

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA – CAMPUS GV
INSTITUTO CIÊNCIAS DA VIDA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS APLICADAS À SAÚDE**

Jefferson James dos Santos

**Níveis de excitação muscular de Infra-espinhoso, Trapézios Superior e Inferior
em retração escapular sob diferentes níveis de carga em adução em indivíduos
com e sem ombro doloroso**

Governador Valadares

2021

Jefferson James dos Santos

Níveis de excitação muscular de Infra-espinhoso, Trapézios Superior e Inferior em retração escapular sob diferentes níveis de carga em adução em indivíduos com e sem ombro doloroso

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Aplicadas à Saúde da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus GV como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde. Área de concentração: Ciências da Saúde

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Wesley Carvalho Barbosa

Coorientadora: Prof. Dra. Gabriela Silveira Nunes Abreu

Governador Valadares

2021

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Santos, Jefferson James.

Níveis de excitação muscular de Infra-espinhoso, Trapézios Superior e Inferior em retração escapular sob diferentes níveis de carga em adução em indivíduos com e sem ombro doloroso / Jefferson James Santos. -- 2021.

83 p. : il.

Orientador: Alexandre Wesley Carvalho Barbosa

Coorientadora: Gabriela Silveira Nunes Abreu

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências da Vida - ICV. Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas à Saúde, 2021.

1. Ombro. 2. Dor no ombro. 3. Eletromiografia de superfície. I. Barbosa, Alexandre Wesley Carvalho, orient. II. Abreu, Gabriela Silveira Nunes, coorient. III. Título.

Jefferson James dos Santos

Níveis de excitação muscular de Infra-espinhoso, Trapézios Superior e Inferior em retração escapular sob diferentes níveis de carga em adução em indivíduos com e sem ombro doloroso


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Aplicadas à Saúde da Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus GV como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas à Saúde. Área de concentração: Biociências

Aprovada em 30 de agosto de 2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alexandre Wesley Carvalho Barbosa - Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus GV



Gabriela Silveira Nunes Abreu
Professor Adjunto
UFJF/GV - SIAPE: 1352870

Prof^a. Dr^a. Gabriela Silveira Nunes Abreu – Coorientadora
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus GV



Prof. Dr. Ciro José Brito
Universidade Federal de Juiz de Fora – Campus GV

DIONIS DE CASTRO DUTRA MACHADO:02746385767
Assinado de forma digital por DIONIS DE CASTRO DUTRA MACHADO:02746385767
Dados: 2021.09.21 15:07:57 -03'00'

Prof^a. Dr^a. Dionis de Castro Dutra Machado
Universidade Federal do Piauí

Dedico esse trabalho ao meu avô, Sr. Mário James Cassiano, homem de grande valor! Foi para mim meu pai, meu amigo, minha inspiração, sempre buscando a integridade, de espiritualidade invejável; sempre alegre, disposto, forte. Em seus últimos dias talvez não me reconhecesse mais, mas foi um privilégio para mim poder cuidar dele e retribuir um pouco todo carinho e dedicação dados a mim. Descanse em paz vô! Nos vemos na breve manhã da ressurreição.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ser meu baluarte, conforto e amigo nessa difícil jornada.

Agradeço aos amigos (uma lista rica, que se mostrou muito forte em difíceis momentos) pelos incentivos, risadas e momentos de apoio, mesmo em detrimento de minhas falhas.

Agradeço a minha mãe, Laís, grande lutadora, que devido aos seus esforços, sou hoje vencedor.

Agradeço aos meus avós Dircéa e Mário (*in memorian*), que foram o suporte de nossa família. Graças a sua dedicação, minha mãe, meus irmãos e eu chegamos até aqui, com sucesso.

Agradeço aos meus irmãos, principais amigos, que sempre acreditaram em mim.

Agradeço a minha esposa Soninha e meus filhos Joshua e Anne Sofie. Minha esposa me estimulou a continuar, principalmente quando estava a ponto de desistir de tudo. Meus filhos, obrigado por pensarem que sou seu super-herói e principalmente por saberem de minhas falhas e não darem crédito a elas.

Agradeço a todos os alunos com que tive o prazer de participar em sua formação, que permitiram a mim, partilhar um pouco do meu conhecimento, em especial aos do NIME, confesso que o aprendizado foi mútuo.

Em especial, agradeço ao prof. Dr. Alexandre Barbosa, meu orientador e à prof. Dr^a Gabriela, minha coorientadora, pelo acolhimento, paciência e por me mostrarem o caminho da produção de ciência, do estudo, do trabalho, da persistência. Apesar de sermos de áreas tão distintas, não mediram esforços para me auxiliar na busca de novos conhecimentos.

Por fim, agradeço a todos os professores que tive o privilégio de conhecer, vocês são minha inspiração para continuar essa tarefa tão gloriosa e de extrema importância, o de transmitir conhecimento.

RESUMO

INTRODUÇÃO: As dores musculoesqueléticas, em especial a dor ombro, ocupam grande porcentagem dos atendimentos médico-hospitalares e sendo o ombro o complexo articular com a maior amplitude de movimento, isso o torna o mais instável. Seu conjunto estrutural promove sua estabilidade e os seus movimentos, mas alterações musculares podem desalinhar a escápula, alterando o seu ritmo, comprimindo o espaço subacromial, dificultando a elevação do braço, proporcionando dor ao indivíduo. Teoricamente um aumento da atividade muscular do trapézio superior associado a diminuição da atividade de suas outras porções e alterações nos movimentos escapulares estão relacionados à Síndrome do Impacto Subacromial. Não há na literatura exercício combinando a ativação dos músculos Trapézio Inferior e do Infraespinal sem aumentar a excitação do Trapézio Superior, sendo assim, um exercício que ative os músculos hipoativados, sem estimular os já hiperativados, é a proposta ideal. **OBJETIVOS:** Avaliar os níveis de excitação dos músculos Infraespinal, Trapézio Superior e Trapézio Inferior em exercício de retração escapular com cargas progressivas de adução controladas via feedback, avaliar qual o melhor nível de carga adutora geraria melhor relação entre o Trapézio Superior e Trapézio Inferior e verificar as diferenças eletromiográficas em indivíduos com e sem dor no ombro. **MÉTODOS:** 42 indivíduos, divididos em dois grupos, com e sem dor no ombro realizaram exercícios de retração escapular controladas por biofeedback. Os participantes realizaram um estudo de familiarização de 5 segundos seguidos de 3 minutos de descanso verificando o entendimento do procedimento. Em seguida, foram realizadas coletas de três contrações isométricas voluntárias máximas de 5 segundos de cada músculo com 5 minutos de descanso. Por fim, realizaram contrações resistidas a 60° por 10 segundos a 20%, 30%, 40 e 50% da Contração Isométrica Voluntária Máxima, com intervalos de 10 segundos entre as tarefas, enquanto realizava-se retração escapular máxima do ombro avaliado. Pela média e desvio padrão foram apresentados os dados e a classificação das diferenças entre os grupos se deu pelo ANOVA de medidas repetidas. Com o teste de post hoc de Holm os dados foram retrabalhados comparando diferenças entre os ensaios, evitando comparações múltiplas em pares, com significância de $p < 0,05$. **RESULTADOS:** Não foram observadas diferenças

entre os grupos, mas os resultados mostraram que nos dois grupos os objetivos foram atingidos com os exercícios. Houve efeito no tempo para todos os músculos na análise de grupo (Trapézio Superior: $F = 4,19$; $p = 0,008$ /Trapézio Inferior: $F = 32,7$; $p = 0,001$ /Infra Espinhoso: $F = 19,09$; $p = 0,001$). Houve diferenças entre pares com valores mais altos a 50% comparados com 20% da Contração Isométrica Voluntária Máxima. Diferenças no Trapézio Inferior foram observadas comparando 20% vs. 40%, 20% vs. 50%, 30% vs. 40%, 30% vs. 50% e 40% vs. 50% e valores mais altos de 40% e 50% de Contração Isométrica Voluntária Máxima. Houve efeito no tempo na Razão Trapézio Superior-Trapézio Inferior (TS:TI) em 20% vs. 50% e 30% vs. 50% ($F = 5,83$; $p = 0,001$) e em 50%, a relação TS:TI foi menor que 20% e 30%. **CONCLUSÃO:** O movimento de retração escapular apresentou-se significativamente benéfico, conseguindo ativação dos músculos Trapézio Inferior e Infraespinhoso em hiperestimulação do Trapézio Superior, gerando diferenças significativas entre os músculos.

Palavras-chave: Ombro. Dor no ombro. Eletromiografia.

ABSTRACT

Introduction: Musculoskeletal pain, especially shoulder pain, occupies a large percentage of medical-hospital care and with the shoulder being the joint complex with the greatest range of motion, which makes it the most unstable. Its structural set promotes its stability and its movements, but muscular alterations can misalign the scapula changing its rhythm, compressing the subacromial space, making it difficult to elevate the arm and causing pain to the individual. Theoretically, an increase in the muscle activity of the upper trapezius associated with a decrease in the activity of its other parts and changes in scapular movements related to the Subacromial Impingement Syndrome. There is no exercise in the literature that combines the activation of the Lower Trapezius and Infraspinatus muscles without increasing the excitation of the Upper Trapezius, thus, an exercise that activates the hypoactivated muscles, without stimulating the already hyperactivated ones, is the ideal proposal.

Objectives: To evaluate the excitation levels of Infraspinous, Upper Trapezius and the Lower Trapezius muscles in Scapular retraction exercise with progressive loads of adduction controlled by feedback evaluate which adductor load level would generate the best relation between Upper Trapezius and Lower Trapezius verify the electromyographic differences in individuals with and without shoulders pain.

METHODS: forty-two individuals, divided into two groups, with and without shoulder pain, performed scapular retraction exercises controlled by biofeedback. Participants performed a familiarization study of 5 seconds followed by a 3-minute rest, verifying their understanding of the procedure. Then, three maximal voluntary isometric contractions of 5 seconds of each muscle with 5 minutes of rest were collected. Finally, resistance contractions were performed at 60° for 10 seconds at 20%, 30%, 40 and 50% of the Maximum Voluntary Isometric Contraction, with intervals of 20 seconds between tasks, while maximal scapular retraction of the evaluated shoulder was performed. By mean and standard deviation, the data was presented and the classification of differences between groups was done by repeated measures ANOVA. With Holm's post hoc test, the data were reworked comparing differences between tests avoiding pairwise multiple comparisons with a significant of $p < 0,05$.

Results: No differences were observed between the groups, but the results showed that in both groups the objectives were achieved with the exercises. There was an effect on time for all muscles in the group analysis (Upper Trapezius: $F = 4,19$; $p = 0,008$ /Lower Trapezius: $F = 32,7$; $p = 0,001$ /Infraspinatus: $F = 19,09$; $p = 0,001$). There were differences between pair with values higher than 50% compared to 20% vs. 40%, 20% vs. 50%, 30% vs. 40%, 30% vs. 50% e 40% vs. 50% and higher values of 40% and 50% MVIC. There was an effect in time between Upper Trapezius-Lower Trapezius ratio (UT: LT) by 20% the UT:LT ratio was lower than 20% and 30%.

Conclusion: The scapular retraction movement was significantly beneficial, achieving activation of the Lower Trapezius and Infraspinatus muscles without hyperstimulation of the Upper Trapezius, generating significant differences between muscles. **Keywords:** Shoulder. Shoulder pain. Electromyography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Desenho esquemático das articulações do ombro	21
Figura 2– Desenho esquemático dos principais músculos do ombro	22
Figura 3 – Desenho esquemático da Escala Visual Analógica	27
Figura 4 – Eletromiógrafo.....	30
Figura 5 - Posicionamento dos eletrodos no participante	31
Figura 6 - Posicionamento da célula de carga.....	32
Figura 7 – Célula de carga S200.....	32
Figura 8 – Desenho esquemático de coleta da CIVM.....	33
Figura 9 – Posicionamento do participante	35
Figura 10 - Execução da atividade de retração escapular	35
Figura 11 – Desenho esquemático da coleta eletromiográfica dos músculos TS, TI e IE	36
Gráfico 1 – Trapézio Superior.....	38
Gráfico 2 – Trapézio Inferior.....	38
Gráfico 3 – Infraespinhoso.....	39
Gráfico 4 – Com dor.....	39
Gráfico 5 – Sem dor.....	40
Gráfico 6 – Razão TS:TI.....	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características dos Participantes	25
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	Três Dimensões
A/D	Analógico/Digital
ADM	Amplitude de Movimento
Ag/AgCl	Prata/Cloreto de Prata
ANOVA	Análise de Variância mista
BMI	Body Mass Index (Índice de Massa Corporal)
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
cm	Centímetros
CIVM	Contração Isométrica Voluntária Máxima
DASH	Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand
dB	Decibel
EMG	Eletromiografia
EN	Escala de Avaliação Numérica
EVA	Escala Visual Analógica
GV	Governador Valadares
IE	Infra-espinhoso
Hz	Hertz
Kg	Quilograma
Kgf	Quilograma-força
Kg/m ²	Quilogramas por metro quadrado
kHz	Quilohertz
m	Metro
min.	Minuto
ms	Milissegundos
n	Número de participantes
p	p valor
NIME	Núcleo de Investigação Músculo Esquelética
RS	Rio Grande do Sul
s	Segundos
SENIAM	Surface Electromyograph for Non-Invasive Assessment of Muscles

SIS	Síndrome do Espaço Subacromial
SPADI	Shoulder Pain and Disability Index
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TI	Trapézio Inferior
TS	Trapézio Superior
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
vs.	Versus

LISTA DE SÍMBOLOS

μV	Microvolts
$\eta^2 p$	Eta quadrado parcial
Ω	Ohm

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS	19
3	HIPÓTESES	20
4	REVISÃO DE LITERATURA	21
4.1	ANATOMIA DO OMBRO	21
4.2	BIOMECÂNICA DE ELEVAÇÃO DO BRAÇO	22
5	MATERIAL E MÉTODO	25
5.1	AMOSTRA	25
5.2	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	26
5.3	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	26
5.4	CÁLCULO AMOSTRAL	26
5.5	DESENHO DE ESTUDO	26
5.6	INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO	27
5.6.1	Escala Visual Analógica	27
5.6.2	SPADI-Brasil	28
5.6.3	QuickDASH	28
5.6.4	Eletromiografia de superfície	29
5.6.5	Célula de carga	31
6	COLETAS	33
6.1	CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA	33
6.2	DESCRIÇÃO DO EXERCÍCIO	34
6.3	RISCOS	36
6.4	BENEFÍCIOS	37
6.5	EXTRAÇÃO DE DADOS	37
6.6	METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS	37
7	RESULTADOS	38
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
9	PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA SUPLEMENTAR DURANTE O MESTRADO	42
9.1	ARTIGO 1 – ACEITO PARA PUBLICAÇÃO	42
9.2	ARTIGO 2 – ARTIGO SUBMETIDO	43
	REFERÊNCIAS	44
	ANEXO A – SPADI-BRASIL – Instruções para o examinador	49
	ANEXO B – Pontuação do Questionário SPADI-BRASIL	50
	ANEXO C – Instruções sobre alguns itens	51
	ANEXO D – Questionário Índice de Dor e Incapacidade no Ombro (SPADI-BRASIL)	52
	ANEXO E – Questionário DASH	53
	ANEXO F – Artigo Publicado	57

1 INTRODUÇÃO

A dor do ombro afeta muitas atividades diárias causando restrições de mobilidade, prejuízos funcionais, incapacidade para o trabalho e grande impacto nos serviços de saúde. Estando entre as causas mais comuns de dores musculoesqueléticas, ocupa o terceiro lugar dentre essas queixas, com prevalência em torno de 16% a 33%, atingindo uma a cada três pessoas ao longo da vida. Destaca-se, a Síndrome do Impacto Subacromial (SIS), como a causa mais comum de dores do ombro. (FAYÃO et al., 2019; FENNELL et al., 2016; HAWK et al., 2017).

Descrita pela primeira vez em 1973, por Charles S. Neer, a SIS é o termo para as lesões estruturais no espaço subacromial (NEER II, 1972) e define-se pela compressão do manguito rotador e da bursa subacromial, sendo responsável por até 65% dos casos de dor no ombro (DONG et al., 2015; HOLMGREN et al., 2014), possui incidência anual de 14.7/1000 e 7% a 14% de prevalência, com aumento na população mais velha (MALAVOLTA et al., 2017).

O ombro é o complexo articular que possui a maior amplitude de movimento (ADM), permitindo movimentos amplos e livres, bem como ações coordenadas entre suas articulações, com participação ativa da clavícula e a escápula durante a abdução ou flexão, o que gera uma instabilidade natural. (HAMIL; KNUTZEN; DERRICK, 2016; MICHENER et al., 2016). Os movimentos da cabeça umeral na cavidade glenoide são controlados pelos músculos do manguito rotador, a saber o supraespinhal, o infraespinhal, o subescapular e o redondo menor, que exercem força comprimindo a cabeça umeral contra a cavidade glenoidal durante a elevação do braço; nesta pesquisa os músculos do manguito rotador estão representados pelo infraespinhal (IE) (HALL, 2016; MAGUEE, 2010).

Dentre os demais músculos do complexo do ombro, o músculo trapézio atua diretamente no ritmo escápulo-umeral normal, com suas porções superior (TS), médio e inferior (TI) estabilizando dinamicamente, posicionando a escápula e proporcionando alinhamento adequado nos movimentos da extremidade superior. A ação coordenada do TS e TI com o serrátil anterior tem sido creditada como necessária para rotação da escápula para cima afetando diretamente as mudanças do espaço subacromial durante o movimento de elevação do braço. Alterações nas atividades musculares dos músculos escapulares, em especial aumento de atividade do trapézio superior associado a diminuição do médio e do inferior, estão associadas

ao movimento escapular anormal e podem diminuir a rotação escapular para cima, causando assim estreitamento do espaço subacromial, levando ao quadro da SIS (KARA; HARPUT; DUZGUN, 2019). Outra alteração observada, foi na pesquisa de Muething, et al (2015), uma menor ativação da excitação muscular do deltoide e do trapézio em indivíduos com lesão anterior do ombro em comparação com indivíduos de grupo controle e membro colateral (MUETHING et al., 2015). Teoricamente, pode haver compensação pelo aumento da excitação do trapézio superior combinado com a diminuição da excitação e controle do TI (CAMARGO et al., 2015; COOLS et al., 2007; KARA; HARPUT; DUZGUN, 2019; SAITO et al., 2018). Existem ainda evidências de padrões de movimentos alterados, como diminuição da rotação externa da escápula, aumento ou diminuição da rotação ascendente da escápula e diminuição da inclinação posterior da escápula (LAWRENCE et al., 2017; SAITO et al., 2018).

