

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL**  
**BACHARELADO EM FISIOTERAPIA**

**DEBORAH ADÉLI DE MORAIS MATIAS**

**PICO DE TORQUE E ATIVAÇÃO MUSCULAR DURANTE OS MOVIMENTOS DE  
ABDUÇÃO E ADUÇÃO DO OMBRO EM NADADORES COM E SEM SÍNDROME  
DA DOR SUBACROMIAL**

**PORTO ALEGRE**

**2018**

DEBORAH ADÉLI DE MORAIS MATIAS

**PICO DE TORQUE E ATIVAÇÃO MUSCULAR DURANTE OS MOVIMENTOS DE  
ABDUÇÃO E ADUÇÃO DO OMBRO EM NADADORES COM E SEM SÍNDROME  
DA DOR SUBACROMIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Bacharelado em Fisioterapia da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharela em Fisioterapia.

Orientadora: Professora Doutora Cláudia Silveira Lima

PORTO ALEGRE

2018

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, aos meus pais, Claudete e Carlos, e meu irmão, Gustavo, por terem me apoiado em todos os aspectos de minha vida, especialmente durante esta longa jornada, e por terem moldado minha personalidade e caráter ético, pessoal e profissional, apesar de nossas diferenças. É indescritível a gratidão que eu sinto por tudo que vocês fazem por mim e pela nossa família.

Ao meu melhor amigo, companheiro de vida e namorado, Rafael Michel, que se manteve ao meu lado, incansavelmente, durante esta trajetória. Se em breve me tornarei uma boa fisioterapeuta, é porque tenho o melhor exemplo de profissional – e de ser humano - em casa. Não foi fácil chegar até aqui, obrigada por ter tornado esta jornada mais prazerosa. Juntos continuaremos lutando por uma assistência em saúde digna e de qualidade para nossos pacientes.

À minha orientadora, Cláudia Silveira Lima, que desde o início da minha graduação me guia, ensina e inspira. Obrigada por ter me acompanhado durante atividades de ensino, pesquisa e extensão, por confiar e acreditar no meu potencial e por me ensinar pelo menos um pouco de tudo que tu sabes. Tu és e sempre fostes uma inspiração para mim.

À minha colega, parceira de TCC e amiga, Laura Becker, por ter compartilhado comigo esta pesquisa. Não foram momentos fáceis e sei que só conseguimos isso por estarmos juntas. Tenho muito orgulho das fisioterapeutas que estamos nos tornando. Saiba que podes contar comigo durante todo o longo caminho que ainda está por vir. Sejamos nós as mulheres no esporte, vamos lutar pelo nosso espaço!

À equipe que tornou isto possível, em especial Rodrigo Neske Rabuske, por ter produzido este trabalho conosco. Sei que a Educação Física tem muito a ganhar com alunos e futuros profissionais como tu. Agradeço também Paula Finatto pelo acompanhamento no projeto de pesquisa, além funcionários do LAPEX/UFRGS pela atenção e disponibilidade.

À banca avaliadora desta pesquisa, fisioterapeutas do esporte Adriana Moré Pacheco e Joseani Ceccato, que dedicaram seu tempo e conhecimento para me ajudar a aprimorar este trabalho. Agradeço, também, pela colaboração de vocês durante minha formação acadêmica.

Aos professores e demais servidores da Universidade por terem auxiliado meu desenvolvimento pessoal e profissional através de suas aulas e tutorias. Sempre serei grata pela contribuição de vocês na minha trajetória.

Aos meus amigos (em especial Fabio Rocha Garcia), demais familiares e colegas, que me acompanharam, dentro ou fora da Universidade, ajudando a tornar esta jornada mais leve. Obrigada por toda a paciência, momentos de partilha e apoio que me deram ao longo destes anos.

Por fim, agradeço imensamente todos os nadadores que participaram da pesquisa, técnicos que liberaram seus atletas e clubes que abriram suas portas para a divulgação do estudo. Nada disso seria possível sem essas colaborações.

## RESUMO

A síndrome da dor subacromial é um quadro clínico não traumático, geralmente unilateral e que abrange as tendinobursopatias de estruturas do espaço subacromial. Nadadores frequentemente são acometidos por essa condição pois a maior parte da força propulsora neste esporte é de responsabilidade dos membros superiores. Desequilíbrios musculares dos pares de força glenomerais – deltoides e manguito rotador – e escapulotorácicos – rotadores escapulares – podem contribuir para esta condição. Dezenove nadadores competitivos do sexo masculino foram divididos em grupo com síndrome da dor subacromial (GSDS, n = 9) e grupo controle (GC, n = 10) e foram avaliados quanto ao pico de torque de abdutores e adutores do ombro e ativação muscular de trapézio porção descendente e ascendente, serrátil anterior, deltoide porção acromial e clavicular e latíssimo do dorso durante contrações isométricas, concêntricas e excêntricas de abdutores e adutores do ombro no dinamômetro isocinético Cybex Norm sincronizado com o eletromiógrafo Miotool Wireless de 8 canais. Os picos de torque não apresentaram diferenças significativas entre os grupos. Houve uma diminuição estatisticamente significativa na ativação muscular de trapézio descendente durante a adução isométrica a 120° no GSDS comparado ao GC ( $p=0,05$ ). Não houve alterações significativas de ativações musculares dos demais músculos estudados, no entanto, em diferentes situações, apresentaram tamanho de efeito médio e grande. Nadadores com síndrome da dor subacromial apresentam alterações de ativações musculares que podem ser compensações afim de que os mesmos não percam seu desempenho esportivo.

**Palavras-chave:** natação, síndrome do impacto do ombro, eletromiografia, dinamometria isocinética, transtornos dos movimentos

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	7
<b>Peak torque and muscular activation during shoulder abduction e adduction in swimmers with and without subacromial pain syndrome</b> .....	9
<b>Abstract</b> .....	10
<b>Introdução</b> .....	11
<b>Métodos</b> .....	12
<i>População e amostra</i> .....	13
<i>Desenho experimental</i> .....	13
<i>Anamnese</i> .....	14
<i>Familiarização</i> .....	14
<i>Avaliação isocínética e de ativação eletromiográfica</i> .....	15
<i>Tratamento dos dados</i> .....	16
<i>Análise estatística</i> .....	17
<b>Resultados</b> .....	18
<b>Discussão</b> .....	25
<b>Agradecimentos</b> .....	32
<b>Declaração de interesse</b> .....	32
<b>Referências</b> .....	32
<b>ANEXO – Normas para submissão no <i>Journal of Sports Sciences</i></b> .....	37

## APRESENTAÇÃO

Há seis anos, quando ingressei nesta Universidade no curso de Biotecnologia – ênfase em Biotecnologia Molecular – não imaginava que neste momento da minha vida estaria apresentando meu Trabalho de Conclusão de Curso em Fisioterapia. Há cinco anos, quando ingressava neste curso, não imaginava que este trabalho envolveria esporte.

Quando mudei meu rumo e decidi trocar minha graduação, entrei para a Fisioterapia almejando trabalhar em hospitais, especialmente na alta complexidade. Logo no segundo semestre, uma colega e amiga, Fernanda, me convidou para acompanhá-la no II Simpósio Gaúcho de Fisioterapia Esportiva da SONAFE – RS. A área esportiva não era, até então, uma das minhas opções de atuação dentro da Fisioterapia. Não sei exatamente o motivo, mas resolvi acompanhá-la para poder conhecer todas as áreas de conhecimento desta linda profissão. E foi lá que a fisioterapia esportiva me escolheu. Desde aquele dia, dediquei minha formação ao esporte, em atividades de extensão, ensino ou pesquisa, e não poderia ser diferente para realização deste trabalho.

A ideia de desenvolver esta pesquisa se deu a partir do interesse meu e de minha colega Laura em estudar a síndrome da dor subacromial, visto que este quadro clínico nos acometia. Ao nos aprofundarmos nos estudos, percebemos que ainda haviam muitas lacunas quando se tratava deste processo patológico, em especial seus fatores de risco e adaptações geradas nos atletas acometidos. Surgiu, então, a ideia de usar a dinamometria isocinética e eletromiografia de superfície para investigar melhor esta condição. Percebemos que muitos estudos investigaram as relações de força de rotadores internos e externos do ombro de nadadores, porém movimentos importantes no nado, como a abdução e adução, eram pouco explorados na literatura. Além disso, gostaríamos também de entender mais o papel de músculos pouco discutidos, como deltoide clavicular e latíssimo do dorso, nesta condição.

Realizar este trabalho foi, além de difícil, muito prazeroso, representando toda esta trajetória até aqui. Espero que esse estudo possa auxiliar outros estudantes e profissionais a compreender melhor as adaptações geradas pela síndrome da dor subacromial em nadadores competitivos.

Para que isto seja possível, escolhi submeter este estudo no *Journal of Sports Sciences*, periódico muito influente e cotado nesta área de conhecimento, tendo em seu acervo estudos que envolvem dinamometria isocinética, bem como eletromiografia. O presente Trabalho de

Conclusão será apresentado nas normas de submissão para o periódico, que poderão ser conferidas no Anexo. Para melhor apreciação e revisão da banca avaliadora, as tabelas e figuras estarão dispostas no texto, conforme estariam após a publicação do artigo, e não como solicitado nas normas. Essa questão será prontamente corrigida no momento da submissão.



**Peak torque and muscular activation during shoulder abduction e adduction in swimmers with and without subacromial pain syndrome**

Deborah Adéli de Moraes Matias<sup>a</sup> and Cláudia Silveira Lima<sup>a\*</sup>

*<sup>a</sup> Laboratório da Pesquisa do Exercício, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brazil*

*\* corresponding author*

Address for Correspondence: Prof. Cláudia Silveira Lima, Dr.

Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEx), Escola de Educação Física, Fisioterapia e Dança of Universidade Federal do Rio Grande do Sul

750 Felizardo street – Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brazil. Zip code: 90690-200.

Phone: +55 51 33085894

Email: claudia.lima@ufrgs.br

**Running Title:** Peak torque and muscular activation in swimmers with and without shoulder pain

**Keywords:** Swimming; Shoulder Impingement Syndrome; Electromyography; Isokinetic Dynamometry; Muscle Strength

## **Abstract**

Subacromial pain syndrome is a frequent clinical condition in swimmers due to the great propulsive force generated by the upper limbs in this sport. Imbalances in the glenohumeral and scapulothoracic forces can contribute to the formation of dysfunctions on the shoulder complex. Nineteen male competitive swimmers were divided in subacromial pain syndrome group (SPSG, n = 9) and control group (CG, n = 10). Shoulder abductors and adductors peak torque were assessed, as well the muscular activation of upper and lower trapezius, serratus anterior, anterior and lateral deltoid and latissimus dorsi during isometric, concentric and eccentric shoulder abduction and adduction contractions in an isokinetic dynamometer synchronized in an electromyography tool. The peak torque did not presented statistical differences between groups. It was noted a statistical relevant decrease in the upper trapezius activation during the 120° isometric adduction in the SPSG, when compared to the CG (p=0,05). There was no further significant statistical variations in the muscular activation of the other muscles, however, in various situations, large and medium effect sizes were observed. Swimmers with subacromial pain syndrome present alterations in muscular activation that may be compensations in order to preserve the sportive performance.

**Keywords:** Swimming; Shoulder Impingement Syndrome; Electromyography; Isokinetic Dynamometry; Muscle Strength

## **Introdução**

O complexo articular do ombro é o terceiro local mais acometido de todas as disfunções musculoesqueléticas e a síndrome da dor subacromial contribui para dois terços dos casos (Gillespie, Macznik, Wassinger & Sole, 2017). Este quadro clínico é definido como não traumático, geralmente unilateral e abrange um grande leque de condições, dentre elas todas as tendinobursopatias de estruturas envolvidas no espaço subacromial, caracterizado por dores nas regiões próximas ao acrômio que pioram durante ou após movimentos de elevação do braço (Diercks *et al.*, 2014; Lewis, 2016). O termo síndrome da dor subacromial começou a ser utilizado em detrimento de termos relacionados a impacto, pois nem sempre as lesões estão relacionadas ao acrômio do tipo ganchoso (Yadav & Zhu, 2017), havendo uma falta de correlação entre variações anatômicas ósseas e os sintomas (Lewis, 2011).

A dor no ombro é a mais frequente queixa musculoesquelética em praticantes de natação, pois, diferente de muitos esportes, a maior parte da força propulsora é de responsabilidade dos membros superiores, fazendo com que a fadiga muscular causada por movimentos repetitivos levem a microtraumas por uma diminuição dinâmica do espaço subacromial (Matzkin, Suslavich & Wes, 2016). Por muito tempo se acreditou que essas dores eram advindas de impactos dos tendões do manguito rotador sob o arco acromial, no entanto, se torna cada vez mais evidente que a causa é multifatorial, incluindo a biomecânica do gesto, movimentos repetitivos, fadiga muscular das musculaturas do ombro e cintura escapular, além de lassidões ligamentares, instabilidades glenoumerais e más ativações musculares (Wanivenhaus, Fox, Chaudhury & Rodeo, 2012).

Desequilíbrios musculares dos pares de força glenoumerais – deltoides e manguito rotador – e escapulotorácicos – rotadores escapulares – podem contribuir para disfunções do complexo do ombro (Page, 2011). Nadadores frequentemente apresentam desequilíbrios nestas musculaturas devido às repetidas braçadas que ocorrem na máxima amplitude de flexão e abdução de ombro, podendo ocorrer demasiada tração ascendente da cabeça umeral, fazendo com que estes atletas tenham maiores chances de desenvolver processos patológicos de estruturas do espaço subacromial (Heinlein & Cosgarea, 2010; Matzkin, Suslavich & Wes, 2016).

Determinar desequilíbrios no torque produzido pelo grupo muscular, no entanto, não permite avaliar se algum músculo específico apresenta maior comprometimento e esse conhecimento pode ser importante no processo de reabilitação. Com a análise da ativação muscular, é possível obter essa informação. Tendo em vista estes e os supracitados fatores, o presente estudo teve como objetivo comparar o pico de torque e a atividade eletromiográfica de músculos da cintura escapular e do ombro durante os movimentos de abdução e adução, em nadadores com e sem síndrome da dor subacromial.

## **Métodos**

O presente estudo se caracteriza como *ex post facto* comparativo. Foi desenvolvido no Laboratório de Pesquisa do Exercício da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LAPEX/UFRGS), Rio Grande do Sul – Brasil e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UFRGS.

### ***População e amostra***

A amostra foi voluntária e intencional, composta por 19 nadadores competitivos do sexo masculino (idades entre 18 e 35 anos), que praticassem natação há, no mínimo, 5 anos, com frequência mínima de 3 vezes por semana. Os atletas foram divididos em dois grupos: grupo com síndrome da dor subacromial (GSDS, n=9) e grupo controle (GC, n=10).

Os critérios de inclusão para o GC foram não estar sob efeito de medicamentos analgésicos e anti-inflamatórios, além de não apresentar lesões osteomioarticulares no complexo do ombro há pelo menos seis meses. Já para o GSDS, além de não estarem sob efeito dos medicamentos supracitados, os participantes deveriam apresentar queixa de dor no ombro com diagnóstico de tendinobursopatias das estruturas da região subacromial ou os testes de Neer e Hawkins-Kennedy positivos.

Os atletas foram convidados para participar da pesquisa através de contato com clubes de Porto Alegre e região metropolitana e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

### ***Desenho experimental***

A coleta de dados foi realizada em um único dia, no qual o participante foi convidado a comparecer ao LAPEX/UFRGS. Ao chegar na sala de avaliação, o participante foi informado de todos os procedimentos da pesquisa e convidado a ler o TCLE e, concordando, assiná-lo. Após, foi feita uma anamnese a fim de se conhecer sobre a rotina de treinamentos do atleta. O atleta, então, realizou a

familiarização do teste isocinético para os movimentos de abdução e adução do ombro de forma isométrica e dinâmica, e, após intervalo de 5 minutos, realizou a avaliação isocinética concomitante a aquisição do sinal eletromiográfico de músculos da cintura escapular e ombro. Os atletas do GSDS tiveram seu membro superior sintomático avaliado, enquanto os atletas do GC foram avaliados em seu membro superior dominante.

### ***Anamnese***

Os participantes da pesquisa informaram seu peso e altura e responderam um questionário visando a caracterização dos mesmos com relação ao membro dominante, tempo de prática, frequência de treino (dias por semana e horas por dia), tipos de nado em que os mesmos competiam, uso de medicamentos e histórico de lesões. Para os atletas do grupo GSDS, também foi questionado o tempo e lado da lesão.

### ***Familiarização***

A familiarização da avaliação do torque isométrico e isocinético concêntrico e excêntrico de abdução e adução do ombro foi realizada no dinamômetro isocinético Cybex Norm. O participante da pesquisa foi devidamente posicionado no equipamento, sentado com o eixo articular do ombro alinhado ao eixo de rotação do dinamômetro e contido por faixas de velcro para minimizar as compensações.

Como aquecimento, o participante realizou dez repetições submáximas de abdução e adução de ombro no equipamento na velocidade de 120°/s. Em seguida, foram feitas três contrações concêntricas e excêntricas submáximas de abdutores e

adutores de ombro na velocidade de 60°/s como preparação para o teste. Posteriormente, foi simulado o protocolo de avaliação, que consistiu em duas repetições de contrações isométricas da musculatura abduutora e adutora do ombro nos ângulos de 45°, 90° e 120°, com um intervalo de dois minutos entre elas. Após cinco minutos, foram realizadas três contrações concêntricas e excêntricas, tanto de abdutores quanto adutores do ombro, na velocidade de 60°/s, com dois minutos de intervalo entre os grupos musculares.

Para a realização da familiarização, o participante foi orientado a não realizar força máxima a fim de minimizar a fadiga muscular para a realização do teste. Foi dado um intervalo de cinco minutos entre a realização da familiarização e do teste, momento em que foram posicionados os eletrodos para aquisição do sinal eletromiográfico.

#### ***Avaliação isocinética e de ativação eletromiográfica***

A avaliação isocinética do torque de abdução e adução do ombro foi realizada no Cybex Norm em sincronia com a coleta de dados do sinal eletromiográfico no eletromiógrafo Miotool Wireless de 8 canais. O dinamômetro isocinético é utilizado para mensurar indiretamente a força muscular, já que não é medida a tensão muscular, mas sim o torque produzido pelos grupos musculares. O protocolo utilizado foi o mesmo citado na familiarização do teste, com a diferença que foi realizada uma Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM) pré avaliação, no ângulo de 90°, tanto de abdução quanto de adução do ombro, para que fosse realizada a normalização dos dados eletromiográficos. Além disso, o participante foi orientado a sempre realizar a maior força com a maior velocidade

possível. O teste foi realizado sob estímulo verbal a fim de que o participante fosse instigado a realizar a maior força possível.

A ativação muscular dos principais rotadores superiores da cintura escapular (trapézio porção descendente e ascendente e serrátil anterior), abdutores do ombro (deltoide porção acromial e clavicular) e um potente adutor do ombro (latíssimo do dorso) foi avaliada por meio da eletromiografia de superfície. Anteriormente à fixação dos eletrodos, foi realizada a preparação da pele por meio de tricotomia e abrasão com algodão e álcool na superfície do ventre muscular de modo a diminuir a impedância da pele com os eletrodos. Os eletrodos foram colocados na configuração bipolar com distância de 20mm entre seus centros, sobre o ventre dos músculos. A frequência de amostragem foi de 2000Hz, com filtragem do tipo *Butterworth* de quinta ordem, captando frequências entre 20Hz e 500Hz.

A colocação dos eletrodos seguiu a recomendação de SENIAM (<http://www.seniam.org/>) para os músculos trapézio descendente e ascendente e deltoide acromial e clavicular e de Leis & Trapani (2000) para os músculos serrátil anterior e latíssimo do dorso. O eletrodo terra foi posicionado na clavícula e o sinal eletromiográfico foi captado enquanto o participante realizava os testes de força no dinamômetro isocinético.

