-007-9078-z>
 70. Gross DP. Are functional capacity evaluations affected by the patient's pain? *Curr Pain Headache Rep*. 2006;10(2):107–13.
 71. Farmer KW, Borsa PA, Parr JJ, Greenfield WH. HHS Public Access. 2016;156(1):148–56.
 72. Breckenridge JD, McAuley JH. Shoulder Pain and Disability Index (SPADI).

- J Physiother [Internet]. 2011;57(3):197. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553\(11\)70045-5](http://dx.doi.org/10.1016/S1836-9553(11)70045-5)
73. MacDermid JC, Solomon P, Prkachin K. The Shoulder Pain and Disability Index demonstrates factor, construct and longitudinal validity. *BMC Musculoskelet Disord*. 2006;7:12.
74. Mintken PE, Glynn P, Cleland JA. Psychometric properties of the shortened disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (QuickDASH) and Numeric Pain Rating Scale in patients with shoulder pain. *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2009;18(6):920–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2008.12.015>
75. De Souza FS, Da Silva Marinho C, Siqueira FB, Maher CG, Costa LOP. Psychometric testing confirms that the Brazilian-Portuguese adaptations, the original versions of the fear-avoidance beliefs questionnaire, and the Tampa Scale of Kinesiophobia have similar measurement properties. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2008;33(9):1028–33.
76. Sehn F, Chachamovich E, Vidor LP, Dall-Agnol L, de Souza IC, Torres IL, et al. Cross-Cultural Adaptation and Validation of the Brazilian Portuguese Version of the Pain Catastrophizing Scale. *Pain Med* [Internet]. 2012;13(11):1425–35. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=23036076
77. Littlewood C, Cools AMJ. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: a systematic review and meta-analysis. *Br J Sports Med* [Internet]. 2017;bjsports-2017-098233. Available from: <http://bjsm.bmj.com/lookup/doi/10.1136/bjsports-2017-098233>
78. Pires ED, Camargo PR. Analysis of the kinetic chain in asymptomatic individuals with and without scapular dyskinesis. *Clin Biomech* [Internet]. 2018;(2017):#pagerange#. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0268003318301700>
79. Van der Heijden GJ. Shoulder disorders: a state-of-the-art review. *Baillieres Best Pract Res Clin Rheumatol*. 1999;13(2):287–309.
80. 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 Disord*. 2010;11:45.
81. Ayatollahi K, Okhovatian F, Kalantari KK, Baghban AA. A comparison of scapulothoracic muscle electromyographic activity in subjects with and without subacromial impingement syndrome during a functional task. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2017;21(3):719–24. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.12.002>
 82. Macfarlane GJ, Hunt IM, Silman AJ. Predictors of chronic shoulder pain: a population based prospective study. *J Rheumatol*. 1998 Aug;25(8):1612–5.
 83. COFIELD RH. The Shoulder in Sports. *Mayo Clin Proc* [Internet]. 1984;59(3):157–64. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0025-6196\(12\)60768-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0025-6196(12)60768-X)
 84. Luime J, Koes B, Hendriksen I, Burdorf A, Verhagen A, Miedema H, et al. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand J Rheumatol* [Internet]. 2004;33(2):73–81. Available from: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/03009740310004667>
 85. Ratcliffe E, Pickering S, Mclean S, Lewis J. Is there a relationship between subacromial impingement syndrome and scapular orientation? A systematic review. *Br J Sports Med* [Internet]. 2014;48(16):1251–6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/>
 86. Clausen MB, Witten A, Holm K, Christensen KB, Attrup ML, Hölmich P, et al. Glenohumeral and scapulothoracic strength impairments exists in patients with subacromial impingement, but these are not reflected in the shoulder pain and disability index. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):1–10.
 87. Ludewig PM, Reynolds JF. The association of scapular kinematics and glenohumeral joint pathologies. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(2):90–104.
 88. Hbert LJ, Moffet H, McFadyen BJ, Dionne CE. Scapular behavior in shoulder impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2002;83(1):60–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1053/apmr.2002.27471>