Em busca de um tratamento para o ombro doloroso, várias técnicas são praticadas na fisioterapia. Esses métodos objetivam reduzir o quadro algico e a rigidez articular, melhorar a força muscular, prevenir a progressão dos problemas, reestabelecer a função do ombro e levar ao retorno das atividades diárias o mais cedo possível (DEJACO et al., 2017; GUNAY UCURUM et al., 2018; HERON; WOBY; THOMPSON, 2017; INTELANGELO; BORDACHAR; BARBOSA, 2016). Geralmente são métodos conservadores que incluem programas de fortalecimento para os músculos do manguito rotador e da escápula (exercícios ativos e passivos), recursos eletroanalgésicos (TENS), vários medicamentos (analgésicos e anti-inflamatórios), técnicas de terapia manual e modificação das atividades diárias (BURY et al., 2016; DEJACO et al., 2017; FACCI et al., 2011; GUNAY UCURUM et al., 2018; HERON; WOBY; THOMPSON, 2017; INTELANGELO; BORDACHAR; BARBOSA, 2016). Dentre essa variedade de métodos, a terapia por exercícios ativos é de extrema importância no tratamento da dor no ombro (HAWK et al., 2017; KLINTBERG et al., 2015; REIJNEVELD et al., 2017) sendo assim, deve-se buscar um programa para reabilitação do ombro com exercícios voltados a ativação dos músculos hipoativos e sem estimular os já hiperativados (INTELANGELO; BORDACHAR; BARBOSA, 2016); porém, não há consenso sobre a estratégia de exercícios mais eficazes na literatura (CASTELEIN et al., 2016; KLINTBERG et al., 2015; PAGE et al., 2016; STEURI et al., 2017).

São vários os exercícios propostos, mas com poucos dados disponíveis para orientar o fisioterapeuta na seleção do protocolo mais adequado, sendo que a maioria dos exercícios e estudos a respeito exigem que o participante eleve o braço acima da cabeça, podendo causar forças compressivas no espaço subacromial, resultando em exercício doloroso e de difícil execução. Neste cenário, um exercício que não ocasione dor ao participante e estimule adequadamente os músculos é a proposta ideal (HERON; WOBY; THOMPSON, 2017; HOLMGREN et al., 2014; KLINTBERG et al., 2015; REIJNEVELD et al., 2017; SAITO et al., 2018).

Este trabalho se justifica pelo fato de que a maior parte dos exercícios propostos para participante com ombro doloroso que recrutam TS incluem movimentos acima da linha do ombro, acima da linha de 90°, fechando o espaço subacromial, que provocam dor aos participantes e não há relato na literatura de algum exercício que aborde o recrutamento combinado do TI e IE sem deteriorar o espaço subacromial ou que melhore a condição sem aumentar a excitação do TS.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRINCIPAL

Avaliar os níveis de excitação dos músculos IE, TS e TI durante exercício de retração escapular sob cargas progressivas de adução controladas por biofeedback em participante com e sem dor no ombro.

2.1 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Analisar qual nível de carga adutora poderia gerar a melhor relação entre TS e TI.

Verificar diferenças eletromiográficas entre indivíduos com e sem dor no ombro.

3 HIPÓTESES

Exercícios de retração escapular com níveis de carga adutoras controladas promovem excitação dos músculos TI e IE sem hiperestimular o TS e com isso liberam o espaço subacromial, melhorando a dor do ombro.

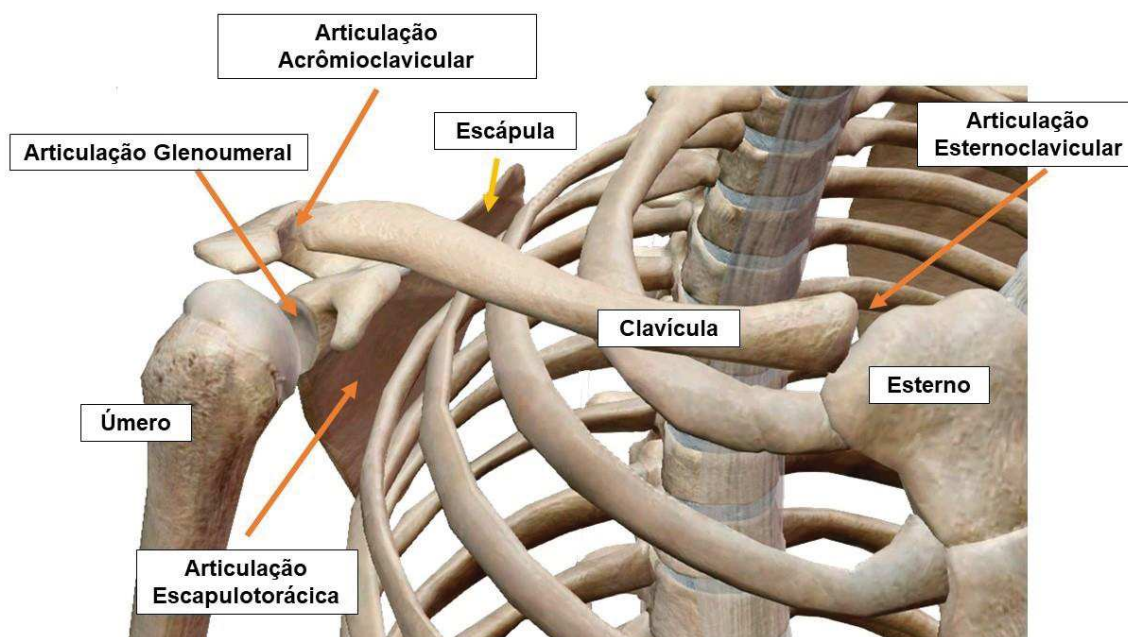
Níveis mais elevados de cargas de adução podem gerar níveis de razão desejados de excitação do TS e TI quando comparados aos níveis mais baixos de cargas de adução.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 ANATOMIA DO OMBRO

O ombro é um complexo articular composto por quatro articulações. Os ossos que o compõe são a clavícula, a escápula e o úmero. A clavícula une-se ao esterno formando a articulação esternoclavicular. Em seguida temos a clavícula unindo-se ao acrômio, formando a articulação acromioclavicular. A escápula por sua vez, forma junto ao tórax a articulação denominada escapulotorácica. Essa articulação recebe o nome de falsa articulação pela falta de alguns componentes articulares em sua composição, todavia, é responsável por grande porcentagem do movimento do ombro, ao participar ativamente do movimento escapular durante a elevação do braço. Por fim, a articulação glenoumeral, que recebe essa denominação devido ao encontro da cabeça do úmero com a cavidade glenoidal da escápula. Essa articulação é responsável pela maior parte dos movimentos do ombro (HAMIL; KNUTZEN; DERRICK, 2016; NEUMANN, 2018). Na Figura 1 observa-se um recorte de uma imagem 3D do esqueleto humano. Em destaque estão as articulações e os ossos que compõem o complexo do ombro.

Figura 1 – Desenho esquemático das articulações do ombro

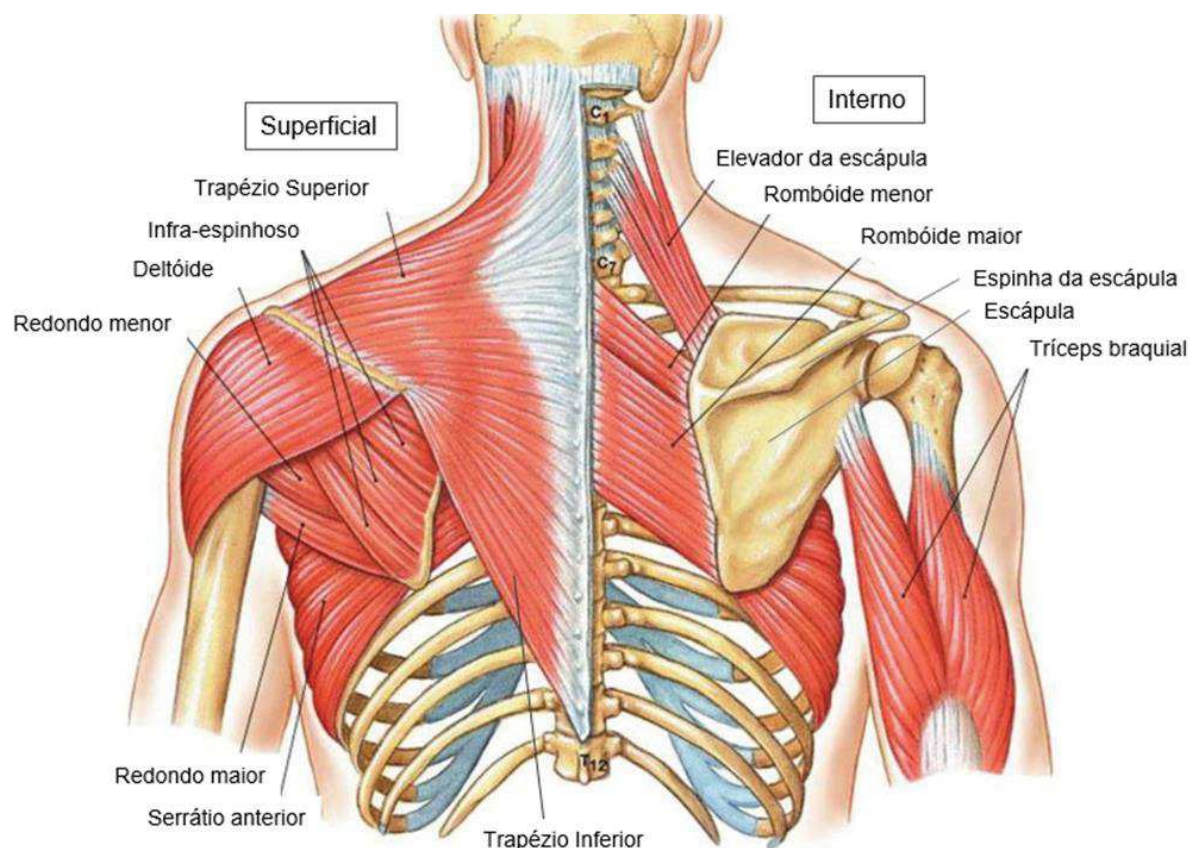


Fonte: imagem adaptada do software Anatomy & Physiology – Visible Body. Version 1.5.04 © Argosy Publishing, Inc., 2007-2014.

Nota: identificação das articulações e dos ossos feita pelo autor (2020)

Os músculos presentes no complexo do ombro possuem funções estabilizadoras e de movimento. Podem ser divididos em internos e superficiais. Sendo os internos o elevador da escápula, romboide menor, romboide maior e tríceps braquial. Os músculos superficiais são o trapézio - dividido em porção Superior (TS), Médio e Inferior (TI), deltoide, redondo maior, serrátil anterior e os componentes do manguito-rotador, o supra-espinhoso, infra-espinhoso (IE), subescapular e redondo menor (HAMIL; KNUTZEN; DERRICK, 2016). Na Figura 2, estão representados os músculos do complexo do ombro.

Figura 2– Desenho esquemático dos principais músculos do ombro



Fonte: <<https://www.wynnfitness.com/posture-how-to-improve-yours-at-the-gym-pt-2/shoulder-and-back-anatomy-for-elbow-pain-blog-article/>>

Nota: tradução do autor (2020)

4.2 BIOMECÂNICA DE ELEVAÇÃO DO BRAÇO

Os movimentos do complexo do ombro são possíveis devido uma soma de fatores, sendo eles a forma de sua fixação ao tronco, as posições e ações de seus músculos, suas articulações, ligamentos, ossos e tendões que propiciam

estabilidade, além de considerável ADM, com suas articulações agindo de forma conjunta e coordenada. Esses movimentos ocorrem em todos os planos anatômicos, apresentando três graus de liberdade, sendo seus movimentos flexão, extensão e hiperextensão no plano sagital; abdução e adução no plano frontal; rotação medial, rotação lateral, abdução e adução horizontal e circundação. Esses movimentos ocorrem entre todas as articulações do complexo do ombro, sendo elas: escapulotorácica, esternoclavicular, acromioclavicular e do ombro e dependem de estabilizadores estáticos e dinâmicos (HALL, 2016; HAMIL; KNUTZEN; DERRICK, 2016; MAGUEE, 2010; NEUMANN, 2018).

Para a elevação do braço, movimentos claviculares e escapulares são necessários, onde a clavícula deve elevar-se e rotacionar-se para cima permitindo que a escápula possa se movimentar e a escápula por sua vez, com movimentos de rotação para cima, permite que haja movimentos de flexão e abdução completas na articulação do ombro. A escápula se movimenta, em seus primeiros 30° de abdução ou 45° a 60° de flexão, aproximando-se ou afastando-se da coluna vertebral, a fim de estabilizar-se junto ao tórax, para em seguida se movimentar lateralmente, anterior e superiormente, em rotação para cima, protração ou abdução e elevação, enquanto na clavícula ocorre rotação posterior, elevação e protração (HALL, 2016; HAMIL; KNUTZEN; DERRICK, 2016).

A articulação do ombro, ou glenoumeral, é uma junta tipo bola de soquete formada pela cabeça do úmero e pela cavidade glenoidal da escápula. Devido seu formato anatômico, é a articulação mais móvel do corpo e por isso, a mais instável, sendo muito vulnerável a lesões. Depende de outras articulações musculoesqueléticas para se estabilizar. É nela onde ocorrem os movimentos de abdução ou flexão em seus primeiros estágios, exceto os de estabilização da escápula. Depois de 30° de abdução ou 45° a 60° de flexão, ocorre uma relação glenoumeral e escapular de 5:4, onde para cada 5° de movimento do úmero, ocorrem 4° de movimento escapular no tórax. A fim de conseguir amplitude de movimento total (180° de abdução ou flexão) a relação passa a ser de 2:1, com 120° de movimento glenoumeral e 60° de movimento na escápula. A partir da abdução a 90° do braço há aproximação do tubérculo maior da cabeça do úmero do arco coracoacromial, com o tubérculo em contato com o acrômio promovendo compressão do tecido mole, limitando uma maior abdução (HAMIL; KNUTZEN; DERRICK, 2016; KENDALL et al., 2007; NEUMANN, 2018).

O grupo muscular responsável pela elevação do braço pode ser dividido em:

1. Músculos que elevam o úmero na articulação do ombro: Dos músculos que participam da abdução e flexão, o deltoide contribui com cerca de 50% da força muscular para elevação do braço, proporção que aumenta à medida que há aumento no movimento de abdução, sendo mais ativo ao longo de 90° a 180°. Além do deltoide, os músculos do manguito rotador contribuem para o movimento suprindo a deficiência do deltoide em abduzir ou flexionar o braço. Os músculos deltoide em sua parte média e o supraespinhal são os principais abdutores do úmero, com o supraespinhal sendo ativado nos primeiros 110° iniciais da abdução. À medida que a ADM se torna cada vez mais alta, a força de deslocamento superior produzida pelo deltoide médio promove subluxação ao tracionar a cabeça do úmero para baixo e para fora da cavidade glenoidal; força essa que é neutralizada pelos músculos IE, subescapular e redondo menor (KENDALL et al., 2007; NEUMANN, 2018).

2. Músculos escapulares, que controlam a rotação para cima e a protração: Os músculos levantador da escápula, romboides, serrátil anterior, peitoral maior, subclávio e o trapézio agem estabilizando a escápula a fim de que ela forme uma base rígida para os músculos do ombro durante a contração e devido se posicionarem adequadamente, facilitam os movimentos do membro superior. As ações do TS, TI e do músculo serrátil anterior giram a escápula para cima através de força conjugada, todos na mesma direção, promovendo base de fixação estável para os músculos deltoide e supraespinhal. Com a rotação da escápula a cavidade glenoidal e o acrômio são superiorizados, liberando o espaço subacromial (HALL, 2016; KENDALL et al., 2007; NEUMANN, 2018).

3. Músculos do manguito rotador que estabilizam dinamicamente a articulação do ombro: Enquanto ocorre tração vertical pelo deltoide, os músculos do manguito rotador (supraespinhal, infraespinhal, subescapular e redondo menor) comprimem a cabeça do úmero, mantendo-a em sua posição na cavidade glenoidal, estabilizando assim o úmero. Acima de 90° ocorre diminuição da força do manguito rotador, contudo, o supraespinhal contribui para com os movimentos de flexão ou abdução acima dos 90° e o latíssimo do dorso estabiliza a cabeça do úmero por sua força excêntrica. Por fim, com certa extensão da parte superior do tronco a abdução completa é possível (HALL, 2016; KENDALL et al., 2007; MAGUEE, 2010; NEUMANN, 2018).

5 MATERIAL E MÉTODO

5.1 AMOSTRA

Este estudo teve como participantes 42 indivíduos recrutados através de convite público por meio de folders e contatos pessoais. Foram divididos em dois grupos, sendo eles, com dor e sem dor no ombro. Todas as avaliações ocorreram nas instalações laboratoriais biomecânicas do NIME (Núcleo de Investigação Músculo Esquelética), instalado na Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Federal de Juiz de Fora - Campus Governador Valadares não sendo solicitada nenhuma prática em casa aos participantes. As avaliações ocorreram no local, entre os meses junho e julho de 2018. Antes da participação cada voluntário recebeu explicações sobre os objetivos do estudo e os procedimentos, sendo notificados dos potenciais benefícios e riscos envolvidos antes de assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Juiz de Fora pelo parecer 3.948.898.

Os participantes foram considerados do Grupo sem dor se tivessem completa amplitude de movimento, sem dor e/ou nenhum sintoma durante a anamnese (Tabela 1).

Tabela 1 - Características dos Participantes

Resultados	Grupo com Dor	Grupo Sem Dor	p
n	26	16	-
Idade (anos)	26±8	22±2	0.138
Peso (Kg)	67±12	57±10	0.02
Altura (m)	1.69±8	1.66±10	0.286
BMI (Kg/m ²)	23±5	21±5	0.04
Discinesia (S/N [%])	9/91	7/93	0,837
Escore QuickDASH	25±3	2±1.7	>0.0001
SPADI-total	31±16	2.4±0.5	>0.0001
SPADI-dor	40±4.4	3.6±1.9	>0.0001

Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

5.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Adultos com idade igual ou superior a 18 anos com e sem dor do ombro conforme testes ortopédicos, preenchimento de questionários e com o TCLE devidamente assinado.

5.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Sintomas relacionados à coluna cervical, história prévia de luxações, uso de anti-inflamatórios (cortisona) nos últimos seis meses, doenças sistêmicas e neurológicas, alergias e histórico de fratura ou cirurgia no ombro.

5.4 CÁLCULO AMOSTRAL

Através do programa G-Power (versão 3.1.5, Franz Faul, Universität Kiel, Alemanha) realizou-se o cálculo amostral, tendo como parâmetro os dados obtidos no estudo de Castelein et al, 2016. Considerou-se o menor tamanho de efeito médio para o recrutamento do trapézio inferior ($ES=0.807$), nível alfa de 5% e poder amostral estimado de 95%. O software retornou uma amostra total de 22 participantes ($n=11$ por grupo) para um poder amostral de 0.9504. Ao se considerar a margem amostral de desistência máxima (drop-out) de 30%, foram incluídos neste estudo, por conveniência, 42 indivíduos.