### ***Tratamento dos dados***

Os valores dos torques musculares foram registrados de forma contínua ao longo das amplitudes de movimento e durante as contrações isométricas e o pico de torque obtido foi considerado para análise. A média dos três picos de torque concêntrico e excêntrico e dos dois picos de torque isométricos atingido pelos



abdutores e adutores do ombro foram utilizadas para fins de análise. Os dados da ativação eletromiográfica foram processados no *software* Miograph para o cálculo do valor *root mean square* (RMS).

Para a CIVM inicial o valor RMS para os seis músculos analisados foram calculados a partir do recorte de um segundo do platô da curva de força que estava em sincronia com o eletromiógrafo. Para as demais contrações isométricas o mesmo procedimento foi realizado em cada tentativa, sendo considerada para análise a média entre os dois valores obtidos. Para os dados da eletromiografia durante os testes isocinéticos, foi calculado o valor RMS de cada uma das três contrações concêntricas e excêntricas dos músculos abdutores e adutores do ombro e, para análise, foi utilizado o valor médio entre as contrações. Os resultados estão apresentados em percentual do valor RMS da CIVM inicial.

### ***Análise estatística***

Os dados estão apresentados em estatística descritiva com média e desvio padrão. A normalidade e homogeneidade dos dados foram testados a partir dos testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para comparação dos dados pico de torque e nível de ativação eletromiográfica, entre o GSDS e o GC, foi utilizado o teste *t student* independente para as variáveis paramétricas e, para as não-paramétricas, o Mann-Whitney U Test. Foi adotado um  $\alpha$  de 0,05 e estes testes foram processados no *software* *Statistical Package for Social Sciences* 20.0. Também, foi realizado o cálculo do tamanho de efeito, *d* de Cohen, para comparação de grupos independentes através da *Effect Size Calculators of University of Colorado* (<https://www.uccs.edu/lbecker/research-tools>).

## Resultados

Os dados referentes à caracterização geral da amostra estão apresentados na Tabela 1. Não houve diferença estatística significativa entre os grupos. Oito dos nove atletas do GSDS eram destros e seis deles foram avaliados em seu membro superior dominante. Do GC, nove dos dez atletas eram destros e, como citado anteriormente, todos foram avaliados em seu membro superior dominante. Dos atletas do GSDS, seis tinham menos de cinco anos de diagnóstico e/ou queixa de dor no ombro, enquanto os outros quatro variaram de seis a doze anos. Os dados relativos às características do nado, por sua vez, estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Comparação entre grupo com síndrome da dor subacromial (GSDS) e grupo controle (GC) quanto aos dados de caracterização da amostra, expressos em média e desvio padrão (DP).

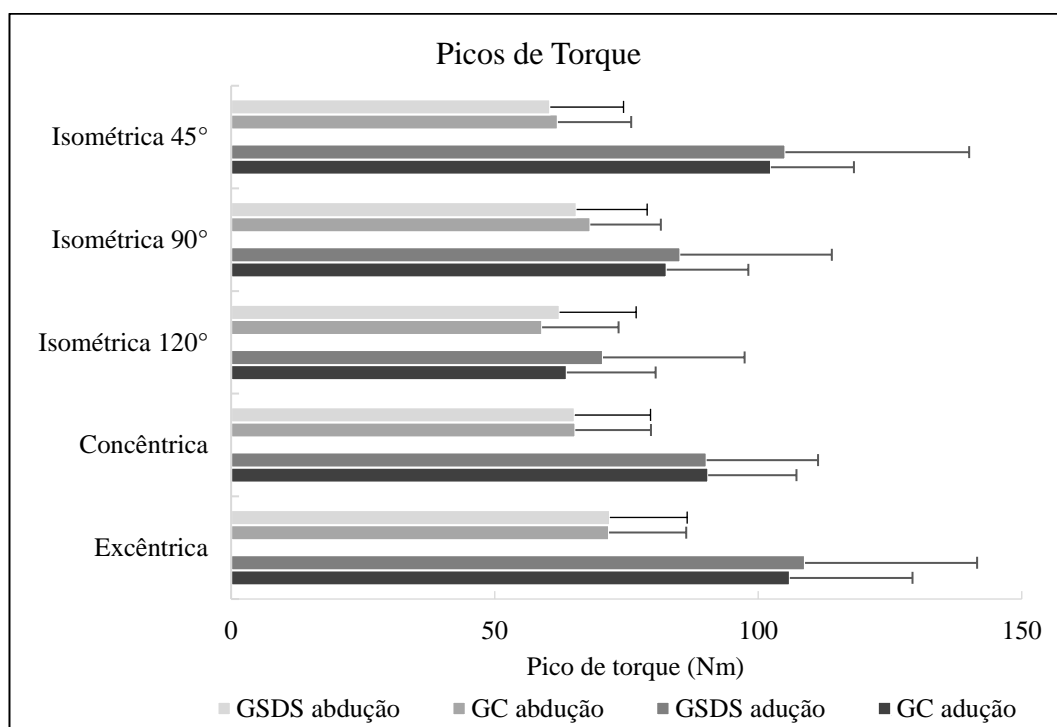
<b>Variável</b>	<b>GSDS (n=9)</b>	<b>GC (n=10)</b>	<b>p</b>
	<b>Média ± DP</b>	<b>Média ± DP</b>	
Idade (anos)	26,22 ± 4,04	26,20 ± 6,37	0,99
Massa (Kg)	74,66 ± 8,45	73,40 ± 7,26	0,73
Estatura (cm)	177,11 ± 6,17	177,90 ± 5,27	0,76
Tempo de prática (anos)	15,66 ± 5,14	12,50 ± 6,80	0,27
Frequência semanal (dias)	4,33 ± 1,41	4,50 ± 6,80	0,17
Horas treinadas/dia (h)	1,61 ± 0,85	1,45 ± 0,35	0,92

Tabela 2. Número de ocorrência dos tipos de nado e tipos de prova praticados conforme os grupos com síndrome da dor subacromial (GSDS) e controle (GC).

<b>Variável</b>	<b>GSDS (n=9)</b>	<b>GC (n=10)</b>
Tipos de nado		
Crawl	8	10
Borboleta	4	8
Costas	3	3
Peito	3	1
Medley	2	0
Tipo de prova		
Fundo	5	3
Meio fundo	2	2
Velocidade	2	5

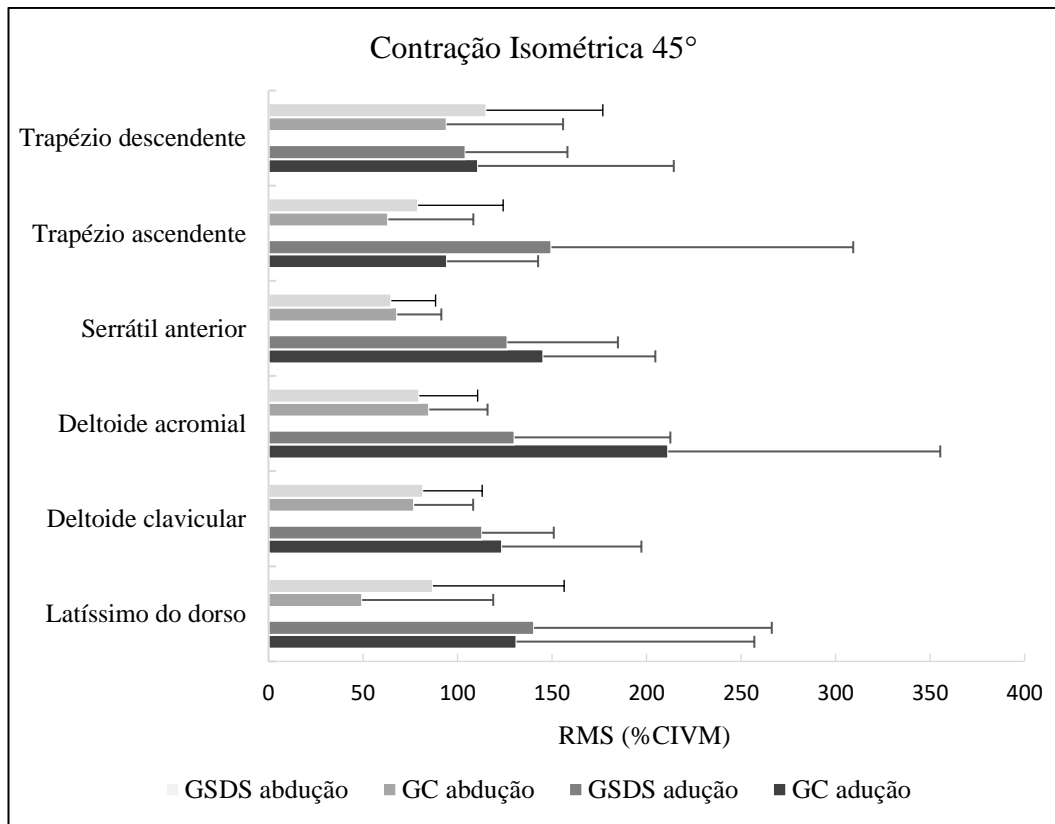
No que diz respeito as variáveis analisadas, não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para os picos de torque, tanto de abdução quanto de adução de ombro em nenhum dos testes realizados (Figura 1).

Figura 1. Comparação dos picos de torque nas contrações isométricas nos ângulos de 45°, 90° e 120° e isocinéticas concêntrica e excêntrica de abdutores e adutores de ombro entre os grupos com síndrome da dor subacromial (GSDS) e controle (GC), expressos em média e desvio padrão.



