

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

LUCAS LEONARDO ZANCANARO

**DIFERENÇAS ENTRE OS SEXOS NO CONTROLE
SENSÓRIO-MOTOR DO OMBRO**

SÃO CARLOS
2019

LUCAS LEONARDO ZANCANARO

**DIFERENÇAS ENTRE OS SEXOS NO CONTROLE
SENSÓRIO-MOTOR DO OMBRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do Título de mestre em Fisioterapia, área de concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional, sob orientação da Prof.^a Dr.^a Ana Beatriz de Oliveira.

SÃO CARLOS
2019



Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Lucas Leonardo Zancanaro, realizada em 25/02/2019:

Profa. Dra. Ana Beatriz de Oliveira
UFSCar

Profa. Dra. Gisele Garcia Zanca
FAM

Profa. Dra. Paula Rezende Camargo
UFSCar

Aos meus pais Maria e José. De forma especial, ao meu avô Benedito que está sempre presente em minha memória.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a **Deus** por me conceder o dom da vida e me guiar nessa caminhada. Obrigado Senhor por estar sempre ao meu lado e mesmo diante das adversidades me fazer privilegiado. Meus problemas são muito pequenos perto de todas as coisas boas que o Senhor me proporciona, como o simples acordar com a oportunidade do recomeço e o convívio com pessoas muito especiais.

Ao meu pai **José** que luta com unhas e dentes por nossa família. Obrigado por todo o esforço para nos oferecer conforto e boas oportunidades. O senhor é meu maior exemplo de honestidade, amor e hombridade. À minha mãe **Maria** que sempre oferece a nós tudo o que tem. Obrigado por todo amor, carinho e cuidado. O simples abraço, os conselhos e aquela comidinha gostosa que prepara com tanto amor. À minha irmã **Ana Cláudia** por ser sempre a mais durona comigo e me fazer voltar à realidade. Obrigado por sempre me ouvir e estar à disposição para me ajudar. Ter uma família que me incentiva a alçar voos altos mas me faz querer estar sempre em casa é um sentimento único. Amo vocês!

À minha namorada **Ana Helena** por toda paciência, amor e carinho. Me sinto muito feliz por ter você ao meu lado em mais essa jornada. Obrigado por todo apoio nos momentos em que mais precisei. Esse companheirismo só nos fortalece. Obrigado por sempre acreditar no meu potencial. Agradeço também à sua família por todo acolhimento durante essa caminhada.

À minha orientadora **Bia** por não só me receber mas me acolher e aceitar me orientar. Obrigado pela confiança no meu trabalho e por acreditar no meu potencial quando muitas vezes eu mesmo duvido. Sua competência profissional é inegável mas seu lado humano é ainda mais inspirador. Sua serenidade, simplicidade e empatia são qualidades exemplares. Como forma de materializar o agradecimento à tudo isso espero fazer jus ao seu time.

À minha amiga e parceira de trabalho **Marina** que sempre me ajudou mesmo antes da minha chegada à São Carlos. Te agradeço por todos os cafés, bate-papos e conselhos. Obrigado pela paciência e parceria nas coletas. Você é uma pessoa extremamente doce, tenho certeza que sua caminhada será cheia de muitas conquistas.

Aos colegas e amigos do Laboratório de Cinesiologia Clínica e Ocupacional que fizeram ou ainda fazem parte do convívio diário. Obrigado **Dechristian, Erika, Helen,**

Letícia Bergamin, Letícia Calixtre, Lianna, Luiz e Roberta pela oportunidade de aprender com vocês.

Ao meu amigo **Alessandro** pela convivência nesse último ano, pelas caronas e por todo o apoio e disponibilidade para conversar nos momentos em que precisei desabafar. Saiba que pode contar sempre comigo.

Às professoras que compõe a **banca**, pela disponibilidade e contribuições para o enriquecimento desse trabalho.

À **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)** pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto.

E a todos os **voluntários** que aceitaram participar dessa pesquisa, sem vocês a realização desse trabalho não seria possível.