5.5 DESENHO DE ESTUDO

Trata-se de um estudo transversal cujo cálculo amostral foi realizado no programa G-Power, sendo incluídos no estudo 42 participantes, com idade entre 18 a 45 anos, sendo 26 com ombro doloroso e 16 sem ombro doloroso disfuncional por pelo menos 6 meses, diagnosticados pela Escala Visual Analógica e pelas versões brasileiras dos questionários Shoulder Pain and Disability Index – SPADI e pelo QuickDASH. Através deste estudo avaliou-se os níveis de excitação muscular do IE, TS e TI durante um exercício de retração escapular sob cargas progressivas de adução controladas por biofeedback em indivíduos com e sem dor no ombro, qual nível de carga adutora poderia gerar a melhor relação entre TS e TI e verificou diferenças eletromiográficas entre participantes com e sem dor no ombro.

5.6 INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

Nesta pesquisa foram utilizados a Escala Visual Analógica (EVA), as versões brasileiras dos questionários SPADI-Brasil e QuickDASH – versão brasileira a fim de saber em qual dos grupos o participante se enquadraria bem como quantificar, avaliar e diagnosticar a dor dos participantes. A Eletromiografia de superfície foi o instrumento de avaliação dos músculos TS, TI e IE.

5.6.1 Escala Visual Analógica

A Escala Visual Analógica (EVA) é considerada padrão ouro para avaliação da dor (BATALHA, 2016) e constantemente tem sido utilizada para avaliação da dor (INTELANGELO; BORDACHAR; BARBOSA, 2016). Consiste em escala numérica visual com uma linha, em geral com 10 cm de comprimento, traçada num papel, com valor numérico inicial 0 (zero) e final 10 (dez), sem numeração intervalar. De fácil marcação, possui maior indicação, pois o participante pode marcar em qualquer ponto de sua preferência na escala, sem valores pré-definidos. Por produzir dados intervalados e nivelados, indica-se seu uso em análise estatística (PESSI; COSTA; PISSAIA, 2018) .

O participante da presente pesquisa recebeu a instrução de marcar na linha o valor mais próximo entre o 0 e o 10 da EVA referente a intensidade de sua dor no ombro. Em seguida o avaliador colocando uma régua na linha, anotava o valor correspondente à anotação do participante, seguindo à tabulação dos dados coletados. Abaixo, na Figura 3 vê-se um desenho esquemático da EVA.

Figura 3 – Desenho esquemático da Escala Visual Analógica



5.6.2 SPADI-Brasil

A fim de conseguir um índice de dor e incapacidade do ombro e suas disfunções, o questionário Shoulder Pain and Disability Index (SPADI) foi proposto, estando atualmente listado entre os seis questionários com maior qualidade, possuindo propriedades psicométricas. De forma inicial, funcionava semelhante a uma EVA, seguindo posteriormente para validação em Escala de Avaliação Numérica (EN), com questões curtas, de fácil preenchimento, levando em média de 3 a 10 minutos para se responder. Consiste de cinco itens de domínio de dor e oito itens funcionais, com pontuação de 0 a 10 para cada item, totalizando 13 itens. A pontuação é convertida em porcentagem, com valores de 0 a 100. Sua interpretação se dá com a maior pontuação indicativa de pior condição disfuncional do ombro (MARTINS et al., 2010). De acordo com os autores a tradução apresentou excelentes índices de confiabilidade e consistência interna do SPADI-Brasil; segundo os mesmos, “a confiabilidade do SPADI-Brasil total e de seus domínios foi maior que a obtida pela maioria dos estudos e similar a de outros”; apresentou ainda “consistência interna aceitável” e que seus itens apresentam homogeneidade “quanto a apresentarem variação comum”, com poucos problemas para com a Língua Portuguesa em relação aos seus itens, sendo recomendado seu uso para avaliação de dor do ombro por ser “uma ferramenta confiável na avaliação dos pacientes com disfunção de ombro” (MARTINS et al., 2010).

A partir de entrevista, os dados relacionados à dor do ombro correspondentes às perguntas do questionário eram coletados e tabulados, sendo esse questionário, somado a outros fatores clínicos, auxílio para diagnóstico de dor do ombro dos participantes (ANEXOS A-D).

5.6.3 QuickDASH

Com o intuito de avaliar e medir incapacidade física e os sintomas de doenças em membros superiores, de origem única ou múltipla, criou-se o questionário intitulado Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH). Aplicável a toda população, com deficiência leve, moderada ou grave ou com vários problemas relacionados aos membros superiores, sendo o único questionário a avaliar os membros superiores por completo. Sua tradução para o português

brasileiro mostrou proximidade à realidade brasileira. Contendo 30 questões, é possível a partir do DASH medir função física e sintomas, sendo dois itens voltados à função física, seis relacionados aos sintomas e mais três, que avaliam funções de ordens sociais. É dividido em dois módulos, com quatro opções, um voltado a atletas e/ou músicos e o outro módulo para trabalhadores. Possui duas fórmulas estabelecidas, uma voltada para análise das 30 primeiras questões e a outra para os demais módulos. A condição do participante se mostra pela pontuação adquirida no questionário, quanto maior sua pontuação, pior a condição do participante. Os autores encontraram significativa correlação do questionário DASH e a EVA para dor em membros superiores. O DASH se mostrou medida objetiva, sendo um instrumento confiável, com escores específicos e com aplicação clínica pertinente (ORFALE et al., 2005).

De forma semelhante ao questionário do SPADI-Brasil, prosseguiu-se com a entrevista preenchendo os dados referentes às respostas dos participantes a fim de facilitar o diagnóstico de dor do ombro (ANEXO E).

5.6.4 Eletromiografia de superfície

O uso da eletromiografia permite acesso aos processos fisiológicos de produção de movimento e força muscular, que permitem a interação com o meio. Apesar de suas limitações, fornece dados muito importantes, possui muitas aplicações de extrema importância, de uso muito fácil (DE LUCA, 1997), tendo sido vastamente utilizado para avaliação da cintura escapular e os músculos do manguito rotador (INTELANGELO; BORDACHAR; BARBOSA, 2016).

Para o registro dos sinais foi utilizado um módulo de aquisição com oito canais analógicos (Miotec™, Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil), o registro se dava de forma contínua. Foi realizada a conversão dos sinais analógicos para digitais por meio de uma placa A/D, com faixa de entrada de resolução de 16 bits, com frequência de amostragem de 2 kHz, com módulo de rejeição comum maior que 100 dB, razão sinal-ruído menor que 03 μV Root Mean Square e impedância de 109 Ω . Os dados coletados foram visualizados em janela de 125 ms usando o Miotec™ Suite Software. Os sinais eletromiográficos EMG foram registrados no quadrado médio da raiz em μV com eletrodos de superfície Meditracé™ (Ludlow Technical Products, Guananoque, Canadá) Ag/AgCl com

diâmetro de 1 cm de distância de centro de 2 cm, aplicados em orientação transversal paralela às fibras subjacentes em um local muscular. Um eletrodo de referência foi colocado no epicôndilo umeral lateral. Os sinais EMG foram amplificados e filtrados (filtro de passagem de banda de 20-450 Hz Butterworth de quarta ordem, filtro notch de 60 Hz).

Figura 4 – Eletromiógrafo

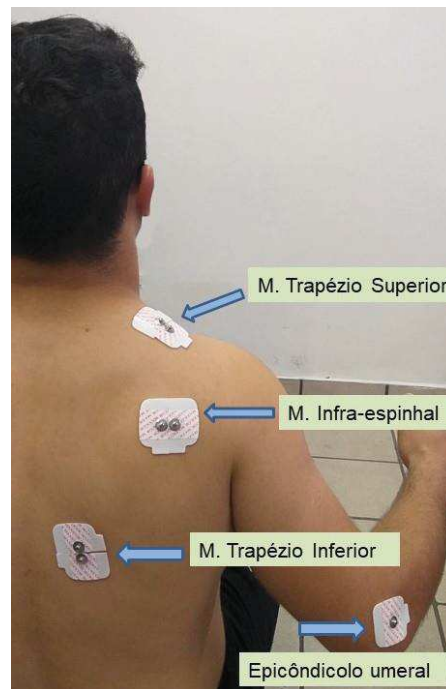


Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

A colocação dos eletrodos se dava após tricotomia da área, limpeza da pele com álcool a 70%, seguida de esfoliação e uma segunda limpeza com álcool. Os eletrodos foram posicionados no TS e TI, de acordo com as normas da SENIAM – Surface Electromyograph for Non-Invasive Assessment of Muscles - (SENIAM – http://seniam.org/shoulder_location.htm). Como não há recomendações pelo SENIAM quanto à colocação de eletrodos para o músculo IE, seguiu-se as recomendações e descrições de colocação dos eletrodos de um estudo anterior. (RIBEIRO et al., 2016). Os locais de colocação dos eletrodos foram, para o TS a 50% entre a linha do acrômio e à C7; para o TI, os eletrodos foram colocados em 2/3 na linha que vai do trígono da coluna vertebral até a 8ª vértebra torácica. Por fim, para o IE os eletrodos foram colocados 4 cm abaixo da espinha da escápula, sobre a fossa infraescapular da escápula, lateralmente, mas não sobre o músculo deltoide posterior. Na Figura 4 pode-se ver o modelo de eletromiógrafo utilizado neste

estudo, o Eletromiógrafo Miotec® New Miootol®, Modelo 800, wireless, 8 canais analógicos; na Figura 5, a foto de um participante na posição sentada e os eletrodos colocados nos músculos TS, TI, IE e no epicôndilo umeral lateral, com os nomes dos locais de colocação em destaque.

Figura 5 - Posicionamento dos eletrodos no participante



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

5.6.5 Célula de carga

Uma célula de carga calibrada com 10% de sua carga máxima (Miotec™, Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil; compressão-tensão máxima = 200 Kgf, precisão de 0,1 Kgf, erro máximo de medida = 0,33%) foi utilizada para controlar os níveis de carga em adução. A célula de carga foi acoplada e sincronizada com o módulo de aquisição. Duas alças foram conectadas à célula de carga. A primeira alça foi posicionada no terço distal do braço do participante. A segunda alça foi usada pelo avaliador para controlar o nível de carga em cada condição. Abaixo na Figura 6, vemos a célula de carga (2) conectada em uma de suas extremidades à alça que está no braço do participante (1) e na sua outra extremidade, à alça a ser tracionada pelo avaliador (3).

Figura 6 - Posicionamento da célula de carga



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Todas as informações foram gravadas e processadas offline, usando o software Miotec Suite™ (Miotec™, Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil). Abaixo, na Figura 7, está a foto da célula de carga utilizada neste estudo.

Figura 7 – Célula de carga S200



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

6 COLETAS

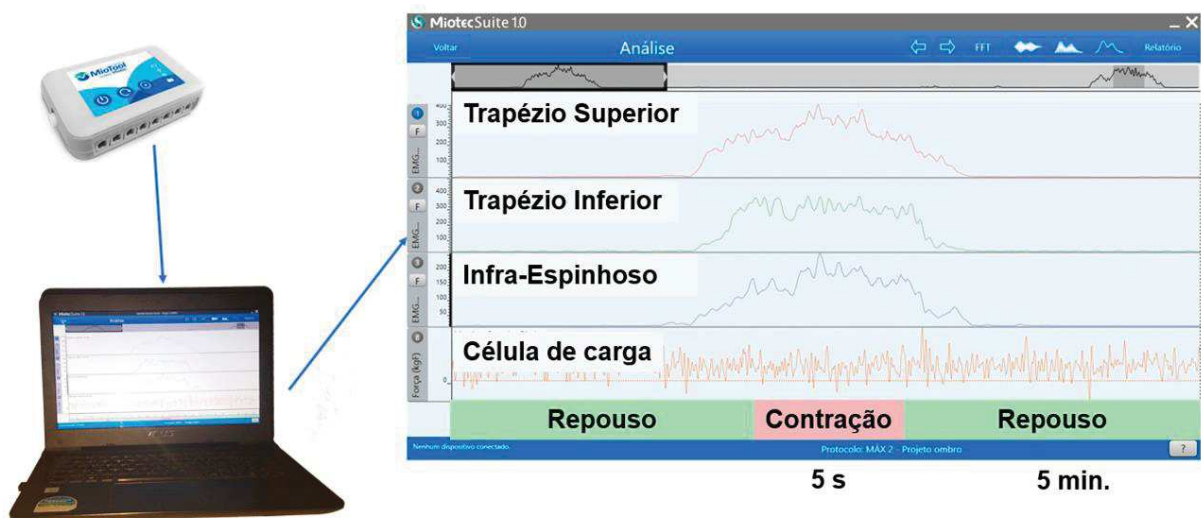
A coleta se deu em várias etapas, começando com a explicação do procedimento e de cada posicionamento a cada participante, sendo realizadas coletas de sua Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) para normalização eletromiográfica, seguida de CIVM para controle de resistência à adução e por fim, a coleta do exercício de retração escapular. Para cada exercício o participante foi orientado quanto a sua posição correta e a execução do exercício.

6.1 CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA VOLUNTÁRIA MÁXIMA

Antecedendo cada gravação, um teste de familiarização de 5s e 3 min. de descanso foi realizado pelo participante para verificar se compreendia os procedimentos. Em seguida, três CIVM de 5s com 3 minutos de descanso entre cada tentativa foram realizadas pelo participante, com um descanso de 5 min. para cada músculo testado. Os avaliadores utilizaram-se de comandos verbais padronizados (iniciar, forçar, parar) em cada gravação de teste. A média entre as CIVM foi usada para normalizar os sinais eletromiográficos.

Exemplificando o esquema da coleta, na Figura 8 estão representados o eletromiógrafo a ser conectado a um computador e em destaque, está a tela da coleta com o gráfico formado pelo exercício do participante.

Figura 8 – Desenho esquemático de coleta da CIVM



Fonte: Elaborado pelo autor (2019).

Para os músculos IE e TS a posição foi em pé. Para o IE o ombro foi rotacionado externamente flexionando o cotovelo a 90°, solicitando ao participante a realizar contração isométrica dos rotadores externos do ombro com o avaliador realizando resistência manual (RIBEIRO et al., 2016). Na coleta do TS, a escápula foi elevada com o pescoço inclinado para o mesmo lado, girando para o lado oposto e depois estendido conforme a resistência aplicada pelo avaliador na cabeça e no ombro (EKSTROM; SODERBERG; DONATELLI, 2005). Para o TI, o participante foi posicionado em decúbito ventral mantendo o ombro totalmente estendido com a escápula retraída enquanto a resistência foi aplicada pelo avaliador no úmero distal, contra o cotovelo fletido. O participante foi instruído a aplicar força contrária (SCIASCIA; KIBLER, 2010).

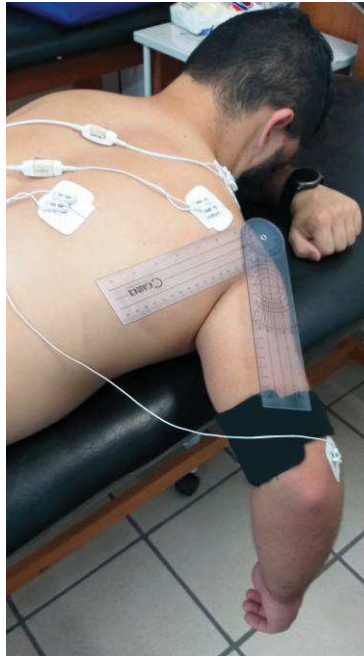
Após os exercícios de normalização concluídos, prosseguiu-se para a coleta de CIVM para controlar a resistência de adução, onde em decúbito ventral o participante realizou três CIVM de 5s, com intervalos de 3 min. de descanso entre as tentativas com o braço para fora da maca. Foram utilizados comandos verbais padronizados (iniciar, forçar, parar) pelo mesmo avaliador em todos os registros dos testes.

6.2 DESCRIÇÃO DO EXERCÍCIO

O voluntário foi instruído a ficar deitado, deixando o braço a ser avaliado para fora da maca, paralelo ao chão e após 10s de descanso inicial, realizou exercícios de aduções resistidas a 60° (medidas por goniômetro) por 10s a 20%, 30% 40% e 50% da CIVM, com intervalo de 20s entre as tarefas, concomitantemente, tendo sido instruído a realizar retração escapular máxima do ombro avaliado. Com o nível escolhido alcançado, o avaliador solicitou que segurasse a contração.

É possível ver na Figura 09 o posicionamento do participante para a execução do exercício e os eletrodos posicionados nos músculos TS, TI, IE no epicôndilo lateral do úmero e os mesmos conectados ao eletromiógrafo. No braço e nas costas do participante está posicionado o goniômetro angulado a 60°, a fim de se conseguir no braço o ângulo de 60°, necessário para essa coleta.

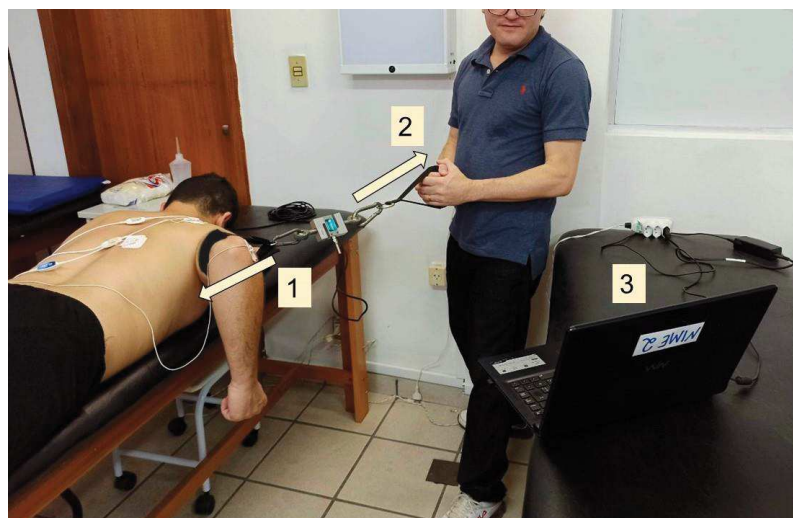
Figura 9 – Posicionamento do participante



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

O nível de resistência foi aplicado pelo terapeuta conforme definido anteriormente e controlado em tempo real usando o software de biofeedback visual Biotrainer™ (Miotec™, Equipamentos Biomédicos, Porto Alegre, RS, Brasil), utilizando o software Excel® para randomizar os ensaios. A fim de evitar a fadiga dos participantes, apenas um conjunto de tentativas foi realizado com a frequência mediana obtida por meio do software em tempo real e monitorada durante todo o protocolo.