89. Page P. Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *Int J Sports Phys Ther*. 2011 Mar;6(1):51–8.
90. Lin JJ, Hsieh SC, Cheng WC, Chen WC, Lai Y. Adaptive patterns of movement during arm elevation test in patients with shoulder impingement syndrome. *J Orthop Res*. 2011;29(5):653–7.
91. Lopes AD, Timmons MK, Grover M, Ciconelli RM, Michener LA. Visual scapular dyskinesis: Kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2015;96(2):298–306. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2014.09.029>
92. Keshavarz R, Bashardoust Tajali S, Mir SM, Ashrafi H. The role of scapular kinematics in patients with different shoulder musculoskeletal disorders: A systematic review approach. *J Bodyw Mov Ther* [Internet]. 2017;21(2):386–400. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2016.09.002>
93. Warner JJ, Micheli LJ, Arslanian LE, Kennedy J, Kennedy R. Scapulothoracic motion in normal shoulders and shoulders with glenohumeral instability and impingement syndrome. A study using Moiré topographic analysis. *Clinical orthopaedics and related research*. 1992. p. 191–9.
94. Lukasiewicz a C, McClure P, 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):574–83; discussion 584-586.
95. Graichen H, Stammberger T, Bonél H, Wiedemann E, Englmeier KH, Reiser M, et al. Three-dimensional analysis of shoulder girdle and supraspinatus motion patterns in patients with impingement syndrome. *J Orthop Res*. 2001;19(6):1192–8.
96. Lin JJ, Hanten WP, Olson SL, Roddey TS, Soto-Quijano DA, Lim HK, et al. Functional activity characteristics of individuals with shoulder dysfunctions. *J Electromyogr Kinesiol*. 2005;15(6):576–86.
97. Hotta GH, Santos AL, McQuade KJ, de Oliveira AS. Scapular-focused exercise treatment protocol for shoulder impingement symptoms: Three-dimensional scapular kinematics analysis. *Clin Biomech* [Internet].

- 2018;51(December 2017):76–81. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2017.12.005>
98. Bandholm T, Rasmussen L, Aagaard P, Jensen BR, Diederichsen L. Force steadiness, muscle activity, and maximal muscle strength in subjects with subacromial impingement syndrome. *Muscle and Nerve*. 2006;34(5):631–9.
 99. Kibler W Ben, Ludewig PM, McClure PW, Uhl TL, Sciascia AD. Scapular Summit 2009: Introduction. *J Orthop Sport Phys Ther*. 2009;39(11):1–13.
 100. Holmgren T, Hallgren HB, Öberg B, Adolfsson L, Johansson K. Effect of specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome: Randomised controlled study. *Br J Sports Med*. 2014;48(19):1456–7.
 101. Ellenbecker TS, Cools A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: An evidence-based review. *Br J Sports Med*. 2010;44(5):319–27.
 102. Haik MN, Albuquerque-Sendín F, Moreira RFC, Pires ED, Camargo PR. Effectiveness of physical therapy treatment of clearly defined subacromial pain: A systematic review of randomised controlled trials. *Br J Sports Med*. 2016;50(18):1124–34.
 103. Klintberg IH, Cools AMJ, Holmgren TM, Holzhausen ACG, Johansson K, Maenhout AG, et al. Consensus for physiotherapy for shoulder pain. *Int Orthop*. 2015;39(4):715–20.
 104. Haahr JP, Østergaard S, Dalsgaard J, Norup K, Frost P, Lausen S, et al. Exercises versus arthroscopic decompression in patients with subacromial impingement: A randomised, controlled study in 90 cases with a one year follow up. *Ann Rheum Dis*. 2005;64(5):760–4.
 105. Brox JI, Gjengedal E, Uppheim G, Bøhmer AS, Brevik JI, Ljunggren AE, et al. Arthroscopic surgery versus supervised exercises in patients with rotator cuff disease (stage II impingement syndrome): A prospective, randomized, controlled study in 125 patients with a 21/2-year follow-up. *J Shoulder Elb Surg*. 1999;8(2):102–11.
 106. Kukkonen J, Joukainen A, Lehtinen J, Mattila KT, Tuominen EKJ, Kauko T, et al. Treatment of non-traumatic rotator cuff tears: A randomised controlled trial with one-year clinical results. *Bone Jt J*. 2014;96 B(1):75–81.