Apoio financeiro:

Esse trabalho foi realizado com apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) que concedeu uma bolsa de estudo cuja vigência teve início em Junho de 2017 e término em Fevereiro de 2019.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

Sexo é um fator de risco de natureza biológica que merece destaque por sua repercussão no desenvolvimento de desordens osteomusculares relacionadas ao trabalho. A prevalência dessas desordens é maior entre as mulheres, sobretudo na região do pescoço/ombro. Considerando o papel da ação muscular na função articular do ombro, a integridade do controle sensório-motor é importante. Portanto, o estudo das diferenças entre os sexos nos mecanismos de controle sensório-motor contribui para a compreensão dos riscos que as mulheres enfrentam. Esta dissertação é composta por um estudo cujo objetivo foi investigar se existem diferenças entre os sexos na manutenção do torque, amplitude e variabilidade da ativação dos músculos da cintura escapular durante a abdução isométrica do ombro no plano da escápula. Dezesete mulheres e 17 homens sem sintomas osteomusculares na região do pescoço/ombro participaram. A manutenção do torque foi avaliada a 20% e a 35% do pico de torque. Os sinais eletromiográficos de superfície (sEMG) dos músculos trapézio (todas as porções), serrátil anterior e deltoide anterior foram registrados durante a avaliação da manutenção do torque. O desvio-padrão (DP), coeficiente de variação (CV), tempo de estabilidade e frequência mediana (FM) do torque foram calculados a partir das repetições da manutenção do torque. Os valores *root mean square* (RMS) dos sEMG normalizados (norm) por contrações isométricas máximas de abdução do ombro no plano da escápula foram considerados para o cálculo dos valores de DP_{norm} , CV_{norm} e FM. A amplitude da ativação muscular foi expressa pelo valor de média RMS_{norm} . A variabilidade da ativação muscular foi avaliada através dos valores de DP_{norm} e CV_{norm} dos sinais. As mulheres apresentaram menores valores de DP e FM do torque em ambos os alvos, indicando que suas flutuações do torque foram menores e menos frequentes. As mulheres apresentaram maiores valores RMS_{norm} e de DP_{norm} para a maioria dos músculos avaliados, ou seja, elas tiveram maiores amplitude e variabilidade na ativação muscular. As menores e menos frequentes flutuações do torque e a maior amplitude de ativação muscular podem expor as mulheres a um maior risco de desordens osteomusculares.

Palavras-chave: Gênero. Força muscular. Feedback sensorial. Extremidade superior.

ABSTRACT

Sex is an biological risk factor that deserves attention because of its repercussion on the development of work-related musculoskeletal disorders. The prevalence of these disorders is higher among females than among males, especially on the neck/shoulder region. Considering the role of muscle action in shoulder joint function, the integrity of sensorimotor control is important. Therefore, the study of sex differences in sensorimotor control mechanisms contributes for understanding the risks faced by females. This dissertation is composed by a study aiming to investigate if there are sex differences in torque steadiness, amplitude, and variability of activation of the shoulder girdle muscles during isometric shoulder scaption. Seventeen females and 17 without disorders in the neck/shoulder region participated. Torque steadiness was evaluated at 20% and 35% of peak torque. Surface electromyographic signals (sEMG) of the trapezius (all portions), serratus anterior, and anterior deltoid muscles were recorded during steadiness evaluation. Standard deviation (SD), coefficient of variation (CV), stability time and median frequency (MF) of torque were calculated from the steadiness trials. The root mean square (RMS) values of normalized (norm) sEMG for maximum isometric shoulder scaptions were considered for calculation of the SD_{norm} , CV_{norm} and MF values. The amplitude of muscle activation was expressed by mean RMS_{norm} value. The variability of muscle activation was assessed through both SD_{norm} and CV_{norm} values from the signals. Females presented lower SD and MF values of torque than males in both targets, indicating that their torque fluctuations were lower and less frequent. Females presented higher RMS_{norm} and SD_{norm} values than males for most of the evaluated muscles, that is, they had higher amplitude and variability in muscle activation. The lower and less frequent torque fluctuations and the highest amplitude in muscle activation may expose females to the highest risk of musculoskeletal disorders.