Figura 10 - Execução da atividade de retração escapular

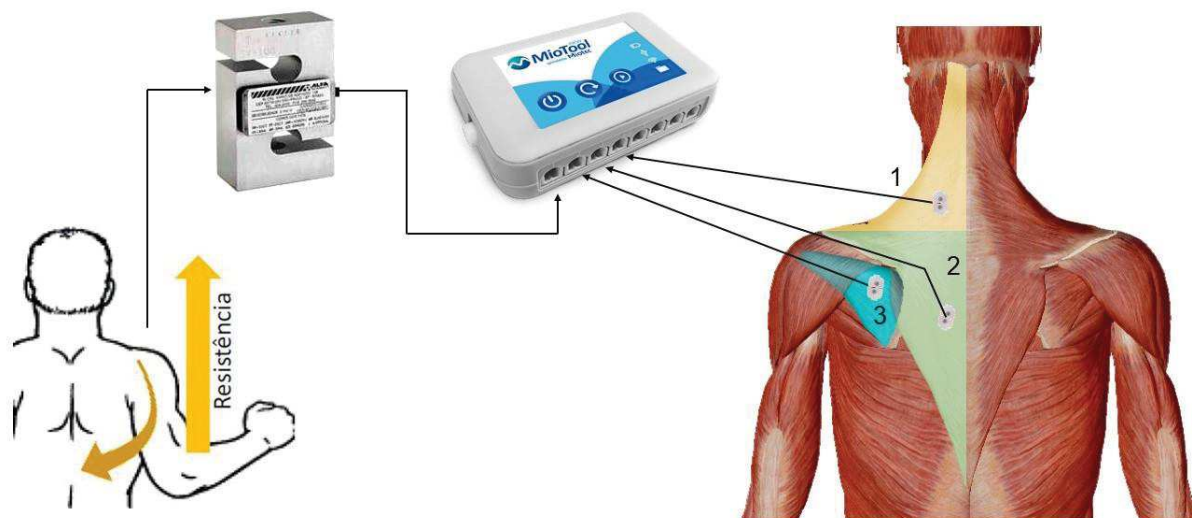


Fonte: elaborado pelo autor (2019)

A Figura 10 mostra a execução do exercício de retração escapular pelo participante (1) enquanto o avaliador controla o nível de adução (2) usando o software de biofeedback (3).

Abaixo, a Figura 11 representa o movimento de retração escapular a ser executado pelo participante, a resistência contra o seu exercício realizada pelo avaliador, a célula de carga conectada ao participante e ao eletromiógrafo e conectados a este os músculos a serem examinados (TS, TI e IE).

Figura 11 – Desenho esquemático da coleta eletromiográfica dos músculos TS, TI e IE



Fonte: Elaborado pelo autor (2019)

Nota: 1. Músculo Trapézio Superior; 2. Músculo Trapézio Inferior; 3. Músculo Infraespinhoso

6.3 RISCOS

Havia risco mínimo de corte durante tricotomia na preparação da pele para avaliação eletromiográfica minimizado com treinamento extensivo dos avaliadores e com o uso de materiais descartáveis.

Havia ainda risco de estresse psicológico com as respostas aos questionários e possível exposição, porém, houve cuidado em realizar as entrevistas e coletas em local privativo, resguardando sigilo dos dados e diminuindo ao máximo a exposição dos pacientes.

6.4 BENEFÍCIOS

Os benefícios ao participante foram:

- Traçar perfil eletromiográfico benéfico ao tratamento fisioterapêutico.
- Ofertar avaliação da condição muscular do ombro.
- Orientação sobre os melhores exercícios a serem realizados para melhoria do quadro de dor e de estabilidade regional.

6.5 EXTRAÇÃO DE DADOS

Como a célula de carga foi sincronizada com os canais eletromiográficos, o avaliador treinado definiu o intervalo usando o início da força. Após a coleta de três janelas de repouso de 1s, o início foi definido por três vezes o desvio padrão dos intervalos médios de repouso mais a média em si. O intervalo começou quando o sinal excedeu o valor limite de início e as médias dos intervalos foram utilizadas para análise estatística (produção de força, excitação média muscular) e também se calculou a razão entre TS e TI.

6.6 METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS DADOS

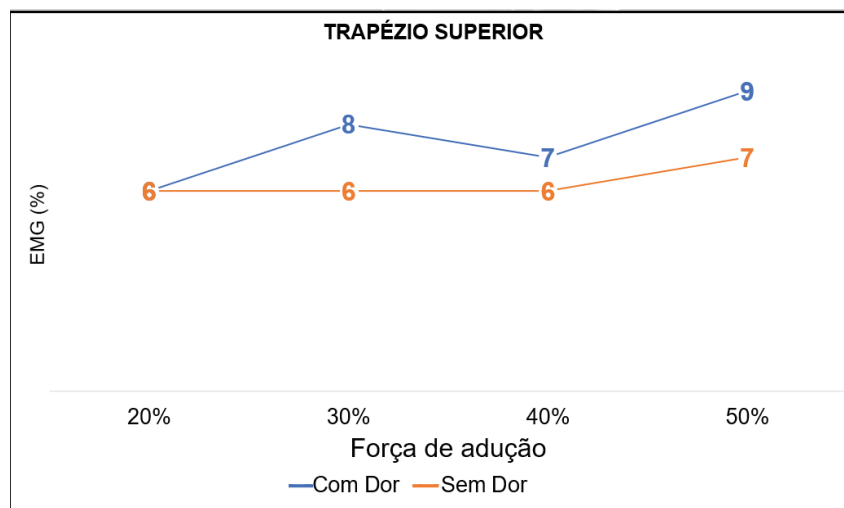
Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. A Análise de Variância mista (ANOVA) com medidas repetidas foi usada para classificar as diferenças dentro e entre os grupos. Todos os dados foram retrabalhados usando o teste post hoc de Holm para comparar diferenças entre os ensaios (20%, 30%, 40% e 50% do CIVM), evitando comparações múltiplas em pares. As diferenças padronizadas para as comparações foram analisadas usando o tamanho do efeito do eta quadrado parcial ($\eta^2 p$). A magnitude do $\eta^2 p$ foi interpretada qualitativamente usando os seguintes limiares: $\sim 0,01$ (pequena), $> 0,09$ (média) e $> 0,25$ (grande). A significância foi estabelecida em $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas no software JAMOVI (Versão 0.9.6, projeto JAMOVI, 2019).

7 RESULTADOS

Os resultados estão apresentados e discutidos em forma de artigo, publicado na revista International Journal Environmental Research and Public Health (SANTOS et al., 2021) (ANEXO F).

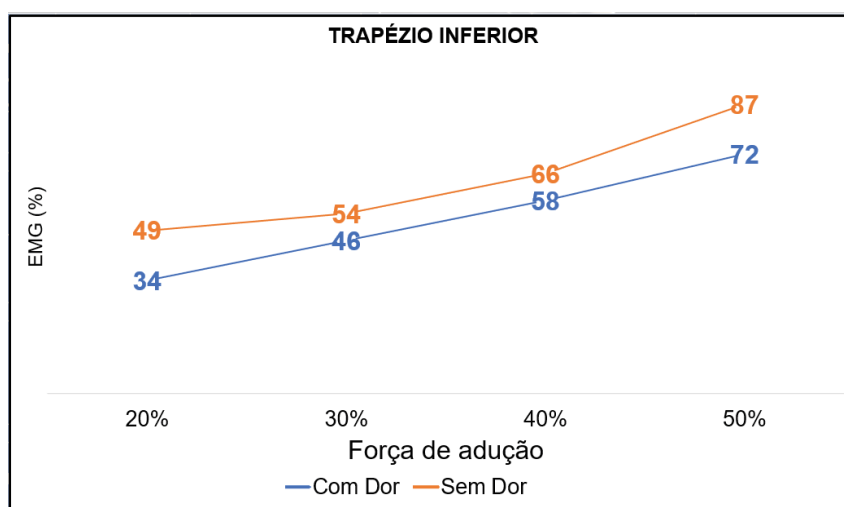
Abaixo estão os gráficos correspondentes aos resultados obtidos, para melhor visualização e entendimento. Os gráficos correspondem aos resultados obtidos para os Músculos Trapézio Superior, Trapézio Inferior e Infraespinhoso, para os grupos de participantes com e sem dor no ombro.

Gráfico 1 – Trapézio Superior



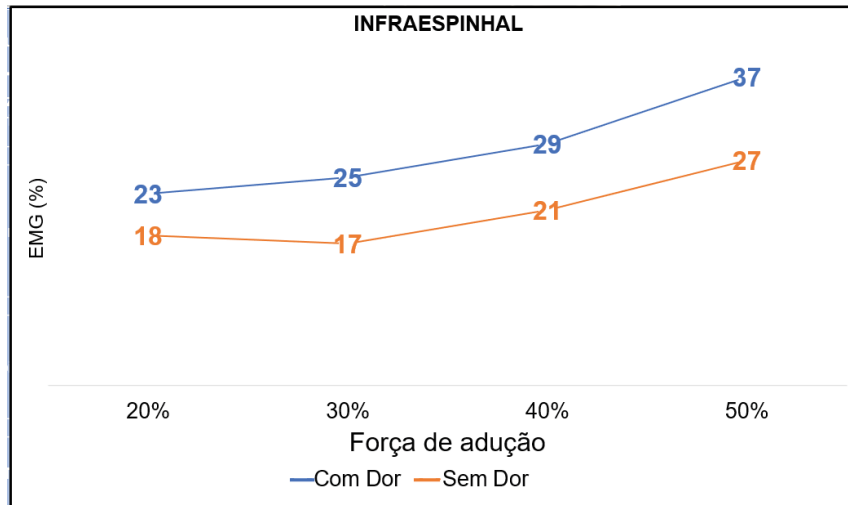
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Gráfico 2 – Trapézio Inferior



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Gráfico 3 – Infraespinhoso

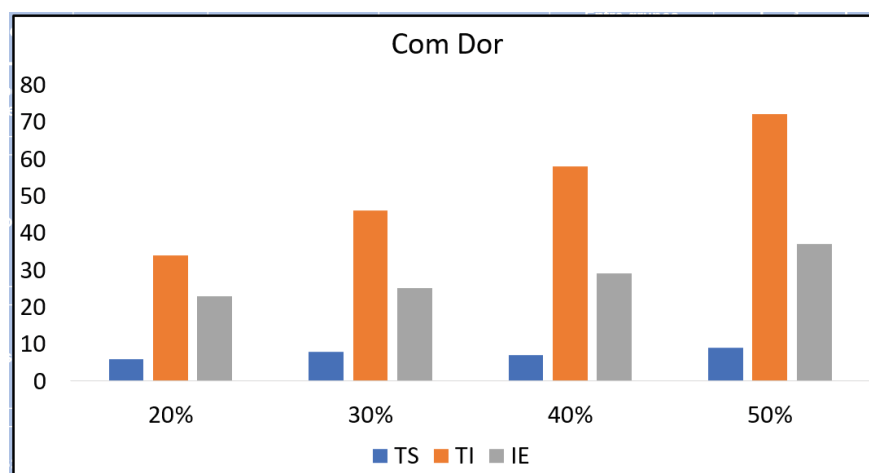


Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

É possível observar no gráfico do músculo TS, acima, que houve hipoestimulação do TS (gráfico 1), enquanto que os resultados dos gráficos dos músculos TI (gráfico 2) e IE (gráfico 3) mostram valores mais altos de estimulação para esses músculos do que o TS.

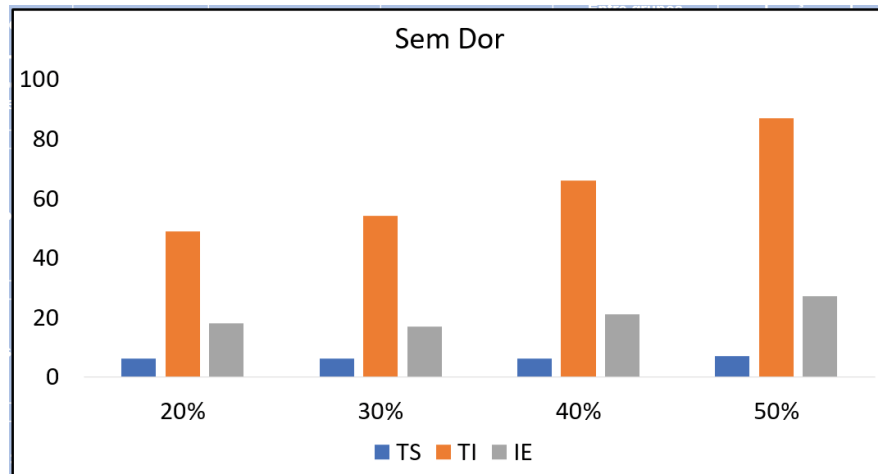
A seguir estão dois gráficos que evidenciam as diferenças dos resultados obtidos entre cada músculo para cada grupo, com dor (Gráfico 4) e sem dor (Gráfico 5), de acordo com cada força de adução (%).

Gráfico 4 – Com dor



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

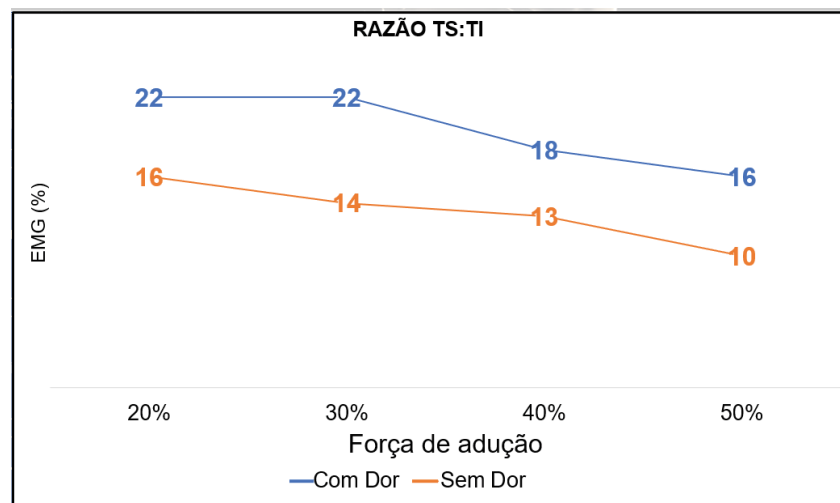
Gráfico 5 – Sem dor



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

A razão TS:TI, discutida neste trabalho, corrobora com os valores obtidos para os referidos músculos, pois se obteve maiores resultados de ativação muscular para o músculo TI do que o músculo TS, conforme se vê no gráfico abaixo (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Razão TS:TI



Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Para os demais resultados não foram feitos gráficos, mas os resultados estão na tabela de resultados (Tabela 2), presente no artigo publicado.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo de avaliar os níveis de excitação dos IE, TS e TI durante a execução de retração da escápula usando cargas progressivas de adução tanto em participantes assintomáticos quanto naqueles com dor no ombro foram realizados exercícios de retração escapular acompanhados por EMG.

Apesar de não terem sido encontradas diferenças entre os grupos, os resultados mostram que os exercícios sugeridos atingiram os objetivos para os dois grupos, sendo possível realizar exercício com carga controlada sem promover compressão do espaço subacromial. Para o TI, houve valores mais altos de excitação, enquanto o TS apresentou valores mais baixos no uso de cargas progressivas de adução. Os dados apresentam excitação muscular semelhante nos dois grupos para todos os músculos hipoativos durante a retração escapular com cargas progressivas, sendo assim, o exercício pode ser usado em programas de fortalecimento muscular em pacientes com dores no ombro sem promover hiperativação do músculo trapézio superior.

Entretanto, os níveis de excitação em todos os músculos podem ser diferentes devido a variedade dos ângulos do ombro. A amplitude de movimento completa do ombro não foi avaliada neste estudo e sem análise 3D não foi documentada nenhuma cinemática escapular. Dados sobre movimentos da escápula associados a excitação muscular poderiam embasar a seleção dos exercícios de acordo com as necessidades individuais dos sujeitos.

Conclui-se que o movimento de retração escapular é benéfico, propiciando excitação muscular dos músculos hipoativos durante a abdução, em especial ao IE e TI, avaliados neste estudo, sem provocar hiperativação do TS.

9 PRODUÇÃO BIBLIOGRÁFICA SUPLEMENTAR DURANTE O MESTRADO

Junto ao grupo de pesquisa Núcleo de Investigação Músculo Esquelética (NIME) no mestrado, participamos de algumas produções de artigos científicos em conjunto com o orientador. Seguem abaixo esses trabalhos.

9.1 ARTIGO 1 – ACEITO PARA PUBLICAÇÃO

FERREIRA, I. C. ; SANTOS, J. J. ; SOUZA, M. A. ; TEIXEIRA, A. S. ; **BARBOSA, A. C.** ; NAKAMURA, F. Y. ; **BARBOSA, A. C.** . Isometric knee torque, quadriceps-hamstrings ratio and jumping parameters of Brazilian soccer players of different age-categories. Human Movement, 2021.

08/04/2021

Mail - Alexandre Barbosa - Outlook

Decision on manuscript HUMMOV-00546-2020-03

Human Movement <kontakt@editorialsystem.com>

Mon 2/8/2021 5:45 PM

To: Alexandre Barbosa <alexwbarbosa@hotmail.com>

February 08, 2021

HUMMOV-00546-2020-03

Isometric knee torque, quadriceps-hamstrings ratio and jumping parameters of Brazilian soccer players of different age-categories

Dear Dr. Alexandre Barbosa,

I am pleased to inform you that your manuscript, entitled: Isometric knee torque, quadriceps-hamstrings ratio and jumping parameters of Brazilian soccer players of different age-categories, has been accepted for publication in our journal.

Thank you for submitting your work to us.

