Universidade de São Paulo
Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto

2018

**Estudo da discinese escapular
por Análise de Componentes
Principais aplicada aos dados
de cinemática tridimensional
escapulotorácica**

PPGRDF
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
REABILITAÇÃO E DESEMPENHO FUNCIONAL
FMRP-USP

Denise Martineli Rossi

Tese de Doutorado

DENISE MARTINELI ROSSI

**Estudo da discinese escapular por Análise de Componentes Principais
aplicada aos dados de cinemática tridimensional
escapulotorácica**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de
Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo
junto ao Departamento de Ciências da Saúde,
para obtenção do título de Doutor em Ciências
pelo Programa de Pós-graduação em
Reabilitação e Desempenho Funcional.

Área de concentração: Fisioterapia

Orientadora: Profa. Dra. Anamaria Siriani de
Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Renan Alves Resende

Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Teixeira da
Fonseca

Ribeirão Preto

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo da Publicação

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo

Rossi, Denise Martineli

Estudo da discinesia escapular por Análise de Componentes Principais aplicada aos dados de cinemática tridimensional escapulotorácica. Ribeirão Preto, 2018.

64p. il.; 30 cm

Tese (Doutorado), apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP – Programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, Área de Concentração: Fisioterapia.

Orientadora: Anamaria Siriani de Oliveira

1. Fisioterapia, 2. Ombro, 3. Escápula, 4. Cinemática, 5. Dor

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: ROSSI, Denise Martineli

Título: Estudo da discinese escapular por Análise de Componentes Principais aplicada aos dados de cinemática tridimensional escapulotorácica

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo junto ao Departamento de Ciências da Saúde para obtenção do título de Doutor em Ciências pelo programa de Pós-Graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional. Área de concentração: Fisioterapia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Dedico esta tese com todo meu amor e gratidão aos meus pais, Marlene e Jesuino, e minhas irmãs Débora e Daniele.

Agradecimentos

Agradeço a Deus e aos meus anjos da guarda por iluminarem o meu caminho e por me proporcionarem saúde, vigor e alegria para viver todas as conquistas e também para enfrentar os momentos difíceis. Obrigada Deus por me abençoar com uma família maravilhosa e por me guiar todos os dias nessa linda profissão.

Agradeço à minha família, meu porto seguro. Obrigada mãezinha por ser nossa rainha. Serei eternamente grata a você pelo seu brilhante papel de mãe. Obrigada por nos doar o seu melhor, a sua vida e a sua generosidade. Pai, obrigada pela calma, pela paciência e por nos mostrar diariamente que a vida é leve. Muito obrigada minhas irmãs, por serem minhas e por me proporcionarem, para sempre, as melhores lembranças e o mais sincero amor. Obrigada pequena Louise, por me fazer uma tia tão apaixonada pela alegria e pureza dos seus olhinhos de criança e pela sua garra desde que era um bebê. Vó e vô, obrigada por preencherem minha imaginação com suas histórias, suas experiências e suas vidas. Obrigada por me permitir viver esse amor de vó tão mimado e doce.

Tenho muito a agradecer a Profa. Anamaria pelo primeiro e muitos outros “Sim” ao longo desses cinco anos. Desde o primeiro momento que a ouvi em minha primeira reunião do grupo, tive a certeza de que ali era o melhor lugar que eu poderia estar. Sua entrega em tudo que faz transparece na minuciosidade de cada detalhe e no brilho do produto final. Ao refletir sobre minha trajetória, sinto-me muito grata por cada detalhe, cada conversa, cada estudo, cada mudança, cada desafio, cada discordância e cada brinde que tivemos juntas. Muito obrigada por muito mais que “orientação”, você nos banhar de “inspiração” com seu amor e dedicação à pesquisa e à docência.

Agradeço aos professores Sérgio Teixeira da Fonseca e Renan Alves Resende que impulsionaram não somente meu desenvolvimento científico como o aprimoramento teórico desse trabalho. Prof. Sérgio, obrigada por impulsionar a realização do meu estágio no exterior, e Prof. Renan, muito obrigada pela paciência mineira desde nossa primeira reunião e pela competência em cada contribuição a esse trabalho. Meu sincero agradecimento a vocês por todo conhecimento e oportunidade compartilhados.

Agradeço também ao Professor Conor Walsh e aos colegas de trabalho do *Harvard Biodesign Lab*, Sangjun, Phillipe, Pawel, Jozefien, Erika, Fausto, Taira, Brendan e Chris. Jamais esquecerei e deixarei de agradecê-los pelo suporte e incentivo que compartilharam comigo. Pawel e Jozefien, *my sweet colleagues*, obrigada pela linda amizade e pelas muitas risadas em meio ao desespero das temidas reuniões, prazos e análises infinitas.

Um querido agradecimento a minha amiga, coautora, estatística, psicóloga e mãezona Jaqueline. Obrigada por todos conselhos, todo suporte e incentivo. Sou muito grata em tê-la na minha vida, e poder trabalhar com alguém tão extraordinária e competente como você. Também tenho muito a agradecer ao Tennysson, pelo excelente suporte que nos dá no laboratório e por sempre estar disposto a nos ajudar doando de si só o melhor.

Essa trajetória também não teria sido construída sem o incentivo, inspiração e humildade dos meus professores da graduação da Unesp de Marília: Marcelo Navega, Flávia Navega, Cristiane Pedroni, Karina Gramany e Robson Quitério.

Obrigada ao meu amor, André. Que sorte a minha ter ao meu lado um homem tão gentil, carinhoso, humano, batalhador e querido. Obrigada por viver e sonhar comigo uma vida grandiosa e cheia de amor e compaixão. Agradeço também aos seus pais, por me acolherem como filha, pelos almoços de domingo em família e por todo carinho.

Agradeço aos meus amigos do laboratório que compartilham comigo experiências, aprendizados, conselhos e amizade: Gabriela, Lidiane, Angie, Harumi, Walter, Eduardo, Amanda Couto, Amanda Barbosa, Daiane, Thiele, Marília, Izabela, Samuel, Ramon, Carina, Wesley, Cesário, Gabriel e Marília Zanin. Agradeço também as queridas alunas de IC por toda ajuda e por me relembrar e reensinar o ponto de vista do aluno: Giovanna, Carol, Natália, Jaqueline e Isabela.

Também gostaria de agradecer a essas pessoas lindas que tive a sorte e a honra de conhecer em Boston: Gisele, Rodrigo, Wlamyra, Alice e Renato. Obrigada pelo cuidado, pelo carinho, e por me fazerem sentir aquecida mesmo nos dias mais frios.

Agradeço aos voluntários desse estudo e aos funcionários, Samuel, Marília e Rubinho.

Agradeço a Fundação de Amparo e Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processo no. 2014/09485-0, pelo apoio financeiro e suporte, que viabilizaram a execução deste trabalho e também a divulgação dos resultados desse trabalho em eventos nacionais e internacionais.

“A educação é a arma mais poderosa que se
pode usar para mudar o mundo”

Nelson Mandela

RESUMO

ROSSI DM. Estudo da discinesia escapular por Análise de Componentes Principais aplicada aos dados de cinemática tridimensional escapulotorácica [tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 2018. 64p.

A relação entre dor no ombro e a discinesia escapular (DE) é ainda incerta. Diferenças entre participantes com e sem DE têm sido demonstradas na literatura, com enfoque na quantidade de movimento escapular em graus específicos de elevação do úmero. No entanto, essa abordagem não considera a forma das séries temporais que representam os movimentos escapulares. A Análise de Componentes Principais (ACP) pode aprofundar o atual conhecimento dos padrões “anormais” da escápula por considerar a colinearidade e a variabilidade presentes nas séries temporais cinemáticas. Este estudo objetivou avaliar a cinemática escapular em pacientes com dor no ombro e participantes assintomáticos com e sem DE usando a ACP. Dados foram coletados em 98 participantes separados em quatro grupos: *Dor+DE* (n=24), *Dor* (n=25), *Sem Dor+DE* (n=24), e *Sem dor* (n=25). Os dados cinemáticos foram capturados por um sistema de captura de movimento eletromagnético durante as fases de elevação e abaixamento do braço. ACP e análise de variância foram utilizadas para comparar os grupos. O grupo *Sem Dor+DE* apresentou progressivo aumento da inclinação anterior ao longo da fase de elevação do braço comparado aos grupos sem DE, *Dor* (tamanho de efeito = 0.79) e *Sem Dor* (tamanho de efeito = 0.80). Durante a fase de abaixamento do braço, o grupo *Dor+DE* apresentou progressivo aumento da inclinação anterior ao longo da fase comparado ao grupo *Sem Dor+DE* (tamanho de efeito = 0.68). Assim, a ACP demonstrou diferenças no padrão da inclinação anterior da escápula relacionada a presença de DE e dor. A presença de DE revelou um padrão com progressivo aumento da inclinação anterior da escápula ao longo da fase de elevação. No entanto, durante a fase de abaixamento, participantes assintomáticos com DE modificaram seu padrão de movimento, diferente do grupo sintomático, reforçando a sugerida associação entre modificações no movimento escapular e sintomas no ombro.

Palavras-chave: fisioterapia, ombro, escápula, cinemática.

ABSTRACT

ROSSI DM. Scapular dyskinesis study by Principal Component Analysis applied to 3-Dimensional kinematics scapulothoracic data [thesis]. Ribeirão Preto: University of São Paulo, Ribeirão Preto Medical School, 2018. 64p.

The relationship between shoulder pain and scapular dyskinesis (SDK) is still unclear. Differences between participants with and without SDK have been demonstrated, focusing on the amount of scapular motion at specific degrees of humeral elevation. However, this approach does not consider the shape of the scapular motion temporal series. Principal Component Analysis (PCA) may advance current understanding of ‘abnormal’ movement patterns by considering the collinearity and the variability present in the kinematic temporal series. This study aimed to evaluate the scapular kinematics in patients with shoulder pain and in asymptomatic participants with and without SDK using PCA. Data were collected in 98 participants separated in four groups: *Pain+SDK* (n=24), *Pain* (n=25), *No Pain+SDK* (n=24), and *No Pain* (n=25). Scapulothoracic kinematic data were measured with an electromagnetic tracking device during arm elevation and lowering phases. PCA and analysis of variance were used to compare the groups. The *No Pain+SDK* group had a progressive increasing in anterior tilt over the elevation phase compared to the *Pain* (effect size=0.79) and *No Pain* (effect size=0.80) groups. During the arm-lowering, the *Pain+SDK* group had a progressive increasing in anterior tilt over this phase in comparison to the *No Pain+SDK* group (effect size=0.68). Therefore, PCA demonstrated differences in the scapular anterior tilt related to SDK and shoulder pain. The presence of SDK revealed a scapular pattern with progressive increasing in anterior tilt over the elevation phase. However, during the arm-lowering phase, asymptomatic participants with SDK changed their motion pattern, unlike the symptomatic group, reinforcing the suggested association between scapular modifications and shoulder symptoms.

Keywords: physical therapy, shoulder, scapular, kinematics.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Ilustração dos movimentos da escápula. A) Rotação interna da escápula direita em uma vista superior. B) Rotação superior da escápula direita em uma vista posterior. C) Inclinação posterior da escápula direita em uma vista lateral. Fonte. Adaptada de LUDEWIG, P. M. et al. Motion of the Shoulder Complex During Multiplanar Humeral Elevation. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume, v. 91, n. 2, p. 381, 2009..... 21
- Figure 2.** Modelo biomecânico, sistema de coordenada local e sistema de coordenada global..... 31
- Figura 3.** Cálculo do escore de cada participante em cada uma das componentes principais. Neste exemplo foi ilustrada a série temporal de um participante da inclinação anterior da escápula durante o abaixamento do braço. Cada ponto da série temporal original é multiplicado por sua respectiva carga vetorial ao longo da fase de abaixamento do braço. Posteriormente, o resultado dessa multiplicação, ponto a ponto, é somado. ... 33
- Figura 4.** Séries temporais médias de cada grupo para as três rotações escapulares durante a fase de elevação e abaixamento do braço. Linhas vermelhas representam as médias dos grupos sintomáticos e linhas azuis representam as médias dos grupos assintomáticos. Linhas sólidas representam os grupos sem discinese escapular (DE). Linhas tracejadas representam os grupos com DE. A) Rotação interna da escápula durante a elevação do braço. B) Rotação superior da escápula durante a elevação do braço. C) inclinação anterior da escápula durante a elevação do braço. D) Rotação interna da escápula durante o abaixamento do braço. E) Rotação superior da escápula durante o abaixamento do braço. F) Inclinação anterior da escápula durante o abaixamento do braço. 38
- Figura 5.** A) Séries temporais médias da inclinação anterior da escápula de cada grupo durante a fase de elevação do braço. Linhas vermelhas representam as médias dos grupos sintomáticos e linhas azuis representam as médias dos grupos assintomáticos. Linhas sólidas representam os grupos sem discinese escapular (DE). Linhas tracejadas representam os grupos com DE. B) Carga vetorial da Componente Principal 2 (CP 2). C) Séries temporais reconstruídas que representam uma série temporal com alto escore e outra com baixo escore na CP 2. Neste caso, alto escore (linha tracejada) caracteriza o

grupo *Sem Dor+DE*, e baixo escore (linha sólida) representa os grupos *Dor* e *Sem Dor*. 41