Keywords: Gender. Muscle strength. Sensory feedback. Upper extremity.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	10
ESTUDO	14
1 INTRODUÇÃO	15
2 MÉTODOS	17
2.1 Desenho e contexto do estudo	17
2.2 Participantes	18
2.3 Pico de torque e manutenção do torque	18
2.4 Ativação muscular	20
2.5 Processamento dos dados	21
2.6 Análise estatística	22
3 RESULTADOS	23
3.1 Participantes	23
3.2 Manutenção do torque	24
3.3 Ativação muscular	27
4 DISCUSSÃO	30
5 CONCLUSÃO	34
CONSIDERAÇÕES FINAIS E NOVAS PERSPECTIVAS	35
REFERÊNCIAS	36
ANEXO I	41

APRESENTAÇÃO

Essa dissertação é composta por um manuscrito que explora diferenças entre os sexos no controle sensório-motor do ombro por meio da avaliação da capacidade de manutenção do torque isométrico. O ponto de partida desse trabalho se deu pela constatação de que o sexo/gênero é um fator de risco individual que vem ganhando destaque no cenário ocupacional visto a maior prevalência de distúrbios osteomusculares na região do pescoço/ombro entre as mulheres (ARVIDSSON et al., 2006; HOOFTMAN et al., 2009). O termo sexo diz respeito ao aspecto biológico que diferencia homens e mulheres, já o gênero refere-se ao construto social no qual estão inseridos. Ambos são significativos e podem influenciar no surgimento de distúrbios osteomusculares. Contudo, o controle sensório-motor é mais afetado pelo aspecto biológico, portanto, nessa dissertação será utilizado o termo sexo.

Nesse contexto, parte da comunidade científica tem voltado sua atenção para o estudo das diferenças entre os sexos nos âmbitos clínico e ocupacional visando compreender os mecanismos envolvidos na maior exposição das mulheres ao surgimento de distúrbios osteomusculares. Simultaneamente, essa temática também passou a ser objeto de estudo no Laboratório de Cinesiologia Clínica e Ocupacional (LACO) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), onde esse trabalho foi delineado e desenvolvido. As primeiras metas estabelecidas foram investigar possíveis diferenças biológicas entre os sexos nos aspectos biomecânico (cinemática da cabeça, mandíbula e sua relação funcional) e proprioceptivo (senso de posição articular durante a rotação da cabeça). Também foram abordados os diferentes métodos de normalização do sinal eletromiográfico, questão metodológica importante para sua interpretação, sobretudo na comparação entre os sexos. Os esforços resultaram em estudos que compõem uma dissertação¹ e uma tese² precursoras a esse trabalho.

Sugere-se que a maior prevalência de distúrbios osteomusculares relacionadas ao trabalho (LER/DORT) entre as mulheres está vinculada a uma série de fatores sociais, físicos e funcionais que são diferentes em homens e mulheres (CÔTÉ, 2012,

¹ CID, M. M. **Avaliação dos métodos de normalização do sinal eletromiográfico dos músculos trapézio e serrátil anterior**. 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Fisioterapia, 2017.

² ROSA, L. R. S. **Análise cinemática em indivíduos com e sem dor no pescoço: relação entre cabeça e mandíbula e influência do sexo**. 2018. 69 f. Tese (Doutorado em Fisioterapia) – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Fisioterapia, 2018.

2014; HOOFTMAN et al., 2005). No contexto social, a segregação no mercado de trabalho pode gerar diferentes exposições (HOOFTMAN et al., 2005). As mulheres executam predominantemente tarefas ocupacionais de baixa intensidade e/ou alta repetitividade, como no trabalho administrativo ou de caixa (LEWIS; MATHIASSEN, 2013). No entanto, a prevalência de LER/DORT na região do pescoço/ombro ainda é maior entre as mulheres mesmo em ambientes onde homens e mulheres executam tarefas repetitivas idênticas (NORDANDER et al., 2008), sugerindo que o aspecto biológico pode repercutir de forma importante no surgimento dos sintomas.