107. Kuhn JE, Dunn WR, Sanders R, An Q, Baumgarten KM, Bishop JY, et al. Effectiveness of physical therapy in treating atraumatic full-thickness rotator cuff tears: A multicenter prospective cohort study. *J Shoulder Elb Surg.* 2013;22(10):1371–9.
108. Hjerstad MJ, Fayers PM, Haugen DF, Caraceni A, Hanks GW, Loge JH, et al. Studies comparing numerical rating scales, verbal rating scales, and visual analogue scales for assessment of pain intensity in adults: A systematic literature review. *J Pain Symptom Manage* [Internet]. 2011;41(6):1073–93. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpainsymman.2010.08.016>
109. Martins J, Napoles BV, Hoffman CB, Oliveira AS. The Brazilian version of shoulder pain and disability index - translation, cultural adaptation and reliability | Versão brasileira do shoulder pain and disability index: Tradução, adaptação cultural e confiabilidade. *Rev Bras Fisioter.* 2010;14(6):527–36.
110. Gummesson C, Ward MM, Atroshi I. The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): Validity and reliability based on responses within the full-length DASH. *BMC Musculoskelet Disord.* 2006;7:1–7.
111. Michener LA, Walsworth MK, Doukas WC, Murphy KP. Reliability and Diagnostic Accuracy of 5 Physical Examination Tests and Combination of Tests for Subacromial Impingement. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2009;90(11):1898–903. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2009.05.015>
112. Alqunae M, Galvin R, Fahey T, M AA, Galvin R, Diagnostic FT. Diagnostic Accuracy of Clinical Tests for Subacromial Impingement Syndrome : A Systematic Review and. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2012;93(2):229–36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2011.08.035>
113. McClure PW, Tate AR, Kareha S, Irwin D, Zlupko E, McClure PW, et al. A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesis, Part 2: Validity. *J Athl Train.* 2009;44(2):160–4.
114. Stegeman D, Hermens H. Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles

- (SENIAM). Línea) Dispon en [http://www med ...](http://www.med...) [Internet]. 2007;(January):108–12. Available from: <http://www.seniam.org/%5Cnhttp://www.med.uni-jena.de/motorik/pdf/stegeman.pdf>
115. Stickler L, Finley M, Gulgin H. Relationship between hip and core strength and frontal plane alignment during a single leg squat. *Phys Ther Sport* [Internet]. 2015;16(1):66–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ptsp.2014.05.002>
 116. IJspeert J, Kerstens HCJW, Janssen RMJ, Geurts ACH, van Alfen N, Groothuis JT. Validity and reliability of serratus anterior hand held dynamometry. *BMC Musculoskelet Disord*. 2019;20(1):1–8.
 117. Michener L a, 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(11):1128–38.
 118. Kato M. Test-retest reliability of isometric shoulder muscle strength measurement with a handheld dynamometer and belt. *J Phys Ther Sci*. 2015;27(6):1719–22.
 119. Uga D, Nakazawa R, Sakamoto M. Strength and muscle activity of shoulder external rotation of subjects with and without scapular dyskinesis. *J Phys Ther Sci* [Internet]. 2016;28(4):1100–5. Available from: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpts/28/4/28_jpts-2015-1010/_article
 120. Van Harlinger W, Blalock L, Merritt JL. Upper Limb Strength: Study Providing Normative Data for a Clinical Handheld Dynamometer. *PM R* [Internet]. 2015;7(2):135–40. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pmrj.2014.09.007>
 121. Day JM, Bush H, Nitz AJ, Uhl TL. Arm dominance does not influence measures of scapular muscle strength and endurance in healthy individuals. *Physiother Pract Res*. 2015;36(2):87–95.
 122. Hannah DC, Scibek JS, Carcia CR. Strength Profiles in Healthy Individuals With and Without Scapular Dyskinesis. *Int J Sports Phys Ther* [Internet]. 2017;12(3):305–13. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28593084%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC5455188>
 123. Orfale AG, Araújo PMP, Ferraz MB, Natour J. Translation into Brazilian

- Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. *Brazilian J Med Biol Res.* 2005;38(2):293–302.
124. Mintken PE, Cleland JA, Whitman JM, George SZ. Psychometric Properties of the Fear-Avoidance Beliefs Questionnaire and Tampa Scale of Kinesiophobia in Patients With Shoulder Pain. *Arch Phys Med Rehabil* [Internet]. 2010;91(7):1128–36. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apmr.2010.04.009>
125. De Morais Faria CDC, Teixeira-Salmela LF, De Paula Goulart FR, De Souza Moraes GF. Scapular muscular activity with shoulder impingement syndrome during lowering of the arms. *Clin J Sport Med.* 2008;18(2):130–6.
126. Oyama S, Myers JB, Wassinger CA, Ricci RD, Lephart SM. Asymmetric resting scapular posture in healthy overhead athletes. *J Athl Train.* 2008;43(6):565–70.
127. Cools AM, Johansson FR, Cambier DC, Velde A Vande, Palmans T, Witvrouw EE. Descriptive profile of scapulothoracic position, strength and flexibility variables in adolescent elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2010;44(9):678–84.
128. Silva RT, Hartmann LG, De Souza Laurino CF, Biló JPR. Clinical and ultrasonographic correlation between scapular dyskinesia and subacromial space measurement among junior elite tennis players. *Br J Sports Med.* 2010;44(6):407–10.
129. Kawasaki T, Yamakawa J, Kaketa T, Kobayashi H, Kaneko K. Does scapular dyskinesia affect top rugby players during a game season? *J Shoulder Elb Surg* [Internet]. 2012;21(6):709–14. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jse.2011.11.032>
130. Lentz TA, Barabas JA, Day TIM, Bishop MD, George SZ. The relationship of pain intensity, physical impairment, and pain-related fear to function in patients with shoulder pathology. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009;39(4):270–7.
131. Nicholas Carleton R, Asmundson GJG, Collimore KC, Ellwanger J. Strategic and automatic threat processing in chronic musculoskeletal pain: A startle probe investigation. *Cogn Behav Ther.* 2006;35(4):236–47.