Figura 6. A) Séries temporais médias da inclinação anterior da escápula de cada grupo durante a fase de abaixamento do braço. Linhas vermelhas representam as médias dos grupos sintomáticos e linhas azuis representam as médias dos grupos assintomáticos. Linhas sólidas representam os grupos sem discinesia escapular (DE). Linhas tracejadas representam os grupos com DE. B) Carga vetorial da Componente Principal 2 (CP 2). C) Séries temporais reconstruídas que representam uma série temporal com alto escore e outra com baixo escore na CP 2. Neste caso, alto escore (linha tracejada) caracteriza o grupo *Dor+DE*, e baixo escore (linha sólida) representa o grupo *Sem Dor+DE*. 44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da amostra.....	36
Tabela 2. Média e desvio padrão das angulações escapulares ao repouso.	37
Tabela 3. Componentes principais (CP), porcentagem de variância explicada e os respectivos escores apresentados em média e desvio padrão de cada grupo para as três rotações escapular durante a fase de elevação do braço. Resultados da ANOVA são também apresentados.	40
Tabela 4. Componentes principais (CP), porcentagem de variância explicada e os respectivos escores apresentados em média e desvio padrão de cada grupo para as três rotações escapular durante a fase de abaixamento do braço. Resultados da ANOVA são também apresentados.	43

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
1.1.1 O PAPEL DA ESCÁPULA	17
1.1.2 DISCINESE ESCAPULAR: DEFINIÇÃO E EPIDEMIOLOGIA	17
1.1.3 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA ESCÁPULA.....	18
1.1.4 EVIDÊNCIAS DA CINEMÁTICA: ASSINTOMÁTICOS VERSUS SÍNDROME DO IMPACTO SUBACROMIAL	20
1.1.5 DISCINESE ESCAPULAR: EVIDÊNCIAS DA CINEMÁTICA E OS DESAFIOS.....	23
1.1.6 ANÁLISES DE SÉRIES TEMPORAIS: ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS	24
1.2 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE.....	25
2. OBJETIVO	27
3. MATERIAIS E MÉTODOS	28
3.1 AMOSTRA	28
3.2 ASPECTO ÉTICOS	29
3.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	29
3.4 AVALIAÇÃO DA DISCINESE ESCAPULAR	29
3.5 AVALIAÇÃO CINEMÁTICA.....	30
3.6 REDUÇÃO DOS DADOS	31
3.7 ANÁLISE DE DADOS	32
3.7.1 ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS (ACP)	32
3.7.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA E INTERPRETAÇÃO DOS ESCORES	32
4. RESULTADOS.....	35
4.1 AMOSTRA	35
4.2 CINEMÁTICA	37
4.2.1 REPOUSO	37
4.2.2. SÉRIES TEMPORAIS DAS TRÊS ROTAÇÕES DA ESCÁPULA	37
4.2.3 FASE DE ELEVAÇÃO DO BRAÇO.....	39
4.2.4 FASE DE ABAIXAMENTO DO BRAÇO	42
5. DISCUSSÃO	45

5.1 LIMITAÇÕES E FORÇAS DO ESTUDO	48
6. CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS.....	51
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	58
ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DA SECRETARIA DA SAÚDE	60
ANEXO B – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA.....	61
ANEXO C – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ- Versão Curta)	62
ANEXO D – ÍNDICE DE DOR E INCAPACIDADE NO OMBRO (SPADI-BRASIL)	64

1. INTRODUÇÃO

Modificações na cinemática escapular durante movimentos do braço têm sido relacionadas a presença de dor no ombro (KESHAVARZ et al., 2017). Tradicionalmente, estudos comparam grupos com enfoque no posicionamento escapular em ângulos específicos de elevação umeral. Estudo prévio demonstrou aumento da rotação interna e da inclinação anterior da escápula a 120°, 90°, 60°, e 30° do abaixamento do braço em pacientes com dor no ombro e discinese escapular (DE) comparado a pacientes sem DE (HUANG et al., 2015a). Embora o uso de ângulos escapulares discretos permitiu a identificação de deficiências do movimento escapular relacionadas a dor no ombro, essa abordagem não considera outras características, como a informação temporal e a forma das séries temporais ao longo dos movimentos do braço (SPINELLI et al., 2015). A severa redução nos dados pode descartar informação discriminatória importante por não considerar a colinearidade e a variabilidade substancial presentes em séries temporais biomecânicas (ROBERTSON et al., 2014).

A relação entre sintomas no ombro e a presença de DE é ainda incerta (KIBLER et al., 2013a). A presença de DE parece aumentar o risco de dor no ombro somente em atletas *overhead* (HICKEY et al., 2017), sem evidência de maior prevalência da DE em pacientes com dor no ombro (PLUMMER et al., 2017).

Uma questão relevante sobre a DE é o esclarecimento do que é um movimento “normal” ou “anormal” da escápula considerando o alto grau de variabilidade entre indivíduos, a possibilidade de estratégias adaptativas individuais, e a otimização do sistema (MCQUADE; BORSTAD; DE OLIVEIRA, 2016; WILLMORE; SMITH, 2016). Métodos de estatística multivariada, como a Análise de Componentes Principais (ACP), pode prover mais informações e aprofundar o atual entendimento de padrões de movimento “anormal”. A ACP considera toda a série temporal e provém parâmetros que representam melhor o padrão de movimento do que parâmetros baseados na seleção arbitrária de valores específicos (DAFFERTSHOFER et al., 2004; DELUZIO; ASTEPHEN, 2007). Essa abordagem tem sido amplamente utilizada em pesquisas biomecânicas para analisar séries temporais em aplicações como a análise da marcha (DELUZIO; ASTEPHEN, 2007; RESENDE et al., 2017), mas tem sido raramente utilizada em estudos para o complexo articular do ombro (ROREN et al., 2015).

1.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.1.1 O papel da escápula

Em 1991, W. Ben Kibler formulava as primeiras hipóteses sobre o papel da escápula na função do ombro baseado em achados eletromiográficos durante o movimento de arremesso devido a recorrência de instabilidade em atletas *overhead* (GLOUSMAN et al., 1988; KIBLER, 1991). Devido ao seu papel anatômico de ponto de fixação muscular, o posicionamento da escápula durante o arremesso seria fundamental para manter a relação comprimento-tensão visando máxima eficiência dos músculos movedores da extremidade superior (KIBLER, 1991).

A movimentação da escápula deveria seguir os movimentos da cabeça umeral mantendo o centro de rotação instantânea mesmo durante movimentos extremos do membro superior. O segundo papel da escápula seria então prover a congruência glenoumeral a fim de evitar grandes forças de tensão nas estruturas passivas como os ligamentos capsulares. Especificamente, os movimentos de retração e protração da escápula sobre o tórax teriam um papel essencial no armazenamento e dissipação das forças ao longo das fases do movimento de arremesso (KIBLER, 1991).

Adicionalmente, pelo fato da articulação escapulotorácica ser constituída de estruturas musculares ao invés de estruturas ósseas, surge a hipótese de que a inflexibilidade de tecidos moles, desequilíbrios musculares ou movimentos impróprios poderiam influenciar os papéis funcionais da escápula e por sua vez todo o complexo articular do ombro (KIBLER, 1991).

Já em 1993, Paine e Voight propuseram alguns exercícios para o fortalecimento dos músculos denominados de “estabilizadores da escápula” como os rombóides, trapézio, serrátil anterior, elevador da escápula e peitoral menor. Além disso, o termo escápula alada (*scapular winging*) foi relatado na presença de fraqueza excessiva ou lesão do nervo torácico longo, levando a projeção da escápula para fora do tórax quando as mãos apoiadas na parede ou com os braço em flexão de 90° (PAINE; VOIGHT, 1993).

1.1.2 Discinesia escapular: definição e epidemiologia

A DE é definida como apresentação clínica de projeção posterior da borda medial ou ângulo inferior da escápula estática ou em movimento, rápido aumento da rotação

superior durante a fase de elevação e/ou rápida rotação inferior durante o abaixamento do braço (KIBLER; SCIASCIA, 2010).

A presença de DE parece aumentar o risco de dor no ombro em 43% (risco relativo de 1.43, intervalo de confiança [IC]: 1.05 a 1.93) em atletas *overhead* (HICKEY et al., 2017) e a prevalência da DE é aparentemente maior nessa população (61%) do que em atletas não *overhead* (33%) (BURN et al., 2016). Esportes definidos como *overhead* incluíram gestos esportivos com atividade vigorosa acima do nível do ombro como por exemplo, baseball, basquete, vôlei, tênis, polo aquático, natação, handball, ginástica, goleiro de futebol (BURN et al., 2016). No entanto, não há evidência de maior prevalência da DE em pacientes com dor no ombro (PLUMMER et al., 2017) e a relação entre sintomas no ombro e a presença de DE ainda é incerta (KIBLER et al., 2013a).

1.1.3 Métodos de avaliação da escápula

Um dos primeiros métodos propostos para a avaliação da escápula foi a medida da distância entre a borda escapular e os processos espinhosas das vértebras torácicas (*Lateral Scapular Slide Test*) em três posições estáticas: em repouso, com as mãos na cintura e com braços a 90° de abdução (KIBLER, 1991). Alteração escapular foi sugerida quando houvesse uma diferença nas medidas entre as escápulas maior do que 1 cm baseada na hipótese de que a lateralização da escápula levaria a anteriorização da orientação da glenóide podendo resultar em lesões labrais (KIBLER, 1991). Posteriormente, um estudo de validade e confiabilidade confirmou que este teste não evidencia assimetrias entre as escápulas em indivíduos com diferentes disfunções como instabilidade glenoumeral, síndrome do impacto e lesões do manguito rotador (ODOM et al., 2001).

A partir disso, outros métodos de avaliação estática e dinâmica da escápula foram propostos na literatura com diferentes definições operacionais e metodológicas (Struyf et al., 2012; Larsen et al., 2014; D'hondt et al., 2017). A validade e confiabilidade de 19 estudos sobre avaliação estática da escápula revelaram qualidade regular em uma revisão sistemática (LARSEN et al., 2014). A natureza linear das medidas estáticas não abrange os movimentos tridimensionais da escápula sobre o tórax. Desta forma, a avaliação dinâmica da escápula durante movimentos dos braços é recomendada (KIBLER et al., 2013; LARSEN et al., 2014) apesar de algumas deficiências metodológicas apontadas (LARSEN et al., 2014).

Kibler et al. (2002) propuseram o método de avaliação clínica dinâmica que incluiu definições baseadas na cinemática específica da escápula. Enquanto o indivíduo realiza movimentos de elevação e abaixamento do braço, o avaliador deveria classificar a alteração do movimento da escápula em DE Tipo I: proeminência da porção inferior da borda medial da escápula, Tipo II: proeminência de toda a borda medial, Tipo III: elevação excessiva da borda superior da escápula e Tipo IV: movimentos escapulares simétricos sem proeminências (KIBLER et al., 2002). A confiabilidade da classificação em IV-Tipos entre avaliadores foi considerada moderada (kappa: 0,42) em sujeitos assintomáticos e pacientes com diferentes condições do ombro como tendinite do manguito rotador, instabilidade glenoumeral ou lesões labrais (KIBLER et al., 2002). A validade desta classificação revelou valores de sensibilidade entre 10% a 54% e especificidade de 62% a 94% (UHL et al., 2009). Os autores discutiram que dez minutos de treinamento dos avaliadores sobre o método de classificação, a avaliação ter sido realizada por meio de vídeos e a execução de poucos ciclos de elevação e abaixamento dos braços, foram fatores importantes que poderiam ter influenciado a confiabilidade do método de classificação proposto (KIBLER et al., 2002).

Na tentativa de melhorar os valores de confiabilidade e tornar a decisão do avaliador menos restritiva ao tipo de DE, Uhl et al. (2009) propuseram o método de classificação Sim/Não, na qual a categoria “Sim” incluiu todos os padrões de alteração escapular propostos por Kibler et al., ou seja, Tipo I, Tipo II e Tipo III, e a categoria “Não” abrangeu o Tipo IV (UHL et al., 2009). A confiabilidade entre avaliadores deste método de classificação também foi moderada (kappa: 0,41) e a validade revelou valores de sensibilidade entre 74% e 78% e especificidade entre 31% e 38% (UHL et al., 2009). Uhl et al. (2009) definiram um ponto de corte de “simetria” escapular na análise tridimensional em sujeitos classificados clinicamente sem DE (UHL et al., 2009). Assimetria escapular detectada na avaliação cinemática tridimensional foi encontrada com similar prevalência (71%) em ambos grupos, com e sem dor no ombro, durante o movimento de flexão (UHL et al., 2009).

Neste mesmo período, McClure et al. (2009) sugeriram um método de classificação da DE baseado na severidade da proeminência ou disritmia escapular. Esse método apresenta três categorias, discinese óbvia, discinese sutil ou normal. O método apresentou confiabilidade de moderada a substancial (kappa: 0,48-0,51) (MCCLURE et al., 2009b). Os autores sugeriram que adicionar carga durante os movimentos do braço colaborou para determinação da presença de DE, que foi julgada para os ombros, independentemente.