Sob a perspectiva biológica temos dois pontos centrais que são abordados direta e indiretamente nessa dissertação: força e os tipos de fibra muscular. As mulheres possuem menor quantidade de massa muscular e conseqüentemente menor capacidade de produção de força (PEARSON et al., 2009). As diferenças de força fazem com que as mulheres trabalhem em uma porcentagem mais próxima da sua capacidade máxima, gerando maior sobrecarga nas estruturas osteomusculares. Outro fator importante, mas ainda controverso, é a maior porcentagem de fibras musculares do tipo I entre as mulheres (SIMONEAU; BOUCHARD, 1989). Essas fibras apresentam maior capacidade oxidativa e resistência à fadiga, prolongando a exposição das mulheres aos fatores de risco do trabalho e gerando um desequilíbrio entre os estímulos e a recuperação muscular resultando em lesão.

Levando em conta a diferença na prevalência de LER/DORT, a comparação entre os sexos em relação à ativação muscular, sobretudo do membro superior, tem sido explorada pelo uso da eletromiografia de superfície (ANDERS et al., 2004; FALLA; ARENDT-NIELSEN; FARINA, 2008; OTTO; EMERY; CÔTÉ, 2018; SRINIVASAN et al., 2016; SZUCS; BORSTAD, 2013). Em geral, observa-se maiores amplitudes de ativação em mulheres e maior variabilidade da ativação em homens. Esses resultados são discutidos em sua maioria como estratégias intrínsecas normais de controle motor pois de forma geral os sujeitos avaliados são jovens e saudáveis. Embora a caracterização dessas estratégias auxilie no conhecimento do comportamento motor a nível neuromuscular, registrado pela eletromiografia de superfície, elas não são facilmente separadas do sistema sensório-motor como um todo. Devido às particularidades do ombro, o bom funcionamento desse sistema é muito importante para sua função articular.

A articulação do ombro possibilita grande amplitude de movimento devido à sua baixa congruência óssea que, de forma isolada, não proporciona estabilidade articular

apropriada. Dessa forma, o equilíbrio entre as forças que atuam sobre a articulação é responsável pelo alinhamento adequado entre a cabeça do úmero e a cavidade glenoidal (RIEMANN; LEPHART, 2002). Assim, a estabilidade articular do ombro não é intermediada somente pelas restrições mecânicas mas pela relação entre os componentes articulares passivo e dinâmico (MYERS; WASSINGER; LEPHART, 2006). O componente passivo inclui as estruturas ósseas e capsuloligamentares, já o componente dinâmico é resultado da ação da musculatura (MYERS; WASSINGER; LEPHART, 2006).

O sistema sensório-motor é quem preserva a integridade das estruturas capsuloligamentares e musculares, integrando e processando centralmente todas as informações provenientes dos componentes sensorial e motor (RIEMANN; LEPHART, 2002). As informações sensoriais são originadas em mecanorreceptores, como os receptores de Ruffini e corpúsculos de Pacini localizados nos ligamentos e na cápsula articular, os órgãos tendinosos de Golgi localizados na junção miotendínea e os fusos musculares que respondem às mudanças no comprimento muscular (RIEMANN; LEPHART, 2002). Os mecanorreceptores são receptores sensoriais especializados na conversão de sinais provenientes dos eventos mecânicos ocorridos no tecido em informações neurais que são conduzidas ao sistema nervoso central (RIEMANN; LEPHART, 2002). As informações neurais integram-se no sistema nervoso central com as informações advindas das aferências somatosensorial, vestibular e visual gerando respostas eferentes sobre a musculatura (MYERS; LEPHART, 2002).

Desse modo, durante o desempenho das mais variadas atividades funcionais, incluindo as tarefas ocupacionais, essas estruturas agem conjuntamente e o controle sensório-motor torna-se importante para garantir a estabilidade articular do ombro. Diferentes estratégias adotadas pelo sistema sensório-motor podem interagir com a dor (NORHEIM et al., 2019) e ajudar a compreender os mecanismos de desenvolvimento de LER/DORT. Para o cotovelo, homens e mulheres sem sintomas osteomusculares utilizam estratégias distintas (BROWN; EDWARDS; JAKOBI, 2010; SVENDSEN; MADELEINE, 2010). Embora os achados para o cotovelo sejam importantes, observamos maior prevalência de LER/DORT na região do pescoço/ombro em mulheres, sugerindo a necessidade de voltarmos nossa atenção para essa região. Entretanto, em nosso conhecimento, a comparação entre os sexos na avaliação do ombro ainda não foi objeto de estudo.