Kind regards,
Eugenia Murawska-Ciałowicz, Assoc. Prof., PhD
Editor-In-Chief
Human Movement

9.2 ARTIGO 2 – ARTIGO SUBMETIDO

ScholarOne Manuscripts™ Jefferson dos Santos ▾ Instructions & Forms Help Log Out

JOURNAL OF SPORT REHABILITATION

Home Author Review

Author Dashboard

Author Dashboard

1 Manuscripts I Have Co-Authored >

[Start New Submission](#) >

[Legacy Instructions](#) >

5 Most Recent E-mails >

[English Language Editing Service](#) >

Manuscripts I Have Co-Authored

STATUS	ID	TITLE	CREATED	SUBMITTED
ADM: Duszynski, Hannah	JSR.2021-0059	Overhead shoulder movement vs. scapular retraction to normalize the electromyographic signal of the lower trapezius muscle	18-Feb-2021	18-Feb-2021
<ul style="list-style-type: none"> Awaiting Reviewer Scores 		View Submission Submitting Author: Barbosa, Alexandre		
Contact Journal				

Overhead shoulder movement vs. scapular retraction to normalize the electromyographic signal of the lower trapezius muscle

Journal:	<i>Journal of Sport Rehabilitation</i>
Manuscript ID	Draft
Manuscript Type:	Technical Report
Keywords:	Shoulder complex < Body region(s), Measurement properties < Research designs/area(s), Biomechanics < Discipline area(s), Electromyography < Discipline area(s)



Human Kinetics, 1607 N Market St, Champaign, IL 61825

REFERÊNCIAS

- BATALHA, L. M. DA C. Avaliação da Dor: Manual de estudo - versão 1. **Esc. Sup. de Enfermagem de Coimbra**, v. 1, p. 44, 2016.
- BURY, J. et al. Effectiveness of scapula-focused approaches in patients with rotator cuff related shoulder pain: A systematic review and meta-analysis. **Manual Therapy**, v. 25, p. 35–42, 2016.
- CAMARGO, P. R. et al. Effects of Stretching and Strengthening Exercises, With and Without Manual Therapy, on Scapular Kinematics, Function, and Pain in Individuals With Shoulder Impingement: A Randomized Controlled Trial. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 45, n. 12, p. 984–997, 2015.
- CASTELEIN, B. et al. Modifying the shoulder joint position during shrugging and retraction exercises alters the activation of the medial scapular muscles. **Manual Therapy**, v. 21, p. 250–255, 2016.
- COOLS, A. M. et al. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 17, n. 1, p. 25–33, 2007.
- DE LUCA, C. J. The use of surface electromyography in biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135–163, 1997.
- DEJACO, B. et al. Eccentric versus conventional exercise therapy in patients with rotator cuff tendinopathy: a randomized, single blinded, clinical trial. **Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy**, v. 25, n. 7, p. 2051–2059, 2017.
- DONG, W. et al. Treatments for shoulder impingement syndrome a prisma systematic review and network meta-analysis. **Medicine (United States)**, v. 94, n. 10, 2015.
- EKSTROM, R. A.; SODERBERG, G. L.; DONATELLI, R. A. Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 15, n. 4, p. 418–428, 2005.
- FACCI, L. M. et al. Efeitos da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) e da corrente interferencial (CI) em pacientes com lombalgia crônica não específica: Ensaio clínico randomizado. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 129, n. 4, p. 206–216, 2011.
- FAYÃO, J. G. et al. Queixas musculoesqueléticas no ombro: características dos usuários e dos atendimentos na atenção primária. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 26, n. 1, p. 78–84, 2019.
- FENNELL, J. et al. Shoulder retractor strengthening exercise to minimize rhomboid muscle activity and subacromial impingement. **Physiotherapy Canada**, v. 68, n. 1, p.

24–28, 2016.

GUNAY UCURUM, S. et al. Comparison of different electrotherapy methods and exercise therapy in shoulder impingement syndrome: A prospective randomized controlled trial. **Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica**, v. 52, n. 4, p. 249–255, 2018.

HALL, S. J. **Biomecânica Básica**. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

HAMIL, J.; KNUTZEN, K. M.; DERRICK, T. R. Anatomia funcional do membro superior. In: **Bases biomecânicas do movimento humano**. 4. ed. Barueri: Manole, 2016. p. 144–160.

HAWK, C. et al. Systematic Review of Nondrug, Nonsurgical Treatment of Shoulder Conditions. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 5, p. 293–319, 2017.

HERON, S. R.; WOBY, S. R.; THOMPSON, D. P. Comparison of three types of exercise in the treatment of rotator cuff tendinopathy/shoulder impingement syndrome: A randomized controlled trial. **Physiotherapy (United Kingdom)**, v. 103, n. 2, p. 167–173, 2017.

HOLMGREN, T. et al. Effect of specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome: Randomised controlled study. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 19, p. 1456–1457, 2014.

INTELANGELO, L.; BORDACHAR, D.; BARBOSA, A. W. C. Effects of scapular taping in young adults with shoulder pain and scapular dyskinesis. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 20, n. 3, p. 525–532, 2016.

KARA, D.; HARPUT, G.; DUZGUN, I. Trapezius muscle activation levels and ratios during scapular retraction exercises: A comparative study between patients with subacromial impingement syndrome and healthy controls. **Clinical Biomechanics**, v. 67, n. May, p. 119–126, 2019.

KENDALL, F. P. et al. Membro Superior e Cintura Escapular. In: **Músculos: Provas e Funções**. 5. ed. Barueri, SP: Manole, 2007. p. 245–332.

KLINTBERG, I. H. et al. Consensus for physiotherapy for shoulder pain. **International Orthopaedics**, v. 39, n. 4, p. 715–720, 2015.

LAWRENCE, R. et al. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals With and Without Shoulder Pain, Part 1: Sternoclavicular, Acromioclavicular, and Scapulothoracic Joints. **Physiology & behavior**, v. 176, n. 1, p. 139–148, 2017.

MAGUEE, D. J. Ombro. In: **Avaliação musculoesquelética**. 5. ed. Rio de Janeiro: Manole, 2010. p. 231–360.

MALAVOLTA, E. A. et al. Shoulder disorders in an outpatient clinic: an

epidemiological study. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 78–80, 2017.

MARTINS, J. et al. Versão brasileira do Shoulder Pain and Disability Index: tradução, adaptação cultural e confiabilidade. **Rev. Bras. Fisioterapia**, v. 14, n. 6, p. 527–536, 2010.

MICHENER, L. A. et al. Relative scapular muscle activity ratios are altered in subacromial pain syndrome. **Journal of Shoulder and Elbow Surgery**, v. 25, n. 11, p. 1861–1867, 2016.

MUETHING, A. et al. Shoulder-muscle activation in individuals with previous shoulder injuries. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 24, n. 3, p. 278–285, 2015.

NEER II, C. S. Anterior Acromioplasty for the Chronic Impingement Syndrome in the Shoulder. **The Journal of Bone and Joint Surgery (American)**, v. 54- A, p. 41–50, 1972.

NEUMANN, D. A. Membro Superior. In: **Cinesiologia do aparelho musculoesquelético: fundamentos para reabilitação**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2018. p. 92–135.

ORFALE, A. G. et al. Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 2, p. 293–302, 2005.

PAGE, M. J. et al. Manual therapy and exercise for rotator cuff disease. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v. 2016, n. 6, 2016.

PESSI, R.; COSTA, A. E. K. DA; PISSAIA, L. F. Implantação da escala visual analógica da dor em um ambulatório de baixa complexidade de uma Instituição de Ensino Superior. **Research, Society and Development**, v. 7, n. 8, p. 01–10, 2018.

REIJNEVELD, E. A. E. et al. Clinical outcomes of a scapular-focused treatment in patients with subacromial pain syndrome: A systematic review. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 5, p. 436–441, 2017.

RIBEIRO, D. C. et al. The initial effects of a sustained glenohumeral postero-lateral glide during elevation on shoulder muscle activity: A repeated measures study on asymptomatic shoulders. **Manual Therapy**, v. 22, n. January, p. 101–108, 2016.

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. 34, n. 9, p. 653–670, 2018.

SANTOS, J. J. et al. Scapular Retraction under Adduction Load : An Alternative to Overhead Exercises to Activate Infraspinatus , Upper , and Lower Trapezius in Subjects with and without Shoulder Pain. 2021.

SCIASCIA, A.; KIBLER, W. BEN. Current concepts: Scapular dyskinesis. **British**

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

STEURI, R. et al. Effectiveness of conservative interventions including exercise, manual therapy and medical management in adults with shoulder impingement: A systematic review and meta-analysis of RCTs. **British Journal of Sports Medicine**, v. 51, n. 18, p. 1340–1347, 2017.

APÊNDICE A – TCLE



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário (a) da pesquisa "Níveis de excitação muscular de Infra-espinhoso, Trapézios Superior e Inferior em retração escapular sob diferentes níveis de carga em adução em indivíduos com e sem ombro doloroso". O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é para avaliar um exercício para ombro e compará-lo com os níveis normais de recrutamento muscular. Nesta pesquisa pretendemos avaliar os níveis de excitação muscular do Infra-espinhoso, Trapézios Superior e em um movimento com o braço para atrás e a aplicação de diferentes tipos de carga em indivíduos com e sem ombro doloroso.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você, aplicaremos alguns questionários e testes para verificar a existência de ombro doloroso, em seguida, avaliaremos a excitação da musculatura através de um equipamento chamado eletromiografia com a fixação de eletrodos descartáveis na pele. Esta pesquisa tem alguns riscos como corte durante os procedimentos de preparação da pele para avaliação eletromiográfica. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, serão feitos treinamentos extensivos dos avaliadores e uso de materiais descartáveis. Além disso, os participantes serão entrevistados em local privativo, a fim de resguardar o sigilo de seus dados, minimizando qualquer tipo de estresse psicológico que as respostas aos questionários possam trazer. A pesquisa pode ajudar a demonstrar um perfil eletromiográfico benéfico ao tratamento fisioterapêutico, bem como a avaliação da condição muscular em questão. Todos serão devidamente orientados sobre os melhores exercícios a serem realizados para melhoria da dor e da estabilidade regional.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causa das atividades que fizemos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido (a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 2019

Assinatura do Participante

Assinatura do (a) Pesquisador (a)

Pesquisador Responsável: Alexandre Wesley Carvalho Barbosa
Campus Universitário da UFJF – Governador Valadares
Instituto de Ciências da Vida/ Departamento de Fisioterapia
CEP: 33010-180
Fone: (33)99154-1851
E-mail: alexandre.barbosa@ufjf.edu.br

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO A – SPADI-BRASIL – Instruções para o examinador

ÍNDICE DE DOR E INCAPACIDADE NO OMBRO SPADI-BRASIL	
Uma ferramenta para avaliar pacientes com disfunção no ombro quanto a sua dor e incapacidade para realizar atividades da vida diária.	
INSTRUÇÕES PARA O EXAMINADOR	
O questionário SPADI-Brasil pretende avaliar a dor no ombro e a habilidade do seu paciente para realizar as atividades da vida diária (AVDs).	
Recomenda-se a aplicação do questionário SPADI-Brasil na forma de ENTREVISTA .	
Para garantir ao paciente a máxima compreensão do questionário, pedimos a cada examinador que LEIA ATENTAMENTE as orientações a seguir:	
1) Orientações para o ambiente:	
Antes de iniciar a entrevista, tente encontrar um local silencioso, com uma mesa e cadeiras para você e seu paciente e certifique-se de que ele não está ansioso ou com pressa.	
2) Orientações para a aplicação do questionário:	
a) Durante a entrevista, é importante que o paciente olhe diretamente o questionário para responder à Escala de Avaliação Numérica (EN).	
b) É recomendável certificar-se de que o paciente compreende o significado da pontuação utilizada na escala numérica. Sempre que necessário, repita que o número “0” indica “sem dificuldade” e o número “10” indica “não conseguiu fazer”. Para a escala de dor, repita que “0” indica sem dor e “10” indica “pior dor”.	
c) Se o paciente tem acometimento bilateral, instrua-o a responder com base no que ele observa com relação ao braço que apresenta mais dor ou disfunção.	
d) O paciente deve relatar sua incapacidade e dor durante a SEMANA PASSADA . Recomenda-se, sempre que necessário, repetir essa expressão antes de iniciar a pergunta de cada item, como: “Durante a semana passada, qual o grau de dificuldade que você teve para...” e “Durante a semana passada, qual foi a gravidade da sua dor?”	
e) ATENÇÃO: Marque o item NA somente em último caso , quando o paciente já não realizava a atividade antes da lesão, ou seja, ele já não era acostumado a realizar tal atividade no seu dia a dia.	
Siga as orientações abaixo para preencher corretamente a EN e o item de resposta NA “Não se aplica” para os domínios de incapacidade e de dor.	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Se o paciente tentou realizar a atividade durante a semana anterior, oriente-o a pontuar sua dificuldade e dor na EN. ▪ Se o paciente precisou realizar a atividade na semana anterior, mas evitou deliberadamente realizá-la por medo de piorar ou para não provocar dor, ele deve estimar uma pontuação na EN para seu nível de incapacidade e dor caso tivesse feito a atividade. ▪ Se o paciente apenas não fez a atividade na semana anterior porque estava imobilizado ou proibido pelo médico de realizá-la, marque para o domínio de incapacidade o número 10 da EN “Não conseguiu fazer” e, para o domínio de dor, peça ao paciente para estimar um número na EN. ▪ Se o paciente não precisou realizar a atividade na semana anterior ou não se lembra de ter feito, você deve perguntar a ele se a atividade é comum ao seu dia a dia. Para resposta SIM, ele deve estimar uma pontuação na EN para seu nível de incapacidade e dor durante a semana anterior. Para resposta NÃO, ou seja, o paciente não é acostumado a realizar a atividade em questão e naturalmente não a teria feito, você deve marcar a coluna NA “Não se aplica”. Quando esta opção for a mais adequada ao caso do paciente, nenhum outro dos 10 números da EN deve ser assinalado. ▪ O número 10 da EN deve ser marcado a) quando o paciente estima que não teria conseguido realizar a atividade na semana anterior ou b) quando está imobilizado ou proibido pelo médico de realizá-la. 	
f) Antes de pontuar cada item, certifique-se de que o paciente compreendeu a pergunta e indicou a melhor resposta. Se não estiver claro para você que ele pensou na atividade correta, por favor, demonstre ou esclareça a atividade, refaça a questão e tome a resposta adequada para proceder à pontuação do item.	
IDENTIFICAÇÃO DO PACIENTE	
Nome completo: _____	Registro: _____
Data de nascimento: ___/___/___	Idade: _____ Sexo: () F () M
Profissão: _____	Tel: _____
Hipótese diagnóstica: _____	
Cirurgia: () S () N	Qual: _____ Quando: _____
Dominância: () D () E	Braço com dor ou disfunção: () D () E () Ambos
Pior braço: () D () E	Há quanto tempo tem dor ou disfunção neste braço: _____

ANEXO B – Pontuação do Questionário SPADI-BRASIL

PONTUAÇÃO DO QUESTIONÁRIO SPADI-BRASIL

1. Pontuação de cada escala separadamente

- a) Dentro de cada escala, some os números marcados para cada item e, então, divida o valor da soma pela máxima pontuação possível na escala. O valor encontrado deve ser multiplicado por 100, obtendo-se a pontuação final para cada escala.
- b) Caso o paciente tenha marcado algum item como “Não se aplica”, este item não deve ser incluído na máxima pontuação possível na escala.

Exemplo: Suponha que o paciente marcou 2 itens como “Não se aplica” na escala de incapacidade. Então, a máxima pontuação possível dessa escala deixa de ser 80 e passa a ser 60.

2. Pontuação total do questionário

Some os números marcados para todos os itens do questionário e, então, divida o valor pela máxima pontuação possível no questionário (desconsiderando os itens que foram marcados como “Não se aplica”). O valor encontrado deve ser multiplicado por 100, obtendo-se a pontuação total do questionário.

3. Significado da pontuação do questionário

A pontuação total do questionário pode variar de 0 a 100, sendo que quanto maior a pontuação, pior a situação de dor e/ou função do paciente.

Fonte: MARTINS et al., 2010

ANEXO C – Instruções sobre alguns itens

INFORMAÇÕES SOBRE ALGUNS ITENS

Escala de Incapacidade (I)

Itens 3, 4 e 5: Estes itens não apresentam a expressão “braço afetado”, porque as atividades a que se referem são realizadas normalmente com ambos os braços. Assim, o paciente deve relatar a atividade envolvendo a utilização de ambos os braços.

Escala de Dor (D)

Item 1: Este item pede ao paciente para indicar um número para a dor que ele teve no braço quando ela foi mais intensa. Como o questionário permite ao paciente estimar sua dor para os demais itens de dor, pode acontecer de sua pior dor na semana anterior ser menor que a dor indicada para algum item cujo nível de dor foi estimado. Recomenda-se refazer essa pergunta após pontuar os demais itens de dor.

Exemplo: Na semana passada, a vez que meu braço mais doeu foi na terça-feira e se eu pudesse dar um número para ela, esse número seria 7.

Pode-se deduzir, então, que na semana anterior o braço do paciente não doeu mais do que 7.

Item 6 (I) e item 3 (D): O paciente deve pensar em qualquer objeto que ele geralmente coloca em uma prateleira alta, no trabalho ou em casa. O objeto não precisa ser pesado.

Fonte MARTINS et al., 2010

ANEXO D – Questionário 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: _____

ANEXO E – Questionário DASH

DISFUNÇÕES DO BRAÇO, OMBRO E MÃO

Meça a sua habilidade de fazer as seguintes atividades na semana passada assinalando a resposta apropriada abaixo:

	Não houve dificuldade	Houve pouca dificuldade	Houve dificuldade média	Houve muita dificuldade	Não conseguiu fazer
1. Abrir um vidro novo ou com a tampa muito apertada.	1	2	3	4	5
2. Escrever.	1	2	3	4	5
3. Virar uma chave.	1	2	3	4	5
4. Preparar uma refeição.	1	2	3	4	5
5. Abrir uma porta pesada.	1	2	3	4	5
6. Colocar algo em uma prateleira acima de sua cabeça.	1	2	3	4	5
7. Fazer tarefas domésticas pesadas (por exemplo: lavar paredes, lavar o chão).	1	2	3	4	5
8. Fazer trabalho de jardinagem.	1	2	3	4	5
9. Arrumar a cama.	1	2	3	4	5
10. Carregar uma sacola ou uma maleta.	1	2	3	4	5
11. Carregar um objeto pesado (mais de 5kg).	1	2	3	4	5
12. Trocar uma lâmpada acima de sua cabeça.	1	2	3	4	5
13. Lavar ou secar seu cabelo.	1	2	3	4	5
14. Lavar as costas.	1	2	3	4	5
15. Vestir uma blusa fechada.	1	2	3	4	5
16. Usar uma faca para cortar alimentos.	1	2	3	4	5
17. Atividades recreativas que exigem pouco esforço (por exemplo: jogar cartas, tricotar).	1	2	3	4	5
18. Atividades recreativas que exigem força ou impacto nos braços, ombros ou mãos (por exemplo: jogar vôlei, martelar).	1	2	3	4	5

19. Atividades recreativas nas quais você move seu braço livremente (como pescar, jogar peteca).	1	2	3	4	5
20. Transportar-se de um lugar a outro (ir de um lugar a outro).	1	2	3	4	5
21. Atividades sexuais.	1	2	3	4	5

	Não afetou	Afetou pouco	Afetou medianamente	Afetou muito	Afetou extremamente
22. Na semana passada, em que ponto o seu problema com braço, ombro ou mão afetaram suas atividades normais com família, amigos vizinhos ou colegas?	1	2	3	4	5
	Não limitou	Limitou pouco	Limitou medianamente	Limitou muito	Limitou extremamente
23. Durante a semana passada, o seu trabalho ou atividades diárias normais foram limitadas devido ao seu problema com braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5

Avalie a gravidade dos seguintes sintomas na semana passada.	Nenhuma	Pouca	Mediana	Muita	Extrema
24. Dor no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
25. Dor no braço, ombro ou mão quando você fazia atividades específicas.	1	2	3	4	5
26. Desconforto na pele (alfinetadas) no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
27. Fraqueza no braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
28. Dificuldade em mover braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5
	Não houve dificuldade	Pouca dificuldade	Média dificuldade	Muita dificuldade	Extrema dificuldade
29. Durante a semana passada, qual a dificuldade você teve para dormir por causa da dor no seu braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5

	Discordo totalmente	Discordo	Não concordo nem discordo	Concordo	Concordo totalmente
30. Eu me sinto menos capaz, menos confiante e menos útil por causa do meu problema com braço, ombro ou mão.	1	2	3	4	5

As questões que se seguem são a respeito do impacto causado no braço, ombro ou mão quando você toca instrumento musical, pratica esportes ou ambos.