Outros métodos foram propostos com algumas modificações (HUANG et al., 2015b; STRUYF et al., 2009). Struyf et al. (2009) sugeriram observar separadamente as alterações escapulares: inclinação anterior, alamento da escápula (*winging*), elevação, protração e rotação da escápula. O método revelou melhor confiabilidade para a inclinação e o alamento da escápula durante o movimento de abdução sem carga (Kappa de 0.52 e 0.78) comparado com carga (Kappa de 0.24 e 0.50) em participantes músicos assintomáticos (STRUYF et al., 2009). Outro método proposto incluiu a possibilidade de palpar a escápula durante a avaliação dinâmica da escápula e também a possibilidade de classificação de padrão misto, por exemplo Tipo I e Tipo II, na mesma escápula. Esta modificação revelou confiabilidade entre examinadores de moderada a substancial da avaliação dinâmica da escápula (HUANG et al., 2015b).

Diante da necessidade de melhores valores de confiabilidade da avaliação dinâmica da DE e das melhorias metodológicas sugeridas pelos autores originais, nosso grupo de pesquisa desenvolveu um estudo de confiabilidade com os três métodos de classificação da DE em um único protocolo (ROSSI et al., 2017). Os três métodos de classificação, IV-Tipos, Sim/Não e o óbvio/sutil/normal, apresentaram valores de confiabilidade intra e inter examinadores de substancial a quase perfeita. O protocolo proposto por nosso grupo de pesquisa incluiu um treinamento de 9 horas dos avaliadores, a realização de 8 a 10 repetições dos movimentos de elevação e abaixamento do braço no plano sagital e frontal e a adição de carga externa aos movimentos (ROSSI et al., 2017).

1.1.4 Evidências da cinemática: Assintomáticos Versus Síndrome do Impacto Subacromial

A partir das primeiras hipóteses sobre a influência das modificações dos movimentos escapulares nas condições do ombro (KIBLER, 1991), estudos de cinemática tridimensional da escápula entre indivíduos com e sem sintomas de síndrome do impacto subacromial (SIS) foram apresentados na literatura (BORSTAD; LUDEWIG, 2002a; COLE LUKASIEWICZ et al., 1999; LAWRENCE et al., 2014; LUDEWIG; COOK, 2000a; MCCLURE; MICHENER; KARDUNA, 2006). Em 2001, Karduna et al., publicaram o estudo de validação para a medida dinâmica da cinemática tridimensional da escápula por meio de sistemas de captura de movimento eletromagnético (KARDUNA et al., 2001).

Ao repouso, evidências suportam uma variedade de posicionamentos da escápula em relação ao tórax, com valores de 26,5° a 41,1° de rotação interna, de 5,4° de rotação superior a -5,3° de rotação inferior, e de 2° a 15,9° de inclinação anterior da escápula. Além disso, não foi encontrada diferenças no posicionamento escapular ao repouso entre assintomáticos e pacientes com SIS (STRUYF et al., 2011).

A avaliação dinâmica revela que durante a elevação do úmero de participantes assintomáticos, a escápula apresenta progressivo aumento da rotação superior e progressiva redução da inclinação anterior. Já o movimento de rotação interna e externa é mais variável dependendo do plano de elevação ou ângulo de elevação umeral (PHADKE; CAMARGO; LUDEWIG, 2009) (Figura 1). No plano sagital, a escápula de participantes assintomáticos revelou um padrão de leve aumento da rotação interna ao longo da fase de elevação, e diminuição da rotação interna, principalmente, no final da fase de elevação, aproximadamente após 100° de elevação umerotorácica (LUDEWIG et al., 2009; MCCLURE et al., 2001). A escápula de participantes assintomáticos e sintomáticos com SIS apresentou maior rotação interna (a 100° de angulação umerotorácica) e menor inclinação anterior (a 80°, 100° e 120° de angulação umerotorácica) durante a fase de abaixamento do braço comparada a fase de elevação do braço (BORSTAD; LUDEWIG, 2002b).

Figura 1. Ilustração dos movimentos da escápula. A) Rotação interna da escápula direita em uma vista superior. B) Rotação superior da escápula direita em uma vista posterior. C) Inclinação posterior da escápula direita em uma vista lateral. **Fonte.** Adaptada de LUDEWIG, P. M. et al. Motion of the Shoulder Complex During Multiplanar Humeral Elevation. The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume, v. 91, n. 2, p. 381, 2009.

Quando comparada a cinemática da escápula com sujeitos assintomáticos, a escápula de indivíduos com SIS apresentou menor rotação superior da escápula a 40° (BORSTAD; LUDEWIG, 2002a) e a 60° (BORSTAD; LUDEWIG, 2002a; LAWRENCE et al., 2014; LUDEWING; COOK, 2000), maior inclinação anterior da escápula a 100° e 120°, e maior rotação interna a 120° de elevação umerotorácica no plano escapular. (BORSTAD; LUDEWIG, 2002a; LUDEWING; COOK, 2000). No entanto, a literatura também revela achados opostos, como por exemplo, aumento da rotação superior a 90° e 120° de elevação do úmero no plano sagital e aumento da inclinação posterior da escápula a 120° de elevação do úmero no plano da escápula (MCCLURE; MICHENER; KARDUNA, 2006) em pacientes com SIS comparados a assintomáticos. Para ambas populações, a confiabilidade intra e inter-sessão da medida cinemática varia entre 0,92 a 0,99 e 0,54 a 0,88 (coeficiente de correlação intra-classe), respectivamente (HAIK; ALBURQUERQUE-SENDÍN; CAMARGO, 2014).

Os estudos de revisão apontam que, apesar de não haver muita consistência na metodologia e nos resultados apresentados na literatura (RATCLIFFE et al., 2014), no geral, pacientes com SIS demonstram diminuída rotação superior, aumento da rotação interna (KESHAVARZ et al., 2017; TIMMONS et al., 2012) e aumento da inclinação anterior da escápula (LEFÈVRE-COLAU et al., 2017), comparados a participantes assintomáticos. O movimento de rotação superior da escápula eleva a porção lateral do acrômio que é necessária para prevenir a compressão dos tecidos adjacentes. Embora a amplitude do movimento de inclinação anterior/posterior da escápula seja menor do que da rotação superior, o movimento de inclinação posterior, ou redução da inclinação anterior, também eleva a porção anterior do acrômio, local onde o impacto é mais predominante (LUDEWIG; COOK, 2000a).

Assim, tais modificações evidenciadas em sujeitos com SIS foram associadas a essa condição no ombro. No entanto, vale ressaltar que tais estudos não incluíram uma avaliação da DE, tanto em pacientes com SIS como em participantes assintomáticos, o que poderia por sua vez alterar o padrão de movimentação da escápula, independentemente da presença de sintomas já presente. Além disso, a SIS define um rótulo diagnóstico que engloba diversas condições anatomopatológicas como as tendinopatias do manguito rotador e da cabeça longa do bíceps, as rupturas tendíneas e a bursite subacromial (LUDEWIG; LAWRENCE; BRAMAN, 2013). Assim, rótulos diagnósticos baseados na estrutura parecem não ser consistentes com a prática da fisioterapia, que por sua vez, foca no tratamento de desordens do movimento e

deficiências musculoesqueléticas (COOLS; MICHENER, 2017; LUDEWIG; LAWRENCE; BRAMAN, 2013). Nesse contexto, um modelo cinesiopatológico visa complementar o modelo biomédico ao identificar as deficiências do movimento, como a hipo ou hipermobilidade articular ou a presença de movimentos aberrantes, que podem ser a causa ou a consequência da dor e disfunção, sendo tais deficiências o foco da intervenção (LAWRENCE; CAMARGO; BRAMAN, 2017)

1.1.5 Discinesia Escapular: evidências da cinemática e os desafios

No estudo de validade do método de classificação da DE em óbvia, sutil e normal, Tate et al. (2009) demonstraram redução da rotação superior da escápula (aproximadamente 9°) a 30° e 60° de elevação do úmero em atletas *overhead* assintomáticos classificados com DE óbvia comparados a atletas sem DE (TATE et al., 2009). Lopes et al. (2015) utilizaram este mesmo método de classificação da DE, e encontraram modesto aumento da rotação interna (aproximadamente 3°) em pacientes com SIS classificados com DE óbvia comparados a pacientes sem DE (LOPES et al., 2015b).

Ao comparar indivíduos com dor no ombro, sem outros critérios de inclusão, e clinicamente classificados com DE por um método modificado da classificação em IV Tipos, Huang et al. (2015) demonstraram que a presença de DE Tipo II e o padrão misto Tipo I+II revelou aumento da rotação interna da escápula e a presença de DE Tipo I sozinha revelou maior inclinação anterior da escápula desses pacientes comparados a pacientes classificados em Tipo IV, ou seja, sem DE (HUANG et al., 2015a). Ao aplicar ACP aos dados discretos da cinemática escapular, esse mesmo grupo de pesquisadores demonstrou correlação positiva entre a ocorrência de DE Tipo I e aumento da inclinação anterior da escápula em atletas sintomáticos (HUANG et al., 2017).

Miachiro et al. (2014) encontraram maior amplitude, ou seja, diferença entre o valor máximo e o mínimo, da inclinação anterior da escápula em indivíduos assintomáticos classificados com DE Tipo I, comparados a indivíduos sem DE, após a realização de um protocolo de fadiga para a musculatura periescapular (MIACHIRO et al., 2014).

Os estudos anteriores compararam pacientes com condições no ombro ou assintomáticos, com e sem presença de DE, no entanto, não foram incluídos subgrupos de participantes contemplando tanto a presença de sintomas como a presença de DE no mesmo estudo.

1.1.6 Análises de séries temporais: Análise de Componentes Principais

O maior desafio da análise de séries temporais de dados biomecânicos é a seleção das características mais relevantes frente à multidimensionalidade. Por exemplo, ao analisar 100 participantes considerando todo o ciclo de determinado movimento, normalizado de 0% a 100%, resultará em $100 \times 101 = 10.100$ pontos de dados. Tradicionalmente, estudos extraem parâmetros discretos da série temporal, como valor pico ou valores em pontos específicos no tempo. Estudos com cinemática tridimensional do ombro investigam a magnitude das angulações escapulares a 30°, 60°, 90° e 120° de elevação umerotorácica (HAIK; ALBURQUERQUE-SENDÍN; CAMARGO, 2014; TATE et al., 2009). Outro estudo sugere que os ângulos de 40°, 60°, 80°, 100° e 120° de elevação do úmero abrangem o arco de movimento completo e representam os intervalos mais prováveis de ocorrer impacto subacromial (BORSTAD; LUDEWIG, 2002a). No entanto, grande parte da informação temporal presente nos dados é desconsiderada da análise e não interpretada nestas condições, porque a definição arbitrária de parâmetros discretos pode ocultar características importantes e levar a ausência de relações nos estudos (ROBERTSON et al., 2014). Além disso, quando se trata do estudo de movimentos disfuncionais, a definição de parâmetros das séries temporais é ainda mais desafiadora, pela possibilidade de padrões de movimento muito particulares de indivíduo para indivíduo (ROBERTSON et al., 2014).

Outro fator muito importante é a natureza covariante das séries temporais cinemáticas ao longo dos ciclos de movimento, ou seja, cada valor específico de uma série temporal está relacionado aos valores vizinhos. A essa estrutura de correlação nos dados biomecânicos, como em séries temporais de medidas angulares ou medidas de força ao longo do tempo, dá-se o nome de colinearidade. Em meio a essa colinearidade, há uma variabilidade substancial presente nos dados, tanto para o mesmo indivíduo em diferentes ciclos do movimento, como de indivíduo para indivíduo. Essa variação entre indivíduos, é, normalmente, a fonte de interesse nos estudos que analisam dados biomecânicos entre diferentes grupos (ROBERTSON et al., 2014).

Algumas técnicas de estatística multivariada como, a Análise Fatorial, a Análise de Fourier, Análise de Dados Funcionais, e a ACP, são mais complexas que a análise de parâmetros discretos e vêm sendo desenvolvidas para o estudo de variáveis biomecânicas. A ACP, por exemplo, vem sendo amplamente utilizada para análise de séries temporais

em aplicações como a marcha (DELUZIO; ASTEPHEN, 2007; RESENDE et al., 2015, 2017), mas tem sido mais raramente utilizada em estudos do complexo articular do ombro (ROREN et al., 2014; HUANG et al., 20117). Estudos prévios usaram ACP em ângulos discretos (HUANG et al., 2017) ou avaliaram a coordenação entre os movimentos de rotação e translação da escápula (ROREN et al., 2014).

A ACP é uma técnica de decomposição ortogonal que transforma um conjunto grande de variáveis correlacionadas (por exemplo, os 10.100 pontos de dados descritos anteriormente) em um número menor de variáveis independentes ou não correlacionadas que são denominadas de componentes principais (CPs) (DELUZIO; ASTEPHEN, 2007). As vantagens da ACP incluem o fato de as CPs serem independentes ou não correlacionadas entre si, poucas CPs serem necessárias para representar as curvas de dados originais e os escores obtidos a partir da análise para cada curva de cada indivíduo poder ser utilizado como variável dependente em análises estatísticas subsequentes para detectar diferenças entre grupos. O objetivo da ACP é gerar parâmetros resumidos dos padrões de mudança das séries temporais. As CPs representam um conjunto de funções base das séries temporais que considera a variação presente nos dados originais. Assim, as CPs estão relacionadas com a forma das séries temporais, ou seja, ao modo de variação presente nos dados (DELUZIO; ASTEPHEN, 2007; ROBERTSON et al., 2014).