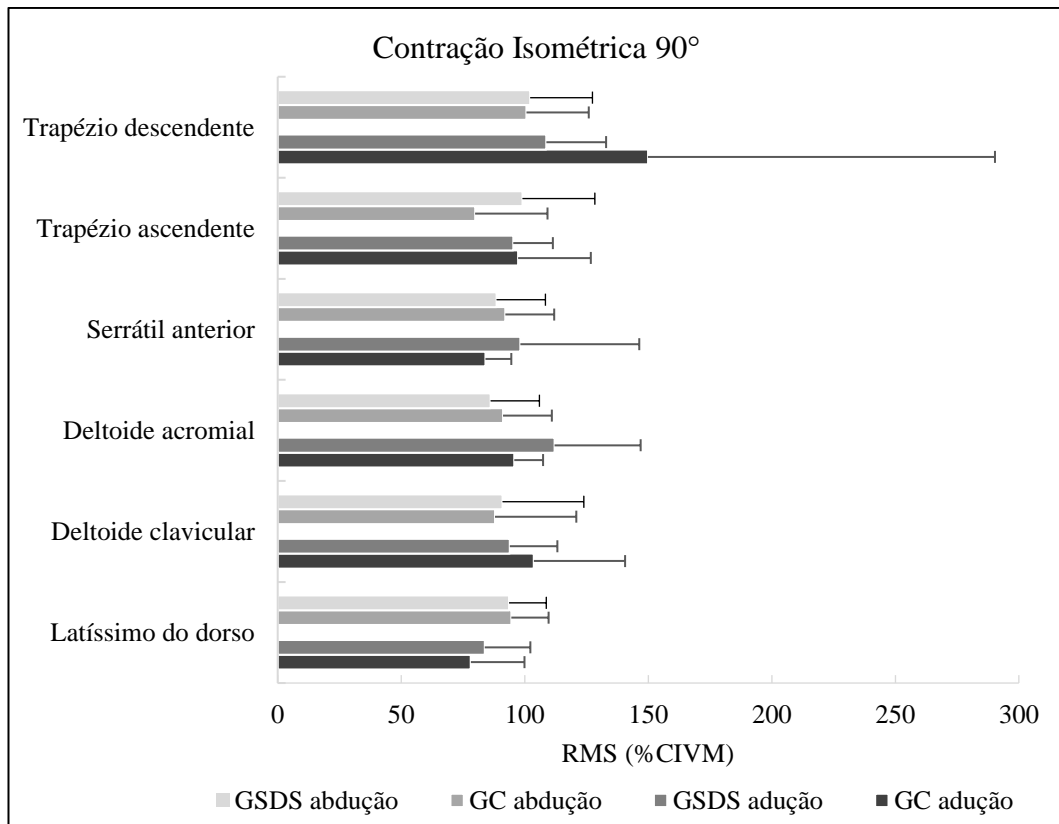
Para análise dos dados do nível de ativação muscular, o número de participantes considerado para análise no GC foi nove. Um participante foi excluído da amostra em virtude do sinal eletromiográfico da CIVM inicial não ter sido registrado de maneira apropriada. Não houve diferença significativa entre os grupos no nível de ativação eletromiográfica dos músculos trapézio descendente, trapézio ascendente, serrátil anterior, deltoide acromial, deltoide clavicular e latíssimo do dorso durante a contração isométrica de abdutores e adutores do ombro a 45°, conforme ilustrado na Figura 2. Houve, porém, um tamanho de efeito médio para aumento da atividade do latíssimo do dorso durante a contração isométrica de abdução ( $d = 0,74$ ) e de diminuição de deltoide acromial na de adução a 45° ( $d = 0,69$ ) para o GSDS.

Figura 2. Atividade eletromiográfica dos músculos estudados durante a contração isométrica de abdutores e adutores do ombro a 45°, expressos em média e desvio padrão.



Quanto à contração isométrica de abdutores e adutores do ombro a 90°, também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nas atividades eletromiográfica dos músculos estudados. Foi encontrado, porém, um tamanho de efeito médio para aumento da atividade de deltoide acromial durante a adução ( $d = 0,62$ ) e alto para aumento de trapézio ascendente durante a abdução ( $d = 0,81$ ) no GSDS (Figura 3).

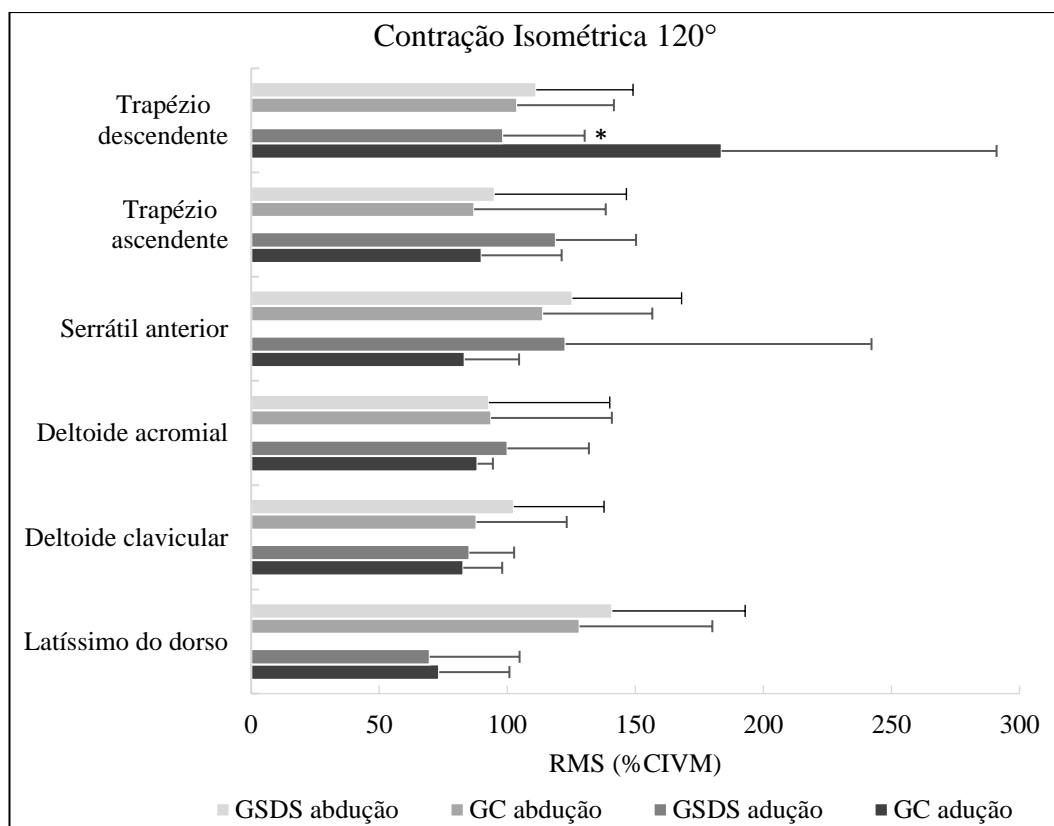
Figura 3. Atividade eletromiográfica dos músculos estudados durante a contração isométrica de abdutores e adutores do ombro a 90°, expressos em média e desvio padrão.



Referente à contração isométrica de abdutores e adutores do ombro a 120°, foi encontrado uma diminuição estatisticamente significativa da ativação de trapézio descendente durante a contração isométrica de adutores no GSDS, com tamanho de efeito grande ( $p = 0,05$ ,  $d = 1,07$ ). Além disso, foi encontrado um tamanho de efeito médio para aumento da atividade de deltoide clavicular na abdução ( $d = 0,54$ ) e de deltoide acromial ( $d = 0,50$ ) na adução no GSDS, bem como tamanho de efeito grande para aumento da atividade de trapézio ascendente durante a adução ( $d = 0,92$ ), conforme ilustrado na Figura 4.

Figura 4. Atividade eletromiográfica dos músculos estudados durante a contração isométrica de abdutores e adutores do ombro a 120°, expressos em média e desvio padrão.

\* diferença estatística entre os grupos ( $p \leq 0,05$ )



Por fim, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para os níveis de ativação muscular dos músculos estudados durante as avaliações isocinéticas de abdução e adução do ombro. Houve um tamanho de efeito médio para aumento da atividade de deltoide clavicular durante a contração concêntrica de abdutores ( $d = 0,77$ ), bem como na excêntrica ( $d = 0,57$ ) e diminuição de deltoide acromial na contração excêntrica de abdutores ( $d = 0,76$ ), conforme ilustrado na Figura 5. Além disso, houve uma diminuição de ativação de trapézio descendente ( $d = 0,76$ ) e deltoide acromial ( $d = 0,60$ ) na contração excêntrica de adutores no GSDS (Figura 6).

Figura 5. Atividade eletromiográfica dos músculos estudados durante as contrações isocinéticas concêntricas e excêntricas de abdutores de ombro nos grupos com síndrome da dor subacromial (GSDS) e controle (GC).