Se você toca mais de um instrumento, pratica mais de um esporte ou ambos, por favor, responda com relação ao que é mais importante para você.

Por favor, indique o esporte ou instrumento que é mais importante para você:

_____.

Eu não toco instrumentos ou pratico esportes (você pode pular esta parte).

Por favor circule o número que melhor descreve sua habilidade física na semana passada.

	Fácil	Pouco difícil	Dificuldade média	Muito difícil	Não conseguiu fazer
1. Usar de sua técnica habitual para tocar instrumento ou praticar esporte?	1	2	3	4	5
2. Tocar o instrumento ou praticar o esporte por causa de dor no braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
3. Tocar seu instrumento ou praticar o esporte tão bem quanto você gostaria?	1	2	3	4	5
4. Usar a mesma quantidade de tempo tocando seu instrumento ou praticando esporte?	1	2	3	4	5

As questões seguintes são sobre o impacto do seu problema no braço, ombro ou mão em sua habilidade de trabalhar (incluindo tarefas domésticas se este é seu trabalho).

Por favor, indique qual é seu trabalho: _____.

Eu não trabalho (você pode pular esta parte).

Por favor circule o número que melhor descreve sua habilidade física na semana passada.

	Fácil	Pouco difícil	Dificuldade média	Muito difícil	Não conseguiu fazer
1. Uso de sua técnica habitual para seu trabalho?	1	2	3	4	5

2. Fazer seu trabalho usual por causa de dor em seu braço, ombro ou mão?	1	2	3	4	5
3. Fazer seu trabalho tão bem quanto você gostaria?	1	2	3	4	5
4. Usar a mesma quantidade de tempo fazendo seu trabalho?	1	2	3	4	5

Fonte: ORFALE et al., 2005

ANEXO F – Artigo Publicado



Article

Scapular Retraction under Adduction Load: An Alternative to Overhead Exercises to Activate Infraspinatus, Upper, and Lower Trapezius in Subjects with and without Shoulder Pain

Jefferson James dos Santos¹, Rebeca Orozco Nagy¹, Matheus Almeida Souza¹, Leonardo Intelangelo² , Michelle Almeida Barbosa¹ , Gabriela Silveira-Nunes³ and Alexandre Carvalho Barbosa^{1,*}

¹ Musculoskeletal Research Group—NIME, Department of Physical Therapy, Federal University of Juiz de Fora, Governador Valadares 35010-180, Brazil; jeffersinhozaobol.com.br (J.J.d.S.); beckyoro201996@gmail.com (R.O.N.); malmeida_1812@hotmail.com (M.A.S.); michellecsalmeida@yahoo.com.br (M.A.B.)

² Musculoskeletal Research Unit—UIM, Department of Physical Therapy, University Center for Assistance, Teaching and Research—CUADI, Universidad del Gran Rosario—UGR, Rosario C1021AAH, Argentina; leonardo.intelangelo@gmail.com

³ Musculoskeletal Research Group—NIME, Department of Medicine, Federal University of Juiz de Fora, Governador Valadares 35010-180, Brazil; gabrielanunes84@gmail.com

* Correspondence: alexandre.barbosa@ufjf.edu.br; Tel.: +55-33-9-9154-1851



Citation: dos Santos, J.J.; Nagy, R.O.; Souza, M.A.; Intelangelo, L.; Barbosa, M.A.; Silveira-Nunes, G.; Barbosa, A.C. Scapular Retraction under Adduction Load: An Alternative to Overhead Exercises to Activate Infraspinatus, Upper, and Lower Trapezius in Subjects with and without Shoulder Pain. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2021**, *18*, 9251. <https://doi.org/10.3390/ijerph18179251>

Academic Editor: Stig Molsted

Received: 5 August 2021

Accepted: 30 August 2021

Published: 2 September 2021

Publisher's Note: MDPI stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.



Copyright: © 2021 by the authors. Licensee MDPI, Basel, Switzerland. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Abstract: Exercises for lower trapezius (LT) often use overhead positions, causing compressive forces to the subacromial space. Scapular retraction would be an alternative to activate LT muscle. The present study aimed to assess the excitation levels of infraspinatus, upper trapezius, and lower trapezius muscles during a scapular retraction exercise under progressive adduction loads in subjects with and without painful shoulder. Electromyography of infraspinatus (IS), upper trapezius (UT), and LT was recorded during scapular retraction under progressive adduction loads of 42 participants, divided into two groups: with (SP, $n = 26$) and without shoulder pain (nSP, $n = 16$). The adduction loads of 20%, 30%, 40%, and 50% of the maximal voluntary contraction (MVC) were applied using a load cell. Normalized electromyography and the ratio between UT and LT (UT:LT) were used for statistical analysis. No differences were observed between groups, but a condition effect occurred for all muscles: UT showed higher values at 50% vs. 20% of MVC ($p = 0.004$); LT showed higher values on 40% and 50% of MVC ($p = 0.001$; 0.006). Higher values for IS were noted at 40% of MVC (vs. 20% of MVC; $p = 0.04$) and at 50% of MVC (vs. 20% of MVC; $p = 0.001$, vs. 30% of MVC, $p = 0.001$; vs. 40% of MVC; $p = 0.001$). UT:LT showed lower values at 50% of MVC (vs. 20% of MVC; $p = 0.001$ and vs. 30% of MVC; $p = 0.016$). Scapular retraction with adduction loads at 40–50% is an alternative to overhead exercises aiming to activate the LT and the IS muscles. The exercise ensures higher levels of LT and IS excitation without increasing UT excitation.

Keywords: shoulder impingement syndrome; scapula; exercise therapy; exercise movement techniques; musculoskeletal pain

1. Introduction

Shoulder pain is one of the most common musculoskeletal complaints, affecting 4.7–46.7% of the adult population, and its prevalence increases with age [1–3]. Some studies reported a significant association between women and increased prevalence of shoulder pain [4,5]. In fact, a narrative review showed that the estimated prevalence of shoulder pain was higher in women (15.4% in men and 24.9% in women) who reported weekly episodes of pain [6]. Another study retrospectively assessed painful shoulders from medical files, finding a prevalence of women (66.21%) [7]. Additionally, severe pain is more frequently reported in women (56.1%) compared to men (25.0%) [8]. A longitudinal study assessed the risk factors for neck and shoulder pain among young adults in the transition

from technical school to working life [9]. The authors reported that high mechanical workload was associated with neck and shoulder pain in women.

A painful shoulder causes mobility restrictions, functional impairments in daily activities, work disability, and a relevant impact on public health services [1,2]. The shoulder pain can last for weeks to months and become a recurrent condition [3,10]. Moreover, aging populations and consequent longer careers might increase the burden of shoulder pain [11], as loss of shoulder muscle mass may impair functionality [12]. Impingement syndrome is a term for injury of structures in the subacromial space [13–15]. It has the highest prevalence among shoulder issues, accounting for 36% of shoulder disorders [16,17]. Many shoulder symptoms have been associated with abnormal excitation of the scapular and rotator cuff muscles [18,19]. A systematic review aimed to summarize the current evidence regarding scapulothoracic muscle activity based on surface electromyography in patients with shoulder impingement symptoms or glenohumeral instability vs. healthy controls [20]. The authors concluded that impingement syndrome patients present an overactive upper trapezius and underactive lower trapezius and serratus anterior in contrast to healthy controls. The majority of the included studies showed higher upper trapezius muscle activity during abduction in the scapular plane and in the frontal plane in the impingement syndrome group compared to the control group. For the lower trapezius and serratus anterior, decreased muscle activity was observed in the impingement syndrome group. Prior studies also showed altered movement patterns, including decreased scapular external rotation, increased or decreased scapular upward rotation, and decreased scapular posterior tilting [19,21]. A study reported decreased activity of the infraspinatus muscle in the range of 30°–90° of flexion in the scapular plane, concluding that the deficit in the depression of the humeral head can lead to subacromial friction [22]. It has also been reported that subjects with unilateral subacromial impingement syndrome have decreased infraspinatus muscle activity during external rotation [23].

From a therapeutic perspective, physiotherapy represents one of the primary options for shoulder pain treatment. There is growing evidence of the importance of active exercise therapy in the treatment of shoulder pain [1,3,24]. Optimal exercises for shoulder rehabilitation need to recruit lower trapezius and rotator cuff muscles with concomitant minimal activity of the upper trapezius, as excessive activity of this last muscle might increase the anterior tilt of the scapulothoracic joint [25,26]. Therefore, the shoulder rehabilitation program should include exercises focused on the activation of upward rotators (serratus anterior, upper, and lower trapezius) while minimizing the activation of the scapular downward rotators (latissimus dorsi, levator scapulae, rhomboids, and the pectoralis major and minor muscles) [27] to increase the subacromial space during the overhead movements of the arm and implement effective interventions. A study [28] found a decrease in the electromyographic activity of the anterior deltoid and infraspinatus muscles in 58 individuals with subacromial impingement syndrome between 24 and 85 years with an average of 40 months of pain. Those decreased activities occurred as an adaptive strategy to avoid pain. However, there is no consensus as to the most effective exercise strategy [16,24,29]. Several types of exercises have been proposed, but little data are available to guide the physical therapist in selecting the most appropriate protocol [3,19,24,30,31]. In fact, most of the proposed exercises use an overhead positioning [26,30,32,33]. This position might potentially cause compressive forces to the subacromial space [34,35]. Even in healthy people, overhead exercises such as a wall push-up plus might place the scapula in a position potentially associated with shoulder impingement [36]. Due to shoulder kinematics during a wall push-up plus, such exercise should be cautiously considered during early shoulder rehabilitation, especially in patients with subacromial impingement and/or shoulder pain.

Previous findings showed that subjects with previous shoulder injury have lower activation of the lower trapezius muscle excitation compared to controls and to the contralateral limb [37]. It was originally suggested that global muscle weakness was the main factor for shoulder and scapular problems. However, recent research showed that muscular imbalance might contribute as well [38]. Theoretically, compensation may occur through

increased excitation of the upper trapezius muscle combined with decreased excitation and control of the lower trapezius muscle [39]. A study [26] found an increased upper trapezius activity with reduced activation of lower trapezius secondary to shoulder elevation even in retracted scapular position, which leads to consequent higher upper-lower trapezius muscle ratios (UT:LT). This finding suggests the existence of fine activity coordination between the trapezius portions to not counteract the action of the upper trapezius muscle [26]. Thus, an exercise combining low levels of upper trapezius muscle excitation, moderate to high levels of the lower trapezius muscle and rotator cuff muscles excitation, and subacromial non-compressive positioning would be very beneficial for treating subjects with shoulder pain. Accordingly, previous reports and researchers have established a scientific framework that justifies the application of specific exercises in this population.

Therefore, the present study primarily aimed to assess the excitation levels of infraspinatus, upper trapezius, and lower trapezius muscles during a scapular retraction exercise under progressive adduction loads in subjects with and without painful shoulder. A secondary objective was to analyze which load level of resisted adduction would generate the best ratio between upper and lower trapezius muscles. The hypothesis is that the lower trapezius and infraspinatus would present progressive higher levels of muscle excitation during scapular retraction for both groups while the adduction load increases, without any significant increases in upper trapezius muscle excitation nor between-group differences. An additional hypothesis is that the higher levels of adduction loads would generate the desired ratio levels of upper and lower trapezius muscle excitation when compared to lower levels of adduction loads.

2. Materials and Methods

2.1. Participants

Forty-two subjects participated in this study (Table 1). The subjects were recruited by public invitation through folders and personal contacts. The recruitment proceeded until the sample size was achieved. They were included as they presented themselves for assessment and divided into 2 groups, according to the presence of shoulder pain: with (painful shoulder group) and without shoulder pain (non-painful shoulder group). The subjects were assessed in the biomechanical laboratory facilities on the Federal University of Juiz de Fora—Campus Governador Valadares (Minas Gerais, Governador Valadares, Brazil). All assessments were provided onsite. The objectives of the study were explained to the subjects, and they were notified of the benefits and potential risks involved before signing an informed consent form before participation. The ethics committee for the human investigation of the Federal University of Juiz de Fora approved the procedures employed in the study (protocol number 25614019.4.0000.5147). The G-Power program (version 3.1.5, Franz Faul, Universität Kiel, Kiel, Germany) was used to perform the two-tailed sample calculation using a previous study [27]. The lower trapezius excitation was chosen as the main variable with an effect size of 0.807. The alpha level was set at 5%, and the estimated sampling power was 95%. The software returned a total sample of 22 individuals ($n = 11$ per group) for a sampling power of 0.9504. When considering the maximum drop-out sample margin of 30%, 42 individuals were included in this study for convenience.

Participants were considered healthy and included if they exhibited a full, pain-free range of motion and no symptoms during the physiotherapy assessments. Individuals in both groups were excluded if they had cervical spine-related symptoms, a history of dislocations or shoulder surgery, cortisone injections within the last six months, systemic and neurological reported diseases, adhesive allergies, and history of shoulder fracture or surgery. The subjects were asked to avoid participation in an unusually strenuous activity 48 h before the testing session. All subjects complied with the orientation.

Table 1. Participants' characteristics.

Outcome	SP Group	nSP Group	<i>p</i>
<i>n</i> (male/female)	26 (7/19)	16 (5/11)	0.630 ^a
Age (years)	26 ± 8	22 ± 2	0.138 ^b
Weight (kg)	67 ± 12	57 ± 10	0.018 ^b
Height (m)	1.69 ± 8	1.66 ± 10	0.286 ^b
BMI (kg/m ²)	23 ± 5	21 ± 5	0.036 ^b
Dyskinesia (yes/no [%])	9/91	7/93	0.837 ^a
QuickDASH score	25 ± 3	2 ± 1.7	>0.001 ^c
SPADI-total	31 ± 16	2.4 ± 0.5	>0.001 ^c
SPADI-pain	40 ± 4.4	3.6 ± 1.9	>0.001 ^c

Legend: SP—with shoulder pain; nSP—without shoulder pain; ^a Chi-square test; ^b Student's independent *t*-test; ^c Mann-Whitney test.

The Shoulder Pain and Disability Index (SPADI—Brazilian Portuguese version) [40] and the quick version of the Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand Questionnaire (QuickDASH—Brazilian Portuguese version) [41] were used to assess the extent of symptoms in the involved shoulder and as additional scores to include and classify the subjects into both groups, according to previously established minimal detectable changes [42,43]. The QuickDASH uses a 5-point Likert scale for answers to questions focused on the level of difficulty of certain tasks, how severe the pain is, and how the disability affects social and work/sport activities. A higher score indicates worse function, with the highest possible score equal to 100. The SPADI was developed to measure current shoulder pain and disability in an outpatient setting. It contains 13 items to assess 2 domains: a 5-item subscale to assess pain and an 8-item subscale that measures disability. The definition of shoulder pain includes recent pain (>1 week) near to anterolateral shoulder region. Patients were included in the SP group if they reported chronic shoulder pain (>1 month during the last year, with a minimum pain intensity of 3/10 on the Numeric Rating Scale) in the anterior deltoid region of their dominant shoulder and if at least 3 of the following criteria were positive: (1) positive Neer sign, designed to reproduce symptoms of rotator cuff impingement through flexing the shoulder and pressure application; (2) positive Hawkins sign, designed to indicate impingement of all structures located between the greater tubercle of the humerus and the coracohumeral ligament. The seated subject flexes the shoulder and the elbow to 90 degrees while the examiner supports proximal to both the patient's wrist and elbow to ensure maximal relaxation. Then, the examiner rotates the patient's arm internally; (3) positive Jobe's sign, which is performed by the examiner passively elevating the patient's shoulder to 90 degrees of abduction with internal rotation. The examiner then applies downward pressure against the arm. The presence of pain or abnormal weakness is considered positive; (4) painful arc; the patient abducts the arm in the scapular plane. The test is considered positive if the patient experiences pain in the range of 60–120 degrees of abduction, which reduces once past 120 degrees of abduction; and (5) positive resistance test against external rotation, which assesses the infraspinatus and teres minor muscles. The elbow is flexed at 90 degrees and in slight abduction, while the arm is passively externally rotated to its maximum [44].

2.2. Instruments

An acquisition module with eight analog channels (Miotec™, Biomedical Equipments, Porto Alegre, RS, Brazil) continuously recorded the biological signals. The conversion from analog to digital signals was performed by an A/D board with a 14-bit resolution input range, the sampling frequency of 2 kHz, a common rejection module greater than 100 dB, signal-noise ratio less than 3 μV Root Mean Square, and impedance of 109 Ω. The collected data were windowed at 125 ms. The sEMG signals were recorded in root mean square in μV with surface Maxicor™ (Maxicor Medical Products, Paraná, Pinhais, Brazil) Ag/AgCl electrodes with a radius of 1 cm and center-to-center distance of 2 cm, applied in a transverse orientation parallel to the underlying fibers on a muscle site. A

reference electrode was placed on the left lateral humeral epicondyle. Surface electromyography signals were amplified and filtered (Butterworth fourth-order, 20–450 Hz bandpass filter, 60 Hz notch filter). Before electrode placement, the skin was cleaned with 70% alcohol, followed by an exfoliation using specific sandpaper for skin and a second cleaning with alcohol. The electrodes were positioned on the upper and lower trapezius according to Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM—http://seniam.org/shoulder_location.htm (accessed on 15 July 2019)). SENIAM does not provide electrode placement recommendations for infraspinatus muscle. Therefore, we followed the electrode placement recommendations and descriptions from a previous study [45]. The electrodes were placed on the upper trapezius at 50% on the line from the acromion to the spine on vertebra C7. For the lower trapezius, the electrodes were placed at 2/3 on the line from the trigonum spinea to the 8th thoracic vertebra. Finally, for the infraspinatus muscle, the electrodes were placed 4 cm below the spine of the scapula over the infrascapular fossa of the scapula, laterally, but not over the posterior deltoid muscle.