132. Graven-Nielsen T, Lund H, Arendt-Nielsen L, Danneskiold-Samsoe B, Bliddal H. Inhibition of maximal voluntary contraction force by experimental muscle pain: a centrally mediated mechanism. *Muscle Nerve*. 2002 Nov;26(5):708–12.
133. Hodges PW, Tucker K. Moving differently in pain: A new theory to explain the adaptation to pain. *Pain* [Internet]. 2011;152(SUPPL.3):S90–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pain.2010.10.020>
134. Moseley GL, Hodges PW. Reduced variability of postural strategy prevents normalization of motor changes induced by back pain: A risk factor for chronic trouble? *Behav Neurosci*. 2006;120(2):474–6.
135. Muceli S, Falla D, Farina D. Reorganization of muscle synergies during multidirectional reaching in the horizontal plane with experimental muscle pain. *J Neurophysiol*. 2014;111(8):1615–30.
136. Struyf F, Lluch E, Falla D, Meeus M, Noten S, Nijs J. Influence of shoulder pain on muscle function: implications for the assessment and therapy of shoulder disorders. *Eur J Appl Physiol*. 2015;115(2):225–34.
137. Madeleine P. On functional motor adaptations: From the quantification of motor strategies to the prevention of musculoskeletal disorders in the neck-shoulder region. *Acta Physiol*. 2010;199(SUPPL. 679):1–46.
138. Gizzi L, Muceli S, Petzke F, Falla D. Experimental muscle pain impairs the synergistic modular control of neck muscles. *PLoS One*. 2015;10(9):1–19.
139. Svendsen JH, Madeleine P. Amount and structure of force variability during short, ramp and sustained contractions in males and females. *Hum Mov Sci* [Internet]. 2010;29(1):35–47. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2009.09.001>
140. Alizadehkhayat O, Roebuck MM, Makki AT, Frostick SP. Subacromial impingement syndrome: An electromyographic study of shoulder girdle muscle fatigue. *J Electromyogr Kinesiol* [Internet]. 2018;38(August 2017):136–42. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2017.12.001>
141. Drahansky M, Paridah M., Moradbak A, Mohamed A., Owolabi F, Abdulwahab Taiwo, Asniza M, et al. We are IntechOpen, the world's leading publisher of Open Access books Built by scientists, for scientists TOP 1%. *Intech* [Internet]. 2016;i(tourism):13. Available from:

- <https://www.intechopen.com/books/advanced-biometric-technologies/liveness-detection-in-biometrics>
142. Michener LA, McClure PW, Karduna AR. Anatomical and biomechanical mechanisms of subacromial impingement syndrome. *Clin Biomech.* 2003;18(5):369–79.
 143. Seitz AL, McClure PW, Finucane S, Boardman ND, Michener LA. Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: Intrinsic, extrinsic, or both? *Clin Biomech* [Internet]. 2011;26(1):1–12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2010.08.001>
 144. Escamilla RF, Hooks TR, Wilk KE. Optimal management of shoulder impingement syndrome. *Open access J Sport Med* [Internet]. 2014;5:13–24. Available from: <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3945046&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
 145. Lewis JS, Wright C, Green A. Subacromial Impingement Syndrome: The Effect of Changing Posture on Shoulder Range of Movement. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2005;35(2):72–87. Available from: <http://www.jospt.org/doi/10.2519/jospt.2005.35.2.72>
 146. de Witte PB, de Groot JH, van Zwet EW, Ludewig PM, Nagels J, Nelissen RGHH, et al. Communication breakdown: Clinicians disagree on subacromial impingement. *Med Biol Eng Comput.* 2014;52(3):221–31.
 147. Roy JS, Moffet H, Hébert LJ, Lirette R. Effect of motor control and strengthening exercises on shoulder function in persons with impingement syndrome: A single-subject study design. *Man Ther.* 2009;14(2):180–8.
 148. Su KPE, Johnson MP, Gracely EJ, Karduna AR. Scapular rotation in swimmers with and without impingement syndrome: Practice effects. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(7):1117–23.
 149. 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 Disord.* 2010;11.
 150. Garving C, Jakob S, Bauer I, Nadjar R, Brunner UH. Impingement syndrome of the shoulder. *Dtsch Arztebl Int.* 2017;114(45):765–76.
 151. Umer M, Qadir I, Azam M. Subacromial impingement syndrome. *Orthop*