O propósito desse trabalho é centrado justamente na investigação do controle sensório-motor do ombro de homens e mulheres. O mecanismo de controle sensório-motor foi avaliado por meio do teste de manutenção do torque em torno de dois torques-alvo durante a abdução isométrica do ombro no plano da escápula. A partir desse teste quantifica-se as flutuações do torque decorrentes da ativação de unidades motoras durante uma contração muscular realizada com *feedback* visual (BANDHOLM et al., 2006). Avaliar o controle sensório-motor pela capacidade de manutenção do torque isométrico permite explorar a ação integrada de todos os componentes envolvidos na ação motora. Os mecanorreceptores atuam juntamente com a visão (componentes sensorial e visual), sistema nervoso central (componente central) e músculo (componente eferente) permitindo que os ajustes no torque produzido sejam realizados.

A capacidade de manutenção do torque isométrico também pode ajudar a investigar a questão dos tipos de fibra muscular e suas unidades motoras, apontada como um aspecto diferencial para o desenvolvimento de LER/DORT entre as mulheres. Os estudos histológicos são realizados a partir de amostras obtidas por meio de biópsia. Esse procedimento é invasivo e de aplicação restrita. Nós sabemos que as flutuações do torque ocorrem em resposta à mudanças no padrão de recrutamento de unidades motoras. Embora a manutenção do torque isométrico seja de natureza distinta e não substitua a biópsia, ela apresenta uma abordagem diferente pois os ajustes no *output* do torque podem nos fornecer informações de forma menos invasiva e com os músculos de homens e mulheres em ação durante a contração.

Durante o teste de manutenção do torque isométrico também foi avaliada a ativação dos músculos da cintura escapular fornecendo um *output* diferente que amplia o olhar sobre o comportamento motor de homens e mulheres. Essa avaliação é importante pois o padrão de ativação muscular também é apontado como um fator de risco para a maior exposição biomecânica das mulheres (NORDANDER et al., 2008). Os achados desse trabalho serão apresentados a seguir sob a forma de um estudo transversal intitulado **“Diferenças entre os sexos na manutenção do torque e ativação dos músculos da cintura escapular durante a abdução isométrica do ombro no plano da escápula”**, submetido ao European Journal of Applied Physiology (Qualis A1 na área 21; fator de impacto: 2.401).

ESTUDO**DIFERENÇAS ENTRE OS SEXOS NA MANUTENÇÃO DO TORQUE E
ATIVAÇÃO DOS MÚSCULOS DA CINTURA ESCAPULAR DURANTE A
ABDUÇÃO ISOMÉTRICA DO OMBRO NO PLANO DA ESCÁPULA**

SEX DIFFERENCES IN TORQUE STEADINESS AND ACTIVATION OF THE
SHOULDER GIRDLE MUSCLES DURING ISOMETRIC SHOULDER SCAPTION

ZANCANARO, L.L.; CID, M.M.; OLIVEIRA, A.B.

Manuscrito submetido ao **European Journal of Applied Physiology**

1 INTRODUÇÃO

As LER/DORTs afetam o desempenho e a qualidade de vida de muitos trabalhadores. O sexo/gênero é um fator de risco que tem sido destacado devido à alta prevalência de LER/DORT entre as mulheres (ARVIDSSON et al., 2006; TREASTER; BURR, 2004). A região do pescoço/ombro é onde as mulheres apresentam acometimento com maior frequência (HOOFTMAN et al., 2009). Fatores biológicos têm sido sugeridos para explicar por que as mulheres são mais susceptíveis às desordens. A menor capacidade das mulheres para produzir força, sua maior proporção de fibras musculares do tipo I e sua menor variabilidade motora comparadas aos homens têm sido apontados como os fatores principais (CÔTÉ, 2012).