1.2 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESE

Uma importante questão a ser ainda investigada sobre a DE é o esclarecimento do que é considerado um movimento escapular alterado considerando certo grau de variabilidade dentro e entre diferentes indivíduos, a possibilidade de estratégias adaptativas individuais e de otimização do sistema (MCQUADE; BORSTAD; DE OLIVEIRA, 2016; WILLMORE; SMITH, 2016).

A justificativa para a aplicação da ACP leva em consideração as características específicas das variáveis do presente estudo representadas por curvas ou séries temporais. Por exemplo, a multidimensionalidade dos dados ao introduzirmos na matriz de cálculo, os 101 pontos para a fase de elevação e 101 pontos para a fase de abaixamento (sendo um ponto para cada porcentagem de cada uma das fases) para os três movimentos rotacionais: rotação superior/inferior, rotação interna/externa e inclinação anterior/posterior da escápula sobre o tórax, de 100 participantes. A natureza covariante dos dados originais

ao longo da série temporal, ou seja, há um padrão geral subjacente dos dados que as curvas geralmente seguem.

Considerando a grande quantidade de dados deste estudo e a natureza contínua da série temporal, há um interesse em definir as características mais relevantes deste conjunto de dados sem perda de informação. Desta forma, este estudo propôs a aplicação da ACP nas séries temporais de rotação escapular em indivíduos sintomáticos e assintomáticos com e sem DE. As componentes principais foram extraídas a fim de determinar as características de variação que podem ser usadas para quantificar diferenças nos padrões de cinemática escapulotorácica entre os grupos, com e sem dor, com e sem DE. Este estudo teve como hipótese encontrar diferenças no padrão das séries temporais da rotação interna e da inclinação anterior da escápula entre participantes com e sem DE.

2. OBJETIVO

Investigar, por meio da análise de componentes principais, a cinemática tridimensional da articulação escapulotorácica em indivíduos com dor no ombro e assintomáticos, que apresentam e não apresentam DE associada.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRA

A amostra do estudo foi composta por 100 participantes de ambos os sexos e faixa etária de 18 a 60 anos. Foram avaliados 25 participantes para cada grupo devido à possibilidade de detectar uma diferença clinicamente importante nas rotações escapulares em cinco graus (5°), com nível de significância de 0,05 e um poder estatístico de 80% (LUDEWIG; COOK, 2000b).

- 25 participantes sintomáticos e com DE (*Dor+DE*);
- 25 participantes sintomáticos e a ausência de DE (*Dor*);
- 25 participantes assintomáticos e com DE (*Sem Dor+DE*);
- 25 participantes assintomáticos e ausência de DE (*Sem Dor*).

Os participantes foram recrutados por convite verbal de forma intencional e sequencial. Os participantes assintomáticos foram selecionados por uma amostra de conveniência da comunidade local da cidade de Ribeirão Preto e foram incluídos caso apresentassem amplitude mínima de 120° de elevação, nenhuma história de dor no ombro, luxação ou diagnóstico de lesão de manguito rotador atual ou prévia.

O recrutamento dos participantes sintomáticos foi realizado em parceria com a Secretaria Municipal de Saúde da cidade de Ribeirão Preto. O acesso às guias de regulação do setor de ortopedia foi autorizado pela Secretaria da Saúde de Ribeirão Preto-SP (ANEXO A). As guias selecionadas deveriam conter os seguintes termos: síndrome do impacto subacromial, síndrome de pinçamento subacromial, ombro doloroso, tendinite do ombro ou específica de tendões do manguito rotador, bursite subacromial ou subdeltóidea. Foram desconsideradas da triagem as fichas que apresentassem: artrite reumatoide, fibromialgia, lúpus, lesão nervosa periférica, luxação ou ruptura completa dos tendões do manguito rotador.

A partir disso, o grupo sintomático foi determinado por auto relato de dor no ombro e exame físico. O participante deveria apresentar no exame físico: dor no ombro há mais de uma semana, dor durante o movimento ativo de elevação do braço (“arco doloroso”), positividade para pelo menos 2 testes ortopédicos específicos: teste de Neer, Hawkins-Kennedy, Jobe e dor durante a rotação lateral resistida (MICHENER et al., 2009) e amplitude mínima de 120° de elevação. Participantes sintomáticos com sinais de ruptura

do manguito rotador, sintomas relacionados a coluna cervical ou instabilidade glenoumeral foram excluídos da amostra.

Foram excluídos do estudo participantes com índice de massa corporal maior do que 30 kg/m², história prévia de fratura ou cirurgia da extremidade superior e deformidades na coluna torácica como escoliose ou hipercifose (LUDEWIG; COOK, 2000b).

3.2 ASPECTO ÉTICOS

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (processo nº 4799/2014) (ANEXO B). Os participantes selecionados foram informados sobre os objetivos e os procedimentos da pesquisa e foram instruídos quanto à garantia de anonimato das informações colhidas e da liberdade de desistência ao longo da pesquisa. Após o esclarecimento e aceitação, os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A).

3.3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A avaliação foi realizada no Laboratório de Análise da Postura e do Movimento Humano (LAPOMH) da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto. Inicialmente foram coletados dados pessoais, antropométricos e a fim de caracterizar a amostra de acordo com o nível de aptidão física, os participantes responderam ao Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) - versão curta (ANEXO C). A escala visual numérica (EVN) foi aplicada nos participantes sintomáticos para a verificação da intensidade da dor ombro. O participante classificava a dor em uma escala de 0 a 10, na qual 0 indicava “sem dor” e 10 indicava “pior dor imaginável” (MINTKEN; GLYNN; CLELAND, 2009). Os participantes sintomáticos também responderam ao questionário Índice de Dor e Incapacidade no Ombro versão brasileira do questionário (SPADI - *Shoulder Pain and Disability Index*) (ANEXO D) (MARTINS et al., 2010). Posteriormente foram realizadas a avaliação clínica da DE e a avaliação da cinemática tridimensional.

3.4 AVALIAÇÃO DA DISCINESE ESCAPULAR

A avaliação da DE foi realizada por um fisioterapeuta previamente treinado com moderada confiabilidade intra-avaliador (Kappa de 0,79) e boa confiabilidade entre-avaliadores (Kappa de 0,89) (ROSSI et al., 2017). Os participantes foram instruídos a realizar dez ciclos de elevação e abaixamento dos braços acima da cabeça com carga de acordo com a massa corporal, ou seja, 1,5 kg para participantes com menos de 68,1 kg e 2,5 kg para participantes com 68,1 kg ou mais (MCCLURE et al., 2009a). O fisioterapeuta manteve-se aproximadamente a dois metros atrás dos participantes com liberdade para se mover e observar a escápula em todos os ângulos. Cada participante foi avaliado pelo método de classificação Sim/Não proposto pelo atual consenso (KIBLER et al., 2013). Participantes classificados com presença de DE foram também classificados com relação ao movimento escapular específico alterado em Tipo 1 (projeção posterior da borda inferior da escápula), Tipo 2 (projeção posterior de toda a borda medial da escápula), ou Tipo 3 (elevação da borda superior da escápula e encolhimento do ombro) (KIBLER et al., 2002).

3.5 AVALIAÇÃO CINEMÁTICA

Para a aquisição dos dados cinemáticos tridimensionais do complexo do ombro foi utilizado um sistema de captura do movimento eletromagnético (Polhemus 3 Space, Colchester, USA) e o programa the *MotionMonitor*TM (Innovative Sports Training, Chicago, USA). Esse sistema tem um acurácia de RMS de 0,076 cm para posição e 0,15° para orientação. O transmissor foi fixado a 110 cm acima do chão e emitia um sinal eletromagnético para os sensores fixados ao corpo do participante. Os sensores foram posicionados no esterno, na superfície plana do acrômio, e na inserção do músculo deltoide. Outro sensor foi acoplado a uma caneta digitalizadora para manualmente digitalizar as estruturas anatômicas para construção do sistema de coordenadas local no tórax (processo xifóide, incisura jugular, processo espinhoso da vértebra C7 e T8), na escápula (ângulo acromial, raiz da espinha da escápula, ângulo inferior) e no úmero (epicôndilo medial e lateral) (WU et al., 2005).

A posição e orientação de cada sensor foram coletadas a 120 Hz. As orientações dos sensores foram rodadas para rotações escapulares definidas anatomicamente usando a sequência Euler. A sequência y-x-z foi utilizada para descrever a orientação da escápula em relação ao tórax, na qual o eixo z foi definido no plano da escápula, da raiz da espinha da escápula para o acrômio; o eixo x foi perpendicular ao plano da escápula, e o eixo y

foi perpendicular ao eixo z e ao eixo x (WU et al., 2005). A sequência x-z-y foi utilizada para descrever a orientação do úmero em relação ao tórax, na qual o eixo x apontava anteriormente (elevação umeral), o eixo z lateralmente (plano de elevação) e o eixo y superiormente (eixo de rotação) (PHADKE et al., 2011).

Figure 2. Modelo biomecânico, sistema de coordenada local e sistema de coordenada global.

A avaliação da cinemática tridimensional da escápula foi realizada durante os movimentos de elevação e abaixamento do braço no plano sagital. Os indivíduos foram familiarizados com a velocidade do movimento que foi de 4 segundos para cada ciclo de elevação e abaixamento do braço (UHL et al., 2009b). Participantes realizaram dez ciclos de elevação e abaixamento do braço, na qual a média das três últimas tentativas foram consideradas para análise. O lado dominante foi analisado nos participantes assintomáticos e o lado da dor no ombro foi analisado nos participantes sintomáticos.

3.6 REDUÇÃO DOS DADOS

Os dados cinemáticos foram processados utilizando o programa Matlab (Mathworks®). Dados brutos foram filtrados usando o filtro passa baixo de 4º ordem com uma frequência de corte de 6Hz. As seguintes variáveis da cinemática escapular foram calculadas: rotação interna, rotação superior e inclinação anterior. As variáveis de rotação escapular foram normalizadas a 101 pontos, um para cada porcentagem de ambas as fases, elevação e abaixamento, separadamente. A fase de elevação do braço foi definida como

a fase entre 20° e 120° de elevação umerotorácicas, e a fase de abaixamento do braço foi definida como a fase entre 120° e 20° de elevação umerotorácicas.

3.7 ANÁLISE DE DADOS

3.7.1 *Análise de Componentes Principais (ACP)*

A ACP foi realizada, separadamente, nas três variáveis cinemáticas para cada fase, elevação e abaixamento, com 98 participantes, pois os dados de dois participantes, um do grupo *Dor+DE* e um do grupo *Sem Dor+DE*, foram excluídos. Foram analisadas seis matrizes (98 X 101). Cada linha da matriz representou a série temporal de cada participante, e cada coluna representou as amostras temporais em cada porcentagem da fase do movimento de elevação ou abaixamento, para determinada variável cinemática.

Primeiramente, a matriz de covariância (X) foi calculada a partir da matriz dos dados originais. Posteriormente, esta matriz de covariância foi transformada por uma decomposição ortogonal pelo modelo $Z=[U^tX]$, onde U é a matriz de transformação que realinha os dados originais em um novo sistema de coordenadas. As colunas de U foram os autovetores da matriz de covariância do conjunto de dados originais e foram designados pelos vetores carga da CP (DELUZIO; ASTEPHEN, 2007). As CPs foram obtidas e ordenadas de acordo com a quantidade de variância explicada nos dados originais (RESENDE et al., 2016). Pela característica altamente covariante das séries temporais da cinemática escapulotorácica, as duas primeiras CPs foram suficientes para explicar pelo menos 90% da variância dos dados.

3.7.2 *Análise estatística e interpretação dos escores*

Cada participante recebeu um escore representando o grau na qual sua série temporal expressou o padrão de variância específico capturado por cada CP. O escore foi calculado pela soma dos produtos entre cada valor da série temporal e o seu valor de coeficiente correspondente da carga vetorial da CP (RESENDE et al., 2015) (Figura 2).

Figura 3. Cálculo do escore de cada participante em cada uma das componentes principais. Neste exemplo foi ilustrada a série temporal de um participante da inclinação anterior da escápula durante o abaixamento do braço. Cada ponto da série temporal original é multiplicado por sua respectiva carga vetorial ao longo da fase de abaixamento do braço. Posteriormente, o resultado dessa multiplicação, ponto a ponto, é somado.

Os CPs escores foram usados como variáveis dependentes para os testes de hipóteses. Os escores dos participantes dos quatro grupos foram comparados usando Análise de Variância (ANOVA one-way) e o teste pos hoc de Tukey-Kramer. A normalidade dos resíduos foi confirmada pelo teste Shapiro-Wilk e a homogeneidade da variância foi confirmada pelo teste de Levene. O teste de chi-quadrado foi aplicado para as variáveis categóricas. O nível de significância foi de 0.05. O tamanho de efeito das comparações que apresentaram significância estatística foi calculado pela divisão das diferenças entre as médias dos dois grupos pelo desvio padrão combinado. O tamanho de efeito foi interpretado como: tamanho de efeito maior do que 0.5: pequeno; tamanho de efeito maior do que 0.5 e menor do que 0.8: moderado; e tamanho de efeito maior do que 0.8: grande.

Cada CP, CP 1 e CP 2, extraíram uma mudança específica nas formas das séries temporais originais considerando todos os 98 participantes. O valor de escore médio de cada grupo indicou o quanto aquele grupo expressou o padrão de variação específico

capturado pela ACP o qual é representado pela carga vetorial. A fim de entender o significado biomecânico de ter uma escore alto ou baixo e as diferenças entre os grupos, é necessário simultaneamente interpretar a forma da carga vetorial de cada CP e as séries temporais reconstruídas (BRANDON et al., 2013).