A calibrated load cell (Miotec™, Biomedical Equipments, Porto Alegre, RS, Brazil; maximum tension–compression = 200 kgf, the precision of 0.1 kgf, the maximum error of measurement = 0.33%) was used to control the levels of adduction loads. The validity of the load cell was previously assessed [46]. The load cell was coupled and synchronized with the acquisition module. Two straps were used to handle the load cell. Both were connected to the load cell (Figure 1a). The 1st strap was positioned on the subject's distal arm (right above the humeral epicondyles' line). The 2nd strap was used by the rater to control the level of load applied in each condition. All pieces of information were recorded and processed offline using the software Miotec Suite™ (Miotec Biomedical Equipments, Porto Alegre, RS, Brazil).

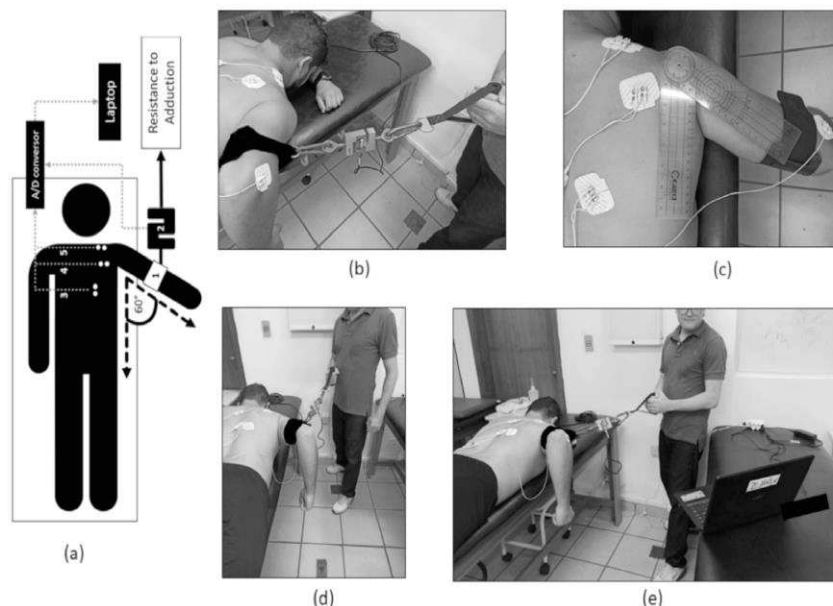


Figure 1. Procedure for data recording. Subject in prone (a,b), leaving the arm out of bed in 60 degrees of abduction (c). The strap positioned right above the humeral epicondyles' line (c). The rater and participant's initial positioning (d). Scapular retraction while the rater controls the level of adduction load using the biofeedback software (e). Legend (a): 1. strap; 2. load cell; 3. surface electromyography sensor (sEMGs) positioning—lower trapezius; 4. sEMGs positioning—infraspinatus; 5. sEMGs positioning—upper trapezius.

2.3. Maximal Voluntary Isometric Contraction for Electromyography Normalization Purposes

Three 5 s maximal voluntary isometric contractions (with 3 min of rest between each trial) from each muscle were performed by each participant. For each tested muscle, a rest of 5 min was allowed. Standardized verbal commands (“start”, “force”, “stop”) were used by the same rater for all test recordings. Before recording the first maximal voluntary isometric contractions trial, the participants received an explanation about the positioning and the direction they should exert maximal effort. Then, a 5 s familiarization trial followed by 3 min of rest was performed to verify the participants’ understanding of the procedures. The mean among the maximal voluntary isometric contractions trials was used to normalize the electromyographic signals. For the infraspinatus and upper trapezius muscles, the participant remained standing. For the infraspinatus, the shoulder was externally rotated with the elbow flexed at 90°. The participant was requested to perform an isometric contraction of shoulder external rotators against the rater’s manual resistance [45]. For the upper trapezius muscle, the patient resisted abduction with the arm placed in 90 degrees of shoulder abduction; the elbow flexed 90 degrees [47]. For the lower trapezius muscle, the participant was asked to lie in the prone position. The maximal voluntary isometric contraction was collected with the shoulder fully extended with the scapula maximally retracted, while the resistance was applied against the fully flexed elbow on the distal humerus. The participant was instructed to resist against the downward force. The scapular retraction was chosen due to its capacity to activate specific sEMG patterns in the lower trapezius muscle [48]. Participant’s positioning was monitored by the researcher to minimize compensatory movements.

2.4. Maximal Voluntary Isometric Contraction to Control the Adduction Resistance

Three 5 s maximal voluntary isometric contractions (with 3 min of rest between trials) in adduction were recorded using the load cell. The subject was instructed to lie prone, leaving the arm to be evaluated out of bed. The therapist positioned the strap on the distal third of each subject’s arm (right above the humeral epicondyles’ line). The subject was instructed to maximally pull the load cell through the attached strap for 5 s. Standardized verbal commands (“start”, “force”, “stop”) were used by the same rater for all tests’ recordings.

2.5. Exercise Description

The subject was instructed to lie prone, leaving the arm to be evaluated out of bed parallel to the floor (Figure 1b). All sensors for electromyography were previously positioned. The therapist positioned the strap on the distal third of the subject’s arm right above the line between the humeral epicondyles. Additionally, the magnitudes of progressive resistance were percentages of the individual maximal voluntary isometric contraction in adduction. After 10 s of initial rest, resisted adductions at 60 degrees (measured by goniometer—Figure 1c) were performed for 10 s at 20%, 30%, 40%, and 50% of the previously collected adduction maximal voluntary isometric contraction with 20 s of rest between tasks (Figure 1e). As the participant lay in prone, the rater asked the participant to actively adduct the arm. When the chosen level was achieved, the therapist asked the participant to hold the contraction. Concomitantly, the subject was instructed to perform maximal scapular retraction of the evaluated shoulder (Figure 1e). The level of resistance was applied by the therapist as previously set and real-time controlled using the Bio-trainer™ visual biofeedback software (Miotec™, Biomedical Equipment, Porto Alegre, RS, Brazil). The Excel software was used to randomize the trials’ order. To prevent fatigue, only 1 set of trials was performed. To ensure the absence of muscle fatigue, the median frequency was obtained using the real-time feedback software and monitored during the entire protocol. The median frequency from the 50% and the 20% were extracted to check if there were differences between them. All assessments were provided onsite. No practice at home was asked. Attendance at the session was, therefore, taken as compliance with the

assessment protocol. No co-interventions were performed in either group, and no adverse effects were reported by any participant during the assessments.

2.6. Data Extraction

All data were extracted offline using the Miotec Suite™ Software (Miotec™, Biomedical Equipments, Porto Alegre, RS, Brazil). As the load cell was synchronized with the electromyography channels, the trained rater set the interval using the force onset. Three 1 s windows of the initial rest were collected (first 10 s of rest), and the force onset was defined by three times the standard deviation from the averaged rest intervals plus the mean itself. The interval started when the signal exceeded the onset threshold value. Conversely, the end of the interval was set using the same threshold. The interval means were used for statistical analysis (mean muscle excitation). The ratio between the upper and lower trapezius muscles was also calculated by dividing the normalized electromyographic mean obtained from the upper trapezius by the obtained from the lower trapezius [49].

2.7. Statistics

Data were presented as means and standard deviations. The mixed factorial Analysis of covariance (ANCOVA) with repeated measures was used to rate within- and between-group differences. The factor group*condition was also assessed. Co-variables were included to assess the influence of BMI and weight. The condition is defined as the level of adduction load applied during the protocol. All data were reworked using Holm's post hoc test to compare differences among trials (20%, 30%, 40%, and 50% of maximal adduction contraction), avoiding pairwise multiple comparisons. The significance was set at $p < 0.05$. The standardized differences for the comparisons were analyzed using the partial eta square's effect size (η^2_p). The magnitude of the η^2_p was qualitatively interpreted using the following thresholds: ~ 0.01 (small), > 0.09 (medium), and > 0.25 (large). All analyses were performed using the JAMOVI software (Version 0.9.6, JAMOVI project, 2019).

3. Results

Descriptive and inferential data are presented in Table 2. No differences were observed between 50% and 20% median frequency values during the protocol ($p > 0.05$), ensuring no influence of fatigue. No effect was found for any covariate. Both groups presented similar patterns of muscle activity, with low levels of excitation of the upper trapezius muscle. No between-group differences were observed for the upper trapezius muscle ($F = 0.39$; $p = 0.537$; $\eta^2_p = 0.012$), the lower trapezius muscle ($F = 0.14$; $p = 0.294$; $\eta^2_p = 0.033$), the infraspinatus muscle ($F = 1.96$; $p = 0.171$; $\eta^2_p = 0.058$), and for the ratio UT:LT ($F = 1.82$; $p = 0.186$; $\eta^2_p = 0.052$).

Progressive higher levels of the lower trapezius and infraspinatus excitation were observed during scapular retraction. A progressive effect for adduction load condition was observed (Table 2) at within-group analysis (upper trapezius: $F = 4.19$; $p = 0.008$; $\eta^2_p = 0.11$ /lower trapezius: $F = 32.7$; $p = 0.001$; $\eta^2_p = 0.49$ /infraspinatus: $F = 19.09$; $p = 0.001$; $\eta^2_p = 0.37$). The upper trapezius pairwise comparison showed higher values at 50% compared to 20% of maximal adduction load, but always below 20% of the maximal voluntary isometric contraction. For the lower trapezius, higher values were observed at 40% and 50% of the maximal adduction load, with differences as follows: 20% < 40%, 20% < 50%, 30% < 40%, 30% < 50%, and 40% < 50%. For infraspinatus, higher values at 40% and 50% of the maximal adduction load differences were noted as follows: 20% < 40%, 20% < 50%, 30% < 50%, and 40% < 50%.

Higher levels of adduction loads generated lower ratio levels of upper and lower trapezius muscle excitation (Table 2). An effect was observed for UT:LT ratio comparing 20% vs. 50% and 30% vs. 50% ($F = 5.83$; $p = 0.001$; $\eta^2_p = 0.15$). The UT:LT ratio at 50% was significantly lower than 20% and 30%.

Table 2. Muscle excitation at different adduction loads (in % of the maximal voluntary isometric contraction using the load cell).

Muscle	Adduction Load Condition	SP Group (%)	nSP Group (%)	Between-Group (F; <i>p</i> -Value)	Within-Group Pairwise Comparison for Condition Effect (<i>p</i> -Value)
Upper Trapezius	20%	6 ± 4	6 ± 5	0.39; 0.537	20% < 50% (<i>p</i> = 0.004)
	30%	8 ± 7	6 ± 5		
	40%	7 ± 6	6 ± 3		
	50%	9 ± 7	7 ± 4		
Lower Trapezius	20%	34 ± 16	49 ± 29	1.14; 0.294	20% < 40% (<i>p</i> = 0.001)
	30%	46 ± 26	54 ± 35		20% < 50% (<i>p</i> = 0.001)
	40%	58 ± 40	66 ± 37		30% < 40% (<i>p</i> = 0.006)
	50%	72 ± 44	87 ± 42		30% < 50% (<i>p</i> = 0.001)
Infraspinatus	20%	23 ± 14	18 ± 6	1.96; 0.171	20% < 40% (<i>p</i> = 0.040)
	30%	25 ± 17	17 ± 6		20% < 50% (<i>p</i> = 0.001)
	40%	29 ± 21	21 ± 6		30% < 50% (<i>p</i> = 0.001)
	50%	37 ± 27	27 ± 8		40% < 50% (<i>p</i> = 0.001)
UT:LT	20%	0.22 ± 0.18	0.16 ± 0.13	1.82; 0.186	20% < 50% (<i>p</i> = 0.001)
	30%	0.22 ± 0.20	0.14 ± 0.08		
	40%	0.18 ± 0.15	0.13 ± 0.11		
	50%	0.16 ± 0.14	0.10 ± 0.06		

Legend: SP—with shoulder pain; nSP—without shoulder pain; UT:LT—ratio between upper and lower trapezius muscles.

4. Discussion

The primary focus of this study was to investigate the excitation of the infraspinatus, upper trapezius, and lower trapezius muscles during the scapular retraction exercise while progressive adduction loads were controlled by biofeedback. The results showed no differences between SP and nSP groups, but there was an effect among distinct levels of adduction loads. The absence of between-group differences constitutes an important finding, as it suggests the benefits of the current exercise in accomplishing the exercise's goals for both groups meaning that individuals with shoulder pain were able to achieve the same levels of muscle excitation on each level of adduction load compared to those without pain during the scapular retraction.

A study assessed the excitation levels of the upper and lower trapezius, among other muscles, during shoulder shrugging and retraction exercises [27]. The findings showed low to moderate levels of excitation for the upper trapezius (25–38% of maximal voluntary isometric contraction) with even lower levels for lower trapezius (3–22% of maximal voluntary isometric contraction). Additionally, the exercises were all performed in a potential compressive position. The exercise proposed in the current study would potentially avoid subacromial compression due to non-overhead positioning [25,26], with additional advantages in targeting the lower trapezius muscle excitation concomitant to lower upper trapezius excitation. Such type of exercise would be an option for exercise prescription aiming the success of the therapy [50]. Another study assessed the levels of scapular muscles during scapula retraction exercises at various shoulder abduction angles [25]. The authors reported low levels of upper trapezius excitation (6–18% of maximal voluntary isometric contraction) and moderate middle trapezius recruitment (22–31% of maximal voluntary isometric contraction). However, the lower trapezius muscle was not assessed. Muscle activation below 20% is considered clinically low, and activity between 20% and 40% is considered clinically moderate [48,51]. An important purpose of the exercises for shoulder rehabilitation is to recruit lower trapezius and rotator cuff muscles with concomitant minimal activity of the upper trapezius, as excessive activity of this last muscle might increase the anterior tilt of the scapulothoracic joint [25,26], leading to compensations. To our knowledge, there is no report in the literature of an exercise addressing combined higher excitation of the lower trapezius and infraspinatus muscles without increasing the upper trapezius excitation and potentially minimizing the

impact without deteriorating the subacromial space or exacerbating the painful condition. A study assessed the effects of scapular retraction–protraction position with scapular elevation on shoulder girdle muscle activity during glenohumeral abduction [52]. The lower trapezius activity was significantly higher in retracted scapular position than in neutral and protracted positions, both with and without scapular elevation. However, the lower trapezius activity was significantly lower with scapular elevation (i.e., with concomitant upper trapezius muscle contraction) than without during retracted scapular position. The authors suggested the existence of a fine trapezius coordination pattern between the muscle portions to not counteract the action of the upper trapezius muscle and promote smooth scapular movements. We hypothesize the voluntary contraction due to adduction load affected their abductor UT counterpart, prioritizing the LT excitation due to biomechanical moment on the scapular girdle.

The present results suggest a pattern of muscle excitation that, in opposition to upper trapezius recruitment, the shoulder adduction leads to progressive higher values of lower trapezius excitation combined with very low values of upper trapezius muscle activity using the concomitant progressive adduction loads. A study had similar findings using the infraspinatus and the deltoid muscles [53]. The humerus was actively adducted against a sphygmomanometer (using 80% maximum force output) while maximal effort external rotation was manually resisted. The results showed a reduced posterior deltoid electromyographic activity during the active adduction compared with no resisted adduction without reducing the activity of the infraspinatus.

Previous studies showed that moderate levels of muscle activation (20–40% of the maximal voluntary isometric contraction) are considered adequate to retrain neuromuscular control of the scapular girdle [48,54]. As the upper trapezius excitation showed a low level of muscle activation (range between 6% and 9% of maximal voluntary isometric contraction) with moderate to high levels of the lower trapezius excitation (range between 34% and 87% of maximal voluntary isometric contraction), further studies may consider the role of the present exercise in a neuromuscular training protocol. Moreover, the upper trapezius muscle excitation is low enough, and lower trapezius muscle excitation is high enough to potentially cause effects on prospective training, as many authors have proposed exercises that emphasize the activation of the lower trapezius with less activation of the upper trapezius to improve the neuromuscular control of the scapula and to prevent and treat people with shoulder pain [48,55]. Altered patterns of muscle excitation may represent attempts to minimize muscle activity during painful movements. The altered neural control, muscle weakness, and muscle imbalance are factors that account for the reduction in muscle excitation [18,37]. The increased level of lower trapezius activity combined with very low upper trapezius recruitment found in the present exercise may minimize the compensatory upper trapezius muscle activity usually found in patients with a painful shoulder [26]. Furthermore, the high achieved levels of lower trapezius muscle excitation can be potentially useful to contribute to strength and coordination training. In an interesting study, the activity levels of the upper trapezius, middle trapezius, and lower trapezius muscles were measured during various tasks and selectively activated each of the muscles [56]. The authors found that the patients with shoulder impingement syndrome were unable to activate middle trapezius and lower trapezius muscle as highly as healthy individuals. Another study investigated differences in muscle excitation by comparing previously injured limbs of individuals with a history of glenohumeral joint injury and healthy matched controls during functional isometric contractions [37]. In the previously injured group, the involved lower trapezius muscle was significantly less activated than the same muscle of the uninvolved limb during scaption and abduction.

The UT:LT ratio results showed progressively lower values at 40% and 50% of maximal adduction load compared to 20% and 30%. Lower values of UT:LT ratio indicate the desirable scenario with higher lower trapezius excitation combined with lower upper trapezius excitation. The UT:LT ratio has been considered an important factor as the scapular muscles do not work in isolation but synergistically to produce a controlled

scapular movement with consequent shoulder stability [25,56,57]. Previous studies have assessed scapular muscle excitation and reported a higher UT:LT ratio in those with shoulder impingement syndrome compared with healthy controls [25,26]. The scapular motion may be disrupted during dynamic arm activities when the activity between the scapulothoracic muscles is not coordinated [26,49]. A study showed a disruption in muscle activity ratios between sections of the trapezius and between the trapezius and serratus anterior during an active arm elevation task in patients with subacromial pain syndrome, highlighting the lower trapezius muscle as an important part of altered ratios during arm ascent and descent [49].

In terms of practical applications, the healthy controls and subjects with shoulder pain showed similar upper trapezius, lower trapezius, and infraspinatus muscle excitation during scapular retraction exercise with progressive adduction loads, suggesting that the exercise could be potentially used in strengthening programs without leading abnormal trapezius muscle activity in subjects with shoulder pain. An important topic is that no load was applied specifically against the retraction movement but only counteracting the adduction. Thus, a greater level of excitation could be achieved in all scapular muscle retractors by directing loads in other planes. However, further prospective studies need to clarify the utility of the exercise in a rehabilitation training program. Furthermore, a distinct study design may elucidate the level of muscle excitation with additional resistance applied to scapular retraction.

Limitations of the present study must be addressed. Distinct shoulder angles may elicit different levels of excitation for all muscles, as the present study did not assess the shoulder full range of motion. While this study provided useful information regarding the muscles being activated during various levels of adduction loads, no scapular kinematics was documented due to technical issues (e.g., absence of 3D analysis), as the laboratory did not have a system to acquire 3D movement data. Additional information about scapular movements, along with the others scapular girdle and rotator cuff muscles excitation, would provide data to select exercises based on the subject's needs. Another important limitation is the limited number of muscles assessed by the present study. Other muscle interactions may be elicited with complementary electromyographic analysis. The convenience sample was also constituted by young adults and mostly by women. The results may vary in different ranges of age, as well as in other gender proportions.