As diferenças entre os sexos no comportamento dos músculos da cintura escapular têm sido estudadas (ANDERS et al., 2004; FALLA; ARENDT-NIELSEN; FARINA, 2008; OTTO; EMERY; CÔTÉ, 2018; SRINIVASAN et al., 2016; SZUCS; BORSTAD, 2013) devido à alta prevalência de desordens no membro superior e ao importante papel dos músculos trapézio e serrátil anterior (SA) na estabilização da escápula durante a abdução do ombro (EBAUGH; MCCLURE; KARDUNA, 2005). Foi demonstrado que mulheres saudáveis têm maiores níveis de ativação do trapézio durante a abdução dinâmica do ombro no plano da escápula (SZUCS; BORSTAD, 2013). Os autores discutiram essas diferenças entre os sexos como variações normais do controle motor uma vez que os sujeitos avaliados eram jovens e saudáveis. Além disso, a literatura indica que para o ombro os homens ativam mais os músculos primários enquanto as mulheres ativam mais os músculos acessórios (ANDERS et al., 2004; OTTO; EMERY; CÔTÉ, 2018). Por outro lado, outro estudo demonstrou que as mulheres não foram capazes de redistribuir os níveis de ativação do trapézio superior durante uma contração sustentada da mesma forma que os homens após a indução de dor experimental (FALLA; ARENDT-NIELSEN; FARINA, 2008). Isso mostra que a dor modificou a adaptação para a ativação muscular apenas em homens e essa adaptação foi uma resposta positiva à dor. Mais recentemente, Srinivasan et al. (2016) não encontraram diferenças entre os sexos na variabilidade da ativação dos músculos do ombro e cotovelo no início de uma tarefa repetitiva. Entretanto, eles identificaram que ao final da tarefa, a mudança na variabilidade da ativação do trapézio superior foi menor nas mulheres, indicando diferentes estratégias motoras para a realização da tarefa.

Em geral, esses estudos indicam que a diferença entre os sexos na ativação muscular resulta de diferenças em estratégias intrínsecas, as quais são um aspecto normal do controle motor. Contudo, os mecanismos fisiológicos que explicam essas diferenças ainda não estão totalmente estabelecidos. Observa-se a partir desses estudos que diferentes adaptações neuromusculares conscientes e inconscientes ocorrem em ambos os sexos para garantir desempenho funcional adequado e estabilidade articular, respectivamente (RIEMANN; LEPHART, 2002). Apesar disso, essas adaptações são dificilmente separadas dos comandos neurais do sistema sensório-motor (RIEMANN; LEPHART, 2002). Por isso, o *feedback* visual durante a tarefa é importante para fornecer informação sobre o desempenho e se a tarefa é bem controlada, ele também pode ser usado para avaliar o sistema sensório-motor de forma integrada. Dada essa possibilidade, o sistema sensório-motor precisa ser mais explorado para avaliação das diferenças entre os sexos.

O sistema sensório-motor integra e processa centralmente os componentes sensorial e motor para garantir a estabilidade articular (RIEMANN; LEPHART, 2002). O controle sensório-motor tem sido avaliado pelo teste de manutenção do torque (BANDHOLM et al., 2006). Este teste quantifica as flutuações no torque produzido durante uma contração submáxima realizada com *feedback* visual (ENOKA et al., 2003). As flutuações no torque resultam de ajustes na ativação de unidades motoras em resposta à informação aferente (TRACY, 2007). Brown, Edwards e Jakobi (2010) encontraram maiores flutuações no torque em mulheres durante a flexão isométrica submáxima do cotovelo. Esses achados foram atribuídos às diferenças entre os sexos na força absoluta e à maior variabilidade na taxa de disparo das unidades motoras em mulheres. Por outro lado, Svendsen e Madeleine (2010) observaram menor variabilidade na produção de força submáxima entre as mulheres e apontaram que isso poderia dificultar sua adaptação às mudanças na resposta aferente, aumentando seu risco de sobrecarga osteomuscular. Apesar das diferenças entre homens e mulheres relatadas para o cotovelo, a manutenção do torque ainda não foi investigada para a articulação do ombro no intuito de avaliar diferenças entre os sexos. Considerando o importante papel da estabilidade dinâmica para a função do ombro, a integridade do controle sensório-motor é essencial para garantir adequada função articular dos trabalhadores. O conhecimento das diferentes estratégias adotadas pelo sistema sensório-motor (NORHEIM et al., 2019) pode ajudar a explicar o desenvolvimento de desordens na região do pescoço/ombro.