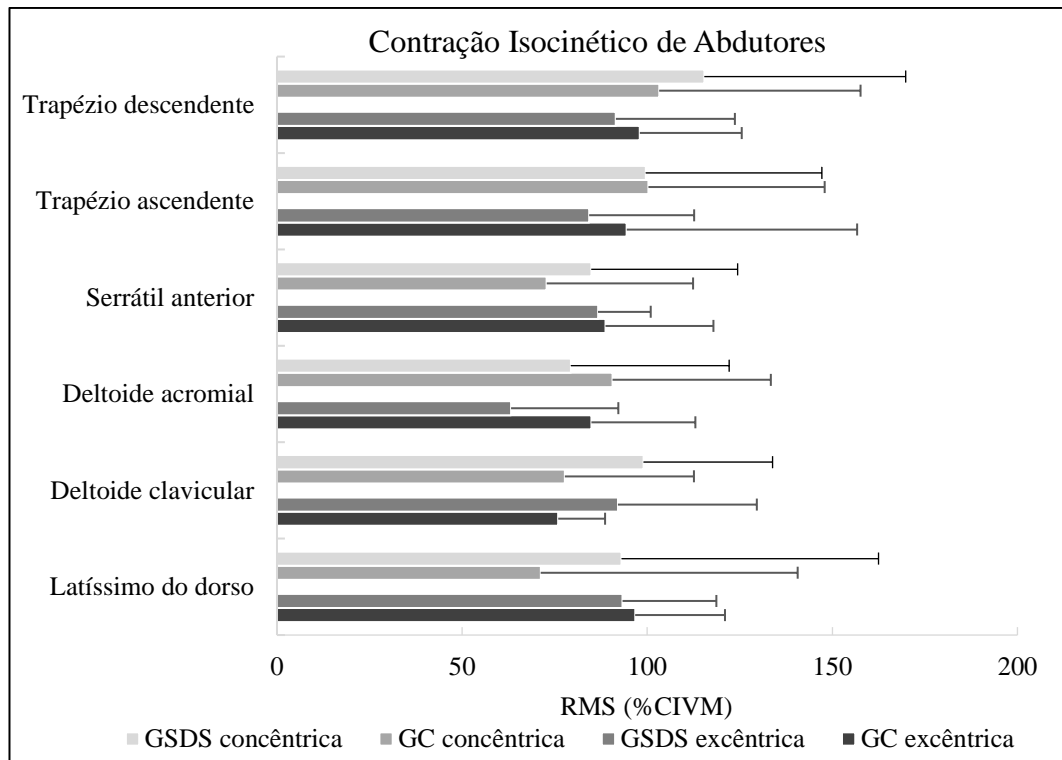
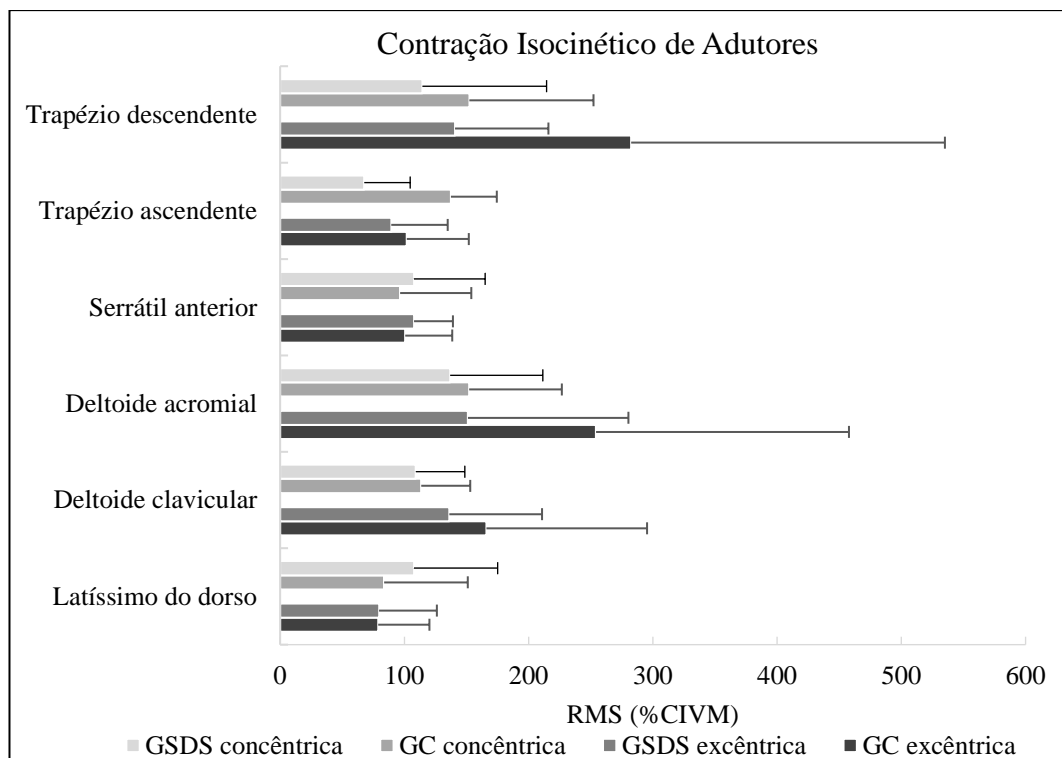


Figura 6. Atividade eletromiográfica dos músculos estudados durante as contrações isocinéticas concêntricas e excêntricas de adutores de ombro nos grupos com síndrome da dor subacromial (GSDS) e controle (GC)





## Discussão

O objetivo do presente estudo foi avaliar a ativação de músculos rotadores superiores da cintura escapular, abdutores e um adutor de ombro, através de eletromiografia de superfície, bem como os picos de torque produzidos durante contrações concêntricas, excêntricas e isométricas, através de dinamometria isocinética, em nadadores com e sem síndrome da dor subacromial. Os resultados trazem uma diminuição estatisticamente significativa na ativação do trapézio descendente durante a contração isométrica de adução a 120° no GSDS quando comparado ao GC. Além disso, houve tamanho de efeito médio para aumento da atividade de latíssimo do dorso durante a contração isométrica de abdução a 45°, de deltoide acromial durante a contração isométrica de adução a 90° e a 120°, de deltoide clavicular durante a contração isométrica de abdução a 120° e durante abdução isocinética concêntrica e excêntrica, além de diminuição da atividade de deltoide acromial durante a contração isométrica de adução a 45° e abdução e adução excêntricas, e de trapézio descendente durante a adução excêntrica no grupo GSDS. Por fim, houve um tamanho de efeito grande para aumento da atividade de trapézio ascendente durante a contração isométrica de abdução a 90° e de adução a 120°, bem como diminuição da ativação de trapézio descendente durante a contração isométrica de adução a 120°, confirmando a diferença estatística citada anteriormente, no grupo GSDS.

A dinamometria isocinética possibilita mensurações mais precisas de diversos parâmetros musculares, sendo seu uso de grande valia para fins diagnósticos, preventivos, de acompanhamento de intervenções ou critério de alta de tratamentos (Aquino *et al.*, 2007). A maioria dos estudos que utilizaram a dinamometria isocinética em nadadores avaliaram os movimentos de rotação

interna e externa de ombro e mostram que existe uma tendência de que nadadores tenham desequilíbrios de força muscular, visto que produzem picos de torque de rotação interna desproporcionalmente maiores do que de rotação externa, visto que a rotação interna é um movimento mais enfatizado no nado (Aguado-Henche, de Arce, Carrascosa-Sanchez, Bosch-Martín & Cristóbal-Aguado, 2018; Batalha, Raimundo, Fernandes, Marinho, Da Silva, 2012; Beach, Whitney & Dickoff-Hoffman, 1992; Gozlan *et al.*, 2005; McMaster, Long & Caiozzo, 1992) . O presente estudo se propôs a avaliar abdução e adução de ombro, movimentos difíceis de serem encontrados na literatura quando estudadas populações com dor no ombro e/ou nadadores. Consideramos que este seria um importante movimento a ser avaliado pois o nado exige movimentos multidirecionais, dependendo não somente da rotação interna e externa, mas de todos os planos e eixos da articulação do ombro, sendo que a abdução está presente nas fases de entrada da mão na água e fase de recuperação e a adução na de puxada inicial e final do nado (Wanivenhaus, Fox, Chaudhury & Rodeo, 2012). Sendo a adução um movimento mais enfatizado no nado, bem como a rotação interna, como citado anteriormente, conhecer os possíveis desequilíbrios musculares nestes movimentos é de grande valia para melhor entendermos a síndrome da dor subacromial nestes atletas.

O presente estudo não encontrou diferença significativa nos picos de torque de abdutores e adutores de ombro nas contrações isométricas a 45°, 90° e 120° e nas contrações isocinéticas concêntricas e excêntricas entre os grupos GSDS e GC. O estudo de Graichena *et al.* (2005) mostrou que durante a contração isométrica de adutores houve um aumento do espaço subacromial em indivíduos saudáveis, sendo assim, poderia ser esperada um aumento do pico de torque desse grupo muscular nos nadadores com síndrome da dor subacromial como uma estratégia para

minimizar a diminuição dinâmica deste espaço, porém esta diferença não ocorreu em nossa amostra. Outra hipótese, também não comprovada, seria a diminuição do torque abdutor do ombro para o GSDD, visto que o movimento de abdução costuma ser doloroso para pessoas com este quadro clínico, além do fato de que a estrutura subacromial mais acometida na síndrome da dor subacromial é o músculo supraespal (Page, 2011), que é um dos motores primários para o movimento de abdução do ombro.

A heterogeneidade de diagnósticos da amostra, que teve como critério dor no ombro com tendinopatias de estruturas do espaço subacromial ou positividade nos testes de Neer e Hawkins-Kennedy, pode ter contribuído para que não ocorressem diferenças na avaliação do pico de torque, visto que os participantes apresentaram diferentes tempos de diagnóstico e de sintomas, que variaram entre semanas e anos. Além disso, a grande demanda que nadadores competitivos possuem, podendo os atletas de elite nadar de 60 a 80 mil metros por semana, cerca de 30 mil braçadas por braço (Matzkin, Suslavich & Wes, 2016), pode ter feito com que o próprio treinamento da modalidade tenha conseguido proporcionar estímulos suficientes para que não ocorressem alterações de força muscular advindos do quadro clínico.

Apesar de não encontrarmos diferenças entre os valores de pico de torque, encontramos alterações nos padrões de ativação muscular. Essas adaptações encontradas podem ter ocorrido para que os atletas não perdessem seu desempenho esportivo e parecem justificar o fato de que não ocorreram diferenças entre os testes isométricos e isocinéticos.

Referente aos dados da eletromiografia de superfície, os atletas do GSDS apresentaram diminuição estatisticamente significativa, além de tamanho de efeito grande, da atividade de trapézio descendente durante a contração isométrica de adutores a 120°. Houve também, neste mesmo teste, tamanho de efeito grande para aumento da ativação do trapézio ascendente no GSDS. Estes fatores são de difícil discussão visto que a maioria dos estudos visaram analisar os pares de força escapulares apenas durante os movimentos de elevação do braço (abdução, flexão ou elevação no plano escapular de ombro), e não durante a adução, como feito no presente estudo, podendo os mecanismos estabilizadores do complexo do ombro para este movimento serem diferentes.

A ativação de trapézio descendente durante o movimento de adução isométrica a 120° pode ter ocorrido no GC para neutralizar a tendência do peitoral menor - ativo em função da ação de rotação inferior da escápula - de realizar concomitantemente a depressão da cintura escapular. Os atletas do GSDS parecem não ter capacidade de evitar a depressão da escápula, ao analisar do ponto de vista da ativação muscular, uma vez que existe diminuição da ativação do trapézio descendente - responsável por elevar a escápula – além de um aumento da ativação de trapézio ascendente que contribui com o peitoral menor para essa depressão. Uma hipótese para esta diminuição de ativação de trapézio descendente e aumento de trapézio ascendente seria uma adaptação ou compensação na tentativa de que não ocorra uma elevação da escápula, muito comum em atletas com discinesia escapular, que pode estar relacionada com incidência de dor no ombro (Matzkin, Suslavich & Wes, 2016).