- Rev (Pavia). 2012 May;4(2):e18.
152. Herberts P, Kadefors R, Hogfors C, Sigholm G. Shoulder pain and heavy manual labor. *Clin Orthop Relat Res*. 1984 Dec;(191):166–78.
 153. Johnson MP, McClure PW, Karduna AR. New method to assess scapular upward rotation in subjects with shoulder pathology. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2001;31(2):81–9. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11232742
 154. McClure PW, Michener L a, Karduna AR. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. *Phys Ther*. 2006;86(8):1075–90.
 155. Laudner KG, Myers JB, Pasquale MR, Bradley JP, Lephart SM. Scapular dysfunction in throwers with pathologic internal impingement. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006;36(7):485–94.
 156. Wassinger CA, Sole G, Osborne H. Clinical measurement of scapular upward rotation in response to acute subacromial pain. *J Orthop Sports Phys Ther* [Internet]. 2013;43(4):199–203. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2013.4276%5Cnhttp://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23321770>
 157. Rossi DM, Resende RA, da Fonseca ST, de Oliveira AS. Scapulothoracic kinematic pattern in the shoulder pain and scapular dyskinesis: A principal component analysis approach. *J Biomech* [Internet]. 2018;77:138–45. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.07.010>
 158. 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):221–6.
 159. Penny W, Friston K, Ashburner J, Kiebel S, Nichols T. *Statistical Parametric Mapping: The Analysis of Functional Brain Images*. Statistical Parametric Mapping: The Analysis of Functional Brain Images. 2007.
 160. Nichols T, Holmes A. *Nonparametric Permutation Tests for Functional Neuroimaging*. *Hum Brain Funct* Second Ed. 2003;25(August 1999):887–910.
 161. Warmenhoven J, Harrison A, Robinson MA, Vanrenterghem J, Bargary N, Smith R, et al. A force profile analysis comparison between functional data

- analysis, statistical parametric mapping and statistical non-parametric mapping in on-water single sculling. *J Sci Med Sport* [Internet]. 2018;21(10):1100–5. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.03.009>
162. Goncalves DHM, Politti F, Bley AS, Garbelotti SAJ, Godoy W de, Lucareli PRG. Does the examiner's experience matter in evaluation of the kinematics of the upper limb? *J Biomech*. 2019 Feb;84:257–62.
163. Knudson D. Significant and meaningful effects in sports biomechanics research. *Sport Biomech*. 2009;8(1):96–104.
164. Pataky TC, Robinson MA, Vanrenterghem J. Vector field statistical analysis of kinematic and force trajectories. *J Biomech* [Internet]. 2013;46(14):2394–401. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbiomech.2013.07.031>
165. Timmons MK, Thigpen C a, Seitz AL, Karduna AR, Arnold BL, Michener L a. Scapular Kinematics and Subacromial Impingement Syndrome: A Meta-Analysis. *J Sport Rehabil* [Internet]. 2012;354–70. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22388171>
166. Lawrence RL, Braman JP, Staker JL, Laprade RF, Ludewig PM. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals With and Without Shoulder Pain, Part 2: Glenohumeral Joint. *J Orthop Sport Phys Ther* [Internet]. 2014;44(9):646-B3. Available from: <http://www.jospt.org/doi/abs/10.2519/jospt.2014.5339>
167. Endo K, Ikata T, Katoh S, Takeda Y. Radiographic assessment of scapular rotational tilt in chronic shoulder impingement syndrome. *J Orthop Sci*. 2001;6(1):3–10.
168. Barrett E, O’Keeffe M, O’Sullivan K, Lewis J, McCreesh K. Is thoracic spine posture associated with shoulder pain, range of motion and function? A systematic review. *Man Ther* [Internet]. 2016;26:38–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.math.2016.07.008>