Além disso, a diferença entre os sexos na distribuição dos tipos de fibra muscular é um importante mas ainda controverso aspecto fisiológico. Apesar da predominância de unidades motoras do tipo I em mulheres ser associada à sua maior exposição à tarefas de trabalho fatigantes (CÔTÉ, 2012), Lindman, Eriksson e Thornell (1990, 1991) não encontraram diferença entre os sexos na composição dos tipos de fibra do trapézio – eles apenas reportaram que as mulheres apresentaram fibras com menor área de secção transversa do que os homens. Maior porcentagem de fibras do tipo I em mulheres foi relatada no músculo vasto lateral (SIMONEAU; BOUCHARD, 1989). Se a diferença na proporção de fibras do tipo I e tipo II entre os sexos for real, é esperado que essa diferença resulte em mudanças no padrão de recrutamento das unidades motoras devido ao tamanho e menor velocidade de condução das unidades motoras do tipo I, tornando o torque produzido pelas mulheres menos variável do que o dos homens durante a avaliação da manutenção do torque. Nós acreditamos que a avaliação da manutenção do torque no contexto das diferenças entre os sexos possa auxiliar na compreensão dos mecanismos subjacentes a essas diferenças considerando a ativação muscular e a proporção dos tipos de unidades motoras.

O objetivo desse estudo foi investigar se existem diferenças entre os sexos na manutenção do torque, amplitude e variabilidade da ativação dos músculos da cintura escapular durante a abdução isométrica do ombro no plano da escápula. Nós esperávamos encontrar menores e menos frequentes flutuações do torque em mulheres e maior amplitude de ativação e menor variabilidade da ativação muscular em mulheres.

2 MÉTODOS

2.1 Desenho e contexto do estudo

Esse estudo tem um desenho descritivo e transversal. Foi aprovado pelo Comitê de Ética local (Protocolo #77746817.3.0000.5504) e conduzido em concordância com a Declaração de Helsinki e a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Os participantes foram recrutados através de mídia digital entre a comunidade universitária no período entre Fevereiro e Julho de 2018.

2.2 Participantes

O tamanho amostral foi determinado a partir do software G*Power (versão 3.1.3, Universität Kiel, GER). O teste estatístico selecionado foi o teste F de Análise de Variância de duas vias (ANOVA *two-way*). Considerando a interação entre os fatores para o coeficiente de variação (CV), tamanho de efeito moderado ($f=0,30$) observado em um estudo piloto, alfa de 0,05 e β de 80%, o cálculo resultou em uma amostra de 13 participantes por grupo. Foram avaliados 17 sujeitos em cada grupo para suprir possíveis perdas durante o processamento dos dados.

Os sujeitos foram convidados a preencher um formulário online para verificar sua elegibilidade para o estudo. Nós incluímos no estudo aqueles com idade entre 18 e 35 anos, que não relataram sintomas na região do pescoço/ombro nos últimos três meses de acordo com o Questionário Nórdico de Sintomas Musculoesqueléticos (QNSM) e a Escala Visual Analógica. Os critérios de exclusão foram: prática de esportes de arremesso ou trabalho que envolve tarefas manuais repetitivas, relato de doenças circulatórias, neurológicas ou reumáticas, índice de massa corporal (IMC) maior que 28 kg/m², sinal do sulco ou positividade no teste de apreensão, histórico de lesão no pescoço/ombro ou mais que quatro regiões corporais acometidas nos últimos três meses, de acordo com o QNSM, para garantir que sujeitos com desordens sistêmicas não fossem incluídos.

Se elegíveis, os sujeitos foram contatados para virem ao laboratório onde os critérios foram confirmados e então os sujeitos foram informados sobre os procedimentos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Ambos os grupos responderam a versão curta do Questionário Internacional de Atividade Física uma vez que o nível de atividade física pode influenciar os desfechos da manutenção do torque (ENOKA et al., 2003).

2.3 Pico de torque e manutenção do torque

O pico de torque (PT) e a manutenção do torque foram avaliados durante a abdução isométrica do membro superior dominante usando o dinamômetro isocinético Biodex Multi Joint System 3 (Biodex Medical System Inc., New York). O equipamento foi calibrado antes de cada sessão de acordo com as recomendações do fabricante. Os

dados foram registrados a 100 Hz. Um único fisioterapeuta treinado realizou a avaliação.