Atletas com dor no ombro frequentemente apresentam aumento da atividade do trapézio descendente e diminuição de trapézio ascendente durante os

movimentos de elevação do braço quando comparados a atletas assintomáticos, podendo causar uma elevação escapular e conseqüente migração do eixo de rotação glenoumeral, favorecendo impactos (Page, 2011). Essa tendência é identificada quando se analisa os valores absolutos de ativação do trapézio descendente, onde os valores são maiores nos movimentos de abdução no GSDS quando comparado ao GC, porém sem diferenças significativas.

Apesar de o mais comum a ser encontrado em atletas e/ou pacientes com síndrome da dor subacromial seja uma diminuição da ativação de trapézio ascendente em movimentos de elevação do braço, o presente estudo encontrou tamanho de efeito grande para aumento de sua ativação durante a contração isométrica de abdutores a 90° no grupo GSDS. Ludewig & Cook (2000) levantaram a hipótese de que um aumento de ativação de trapézio ascendente pode ser em decorrência de uma diminuição de ativação de serrátil anterior, para que a rotação superior da escápula possa acontecer, e que o aumento de ativação vem da porção ascendente do trapézio por este músculo ser um grande estabilizador escapular. Essa hipótese, porém, não foi comprovada no presente estudo visto que não houve diferença de ativação de serrátil anterior em nenhuma situação. O aumento da ativação do trapézio ascendente pode ter ocorrido, então, para evitar movimentos compensatórios de elevação da cintura escapular que possam causar dor.

O músculo deltoide desempenha um importante papel na patomecânica do complexo do ombro, visto que seu vetor de ação proporciona uma força no sentido de ascender à cabeça umeral, precisando ser equilibrada pela função do manguito rotador de centralizá-la (Page, 2011). Alguns estudos mostram que pacientes com síndrome da dor subacromial apresentam menor ativação do deltoide acromial nos movimentos de elevação do ombro, além de alterações morfológicas neste músculo,

podendo esta menor ativação ser decorrente de um mecanismo compensatório para evitar novos impactos ou devido a imobilização e dor (Kronberg, Larsson & Brostrom, 1997; Michaud, Arsenault, Gravel, Tremblay & Simard, 1987; Reddy, Mohr, Pink & Jobe, 2000). Porém, no presente estudo, não houve diferença significativa entre os grupos GSDS e GC na ativação do deltoide acromial durante os movimentos de abdução.

A divergência entre os resultados do presente estudo, em relação ao deltoide acromial, pode ser explicada devido à alta demanda que nadadores têm desta musculatura, sendo ela recrutada durante toda fase de recuperação, entrada da mão na água e puxada final do nado *crawl* (Heinlein & Cosgarea, 2010). Apesar de não terem ocorrido diferenças na ativação do deltoide acromial durante os movimentos de abdução, houve um aumento de ativação do deltoide clavicular durante a abdução isométrica a 120° e isocinética concêntrica e excêntrica no GSDS. Isto pode ter ocorrido numa tentativa de auxiliar o deltoide acromial durante estes movimentos, visto que outro potente abdutor, o supraespinal, frequentemente está acometido em pessoas com síndrome da dor subacromial.

Ainda em relação ao deltoide acromial, houve um tamanho de efeito médio para diminuição da sua atividade durante a contração isométrica de adutores a 45° e aumento em 90° e 120°. Uma hipótese levantada é que este aumento de ativação nas amplitudes mais altas do movimento de adução isométrica possa ser devido à necessidade desse músculo ajudar o supraespinal na estabilização da cabeça umeral, visto que nessas angulações o supraespinal perde eficiência pela sua linha de ação muscular e o deltoide ganha vantagem na função de estabilizar a cabeça do úmero na cavidade glenoide; em amplitudes mais baixas, porém, o deltoide acromial tem seu vetor de força mais propenso a transladar superiormente a cabeça umeral,

podendo, assim, diminuir o espaço subacromial, podendo ser a diminuição de ativação na amplitude de 45° de adução uma estratégia para que sejam gerados menos impactos (Norkin & Levangie, 1992; Peat, 1986; Sarrafian, 1983). Por fim, foi encontrado tamanho de efeito médio para diminuição de ativação desta musculatura durante os testes excêntricos de abdução e adução. Este déficit de ativação excêntrica pode estar relacionado com as mudanças morfológicas que esta musculatura sofre em pessoas com síndrome da dor subacromial (Kronberg *et al.*, 1997; Reddy *et al.*, 2000).

Durante a contração isométrica de abdutores a 45°, houve um tamanho de efeito médio para aumento da atividade de latíssimo do dorso no GSDS. Isto pode ser explicado pelo fato de que a ativação de adutores do ombro pode causar um aumento do espaço subacromial, podendo esta ativação do adutor durante o movimento de abdução ser uma adaptação destes atletas para evitar os microtraumas causados por uma diminuição dinâmica do espaço subacromial (Graichen *et al.*, 2005; Witte *et al.*, 2014). Apesar do arco doloroso da síndrome da dor subacromial costumar ocorrer em amplitudes mais elevadas, o estudo de Leong, Tsui, Ng & Fu (2016) comparou o tamanho do espaço subacromial em atletas *overhead* (voleibol e beisebol) com e sem tendinopatias do manguito rotador e encontrou diminuição desse espaço apenas na posição de 30° de abdução no grupo com tendinopatias. Sendo assim, o aumento de ativação de latíssimo do dorso ter ocorrido apenas na amplitude de 45° pode ser justificada pela diminuição do espaço subacromial em torno desse ângulo encontrada em atletas *overheads*.

Nadadores competitivos com síndrome da dor subacromial parecem não apresentar o padrão de ativação muscular esperado para pessoas com esta condição clínica. Além disso, estes atletas não apresentaram queda de produção de força

quando comparado aos atletas não acometidos. O fato de o atleta conseguir realizar os treinos e participar das competições parece permitir adaptações e/ou compensações musculares afim de que os mesmos não percam seu desempenho esportivo.

### **Agradecimentos**

Gostaríamos de agradecer aos nadadores, seus clubes e seus técnicos pela colaboração neste estudo. Também agradecemos toda equipe do LAPEX/UFRGS pela disponibilidade dos funcionários e dos equipamentos.

### **Declaração de interesse**

Nenhuma fonte de financiamento foi utilizada para compor este estudo. Todos os materiais de consumo foram custeados por financiamento próprio dos autores. Os autores não têm conflitos de interesse relacionados ao conteúdo descrito neste estudo.

### **Referências**

Aguado-Henche, S., De Arce, A. S., Carrascosa-Sánchez, J., Bosch-Martín, A., & Cristóbal-Aguado, S. (2018). Isokinetic assessment of shoulder complex strength in adolescent elite synchronized swimmers. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*, 22, 968-971.

Aquino, C. F., Vaz, D. V., Brício, R. S., Silva, P. L. P., Ocarino, J. M., & Fonseca, S. T. (2007). A Utilização da Dinamometria Isocinética nas Ciências do Esporte e



Reabilitação. [The utilization of isokinetic dynamometry in sports and rehabilitation sciences]. *Revista Brasileira de Ciências do Movimento*, 15, 93-100.

Batalha, N. M. P., Raimundo, A. M. M., Fernandes, O. J. S. M., Marinho, D. A., Da Silva, A. J. M. R. (2012). Perfil de força isocinética dos rotadores dos ombros em jovens nadadores, [Shoulder rotator isokinetic strength profile in Young swimmers]. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho humano*, 14, 545-553.

Beach, M. L., Whitney, S. L., & Dickoff-Hoffman, S. A. (1992). Relationship of Shoulder Flexibility, strength, and endurance to shoulder pain in competitive swimmers. *Journal of sports physical therapy*, 16, 262-268.

Diercks, R., Bron, C., Dorrestijn, O., Meskers, C., Naber, R., De Ruiter, T., ... Van Der Woude, H. J. (2014). Guideline for diagnosis and treatment of subacromial pain syndrome. A multidisciplinary review by the Dutch Orthopaedic Association *Acta Orthopaedica*, 85, 314-322.

Gillespie, M. A., Macznik, A., Wassinger, C. A., & Sole, G. (2017). Rotator cuff-related pain: patients' understanding and experiences. *Musculoskeletal Science and Practice*, 30, 64-71.

Gozlan, G., Bensoussan, L., Coudreuse, J. M., Fondarai, J., Gremeaux, V., Viton, J. M., & Delarque, A. (2006). Isokinetic dynamometer measurement of shoulder rotational strength in healthy elite athletes (swimming, volley-ball, tennis): comparison between dominant and nondominant shoulder. *Annales de readaptation et de médecine physique*, 49, 8-15.

Graichen, H., Hinterwimmer, S., von Eisenhart-Rothe, R., Vogl, T., Englmeier, K.-H., & Eckstein, F. (2008). Effect of abducting and adducting muscle activity on glenohumeral translation, scapular kinematics and subacromial space width in vivo. *Journal of Biomechanics*, *38*, 755-760.

Heinlein, S. A., & Cosgarea, A. J. (2010). Biomechanical Considerations in the Competitive Swimmer's Shoulder. *Sports Health*, *2*, 519-525.

Kronberg, M., Larsson, P., & Brostrom, L.-A. (1997). Characterisation of Human Deltoid Muscle in Patients with Impingement Syndrome. *Journal of Orthopaedic Research*, *15*, 727-733.

Leis, A. A., & Trapani, V. C. (2000). Atlas of electromyography. Oxford, NY: Oxford University Press.

Leong, H. T., Tsui, S. S. M., Yin-fat, G., & Fu, S. N. (2016). Reduction of the subacromial space in athletes with and without rotator cuff tendinopathy and its association with the strength of scapular muscles. *Journal of Science and Medicine in Sport*, *19*, 970-974.

Lewis, J. (2016). Rotator cuff related shoulder pain: Assessment, management and uncertainties. *Manual Therapy*, *23*, 57-68.

Lewis, J. S. (2011). Subacromial impingement syndrome: a musculoskeletal condition or a clinical illusion? *Physical Therapy Reviews*, *16*, 388-398.

Ludewig, P. M., & Cook, T. M. (2000). Alterations in Shoulder Kinematics and Associated Muscle Activity in People With Symptoms of Shoulder Impingement. *Physical Therapy, 80*, 276-291.

Matzkin, E., Suslavich, K., & Wes, D. (2016). Swimmer's Shoulder: Painful Shoulder in the Competitive Swimmer. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, 24*, 527-536.