A *single-component reconstruction* foi utilizada para a interpretação das diferenças de escore entre os grupos (BRANDON et al., 2013) uma vez que ela pode isolar o padrão de variância extraído da CPs onde os grupos diferiram. O primeiro passo para esse método foi plotar as séries temporais representando o padrão de variância dos grupos que diferiram naquela CP específica. Essas séries temporais correspondem ou a um alto escore ou a um baixo escore, dependendo de qual grupo teve maior ou menor média de escore naquela CP específica. As séries temporais representando o alto e o baixo escore foram calculadas por multiplicar um desvio padrão (DP) ao CP-escore correspondente pela carga vetorial, e então adicionar (alto escore) ou subtrair (baixo escore) o resultado do produto da média total de todas as séries temporais (BRANDON et al., 2013; ROBERTSON et al., 2014):

$$\hat{x}_H = \bar{x} + u_R \times DP(\vec{Z}_1) \quad (1)$$

$$\hat{x}_L = \bar{x} - u_R \times DP(\vec{Z}_1) \quad (2)$$

onde, $\hat{x}_H$ é a série temporal reconstruída para CP_R ; $\hat{x}_L$ é a série temporal reconstruída para CP_R ; $\bar{x}$ é a série temporal média; u_R é a carga vetorial da CP; e $DP(\vec{Z}_1)$ é o desvio padrão dos CP_R escores.

Analisar a forma da carga vetorial é essencial para isolar a mudança específica capturada por cada CP da variância entre indivíduos da variância captura por outras CPs (BRANDON et al., 2013). Então, o segundo passo foi plotar, em um gráfico diferente, a carga vetorial, na qual foi interpretada as porções das fases de elevação e abaixamento do braço que mais contribuíram para a característica capturada por cada CP. Cargas vetoriais distantes do valor zero indicam que a diferença observada entre as séries temporais reconstruídas que representam alto e baixo escore estão associadas aquela CP e cargas vetoriais próximas de zero indicam que a diferença entre as linhas representativas do escore alto e baixo é devido a outra variância que não aquela capturada pela CP em análise (RESENDE et al., 2017).

4. RESULTADOS

4.1 AMOSTRA

Este estudo incluiu 49 participantes sintomáticos e 49 participantes assintomáticos. Os dados cinemáticos de dois participantes foram excluídos porque eles não atingiram 120° de elevação umerotorácica. A Tabela 1 descreve dados demográficos, antropométricos e nível de atividade física de todos os participantes e a intensidade de dor, e nível de incapacidade dos participantes sintomáticos. Os participantes assintomáticos com DE (*Sem dor+DE*) apresentaram menor idade do que participantes sintomáticos (*Dor+DE* e *Dor*) e menor índice de massa corporal comparado a todos os outros grupos. Não houve diferença na distribuição do lado avaliado sendo o mesmo que o lado dominante (chi-quadrado, $p=0,187$). A maioria dos participantes foi classificada como ativa ou minimamente ativa no IPAQ. Os grupos *Dor* e *Sem dor* tiveram a maior porcentagem de participantes inativos (32%) e muito ativos (32%), respectivamente.

Não foi evidenciada diferença na distribuição da intensidade da dor, ou seja, severa, moderada, e leve, entre os grupos sintomáticos (chi-quadrado, $p=0,16$). Ambos grupos sintomáticos demonstraram valores similares de SPADI. No grupo *Dor+DE*, 75% e 17% dos participantes foram classificados com DE Tipo I e Tipo II. No grupo *Sem dor+DE*, 96% dos participantes foram classificados com DE Tipo I.

Tabela 1. Caracterização da amostra.

	Dor+DE (n=24)	Dor (n=25)	Sem dor+DE (n=24)	Sem dor (n=25)
Idade (anos)	47,21 (8,6)	48,60 (8,7)	34,38 (8,6)*	40,76 (10,5)
Altura (cm)	166 (0,1)	165 (0,1)	169 (0,1)	171 (0,1)
Massa Corporal (kg)	69,98 (10,2)	73,03 (15,3)	64,73 (10,4)	73,34 (12,1)
IMC (kg/m ²)	25.50 (3.4)	26.40 (3,0)	22,70 (2,5)†	25,07 (2,7)
Gênero (masculino)	12 (50%)	9 (36%)	9 (36%)	13 (54%)
Dominância (direita)	22 (92%)	25 (100%)	18 (72%)	22 (92%)
Lado avaliado (dominante)	9 (36%)	16 (64%)	12 (50%)	16 (64%)
IPAQ				
Sedentário	4 (17%)	8 (32%)	5 (21%)	1 (4%)
Insuficientemente ativo	7 (29%)	10 (40%)	5 (21%)	8 (32%)
Ativo	13 (54%)	6 (24%)	12 (50%)	8 (32%)
Muito ativo	0	1 (4%)	2 (8%)	8 (32%)
EVND (0-10)				
Leve (1-3)	10 (42%)	9 (36%)	-	-
Moderada (4-6)	5 (21%)	11 (44%)	-	-
Severa (7-10)	9 (37%)	5 (20%)	-	-
SPADI (0-100)				
Incapacidade	42.91 (19.5)	45.06 (20.7)	-	-
Dor	65.31 (17.2)	56.78 (18.3)	-	-
Total	51.58 (17.2)	49.66 (17.6)	-	-
DE - IV Tipos				
Tipo I	18 (75%)	-	23 (96%)	-
Tipo II	4 (17%)	-	1 (4%)	-
Tipo III	2 (8%)	-	0 (0%)	-
Tipo IV	-	25 (100%)	-	25 (100%)

Valores em média (desvio padrão) e frequência (porcentagem).

DE: discinesia escapular; IMC: índice de massa corporal; EVND: Escala visual numérica de dor; SPADI: *Shoulder Pain and Disability Index*; IPAQ: Questionário Internacional de Atividade Física.

* $p < 0.05$ para o grupo *Sem dor+DE* menor do que *Dor+DE* e *Dor*.

† $p < 0.05$ para o grupo *Sem dor+DE* menor do que todos os grupos.

4.2 CINEMÁTICA

4.2.1 Repouso

Não foi verificada diferença ($p > 0,05$) entre os grupos nas angulações da escápula ao repouso como demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2. Média e desvio padrão das angulações escapulares (°) ao repouso.

Variável	Dor+DE (n=24)	Dor (n=25)	Sem dor+DE (n=24)	Sem Dor (n=25)	p-valor (F)
Rot. Int.	26,12 (9,19)	26,41 (6,59)	23,89 (7,56)	29,17 (7,94)	0,61 (0,6)
Rot. Sup.	0,21 (6,10)	-0,25 (5,07)	-4,43 (6,20)	1,75 (4,47)	0,25 (1,4)
Inc. Ant.	10,86 (4,18)	13,29 (3,54)	11,82 (6,44)	11,09 (4,70)	0,85 (0,3)

DE: discinesia escapular; Rot. Int.: rotação interna; Rot. Sup.: rotação superior; Inc. Ant.: inclinação anterior. Valores negativos indicam rotação inferior da escápula ao repouso.

4.2.2. Séries temporais das três rotações da escápula

A Figura 3 ilustra as séries temporais médias dos grupos para as três rotações escapulares, durante a elevação e o abaixamento do braço no plano sagital. Durante a fase de elevação do braço, todos os grupos apresentaram um padrão de progressivo aumento da rotação interna (Figura 3-A) até aproximadamente, a primeira metade da fase de elevação, e progressiva redução da rotação interna, na segunda metade da fase de elevação do braço. O mesmo padrão foi observado durante a fase de abaixamento do braço (Figura 3-D), exceto pelo grupo *Sem Dor+DE* (linha azul tracejada) que apresentou menor redução da rotação interna na segunda metade fase de abaixamento do braço. Todos os grupos apresentaram progressivo aumento da rotação superior da escápula durante a elevação do braço (Figura 3-B) e progressiva redução da rotação superior da escápula durante a fase de abaixamento do braço (Figura 3-E). Para a variável inclinação anterior da escápula, todos os grupos apresentaram progressiva redução da inclinação anterior da escápula durante a fase de elevação do braço (Figura 3-C), exceto o grupo *Sem Dor+DE* (linha tracejada azul), o qual apresentou progressivo aumento ao longo da fase. Durante a fase de abaixamento do braço (Figura 3-F), todos os grupos apresentaram progressivo aumento da inclinação anterior da escápula, exceto pelo grupo *Sem Dor+DE* o qual apresentou baixa amplitude do movimento de inclinação anterior ao longo dessa fase.

Figura 4. Séries temporais médias de cada grupo para as três rotações escapulares durante a fase de elevação e abaixamento do braço. Linhas vermelhas representam as médias dos grupos sintomáticos e linhas azuis representam as médias dos grupos assintomáticos. Linhas sólidas representam os grupos sem discinesia escapular (DE). Linhas tracejadas representam os grupos com DE. A) Rotação interna da escápula durante a elevação do braço. B) Rotação superior da escápula durante a elevação do braço. C) inclinação anterior da escápula durante a elevação do braço. D) Rotação interna da escápula durante o abaixamento do braço. E) Rotação superior da escápula durante o abaixamento do braço. F) Inclinação anterior da escápula durante o abaixamento do braço.

4.2.3 Fase de elevação do braço

Análise estatística demonstrou diferenças entre os grupos para a variável inclinação anterior da escápula durante a fase de elevação do braço ($p=0,04$; $F=3,0$). A tabela 3 descreve os valores de escore médio de cada grupo para a CP1 e CP2 das três rotações escapulares na fase de elevação do braço. Durante essa fase, o grupo *Sem Dor+DE* apresentou maior escore na CP2 comparado aos grupos *Dor* e *Sem dor*. As diferenças médias entre o grupo *Sem Dor+DE* e os grupos *Dor* e *Sem dor* foram 16,31 (IC: 0,66; 31,97) e 16,02 (IC: 0,75; 31,29), e tamanhos de efeito: 0,79 e 0,80, respectivamente.

A Figura 4-A ilustra as séries temporais médias de cada grupo para a inclinação anterior da escápula durante a fase de elevação do braço. Figura 4-B ilustra a carga vetorial, a qual apresenta coeficientes negativos na primeira metade da fase e coeficientes positivos na segunda metade. Durante a fase de elevação, o grupo *Sem Dor+DE* apresentou alto escore na CP2 comparado aos grupos *Dor* e *Sem dor* (Tabela 2). Como demonstrado na Figura 4-C, o grupo *Sem dor+DE* (alto escore) apresentou pouca inclinação anterior da escápula no início da elevação do braço e progressivo aumento da inclinação anterior da escápula ao longo da fase de elevação do braço comparado aos grupos *Dor* e *Sem dor* (baixo escore). Além disso, o grupo *Dor* e *Sem dor* (baixo escore) apresentou maior amplitude de movimento (ADM) da inclinação anterior ao longo da fase de elevação do braço comparado ao grupo *Sem Dor+DE* (alto escore).

Tabela 3. Componentes principais (CP), porcentagem de variância explicada e os respectivos escores apresentados em média e desvio padrão de cada grupo para as três rotações escapular durante a fase de elevação do braço. Resultados da ANOVA são também apresentados.

Variável	CP	Var. Exp. (%)	Dor+DE (n=24)	Dor (n=25)	Sem dor+DE (n=24)	Sem dor (n=25)	p-valor (F)
Rot. Int.	1	90,86	-15,49 (95,6)	7,25 (63,7)	8,47 (93,4)	-0,52 (76,7)	0,74 (0,4)
	2	7,96	9,25 (22,9)	1,88 (28,1)	-5,67 (26,6)	-5,32 (16,8)	0,11 (2,1)
Rot. Sup.	1	79,13	0,30 (93,2)	-26,71 (68,1)	14,06 (66,5)	12,93 (73,4)	0,21 (1,6)
	2	19,45	0,44 (51,7)	7,38 (33,8)	-9,35 (36,1)	1,18 (26,9)	0,50 (0,8)
Inc. Ant.	1	87,97	-18,82 (75,7)	10,57 (60,3)	-4,23 (75,5)	11,56 (51,5)	0,34 (1,1)
	2	10,77	3,24 (27,9)	-6,44 (21,5)	9,87 (19,7)	-6,15 (20,5)	0,04 (3,0)*

DE: discinese escapular; Rot. Int.: rotação interna; Rot. Sup.: rotação superior; Inc. Ant.: inclinação anterior; Var. Exp.: variância explicada.

* $p < 0.05$ para o grupo *Sem Dor+DE* maior do que o grupo *Dor* e *Sem dor*.

Figura 5. A) Séries temporais médias da inclinação anterior da escápula de cada grupo durante a fase de elevação do braço. Linhas vermelhas representam as médias dos grupos sintomáticos e linhas azuis representam as médias dos grupos assintomáticos. Linhas sólidas representam os grupos sem discinesia escapular (DE). Linhas tracejadas representam os grupos com DE. B) Carga vetorial da Componente Principal 2 (CP 2). C) Séries temporais reconstruídas que representam uma série temporal com alto escore e outra com baixo escore na CP 2. Neste caso, alto escore (linha tracejada) caracteriza o grupo *Sem Dor+DE*, e baixo escore (linha sólida) representa os grupos *Dor* e *Sem Dor*.