5. Conclusions

The present results support the use of 40–50% adduction loads to ensure higher levels of lower trapezius and infraspinatus excitation without increasing upper trapezius muscle excitation. The scapular retraction exercise under 40 and 50% of maximal voluntary isometric contraction adduction loads is an option to ensure increased levels of excitation of the infraspinatus and lower trapezius with low levels of upper trapezius muscle excitation, which is an alternative to overhead exercises aiming to activate the lower trapezius and the infraspinatus muscles.

Author Contributions: Conceptualization, A.C.B., G.S.-N. and M.A.B.; methodology, A.C.B. and J.J.d.S.; formal analysis, A.C.B.; investigation, R.O.N., M.A.S. and J.J.d.S.; resources, L.I.; data curation, L.I. and A.C.B.; writing—original draft preparation, L.I., J.J.d.S. and A.C.B.; writing—review and editing, A.C.B. and G.S.-N.; supervision, M.A.B. and A.C.B.; project administration, A.C.B.; funding acquisition, A.C.B. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This study was supported in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES)—Finance Code 001 and by the Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG). This study was also financially supported by the Institutional Extension Scholarship Program (PIBEX). This research was funded by the Federal University of Juiz de Fora, supporting the APC.

Institutional Review Board Statement: The ethics committee for the human investigation of the Federal University of Juiz de Fora approved the procedures employed in the study (protocol number 25614019.4.0000.5147).

Informed Consent Statement: Informed consent was obtained from all subjects involved in the study.

Data Availability Statement: The data presented in this study are openly available in Barbosa, Alexandre (2021), “Scapular retraction under adduction load: an alternative to overhead exercises to activate infraspinatus, upper, and lower trapezius in subjects with and without shoulder pain”, Mendeley Data, V1, doi:10.17632/2sv5hbdz4s.1.

Acknowledgments: Special thanks to UFJF-GV Department of Physical Therapy and to the Diretoria de Relações Internacionais—UFJF.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

- Hawk, C.; Minkalis, A.L.; Khorsan, R.; Daniels, C.J.; Homack, D.; Gliedt, J.A.; Hartman, J.A.; Bhalerao, S. Systematic Review of Nondrug, Nonsurgical Treatment of Shoulder Conditions. *J. Manip. Physiol. Ther.* **2017**, *40*, 293–319. [CrossRef]
- Castelein, B.; Cools, A.M.J.J.; Parlevliet, T.; Cagnie, B.; Shire, A.R.; Stæhr, T.A.B.B.; Overby, J.B.; Bastholm Dahl, M.; Sandell Jacobsen, J.; Høyrup Christiansen, D.; et al. Prevalence of upper limb pain and disability and its correlates with demographic and personal factors. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2019**, *18*, 1–18. [CrossRef]
- Reijneveld, A.E.E.; Noten, S.; Michener, A.L.; Cools, A.; Struyf, F. Clinical outcomes of a scapular-focused treatment in patients with subacromial pain syndrome: A systematic review. *Br. J. Sports Med.* **2017**, *51*, 436–441. [CrossRef]
- Khosravi, F.; Amiri, Z.; Masouleh, N.A.; Kashfi, P.; Panjizadeh, F.; Hajilo, Z.; Shanayii, S.; Khodakarim, S.; Rahnama, L. Shoulder pain prevalence and risk factors in middle-aged women: A cross-sectional study. *J. Bodyw. Mov. Ther.* **2019**, *23*, 752–757. [CrossRef]
- Luime, J.J.; Koes, B.W.; Hendriksen, I.J.M.; Burdorf, A.; Verhagen, A.P.; Miedema, H.S.; Verhaar, J.A.N. Prevalence and incidence of shoulder pain in the general population; a systematic review. *Scand. J. Rheumatol.* **2004**, *33*, 73–81. [CrossRef]
- Pribicevic, M. The epidemiology of shoulder Pain: A narrative review of the literature. In *Pain in Perspective*; IntechOpen: London, UK, 2012.
- Facci, L.M. *Síndromes Dolorosas do Ombro: Análise de sua Incidência e Características*; Arq Ciências da Saúde da UNIPAR: Paraná, Brazil, 2000. Available online: <https://revistas.unipar.br/index.php/saude/article/view/1028> (accessed on 27 February 2021).
- Garzedin, D.D.D.S.; Matos, M.A.A.; Daltro, C.H.; Barros, R.M.; Guimarães, A. Pain severity in patients with painful shoulder syndrome. *Acta Ortop. Bras.* **2008**, *16*, 165–167. [CrossRef]
- Hanvold, T.N.; Wærsted, M.; Mengshoel, A.M.; Bjertness, E.; Twisk, J.; Veiersted, K.B. A longitudinal study on risk factors for neck and shoulder pain among young adults in the transition from technical school to working life. *Scand. J. Work. Environ. Health* **2014**, *40*, 597–609. [CrossRef] [PubMed]
- Littlewood, C.; Cools, A.M.J. Scapular dyskinesia and shoulder pain: The devil is in the detail. *Br. J. Sports Med.* **2017**, *52*, 72–73. [CrossRef] [PubMed]
- Djade, C.D.; Porgo, T.V.; Zomahoun, H.T.V.; Perrault-Sullivan, G.; Dionne, C. Incidence of shoulder pain in 40 years old and over and associated factors: A systematic review. *Eur. J. Pain* **2020**, *24*, 39–50. [CrossRef]
- Han, D.-S.; Wu, W.-T.; Hsu, P.-C.; Chang, H.-C.; Huang, K.-C.; Chang, K.-V. Sarcopenia Is Associated with Increased Risks of Rotator Cuff Tendon Diseases Among Community-Dwelling Elders: A Cross-Sectional Quantitative Ultrasound Study. *Front. Med.* **2021**, *8*, 566. [CrossRef]
- Ellenbecker, T.S.; Cools, A. Rehabilitation of shoulder impingement syndrome and rotator cuff injuries: An evidence-based review. *Br. J. Sports Med.* **2010**, *44*, 319–327. [CrossRef] [PubMed]
- Holmgren, T.; Hallgren, H.B.; Öberg, B.; Adolfsson, L.; Johansson, K. Effect of specific exercise strategy on need for surgery in patients with subacromial impingement syndrome: Randomised controlled study. *Br. J. Sports Med.* **2014**, *48*, 1456–1457. [CrossRef] [PubMed]
- Page, P. Shoulder muscle imbalance and subacromial impingement syndrome in overhead athletes. *Int. J. Sports Phys. Ther.* **2011**, *6*, 51–58.
- Steuri, R.; Sattelmayer, K.M.; Elsig, S.; Kolly, C.; Tal, A.; Taeymans, J.; Hilfiker, R. Effectiveness of conservative interventions including exercise, manual therapy and medical management in adults with shoulder impingement: A systematic review and meta-analysis of RCTs. *Br. J. Sports Med.* **2017**, *51*, 1340–1347. [CrossRef]
- Juel, N.G.; Natvig, B. Shoulder diagnoses in secondary care, a one year cohort. *BMC Musculoskelet. Disord.* **2014**, *15*, 89. [CrossRef]
- Camargo, P.R.; Alburquerque-Sendín, F.; Avila, M.; Haik, M.; Vieira, A.; Salvini, T. Effects of Stretching and Strengthening Exercises, with and without Manual Therapy, on Scapular Kinematics, Function, and Pain in Individuals with Shoulder Impingement: A Randomized Controlled Trial. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2015**, *45*, 984–997. [CrossRef]
- Saito, H.; Harrold, M.E.; Cavalheri, V.; McKenna, L. Scapular focused interventions to improve shoulder pain and function in adults with subacromial pain: A systematic review and meta-analysis. *Physiother. Theory Pr.* **2018**, *34*, 653–670. [CrossRef]

20. Struyf, F.; Cagnie, B.; Cools, A.; Baert, I.; Van Brempt, J.; Struyf, P.; Meeus, M. Scapulothoracic muscle activity and recruitment timing in patients with shoulder impingement symptoms and glenohumeral instability. *J. Electromyogr. Kinesiol.* **2014**, *24*, 277–284. [\[CrossRef\]](#)
21. Lawrence, R.L.; Braman, J.P.; Laprade, R.F.; Ludewig, P. Comparison of 3-Dimensional Shoulder Complex Kinematics in Individuals with and without Shoulder Pain, Part 1: Sternoclavicular, Acromioclavicular, and Scapulothoracic Joints. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2014**, *44*, 636–645. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
22. Reddy, A.S.; Mohr, K.J.; Pink, M.M.; Jobe, F.W. Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *J. Shoulder Elb. Surg.* **2000**, *9*, 519–523. [\[CrossRef\]](#)
23. Pyndt, L.; Nørregaard, J.; Dyhre-poulsen, P.; Winther, A. The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement The activity pattern of shoulder muscles in subjects with and without subacromial impingement. *J. Electromyogr. Kinesiol.* **2010**, *19*, 789–799. [\[CrossRef\]](#)
24. Klintberg, I.H.; Cools, A.M.J.; Holmgren, T.M.; Holzhausen, A.-C.G.; Johansson, K.; Maenhout, A.G.; Moser, J.S.; Spunton, V.; Ginn, K. Consensus for physiotherapy for shoulder pain. *Int. Orthop.* **2015**, *39*, 715–720. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
25. Harput, G.; Güneý-Deniz, H.; Düzgün, I. Upper to middle trapezius muscle activation ratio during scapular retraction exercise at different shoulder abduction angles. *Fiz. Rehabil.* **2017**, *28*, 111–117.
26. Kara, D.; Harput, G.; Duzgun, I. Trapezius muscle activation levels and ratios during scapular retraction exercises: A comparative study between patients with subacromial impingement syndrome and healthy controls. *Clin. Biomech.* **2019**, *67*, 119–126. [\[CrossRef\]](#)
27. Castelein, B.; Cools, A.; Parlevliet, T.; Cagnie, B. Modifying the shoulder joint position during shrugging and retraction exercises alters the activation of the medial scapular muscles. *Man. Ther.* **2016**, *21*, 250–255. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
28. Skolimowski, J.; Winiarski, S.; Anwajler, J.; Skolimowska, B.; Barczyk, K.; Dudek, K. Bioelectric activity of selected muscle groups in people with impingement syndrome. *Acta Bioeng. Biomech.* **2009**, *11*, 37–45. [\[PubMed\]](#)
29. Page, M.J.; Green, S.; McBain, B.; Surace, S.J.; Deitch, J.; Lyttle, N.; Mrocki, A.M.; Buchbinder, R. Manual therapy and exercise for rotator cuff disease. *Cochrane Database Syst. Rev.* **2016**, *6*. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
30. Dong, W.; Goost, H.; Lin, X.B.; Burger, C.; Paul, C.; Wang, Z.L.; Zhang, T.Y.; Jiang, Z.C.; Welle, K.; Kabir, K. Treatments for shoulder impingement syndrome a prisma systematic review and network meta-analysis. *Medicine* **2015**, *94*, 1–17. [\[CrossRef\]](#)
31. Heron, S.R.; Woby, S.R.; Thompson, D.P. Comparison of three types of exercise in the treatment of rotator cuff tendinopathy/shoulder impingement syndrome: A randomized controlled trial. *Physiotherapy* **2017**, *103*, 167–173. [\[CrossRef\]](#)
32. Arias-Burúa, J.L.; Fernández-De-Las-Peñas, C.; Ceña, M.P.; Koppenhaver, S.L.; Salom-Moreno, J. Exercises and Dry Needling for Subacromial Pain Syndrome: A Randomized Parallel-Group Trial. *J. Pain* **2017**, *18*, 11–18. [\[CrossRef\]](#)
33. Bury, J.; West, M.; Chamorro-Moriana, G.; Littlewood, C. Effectiveness of scapula-focused approaches in patients with rotator cuff related shoulder pain: A systematic review and meta-analysis. *Man. Ther.* **2016**, *25*, 35–42. [\[CrossRef\]](#)
34. Lewis, J.; McCreesh, K.; Roy, J.-S.; Ginn, K. Rotator Cuff Tendinopathy: Navigating the Diagnosis-Management Conundrum. *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2015**, *45*, 923–937. [\[CrossRef\]](#)
35. Seitz, A.L.; McClure, P.W.; Finucane, S.; Boardman, N.D.; Michener, L.A. Mechanisms of rotator cuff tendinopathy: Intrinsic, extrinsic, or both? *Clin. Biomech.* **2011**, *26*, 1–12. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
36. Lunden, J.B.; Braman, J.P.; Laprade, R.F.; Ludewig, P.M. Shoulder kinematics during the wall push-up plus exercise. *J. Shoulder Elb. Surg.* **2010**, *19*, 216–223. [\[CrossRef\]](#)
37. Muething, A.; Acocello, S.; Pritchard, K.A.; Brockmeier, S.F.; Saliba, S.A.; Hart, J.M.; Rupp, K. Shoulder-Muscle Activation in Individuals With Previous Shoulder Injuries. *J. Sport Rehabil.* **2015**, *24*, 278–285. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
38. Schory, A.; Bidinger, E.; Wolf, J.; Murray, L. A systematic review of the exercises that produce optimal muscle ratios of the scapular stabilizers in normal shoulders. *Int. J. Sports Phys. Ther.* **2016**, *11*, 321–336. [\[PubMed\]](#)
39. Cools, A.M.; Declercq, G.A.; Cambier, D.C.; Mahieu, N.N.; Witvrouw, E.E. Trapezius activity and intramuscular balance during isokinetic exercise in overhead athletes with impingement symptoms. *Scand. J. Med. Sci. Sports* **2006**, *17*, 25–33. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)
40. Martins, J.; Napoles, B.V.; Hoffman, C.B.; Oliveira, A.S. Versão brasileira do shoulder pain and disability index: Tradução, adaptação cultural e confiabilidade. *Rev. Bras. Fisioter.* **2010**, *14*, 527–536. [\[CrossRef\]](#)
41. Orfale, A.G.; Araújo, P.M.P.; Ferraz, M.B.; Natour, J. Translation into Brazilian Portuguese, cultural adaptation and evaluation of the reliability of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Questionnaire. *Brazilian J. Med. Biol. Res.* **2005**, *38*, 293–302. [\[CrossRef\]](#)
42. Franchignoni, F.; Vercelli, S.; Giordano, A.; Sartorio, F.; Bravini, E.; Ferriero, G. Minimal Clinically Important Difference of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Outcome Measure (DASH) and Its Shortened Version (QuickDASH). *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* **2014**, *44*, 30–39. [\[CrossRef\]](#)
43. Thoomes-de Graaf, M.; Scholten-Peeters, W.; Duijn, E.; Karel, Y.; de Vet, H.C.W.; Koes, B.; Verhagen, A. The Responsiveness and Interpretability of the Shoulder Pain and Disability Index. *J. Orthop. Sport. Phys. Ther.* **2017**, *47*, 278–286. [\[CrossRef\]](#)
44. La, A.M.; Mk, W.; Wc, D. Reliability and Diagnostic Accuracy of 5 Physical Examination. *YAPMR* **2009**, *90*, 1898–1903.
45. Ribeiro, D.C.; De Castro, M.P.; Sole, G.; Vicenzino, B. The initial effects of a sustained glenohumeral postero-lateral glide during elevation on shoulder muscle activity: A repeated measures study on asymptomatic shoulders. *Man. Ther.* **2016**, *22*, 101–108. [\[CrossRef\]](#)
46. Toonstra, J.; Mattacola, C.G. Test-Retest Reliability and Validity of Isometric Knee-Flexion and -Extension Measurement Using 3 Methods of Assessing Muscle Strength. *J. Sport Rehabil.* **2013**, *22*, 1–5. [\[CrossRef\]](#) [\[PubMed\]](#)

47. Alpert, S.W.; Pink, M.M.; Jobe, F.W.; McMahon, P.J.; Mathiyakom, W. Electromyographic analysis of deltoid and rotator cuff function under varying loads and speeds. *J. Shoulder Elb. Surg.* **2000**, *9*, 47–58. [[CrossRef](#)]
48. Ben Kibler, W.; Sciascia, A.; Uhl, T.L.; Tambay, N.; Cunningham, T. Electromyographic Analysis of Specific Exercises for Scapular Control in Early Phases of Shoulder Rehabilitation. *Am. J. Sports Med.* **2008**, *36*, 1789–1798. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
49. Michener, L.A.; Sharma, S.; Cools, A.M.; Timmons, M.K. Relative scapular muscle activity ratios are altered in subacromial pain syndrome. *J. Shoulder Elb. Surg.* **2016**, *25*, 1861–1867. [[CrossRef](#)]
50. Fennell, J.; Phadke, C.P.; Mochizuki, G.; Ismail, F.; Boulias, C. Shoulder Retractor Strengthening Exercise to Minimize Rhomboid Muscle Activity and Subacromial Impingement. *Physiother. Can.* **2016**, *68*, 24–28. [[CrossRef](#)]
51. DiGiovine, N.M.; Jobe, F.W.; Pink, M.; Perry, J. An electromyographic analysis of the upper extremity in pitching. *J. Shoulder Elb. Surg.* **1992**, *1*, 15–25. [[CrossRef](#)]
52. Contemori, S.; Panichi, R.; Biscarini, A. Effects of scapular retraction/protraction position and scapular elevation on shoulder girdle muscle activity during glenohumeral abduction. *Hum. Mov. Sci.* **2019**, *64*, 55–66. [[CrossRef](#)]
53. Forbush, S.W.; Bandy, W.D.; Garrison, M.K.; Graves, L.C.; Roberts, R. Testing infraspinatus and deltoid muscles with new technique to decrease deltoid activity during testing using emg analysis. *Int. J. Sports Phys. Ther.* **2018**, *13*, 896–904. [[CrossRef](#)]
54. Sciascia, A.; Kibler, W.B. Current concepts: Scapular dyskinesis. *Br. J. Sports Med.* **2010**, *44*, 300–305.
55. Mottram, S.; Woledge, R.C.; Morrissey, D. Motion analysis study of a scapular orientation exercise and subjects' ability to learn the exercise. *Man. Ther.* **2009**, *14*, 13–18. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
56. Larsen, C.; Juul-Kristensen, B.; Olsen, H.; Holtermann, A.; Søgaard, K. Selective activation of intra-muscular compartments within the trapezius muscle in subjects with Subacromial Impingement Syndrome. A case-control study. *J. Electromyogr. Kinesiol.* **2014**, *24*, 58–64. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]
57. Hickey, D.; Solvig, V.; Cavalheri, V.; Harrold, M.; McKenna, L. Scapular dyskinesis increases the risk of future shoulder pain by 43% in asymptomatic athletes: A systematic review and meta-analysis. *Br. J. Sports Med.* **2018**, *52*, 102–110. [[CrossRef](#)] [[PubMed](#)]

Fonte: Arquivo pessoal (2021)