McMaster, W., Long, S., & Caizzo, V. (1992). Shoulder torque changes in swimming athlete. *The American Journal of Sports Medicine, 20*, 323-327.

Michaud, M., Arsenault, A. B., Gravel, D., Tremblay, G., & Simard, T. G. (1987). Muscular compensatory mechanism in the presence of a tendinitis of the supraspinatus. *American Journal of Physical Medicine, 66*, 109-120.

Norkin, C. C., & Levangie, P. K. (1992). Joint. Structure and Function. A comprehensive analysis. Philadelphia: F. A. Davis Company.

Page, P. (2011). Shoulder Muscle Imbalance And Subacromial Impingement Syndrome in Overhead Athletes. *The International Journal of Sports Physical Therapy, 6*, 51-58.

Peat, M. (1986). Functional Anatomy of the Shoulder Complex. *Physical Therapy, 66*, 1855-1865.

Reddy, A. S., Mohr, K. J., Pink, M. M., & Jobe, F. W. (2000). Electromyographic analysis of the deltoid and rotator cuff muscles in persons with subacromial impingement. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery, 9*, 519-523.

Sarrafian, S. K. (1983). Gross and Functional Anatomy of the Shoulder. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 173, 11-19.

SENIAM - Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles (<http://www.seniam.org/>)

Wanivenhaus, F., Fox, A. J. S., Chaudhury, S., & Rodeo, S. A. (2012). Epidemiology of Injuries and Prevention Strategies in Competitive Swimmers. *Sports Health*, 4, 246-251.

Witte, P. B., Henseler, J. F., van Zwet, E. W., Nagels, J., Nelissen, R. G. H. H., & de Groot, J. H. (2014). Cranial humerus translation, deltoid activation, adductor co-activation and rotator cuff disease — Different patterns in rotator cuff tears, subacromial impingement and controls. *Clinical Biomechanics*, 29, 26-32.

Yadav, S. K., & Zhu, W. H. (2017). A systematic review: Of acromion types and its effect on degenerative rotator cuff tear *International Journal of Orthopaedics Sciences*, 3, 453-458.

## **ANEXO – Normas para submissão no *Journal of Sports Sciences***

### Instructions for authors

Thank you for choosing to submit your paper to us. These instructions will ensure we have everything required so your paper can move through peer review, production and publication smoothly. Please take the time to read and follow them as closely as possible, as doing so will ensure your paper matches the journal's requirements. For general guidance on the publication process at Taylor & Francis please visit our [Author Services website](#).



This journal uses Editorial Manager to peer review manuscript submissions. Please read the [guide for Editorial Manager authors](#) before making a submission. Complete guidelines for preparing and submitting your manuscript to this journal are provided below.

### About the Journal

*Journal of Sports Sciences* is an international, peer-reviewed journal publishing high-quality, original research. Please see the journal's [Aims & Scope](#) for information about its focus and peer-review policy.

Please note that this journal only publishes manuscripts in English.

*Journal of Sports Sciences* accepts the following types of article: Original Articles, Case Studies, Letters to the Editor, Systematic Reviews and Meta-analysis.

The *Journal of Sports Sciences* is published on behalf of the British Association of Sport and Exercise Sciences, in partnership with the World Commission of Science and Sports and in association with the International Society for Advancement of Kinanthropometry. The emphasis is on the human sciences applied to sport and exercise. Topics covered also include technologies such as design of sports equipment, research into training, and modelling and predicting performance; papers evaluating (rather than simply presenting) new methods or procedures will also be considered.

## Peer Review

Taylor & Francis is committed to peer-review integrity and upholding the highest standards of review. Once your paper has been assessed for suitability by the editor, it will then be double blind peer reviewed by independent, anonymous expert referees. Find out more about [what to expect during peer review](#) and read our guidance on [publishing ethics](#).

## Preparing Your Paper

All authors submitting to medicine, biomedicine, health sciences, allied and public health journals should conform to the [Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals](#), prepared by the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE).

## Structure

Your paper should be compiled in the following order: title page; abstract; keywords; main text introduction, materials and methods, results, discussion; acknowledgments; declaration of interest statement; references; appendices (as appropriate); table(s) with caption(s) (on individual pages); figures; figure captions (as a list).

## Word Limits

Please include a word count for your paper.

A typical paper for this journal should be approximately 4000 words; this is a guideline and not a limit; this guideline does not include tables, references, figure captions.

## Style Guidelines

Please refer to these [quick style guidelines](#) when preparing your paper, rather than any published articles or a sample copy.

Please use British (-ise) spelling style consistently throughout your manuscript.

Please use double quotation marks, except where “a quotation is ‘within’ a quotation”. Please note that long quotations should be indented without quotation marks.

Papers should be written and arranged in a style that is succinct and easy to follow. An informative title, a concise abstract and a well written introduction will help to achieve this. Authors should avoid some of the more common pitfalls, such as excessive use of the passive

voice and past tense and unnecessary use of fabricated abbreviations within the text. The Journal would prefer authors to describe human volunteers as participants rather than subjects in the methods section. Figures and tables should be used to add to the clarity of the paper, not to pad it out. At all times, please try to think about your readers, who will not all be specialists in your discipline.

**Title page** Include the following information on the first page of the manuscript: the full title; a running title of no more than 75 characters and spaces; and up to five keywords for indexing purposes.

**Abstract** The abstract must not exceed 200 words and it must summarize the paper, giving a clear indication of the conclusions it contains.

**Terms and nomenclature** Terms and nomenclature should abide by the *Système International d'Unités*. For a detailed guide to symbols, units and abbreviations, please consult the following text: The Symbols Committee of the Royal Society (1975, addenda 1981). *Quantities, Units and Symbols*. London: The Royal Society. For a comprehensive review of applications to sport and physical activity, please consult the following publication: Winter, E.M. and Fowler, N. (2009). Exercise defined and quantified according to the *Système International d'Unités*. *Journal of Sports Sciences*, 27, 447-460.

**Statistical analyses** Authors must at least accompany conventional P values with metrics such as effect sizes, confidence intervals of difference/change and minimum clinically or practically important difference. An effect size expresses a difference between groups or change within groups as a fraction of the variability between participants. Usually, this denominator is the standard deviation. Effect sizes can be evaluated as trivial (0–0.19), small (0.20–0.49), medium (0.50–0.79) and large (0.80 and greater) (Cohen, J. [1992]. *Psychological Bulletin*, 112, 155–159). Similarly, confidence intervals of difference/change (Cumming, G. & Finch, S., [2001]. *Educational and Psychological Measurement*, 61, 532–574) can evaluate outcomes on the basis of their inclusion of zero, i.e. no effect. The confidence interval represents a plausible range of values within which the true (but unknown) population value lies (Cumming, G. [2012]. *Understanding the new statistics*. New York: Routledge). The greatest likelihood will arise from effects with narrow confidence intervals and therefore high precision. Another way to evaluate the effectiveness of an intervention is by way of the minimum clinically (or practically) important difference. This difference should be stated before a study commences and expresses the smallest change in the principal outcome measure that must occur if the intervention is to be considered effective. It is usually taken to be equivalent to an effect size of 0.20.

Formatting and Templates

Papers may be submitted in Word or LaTeX formats. Figures should be saved separately from the text. To assist you in preparing your paper, we provide formatting template(s).

Word templates are available for this journal. Please save the template to your hard drive, ready for use.

A LaTeX template is available for this journal. Please save the LaTeX template to your hard drive and open it, ready for use, by clicking on the icon in Windows Explorer.

If you are not able to use the template via the links (or if you have any other template queries) please contact us here.

The manuscript must be word-processed, double-spaced throughout, with continuous line numbers, with a 4 cm margin on the left side, with no 'headers and footers' (other than page numbers), and without footnotes unless these are absolutely necessary. Arrange the manuscript under headings (such as Introduction, Methods, Results, Discussion, Conclusions) and subheadings. Ideally, the main body of the text should not exceed 4,000 words, excluding references. Longer manuscripts may be accepted at the discretion of the respective Section Editor. Authors must make every effort to ensure that manuscripts are presented as concisely as possible. The Editors cannot consider for publication papers that are seriously deficient in presentation or that depart substantially from these 'Notes and Guidelines'. Tables and illustrations Tables and illustrations must accompany the manuscript but not be included in the text. Authors may wish to express a preference for the location of tables and figures by including comments such as `****Table 1 near here****` or `****Figure 2 near here****` separated by at least one line space from the main text. Tables, referred to as 'Table 1', 'Table 2', and so on, must be numbered in the order in which they occur in the text. Tables must be clearly and simply laid out with clear row and column legends, units where appropriate, no vertical lines and horizontal lines only between the table title and column headings, between the column headings and the main body of the table, and after the main body of the table. Photographs and line drawings, referred to as 'Figure 1', 'Figure 2', and so on, must be numbered in the order in which they occur in the text. Diagrams and drawings should be produced using a computer drawing or graphics package. All illustrations must be suitable for reduction to single column (84 mm) or page width (174 mm) of the Journal, with particular attention to lettering size. Photographs must be reproduced as black and white image files.

References



Please use this [reference guide](#) when preparing your paper.

An [EndNote output style](#) is also available to assist you.

### Taylor & Francis Editing Services

To help you improve your manuscript and prepare it for submission, Taylor & Francis provides a range of editing services. Choose from options such as English Language Editing, which will ensure that your article is free of spelling and grammar errors, Translation, and Artwork Preparation. For more information, including pricing, [visit this website](#).

### Checklist: What to Include

**Author details.** Please ensure everyone meeting the International Committee of Medical Journal Editors (ICMJE) [requirements for authorship](#) is included as an author of your paper. All authors of a manuscript should include their full name and affiliation on the cover page of the manuscript. Where available, please also include ORCiDs and social media handles (Facebook, Twitter or LinkedIn). One author will need to be identified as the corresponding author, with their email address normally displayed in the article PDF (depending on the journal) and the online article. Authors' affiliations are the affiliations where the research was conducted. If any of the named co-authors moves affiliation during the peer-review process, the new affiliation can be given as a footnote. Please note that no changes to affiliation can be made after your paper is accepted. [Read more on authorship](#).