4.2.4 Fase de abaixamento do braço

Análise estatística também demonstrou diferenças entre os grupos para a variável inclinação anterior da escápula durante a fase de abaixamento ($p=0,04$; $F=2,6$) do braço. A Tabela 4 descreve os valores de escore médio de cada grupo para a CP1 e CP2 das três rotações escapulares na fase de abaixamento do braço. Durante essa fase, o grupo *Dor+DE* apresentou maior escore na CP2 comparado ao grupo *Sem dor+DE* (diferença média: 17,91; CI: -0,13; -35,94; tamanho de efeito: 0,68).

A Figura 5-A ilustra as séries temporais médias de cada grupo para a inclinação anterior da escápula durante a fase de abaixamento do braço. Figura 5-B ilustra a carga vetorial, a qual apresenta coeficientes negativos na primeira metade da fase e coeficientes positivos na segunda metade. Durante a fase de abaixamento, o grupo *Dor+DE* apresentou alto escore na CP2 comparado ao grupo *Sem dor+DE* (Tabela 3). Como demonstrado na Figura 5-C, o grupo *Dor+DE* (alto escore) apresentou pouca inclinação anterior da escápula no início de abaixamento do braço e progressivo aumento da inclinação anterior da escápula ao longo da fase comparado ao grupo *Sem dor+DE* (baixo escore). Além disso, o grupo *Dor+DE* (alto escore) apresentou maior ADM de inclinação anterior da escápula ao longo da fase de abaixamento do braço comparado ao grupo *Sem Dor+DE* (baixo escore).

Tabela 4. Componentes principais (CP), porcentagem de variância explicada e os respectivos escores apresentados em média e desvio padrão de cada grupo para as três rotações escapular durante a fase de abaixamento do braço. Resultados da ANOVA são também apresentados.

Variável	CP	Var. Exp. (%)	Dor+DE (n=24)	Dor (n=25)	Sem dor+DE (n=24)	Sem dor (n=25)	p-valor (F)
Rot. Int.	1	90,05	0,51 (76,6)	-10,43 (47,3)	3,64 (93,5)	6,44 (78,2)	0,87 (0,2)
	2	8,87	5,49 (24,8)	-0,53 (20,7)	-5,50 (26,1)	0,53 (22,1)	0,45 (0,9)
Rot. Sup.	1	82,63	-23,67 (92,0)	-9,29 (74,7)	17,73 (71,2)	15,53 (82,7)	0,23 (1,5)
	2	15,62	0,87 (48,9)	0,96 (23,8)	-3,94 (39,8)	2,00 (25,1)	0,94 (0,1)
Inc. Ant.	1	86,53	-11,84 (77,5)	5,24 (57,8)	-4,07 (72,9)	10,04 (54,4)	0,66 (0,5)
	2	12,01	6,94 (29,9)	3,97 (22,7)	-10,97 (22,7)	-0,11(19,3)	0,04 (2,6)*

DE: discinese escapular; Rot. Int.: rotação interna; Rot. Sup.: rotação superior; Inc. Ant.: inclinação anterior; Var. Exp.: variância explicada.

* $p < 0.05$ para o grupo *Sem Dor+DE* menor do que o grupo *Dor+DE*.

Figura 6. A) Séries temporais médias da inclinação anterior da escápula de cada grupo durante a fase de abaixamento do braço. Linhas vermelhas representam as médias dos grupos sintomáticos e linhas azuis representam as médias dos grupos assintomáticos. Linhas sólidas representam os grupos sem discinesia escapular (DE). Linhas tracejadas representam os grupos com DE. B) Carga vetorial da Componente Principal 2 (CP 2). C) Séries temporais reconstruídas que representam uma série temporal com alto escore e outra com baixo escore na CP 2. Neste caso, alto escore (linha tracejada) caracteriza o grupo *Dor+DE*, e baixo escore (linha sólida) representa o grupo *Sem Dor+DE*.

5. DISCUSSÃO

Neste estudo, o uso da ACP como um método análise das séries temporais permitiu a identificação de diferentes características no padrão de variação dos dados de cinemática escapular. Cada CP foi relacionada a uma mudança particular na forma das séries temporais dos ângulos escapulares. CP2 capturou um padrão de variação na ADM escapular durante as fases de elevação e abaixamento do braço. Neste caso, os grupos foram diferentes com relação a esse padrão de variação, o qual foi demonstrado pelos resultados da ANOVA. A presença de DE em participantes assintomáticos revelou um padrão de cinemática escapular com um progressivo aumento na inclinação anterior da escápula ao longo da fase de elevação do braço. No entanto, os participantes assintomáticos com DE apresentaram um padrão de movimento distinto durante o abaixamento do braço, ao contrário do grupo sintomático com DE que manteve o padrão de aumento da inclinação anterior da escápula ao longo dessa fase.

A presença de aumentada inclinação anterior da escápula já havia sido sugerida em participantes assintomáticos (MIACHIRO et al., 2014) e sintomáticos (HUANG et al., 2015a) com DE Tipo I. Huang et al. (2017) também utilizou a ACP para investigar a cinemática escapular em participantes com e sem DE. No entanto, diferentemente do nosso estudo, a ACP foi realizada para análise de parâmetros discretos extraídos arbitrariamente da cinemática escapular em atletas sintomáticos (HUANG et al., 2017). Esse estudo demonstrou correlação positiva entre a ocorrência de DE Tipo I e aumentada inclinação anterior da escápula (HUANG et al., 2017), o qual é consistente com nossos achados, uma vez que ambos os grupos com DE, com e sem dor no ombro, apresentaram alta prevalência de DE Tipo I.

A literatura também apresenta diferenças na cinemática escapular entre participantes com e sem dor no ombro, independente da avaliação clínica da DE. Estudos apontam para diminuída rotação superior da escápula, aumentada rotação interna da escápula (KESHAVARZ et al., 2017; TIMMONS et al., 2012) e aumentada inclinação anterior da escápula (LEFÈVRE-COLAU et al., 2017) em pacientes com SIS comparados a indivíduos assintomáticos. Borstad e Ludewig (2002) sugeriram que embora a ADM da inclinação anterior da escápula seja menor do que a ADM da rotação superior da escápula, uma aumentada inclinação anterior da escápula pode ser mais crítico para manutenção do espaço subacromial, aumentando o potencial para impacto nos tecidos subjacentes

(BORSTAD; LUDEWIG, 2002a). No nosso estudo, o grupo assintomático com DE alterou o padrão de movimento da inclinação anterior, ao contrário do grupo sintomático com DE. Durante a fase excêntrica do movimento, o grupo de participantes com DE e dor no ombro apresentou a maior ADM de inclinação anterior da escápula no sentido de aumento da inclinação anterior ao longo da fase de abaixamento. Embora estudos prévios comparando pessoas com e sem SIS não incluíssem a avaliação clínica da DE, a sugerida associação entre modificações na cinemática escapular e dor no ombro suporta nossos achados do padrão de aumentada inclinação anterior da escápula ao longo da fase abaixamento no grupo Dor+DE, apenas.

A ACP não detectou diferenças entre os grupos para a variável rotação superior e rotação interna da escápula como previamente demonstrado por estudos que analisaram parâmetros discretos da cinemática escapulotorácica (KESHAVARZ et al., 2017; LOPES et al., 2015a). Cada ponto de dados das séries temporais da cinemática escapular foi altamente correlacionado ao seu valor adjacente, o qual foi confirmado pela alta porcentagem de variância explicada pelo CP1, principalmente, e pela CP2. Em meio a essa colinearidade, houve também uma substancial variabilidade nos dados de cinemática escapular, ou seja, diferenças nas rotações escapular intra e entre os grupos. Assim, os resultados da ANOVA demonstraram que os grupos diferiram somente no padrão de variação da inclinação anterior da escápula.

Em contrapartida, Tate et al. (2009) mostraram reduzida rotação superior da escápula (aproximadamente 9°) a 30° e 60° de elevação do úmero em atletas overhead assintomáticos com DE comparados a atletas sem DE (TATE et al., 2009). Lopes et al. (2015) encontraram um modesto aumento na rotação interna da escápula em pacientes com SIS e DE comparados a pacientes sem DE. Ao analisar parâmetros discretos, este estudo demonstrou que pacientes com DE tiveram aumentada rotação interna da escápula (aproximadamente 3°) somente a 120° de elevação umerotorácica, durante a fase de abaixamento do braço (LOPES et al., 2015b). No entanto, ambos estudos utilizaram o *Scapular Dyskinesis Test*, no qual os participantes são classificados como discinese óbvia, discinese sutil ou normal de acordo com a severidade da desordem do movimento, e não de acordo com a cinemática específica alterada como sugerida pela classificação IV Tipos. Além disso, as diferenças médias encontradas foram menor do que o erro padrão de medida e a mínima mudança detectável (HAIK; ALBURQUERQUE-SENDÍN; CAMARGO, 2014; LOPES et al., 2015b). Assim, os resultados desses estudos deveriam ser cautelosamente interpretados.

A incapacidade no ombro não foi diferente entre participantes com e sem DE neste estudo. Em um estudo prévio, deficiências funcionais e resultados do EQ-5D5L e da pontuação do *Oxford Shoulder Score* também não foram diferentes entre pacientes com SIS com e sem DE ao longo de um período de três meses (CHRISTIANSEN et al., 2017). Lopes et al. (2015) sugeriram que pacientes com DE demonstraram menor pontuação no escore total e na subescala de função do questionário Penn, mas as diferenças médias não atingiram a mínima mudança detectável (LOPES et al., 2015b). Assim, a DE parece não ter uma influência importante na incapacidade relacionada ao ombro. Hickey et al. (2017) suportaram essa noção em um estudo de meta-análise, na qual a presença de DE parece ser fator de risco importante para condições no ombro mais brandas do que lesões severas em atletas (HICKEY et al., 2017).

No atual estudo, assintomáticos com DE apresentaram menor idade (faixa etária de 30-40 anos) do que os participantes sintomáticos (faixa etária de 40-50 anos). A prevalência da dor no ombro é de 28,8 a 32,8 para indivíduos de 18-44 anos e aumenta para 58,6 a 68,5 na faixa etária de 45-64 anos (GREVING et al., 2012). No entanto, há uma limitada evidência sugerindo que o aumento da idade seja uma fator prognóstico negativo para as condições do ombro (LITTLEWOOD; MAY; WALTERS, 2013). O grupo *Sem dor+DE* também apresentou menor IMC comparado a todos os outros grupos. O aumento de peso parece estar relacionado a condições musculoesqueléticas crônicas (DEAN; SÖDERLUND, 2015), no entanto, no atual estudo, participantes que apresentassem IMC maior do que 30 kg/m² foram excluídos da amostra.

Os participantes sintomáticos do atual estudo apresentaram positividade para testes específicos que caracterizam a SIS. Os resultados revelaram que dentre os movimentos da escápula, o padrão de movimentação da inclinação anterior pode ser uma deficiência importante para a presença de sintomas no ombro, principalmente durante o abaixamento do ombro, quando o participante já apresenta a DE. No modelo cinesiopatológico, as desordens dos movimentos escapulotorácicos, como a insuficiência da rotação superior, da inclinação posterior, a excessiva rotação interna ou a elevação da clavícula, estão dentre as causas mecânicas de dor no ombro atraumática (LAWRENCE; CAMARGO; BRAMAN, 2017). Assim, indivíduos com o mesmo “rótulo diagnóstico”, podem apresentar diferentes deficiências musculoesqueléticas (MCCLURE; MICHENER, 2015; OLIVEIRA et al., 2017).

Como evidenciado no atual estudo, durante o abaixamento do braço, não foi somente a presença de sintomas no ombro, mas também a presença de DE que influenciou

o padrão de movimentação da inclinação anterior da escápula. Uma revisão sobre as investigações do efeito de intervenções focadas na escápula em indivíduos com SIS apontou que esta abordagem é superior a intervenções tradicionais na melhora da dor e função do ombro e da amplitude de movimento de abdução do braço somente a curto prazo, mas nenhuma diferença foi encontrada após 4 semanas (SAITO et al., 2018). Tais estudos incluíram indivíduos com SIS, ou seja, positividade em testes específicos (SAITO et al., 2018), no entanto, isso não garante homogeneidade nos grupos quanto a presença de deficiências específicas ou de DE.

5.1 LIMITAÇÕES E FORÇAS DO ESTUDO

O atual estudo apresentou algumas limitações, como a ausência de cegamento do avaliador que classificou a DE nos pacientes uma vez que tem sido sugerido que avaliador não cego pode aumentar a prevalência de DE (PLUMMER et al., 2017). Além disso, os participantes assintomáticos com DE apresentaram menor idade do que os participantes sintomáticos e tiveram menor IMC do que todos os outros grupos. Um estudo prévio demonstrou que pessoas mais jovens tiveram maior amplitude da rotação superior da escápula e rotação interna comparados a pessoas mais velhas (ROLDÁN-JIMÉNEZ; CUESTA-VARGAS, 2016). No entanto, nesse mesmo estudo, a idade não influenciou o movimento da inclinação anterior da escápula, a qual foi a variável que demonstrou diferenças entre grupos no presente estudo. Além disso, nós não controlamos a velocidade do movimento durante as fases de elevação e abaixamento do braço. No entanto, as medidas escapulares e umerotorácicas foram normalizadas pelo tempo e a velocidade de elevação parece não influenciar na cinemática escapulotorácica (FAYAD et al., 2006).

Podemos ressaltar que este estudo foi o primeiro estudo que avaliou o padrão das séries temporais da escápula ao longo das fases de elevação e abaixamento do braço em 4 subgrupos de pacientes considerando tanto a presença de dor no ombro como a presença de DE. Ambos grupos de participantes com DE, sintomáticos e assintomáticos, foram classificados com DE Tipo I em mais de 70% dos casos. Ao considerar os quatro subgrupos, pode ser percebido que a presença de DE em ambos os grupos revelou um padrão de movimentação com progressivo aumento da inclinação anterior da escápula ao longo da fase de elevação. No entanto, durante a fase de abaixamento do braço, os participantes assintomáticos modificam esse padrão de movimento apresentando uma menor amplitude de movimento da inclinação anterior da escápula. Em contrapartida,

pode ser observada a influência da presença de dor associada a DE, a qual foi demonstrada por uma maior amplitude de movimento da inclinação anterior progredindo para aumento dessa angulação ao longo da fase de abaixamento do braço.

Nossos dados contribuem para o melhor entendimento das relações entre dor no ombro e DE. A apresentação clínica da DE tem relação com modificação cinemática da escápula. No entanto, essa apresentação clínica pode ser ainda mais modificada na presença de uma condição de dor no ombro.

6. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que participantes assintomáticos com DE apresentaram uma aumentada inclinação anterior da escápula ao longo da fase de elevação do braço comparados a participantes sem DE. Durante a fase de abaixamento do braço, participantes assintomáticos apresentaram reduzida amplitude da inclinação anterior comparados aos participantes sintomáticos, que mantiveram um progressivo aumento da inclinação anterior durante essa fase. O uso da ACP como uma ferramenta de redução e interpretação de dados da cinemática escapulotorácica permitiu comparações entre os grupos de um modo não arbitrário além de preservar a informação temporal. Assim, a ACP pode ser usada em estudos investigando padrões da cinemática escapular.

REFERÊNCIAS

BORSTAD, J. D.; LUDEWIG, P. M. Comparison of scapular kinematics between elevation and lowering of the arm in the scapular plane. **Clinical Biomechanics**, v. 17, n. 9–10, p. 650–659, 2002.

BRANDON, S. C. E. et al. Interpreting principal components in biomechanics: Representative extremes and single component reconstruction. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 23, n. 6, p. 1304–1310, 2013.

BURN, M. B. et al. Prevalence of Scapular Dyskinesis in Overhead and Nonoverhead Athletes. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 4, n. 2, 2016.

CHRISTIANSEN, D. H. et al. The scapular dyskinesis test: Reliability, agreement, and predictive value in patients with subacromial impingement syndrome. **Journal of Hand Therapy**, v. 30, n. 2, p. 208–213, 2017.

COLE LUKASIEWICZ, A. et al. Comparison of 3-Dimensional Scapular position and Orientation Between -subjects With and Without Shoulder Impingement. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 29, n. 10, p. 574–586, 1999.

COOLS, A. M.; MICHENER, L. A. Shoulder pain: can one label satisfy everyone and everything? **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 5, p. 416–417, 2017.

D'HONDT, N. E. et al. Reliability of Performance-Based Clinical Measurements to Assess Shoulder Girdle Kinematics and Positioning: Systematic Review. **Physical therapy**, v. 97, n. 1, p. 124–144, 1 jan. 2017.

DAFFERTSHOFER, A. et al. PCA in studying coordination and variability: A tutorial. **Clinical Biomechanics**, v. 19, n. 4, p. 415–428, 2004.

DEAN, E.; SÖDERLUND, A. What is the role of lifestyle behaviour change associated with non-communicable disease risk in managing musculoskeletal health conditions with special reference to chronic pain? **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 16, n. 1, p. 1–7, 2015.

DE OLIVEIRA, A. S. et al. **Programa de Atualização em Fisioterapia Esportiva e Traumatologia-Ortopédica**. 1. ed. Porto Alegre: [s.n.].

DELUZIO, K. J.; ASTEPHEN, J. L. Biomechanical features of gait waveform data associated with knee osteoarthritis. An application of principal component analysis. **Gait**

and Posture, v. 25, n. 1, p. 86–93, 2007.

FAYAD, F. et al. 3-D scapular kinematics during arm elevation: Effect of motion velocity. **Clinical Biomechanics**, v. 21, n. 9, p. 932–941, 2006.

GLOUSMAN, R. et al. Dynamic electromyographic analysis of the throwing shoulder with glenohumeral instability. **The Journal of bone and joint surgery. American volume**, v. 70, n. 2, p. 220–6, fev. 1988.

GREVING, K. et al. Incidence, prevalence, and consultation rates of shoulder complaints in general practice. **Scandinavian Journal of Rheumatology**, v. 41, n. 2, p. 150–155, 2012.

HAIK, M. N.; ALBURQUERQUE-SENDÍN, F.; CAMARGO, P. R. Reliability and Minimal Detectable Change of 3-Dimensional Scapular Orientation in Individuals With and Without Shoulder Impingement. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 44, n. 5, p. 341–349, 2014.

HICKEY, D. et al. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43 % in asymptomatic athletes : a systematic review and meta-analysis. **Br J Sports Med**, p. 1–10, 2017.

HUANG, T.-S. et al. Movement Pattern of Scapular Dyskinesis in Symptomatic Overhead Athletes. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 6621, 2017.

HUANG, T. S. et al. Specific kinematics and associated muscle activation in individuals with scapular dyskinesis. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 24, n. 8, p. 1227–1234, 2015a.

HUANG, T. S. et al. Comprehensive classification test of scapular dyskinesis: A reliability study. **Manual Therapy**, v. 20, n. 3, p. 427–432, 2015b.

KARDUNA, A. R. et al. Dynamic Measurements of Three-Dimensional Scapular Kinematics: A Validation Study. **Journal of Biomechanical Engineering**, v. 123, n. 2, p. 184, 2001.

KESHAVARZ, R. et al. The role of scapular kinematics in patients with different shoulder musculoskeletal disorders: A systematic review approach. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 21, n. 2, p. 386–400, 2017.

KIBLER, W. B.; SCIASCIA, A. Current concepts: scapular dyskinesis. **British**

Journal of Sports Medicine, v. 44, n. 5, p. 300–305, 2010.

KIBLER, W. BEN. **Role of the Scapula in the Overhead Throwing Motion Contemporary Orthopaedics**, 1991.

KIBLER, W. BEN et al. Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction : a reliability study. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, p. 550–556, 2002.

KIBLER, W. BEN et al. Clinical implications of scapular dyskinesis in shoulder injury: the 2013 consensus statement from the “scapular summit”. **British Journal of Sports Medicine**, v. 47, n. 14, p. 877–885, 2013.

LARSEN, C. M. et al. Measurement properties of existing clinical assessment methods evaluating scapular positioning and function. A systematic review. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 30, n. 7, p. 453–482, 2014.

LAWRENCE, R. L. et al. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals With and Without Shoulder Pain, Part 2: Glenohumeral Joint. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 44, n. 9, p. 646-B3, 2014.

LAWRENCE, R. L.; CAMARGO, P. R.; BRAMAN, J. P. Changing our diagnostic paradigm: Movement system diagnostic classification. **International Journal of Sports Physical Therapy**, v. 12, n. 6, p. 884–893, 2017.

LEFÈVRE-COLAU, M.-M. et al. Kinematic patterns in normal and degenerative shoulders. Part II: Review of 3-D scapular kinematic patterns in patients with shoulder pain, and clinical implications. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, p. 1–8, 2017.

LITTLEWOOD, C.; MAY, S.; WALTERS, S. Epidemiology of rotator cuff tendinopathy: a systematic review. **Shoulder & Elbow**, p. n/a-n/a, 2013.

LOPES, A. D. et al. Visual scapular dyskinesis: kinematics and muscle activity alterations in patients with subacromial impingement syndrome. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 96, n. 2, p. 298–306, fev. 2015.

LUDEWIG, P. M. et al. Motion of the Shoulder Complex During Multiplanar Humeral Elevation. **The Journal of Bone and Joint Surgery-American Volume**, v. 91, n. 2, p. 378–389, 2009.

LUDEWIG, P. M.; COOK, T. M. Alterations in shoulder kinematics and associated

muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. **Physical therapy**, v. 80, n. 3, p. 276–91, 2000a.

LUDEWIG, P. M.; LAWRENCE, R. L.; BRAMAN, J. P. What's in a Name? Using Movement System Diagnoses Versus Pathoanatomic Diagnoses. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 43, n. 5, p. 280–283, 2013.

LUDEWING, P. M.; COOK, T. M. Research Report Alterations in Shoulder Kinematics and Associated Muscle Activity in People With. **Physical Therapy**, v. 80, n. 3, p. 276–291, 2000.

MARTINS, J. et al. Versão brasileira do Shoulder Pain and Disability Index: tradução, adaptação cultural e confiabilidade. **Braz J Phys Ther**, v. 14, n. 6, p. 527–36, 2010.

MCCLURE, P. et al. A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesis, Part 1: Reliability. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 2, p. 160–164, 2009.

MCCLURE, P. W. et al. Direct 3-dimensional measurement of scapular kinematics during dynamic movements in vivo. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 10, n. 3, p. 269–277, 2001.

MCCLURE, P. W.; MICHENER, L. A. Staged Approach for Rehabilitation Classification: Shoulder Disorders (STAR-Shoulder). **Physical Therapy**, v. 95, n. 5, p. 791–800, 2015.

MCCLURE, P. W.; MICHENER, L. A.; KARDUNA, A. R. Shoulder function and 3-dimensional scapular kinematics in people with and without shoulder impingement syndrome. **Physical therapy**, v. 86, n. 8, p. 1075–90, 2006.

MCQUADE, K. J.; BORSTAD, J.; DE OLIVEIRA, A. S. Critical and Theoretical Perspective on Scapular Stabilization: What Does It Really Mean, and Are We on the Right Track? **Physical Therapy**, v. 96, n. 8, p. 1162–1169, 2016.

MIACHIRO, N. Y. et al. Can clinical observation differentiate individuals with and without scapular dyskinesis? **Brazilian journal of physical therapy**, v. 18, n. 3, p. 282–9, 2014.

MICHENER, L. A. et al. Reliability and Diagnostic Accuracy of 5 Physical Examination Tests and Combination of Tests for Subacromial Impingement. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 90, n. 11, p. 1898–1903, 1 nov. 2009.

MINTKEN, P. E.; GLYNN, P.; CLELAND, J. A. Psychometric properties of the shortened disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (QuickDASH) and Numeric Pain Rating Scale in patients with shoulder pain. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 18, n. 6, p. 920–926, dez. 2009.

ODOM, C. J. et al. Measurement of scapular asymmetry and assessment of shoulder dysfunction using the Lateral Scapular Slide Test: a reliability and validity study. **Physical therapy**, v. 81, n. 2, p. 799–809, 2001.

PAINE, R. M.; VOIGHT, M. The Role of the Scapula. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 18, n. 1, p. 386–391, 1993.

PHADKE, V. et al. Comparison of glenohumeral motion using different rotation sequences. **Journal of Biomechanics**, v. 44, n. 4, p. 700–705, 2011.

PHADKE, V.; CAMARGO, P.; LUDEWIG, P. Scapular and rotator cuff muscle activity during arm elevation: A review of normal function and alterations with shoulder impingement. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 27, n. 3, p. 320–331, 2009.

PLUMMER, H. A. et al. Observational Scapular Dyskinesis: Known-Groups Validity in Patients With and Without Shoulder Pain. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 47, n. 8, p. 530–537, 2017.

RATCLIFFE, E. et al. Is there a relationship between subacromial impingement syndrome and scapular orientation? A systematic review. **Br J Sports Med**, v. 48, n. October, p. 1251–1256, 2014.

RESENDE, R. A. et al. Increased unilateral foot pronation affects lower limbs and pelvic biomechanics during walking. **Gait and Posture**, v. 41, n. 2, p. 395–401, 2015.

RESENDE, R. A. et al. Mild leg length discrepancy affects lower limbs, pelvis and trunk biomechanics of individuals with knee osteoarthritis during gait. **Clinical Biomechanics**, v. 38, p. 1–7, 2016.

RESENDE, R. A. et al. How symmetric are metal-on-metal hip resurfacing patients during gait? Insights for the rehabilitation. **Journal of Biomechanics**, v. 58, p. 37–44, 2017.

ROBERTSON, G. et al. **Research Methods in Biomechanics, 2Ed..pdf**. [s.l.] Human Kinetics, 2014.

ROLDÁN-JIMÉNEZ, C.; CUESTA-VARGAS, A. I. Age-related changes analyzing shoulder kinematics by means of inertial sensors. **Clinical Biomechanics**, v. 37, p. 70–76, 2016.

ROREN, A. et al. A new description of scapulothoracic motion during arm movements in healthy subjects. **Manual Therapy**, v. 20, n. 1, p. 46–55, 2015.

ROSSI, D. M. et al. Intrarater and interrater reliability of three classifications for scapular dyskinesis in athletes. **PLoS ONE**, v. 12, n. 7, p. 1–10, 2017.

SAITO, H. et al. Scapular focused interventions to improve shoulder pain and function in adults with subacromial pain: A systematic review and meta-analysis. **Physiotherapy theory and practice**, v. 3985, p. 1–18, 2018.