Should contain an unstructured abstract of 200 words.

**Graphical abstract** (optional). This is an image to give readers a clear idea of the content of your article. It should be a maximum width of 525 pixels. If your image is narrower than 525 pixels, please place it on a white background 525 pixels wide to ensure the dimensions are maintained. Save the graphical abstract as a .jpg, .png, or .gif. Please do not embed it in the manuscript file but save it as a separate file, labelled GraphicalAbstract1.

You can opt to include a **video abstract** with your article. [Find out how these can help your work reach a wider audience, and what to think about when filming](#).

Between 3 and 6 **keywords**. Read [making your article more discoverable](#), including information on choosing a title and search engine optimization.

**Funding details.** Please supply all details required by your funding and grant-awarding bodies as follows:

*For single agency grants*

This work was supported by the [Funding Agency] under Grant [number xxxx].

*For multiple agency grants*

This work was supported by the [Funding Agency #1] under Grant [number xxxx]; [Funding Agency #2] under Grant [number xxxx]; and [Funding Agency #3] under Grant [number xxxx].

**Disclosure statement.** This is to acknowledge any financial interest or benefit that has arisen from the direct applications of your research. [Further guidance on what is a conflict of interest and how to disclose it.](#)

**Data availability statement.** If there is a data set associated with the paper, please provide information about where the data supporting the results or analyses presented in the paper can be found. Where applicable, this should include the hyperlink, DOI or other persistent identifier associated with the data set(s). [Templates](#) are also available to support authors.

**Data deposition.** If you choose to share or make the data underlying the study open, please deposit your data in a [recognized data repository](#) prior to or at the time of submission. You will be asked to provide the DOI, pre-reserved DOI, or other persistent identifier for the data set.

**Geolocation information.** Submitting a geolocation information section, as a separate paragraph before your acknowledgements, means we can index your paper's study area accurately in JournalMap's geographic literature database and make your article more discoverable to others. [More information.](#)

**Supplemental online material.** Supplemental material can be a video, dataset, fileset, sound file or anything which supports (and is pertinent to) your paper. We publish supplemental material online via Figshare. Find out more about [supplemental material and how to submit it with your article.](#)

**Figures.** Figures should be high quality (1200 dpi for line art, 600 dpi for grayscale and 300 dpi for colour, at the correct size). Figures should be supplied in one of our preferred file formats: EPS, PS, JPEG, GIF, or Microsoft Word (DOC or DOCX). For information relating to other file types, please consult our [Submission of electronic artwork](#) document.

**Tables.** Tables should present new information rather than duplicating what is in the text. Readers should be able to interpret the table without reference to the text. Please supply editable files.

**Equations.** If you are submitting your manuscript as a Word document, please ensure that equations are editable. More information about [mathematical symbols and equations](#).

**Units.** Please use [SI units](#) (non-italicized).

### Using Third-Party Material in your Paper

You must obtain the necessary permission to reuse third-party material in your article. The use of short extracts of text and some other types of material is usually permitted, on a limited basis, for the purposes of criticism and review without securing formal permission. If you wish to include any material in your paper for which you do not hold copyright, and which is not covered by this informal agreement, you will need to obtain written permission from the copyright owner prior to submission. More information on [requesting permission to reproduce work\(s\) under copyright](#).

### Disclosure Statement

Please include a disclosure statement, using the subheading “Disclosure of interest.” If you have no interests to declare, please state this (suggested wording: *The authors report no conflict of interest*). For all NIH/Wellcome-funded papers, the grant number(s) must be included in the declaration of interest statement. [Read more on declaring conflicts of interest](#).

### Clinical Trials Registry

In order to be published in a Taylor & Francis journal, all clinical trials must have been registered in a public repository at the beginning of the research process (prior to patient enrolment). Trial registration numbers should be included in the abstract, with full details in the methods section. The registry should be publicly accessible (at no charge), open to all prospective registrants, and managed by a not-for-profit organization. For a list of registries that meet these requirements, please visit the [WHO International Clinical Trials Registry Platform](#) (ICTRP). The registration of all clinical trials facilitates the sharing of information among clinicians, researchers, and patients, enhances public confidence in research, and is in accordance with the [ICMJE guidelines](#).

### Complying With Ethics of Experimentation

Please ensure that all research reported in submitted papers has been conducted in an ethical and responsible manner, and is in full compliance with all relevant codes of experimentation and legislation. All papers which report in vivo experiments or clinical trials on humans or animals, involve the analysis of data already in the public domain (e.g. from the internet), or involve retrospective analysis of in vivo data (e.g. historical player performance data from a professional soccer team) must include a statement that the study received institutional ethics approval. Studies involving no primary data collection such as systematic reviews or meta-analyses do not require ethics committee approval. The ethics approval statement should explain that all work was conducted with the formal approval of the local human or animal care committees (institutional and national), and that clinical trials have been registered as legislation requires.

#### Consent

All authors are required to follow the ICMJE requirements on privacy and informed consent from patients and study participants. Please confirm that any patient, service user, or participant (or that person's parent or legal guardian) in any research, experiment, or clinical trial described in your paper has given written consent to the inclusion of material pertaining to themselves, that they acknowledge that they cannot be identified via the paper; and that you have fully anonymized them. Where someone is deceased, please ensure you have written consent from the family or estate. Authors may use this Patient Consent Form, which should be completed, saved, and sent to the journal if requested.

#### Health and Safety

Please confirm that all mandatory laboratory health and safety procedures have been complied with in the course of conducting any experimental work reported in your paper. Please ensure your paper contains all appropriate warnings on any hazards that may be involved in carrying out the experiments or procedures you have described, or that may be involved in instructions, materials, or formulae.

Please include all relevant safety precautions; and cite any accepted standard or code of practice. Authors working in animal science may find it useful to consult the International Association of Veterinary Editors' Consensus Author Guidelines on Animal Ethics and Welfare and Guidelines for the Treatment of Animals in Behavioural Research and Teaching.

When a product has not yet been approved by an appropriate regulatory body for the use described in your paper, please specify this, or that the product is still investigational.

### Submitting Your Paper

This journal uses Editorial Manager to manage the peer-review process. If you haven't submitted a paper to this journal before, you will need to create an account in Editorial Manager. Please read the guidelines above and then submit your paper in [the relevant Author Centre](#), where you will find user guides and a helpdesk.

If you are submitting in LaTeX, please convert the files to PDF beforehand (you will also need to upload your LaTeX source files with the PDF).

Please note that *Journal of Sports Sciences* uses [Crossref™](#) to screen papers for unoriginal material. By submitting your paper to *Journal of Sports Sciences* you are agreeing to originality checks during the peer-review and production processes.

On acceptance, we recommend that you keep a copy of your Accepted Manuscript. Find out more about [sharing your work](#).

### Data Sharing Policy

This journal applies the Taylor & Francis [Basic Data Sharing Policy](#). Authors are encouraged to share or make open the data supporting the results or analyses presented in their paper where this does not violate the protection of human subjects or other valid privacy or security concerns.

Authors are encouraged to deposit the dataset(s) in a recognized data repository that can mint a persistent digital identifier, preferably a digital object identifier (DOI) and recognizes a long-term preservation plan. If you are uncertain about where to deposit your data, please see [this information](#) regarding repositories.

Authors are further encouraged to [cite any data sets referenced](#) in the article and provide a [Data Availability Statement](#).

At the point of submission, you will be asked if there is a data set associated with the paper. If you reply yes, you will be asked to provide the DOI, pre-registered DOI, hyperlink, or other persistent identifier associated with the data set(s). If you have selected to provide a pre-registered DOI, please be prepared to share the reviewer URL associated with your data deposit, upon request by reviewers.

Where one or multiple data sets are associated with a manuscript, these are not formally peer reviewed as a part of the journal submission process. It is the author's responsibility to ensure the soundness of data. Any errors in the data rest solely with the producers of the data set(s).

### Publication Charges

There are no submission fees, publication fees or page charges for this journal.

Colour figures will be reproduced in colour in your online article free of charge. If it is necessary for the figures to be reproduced in colour in the print version, a charge will apply.

Charges for colour figures in print are £300 per figure (\$400 US Dollars; \$500 Australian Dollars; €350). For more than 4 colour figures, figures 5 and above will be charged at £50 per figure (\$75 US Dollars; \$100 Australian Dollars; €65). Depending on your location, these charges may be subject to local taxes.

### Copyright Options

Copyright allows you to protect your original material, and stop others from using your work without your permission. Taylor & Francis offers a number of different license and reuse options, including Creative Commons licenses when publishing open access. [Read more on publishing agreements.](#)

### Complying with Funding Agencies

We will deposit all National Institutes of Health or Wellcome Trust-funded papers into PubMedCentral on behalf of authors, meeting the requirements of their respective open access policies. If this applies to you, please tell our production team when you receive your article proofs, so we can do this for you. Check funders' open access policy mandates [here](#). Find out more about [sharing your work](#).

### Open Access

This journal gives authors the option to publish open access via our [Open Select publishing program](#), making it free to access online immediately on publication. Many funders mandate publishing your research open access; you can check [open access funder policies and mandates here](#).

Taylor & Francis Open Select gives you, your institution or funder the option of paying an article publishing charge (APC) to make an article open access. Please

contact [openaccess@tandf.co.uk](mailto:openaccess@tandf.co.uk) if you would like to find out more, or go to our [Author Services website](#).

For more information on license options, embargo periods and APCs for this journal please go [here](#).

#### My Authored Works

On publication, you will be able to view, download and check your article's metrics (downloads, citations and Altmetric data) via [My Authored Works](#) on Taylor & Francis Online. This is where you can access every article you have published with us, as well as your [free eprints link](#), so you can quickly and easily share your work with friends and colleagues.

We are committed to promoting and increasing the visibility of your article. Here are some tips and ideas on how you can work with us to [promote your research](#).

#### Article Reprints

You will be sent a link to order article reprints via your account in our production system. For enquiries about reprints, please contact the Taylor & Francis Author Services team at [reprints@tandf.co.uk](mailto:reprints@tandf.co.uk). You can also [order print copies of the journal issue in which your article appears](#).

#### Queries

Should you have any queries, please visit our [Author Services website](#) or contact us [here](#).

*Updated 23-08-2018*