SPINELLI, B. A. et al. Using kinematics and a dynamical systems approach to enhance understanding of clinically observed aberrant movement patterns. **Manual Therapy**, v. 20, n. 1, p. 221–226, 2015.

STRUYF, F. et al. Clinical assessment of scapular positioning in musicians: An intertester reliability study. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 5, p. 519–526, 2009.

STRUYF, F. et al. Scapular positioning and movement in unimpaired shoulders, shoulder impingement syndrome, and glenohumeral instability. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 21, n. 3, p. 352–358, 2011.

STRUYF, F. et al. Clinical assessment of the scapula: a review of the literature. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 11, p. 883–890, 2012.

TATE, A. R. et al. A clinical method for identifying scapular dyskinesis, part 2: Validity. **Journal of Athletic Training**, v. 44, n. 2, p. 165–173, 2009.

TIMMONS, M. K. et al. Scapular Kinematics and Subacromial-Impingement Syndrome: A Meta-Analysis. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 21, n. 4, p. 354–370, 2012.

UHL, T. L. et al. Evaluation of Clinical Assessment Methods for Scapular Dyskinesis. **Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery**, v. 25, n. 11, p. 1240–1248, 2009a.

WILLMORE, E. G.; SMITH, M. J. Scapular dyskinesia: evolution towards a systems-based approach. **Shoulder & Elbow**, v. 8, n. 1, p. 61–70, 2016.

WU, G. 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. **Journal of Biomechanics**, v. 38, n. 5, p. 981–992, 2005.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Convidamos o (a) senhor (a) a participar do estudo intitulado “Discinesia escapular e Análise de Componentes Principais na cinemática tridimensional escapulotorácica” que será realizada na cidade de Ribeirão Preto – SP, tendo como pesquisadores responsáveis a Profa. Dra. Anamaria Siriani de Oliveira da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo- USP e a doutoranda Denise Martineli Rossi da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo - USP.

Esclarecimento geral e objetivo do estudo: O objetivo deste estudo é investigar as alterações da escápula tanto em pacientes que apresentam sintomas no ombro como também em pessoas que não apresentam dor. Esta pesquisa é importante, pois poderá determinar o melhor modo de tratamento dos pacientes.

Explicação do procedimento:

Inicialmente o (a) sr (a) responderá algumas perguntas sobre a realização de atividades físicas que o (a) sr (a) realiza no dia a dia através do Questionário Internacional de Atividade Física. Posteriormente, será realizada uma avaliação do ombro do Sr (a), onde será utilizado um equipamento que mede os movimentos do braço, para isso serão posicionados sensores sobre a sua pele que serão segurados com fita adesiva. Além disso, serão marcados alguns pontos na pele, através do toque de uma caneta. O senhor (a) terá que realizar movimentos com os braços algumas vezes para que possamos avaliar a sua escápula.

Possíveis benefícios: O (a) Sr (a) deve estar ciente de que não existem benefícios diretos à sua pessoa devido à participação nesta pesquisa e que os dados obtidos pelos responsáveis auxiliarão no maior conhecimento da doença estudada. A participação na pesquisa lhe trará um maior conhecimento sobre a sua doença e seus sintomas.

Desconforto e risco: O (a) Sr (a) foi informado que este experimento poderá apresentar risco mínimo a sua saúde devido à presença dos sintomas de dor e desconforto após as avaliações e que esses sintomas desaparecerão aos poucos. De qualquer forma nos pesquisadores estamos dispostos a esclarecer dúvidas e solucionar problemas durante e após a realização da pesquisa.

Liberdade de participação: A sua participação neste estudo é voluntária. É seu direito se recusar a participar ou mesmo interromper sua participação a qualquer momento, sem que isso cause qualquer penalidade ou prejuízo à sua pessoa.

Sigilo de identidade: As informações obtidas nesta pesquisa serão de maneira alguma associadas a sua identidade e não poderão ser consultadas por outras pessoas sem sua autorização oficial. Estas informações poderão ser utilizadas para fins estatísticos ou científicos, desde que fiquem guardados a sua identidade e seu anonimato.

Ressarcimento de despesa e indenização: Caso necessite, receberá auxílio para o transporte, pois o estudo será realizado na Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, no Laboratório da Análise da Postura e Movimento Humano. Além disso, o (a) Sr (a) tem o direito de solicitar indenização caso a participação nesse estudo venha a lhe prejudicar de alguma forma.

Os responsáveis pelo estudo se comprometem a explicar a necessidade da pesquisa, seus objetivos e procedimentos, bem como os benefícios e todos os riscos envolvidos. Além disso, os pesquisadores se prontificaram a responder todas as suas questões sobre o experimento e oferecer assistência a qualquer dano eventual decorrente da pesquisa, durante e após a sua realização. É seu dever manter uma cópia deste consentimento.

Eu, _____ portador no RG nº _____
Residente à _____ bairro _____ Cidade _____
_____ - _____ declaro que tenho _____ anos de idade e que concordo em participar, voluntariamente, na pesquisa conduzida pelos alunos responsáveis e por seu (sua) respectivo(a) orientador(a).

Assinatura do voluntário: _____

Ribeirão Preto, ____ de _____ de 20__

Pesquisador que está aplicando o TCLE: _____

Assinatura do Pesquisador que está aplicando o TCLE: _____

Ribeirão Preto, ____ de _____ de 20__

Para questões relacionadas a este estudo, contate:

Profª. Dra. Anamaria Siriani de Oliveira e Denise Martineli Rossi
Curso de Fisioterapia – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto – FMRP-USP
Contatos: E-mail: anamariasiriani@gmail.com, Fone (0XX16) 3602-0737
E-mail: denisemartineli@hotmail.com, Celular (0XX16) 99788-7873

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO DA SECRETARIA DA SAÚDE

Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto

Estado de São Paulo - Secretaria Municipal da Saúde

Of. nº 865/15
CAAP-fcp

Ribeirão Preto, 05 de março de 2015.

Prezada orientadora
Profª. Drª. Anamaria Siriani de Oliveira
Prezada Pesquisadora
Denise Martineli Rossi

A Diretora do Departamento de Atenção à Saúde das Pessoas – Ilka Barbosa Pegoraro, a médica responsável pelo Complexo Regulador – Maria Dolores Biasoli, bem como esta Comissão de Avaliação de Projetos de Pesquisa em reunião ordinária; manifestaram a concordância para a coleta de dados do projeto de pesquisa “ESTUDO DA DISCINESE ESCAPULAR POR ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA AOS DADOS DE CINEMÁTICA TRIDIMENSIONAL ESCAPULOTORÁCICA”, nas dependências desta Secretaria da Saúde. Conforme os despachos no processo Administrativo 02 2014 047497 4.

Como o seu campo de pesquisa se trata de Estabelecimento de Saúde, ressaltamos que vossa senhoria se apresente à coordenação destas com antecedência para agendamento da pesquisa, tendo em vista às rotinas destes, e que ao término do estudo seja disponibilizada uma cópia a área Programática.

Informo que a pesquisa está autorizada, porém a coleta dos dados acontecerá quando vossa senhoria obter a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da instituição proponente.

Cordialmente,

Fernanda Cristina Padial
CGB-8/8168Apoiadora da COMISSÃO DE AVALIAÇÃO DE PROJETOS PESQUISA
Secretaria Municipal da SaúdeIlmo
Universidade de São Paulo - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
Curso de Fisioterapia
Avenida Bandeirantes, 3900

Secretaria Municipal da Saúde
Rua Prudente de Moraes, 457 – Centro – Ribeirão Preto/SP
Fones: 3977.9305 / Fax: 3941.4934 / e-mail: gabinete@saude.pmrp.com.br

ANEXO B – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA

HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA
DE RIBEIRÃO PRETO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ribeirão Preto, 03 de setembro de 2014

Ofício nº 3187/2014
CEP/MGV

PROCESSO HCRP nº 4799/2014

Prezadas Pesquisadoras,

O trabalho intitulado **“DISCINESE ESCAPULAR E ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS NA CINEMÁTICA TRIDIMENSIONAL ESCAPULOTORÁCICA” – Versão 2 modificado 27.05.14**, foi analisado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, em sua 393ª Reunião Ordinária realizada em 01/09/2014, e enquadrado na categoria: **APROVADO, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido Versão 2 modificado 27.05.14.**

Este Comitê segue integralmente a Conferência Internacional de Harmonização de Boas Práticas Clínicas (IGH-GCP), bem como a Resolução nº 196/96 CNS/MS.

Lembramos que devem ser apresentados a este CEP, o Relatório Parcial e o Relatório Final da pesquisa. De acordo com Carta Circular nº 003/2011/CONEP/CNS, datada de 21/03/2011, o sujeito de pesquisa ou seu representante, quando for o caso, deverá rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última do referido Termo; o pesquisador responsável deverá da mesma forma, rubricar todas as folhas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE – apondo sua assinatura na última página do referido Termo.

Atenciosamente.

DRª MARCIA GUIMARÃES VILLANOVA
Coordenadora do Comitê de Ética em
Pesquisa do HCRP e da FMRP-USP

Ilustríssimas Senhoras

DENISE MARTINELLI ROSSI

PROFª DRª ANAMARIA SIRIANI DE OLIVEIRA (Orientadora)

Depto. de Biomecânica, Medicina e Reabilitação do Aparelho Locomotor

Campus Universitário – Monte Alegre
14048-900 Ribeirão Preto SP

Comitê de Ética em Pesquisa do HCRP e FMRP-USP
FWA-00002733; IRB-00002186 e Registro PB/CONEP nº 5440
(016) 3602-2228
cep@hcrp.usp.br

www.hcrp.usp.br

ANEXO C – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA (IPAQ-Versão Curta)

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Para responder as questões lembre-se que:

Atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal e Atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você CAMINHOU por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por SEMANA () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades MODERADAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias _____ por SEMANA () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades VIGOROSAS por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar MUITO sua respiração ou batimentos do coração.

dias _____ por SEMANA () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: _____ Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?

_____ horas _____ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? _____

Classificação IPAQ:

Sedentário: nenhuma atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos em nenhum dia da semana.

Insuficientemente ativo: atividade física por pelo menos 10 minutos contínuos em algum dia da semana sem atingir o critério para ser classificado como ativo.

Ativo: atividades vigorosas ao menos 3 dias por semana e por pelo menos 20 minutos em cada sessão; atividade moderada ou caminhada ao menos 5 dias por semana e ao menos por 30 minutos ou qualquer atividade ao menos 5 dias por semana perfazendo no total pelo menos 150 minutos.

Muito ativo: atividades vigorosas ao menos 5 dias por semana por no mínimo 30 minutos, vigorosas ao menos 3 dias por semana, com 20 ou mais minutos por sessão, acrescidas de atividade moderada ou caminhada ao menos 5 dias por semana e com ao menos 30 minutos por sessão.

ANEXO D – ÍNDICE DE DOR E INCAPACIDADE NO OMBRO (SPADI-BRASIL)

ÍNDICE DE DOR E INCAPACIDADE NO OMBRO (SPADI-BRASIL)

Nome: _____ Braço avaliado: _____ Data: ____/____/____

Escala de Incapacidade

Os números ao lado de cada item representam o grau de dificuldade que você teve ao fazer aquela atividade. O número zero representa “Sem dificuldade” e o número dez representa “Não conseguiu fazer”. Por favor, indique o número que melhor descreve quanta dificuldade você teve para fazer cada uma das atividades durante a semana passada.

Se você não teve a oportunidade de fazer uma das atividades na semana passada, por favor, tente estimar qual número você daria para sua dificuldade.

Durante a semana passada, qual o grau de dificuldade que você teve para:		
1. Lavar seu cabelo com o braço afetado?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer
2. Lavar suas costas com o braço afetado?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer
3. Vestir uma camiseta ou blusa pela cabeça?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer
4. Vestir uma camisa que abotoa na frente?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer
5. Vestir suas calças?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer
6. Colocar algo em uma prateleira alta com o braço afetado?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer
7. Carregar um objeto pesado de 5kg (saco grande de arroz) com o braço afetado?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer
8. Retirar algo de seu bolso de trás com o braço afetado?	() NA	Sem dificuldade 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Não conseguiu fazer

Total ____/possível ____ x 100 = ____

Escala de Dor

Os números ao lado de cada item representam quanta dor você sente em cada situação. O número zero representa “Sem dor” e o número dez representa “A pior dor”. Por favor, indique o número que melhor descreve quanta dor você sentiu durante a semana passada em cada uma das seguintes situações.

Se você não teve a oportunidade de fazer uma das atividades na semana passada, por favor, tente estimar qual número você daria para sua dor.

1. Qual a intensidade da sua dor quando foi a pior na semana passada?		Sem dor 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pior dor
Durante a semana passada, qual a gravidade da sua dor:		
2. Quando se deitou em cima do braço afetado?	() NA	Sem dor 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pior dor
3. Quando tentou pegar algo em uma prateleira alta com o braço afetado?	() NA	Sem dor 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pior dor
4. Quando tentou tocar a parte de trás do pescoço com o braço afetado?	() NA	Sem dor 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pior dor
5. Quando tentou empurrar algo com o braço afetado?	() NA	Sem dor 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Pior dor

Total ____/possível ____ x 100 = ____

PONTUAÇÃO TOTAL DO QUESTIONÁRIO: _____