Os participantes foram avaliados na posição sentada, estabilizados pelos cintos diagonal e pélvico. O braço dominante foi abduzido a 90° no plano escapular, com rotação neutra e o cotovelo totalmente em extensão (Figura 1a). O eixo mecânico do dinamômetro foi alinhado ao eixo de rotação da articulação acromioclavicular. O peso do membro foi mensurado com o braço relaxado na posição de teste para corrigir o efeito da gravidade (CAMARGO et al., 2009).



Figura 1. Posição para avaliação do pico de torque e manutenção do torque (a). *Feedback* visual através da exibição do torque produzido e do torque-alvo na tela do computador durante a avaliação da manutenção do torque (b).

O PT foi avaliado por meio de três contrações isométricas voluntárias máximas (CVM's) com duração de 5 segundos cada e com dois minutos de intervalo entre as repetições (CAMARGO et al., 2009). Os participantes receberam incentivo verbal padronizado para atingir a força máxima em todas as repetições. O PT foi considerado como o maior torque produzido nas três repetições e foi usado para calcular os torques-alvo para a avaliação da manutenção do torque. Os torques-alvo foram calculados com correção do efeito da gravidade (SANTOS et al., 2016) subtraindo o peso do membro

do PT e adicionando-o novamente ao torque-alvo (CAMARGO et al., 2009). Os torques-alvo foram determinados a 20% e 35% do PT (20%PT e 35%PT) uma vez que eles têm sido comumente usados na avaliação do ombro (BANDHOLM et al., 2006; CAMARGO et al., 2009; ZANCA et al., 2013). Antes da avaliação da manutenção do torque, os participantes realizaram uma contração isométrica submáxima em cada respectivo torque-alvo para familiarização. A ordem da avaliação do torque-alvo foi aleatorizada. A manutenção do torque foi avaliada por meio de três contrações isométricas sustentadas em cada torque-alvo. Durante o teste, os participantes receberam *feedback* visual, com o torque-alvo exposto na tela do computador (Figura 1b). Eles foram instruídos a atingir e sustentar o sinal do torque sobre a linha do torque-alvo (que foi exposta anteriormente na tela) com o menor erro possível (ZANCA et al., 2013). As repetições foram mantidas por dez segundos com um minuto de intervalo entre elas (CAMARGO et al., 2009).

2.4 Ativação muscular

Os sinais eletromiográficos de superfície (sEMG) foram registrados a 2000 Hz também do lado dominante, simultaneamente às avaliações da manutenção do torque, usando o dispositivo Trigno Personal Monitor (Delsys, Boston, MA, USA). Os sinais do trapézio superior – fibras claviculares (TSC), trapézio superior – fibras acromiais (TSA), trapézio médio (TM), trapézio inferior (TI), SA e deltoide anterior (DA) foram registrados usando sensores MiniHead (Delsys, Boston, MA, USA). As especificações do dispositivo incluem: dimensão do sensor MiniHead de 25x12x7 mm, dimensão do sensor de referência de 27x37x15 mm, passa-banda de 20-450 Hz, resolução de 16-bits, CMRR > 80 dB e ruído < 0,75 μ V (RMS).

Os eletrodos foram fixados usando uma interface adesiva (Delsys, Boston, MA, USA) depois da preparação da pele, que foi higienizada com álcool e tricotomizada para reduzir a impedância. O eletrodo do TSC foi posicionado 20% lateral ao ponto médio entre a terceira vértebra cervical e o ponto mais lateral da clavícula (ZANCA et al., 2014). O eletrodo do TSA foi posicionado dois centímetros lateral ao ponto médio entre o processo espinhoso da sétima vértebra cervical e o acrômio, na direção das fibras musculares (MATHIASSEN; WINKEL; HÄGG, 1995). O eletrodo do TM foi posicionado 20% medial ao ponto médio entre o bordo medial da escápula e a quarta

vértebra torácica (HOLTERMANN et al., 2009). O eletrodo do TI foi posicionado aproximadamente 33% medial ao ponto médio entre o bordo medial da escápula e a oitava vértebra torácica (HOLTERMANN et al., 2009). O eletrodo do SA foi posicionado ao nível do sétimo espaço intercostal, na linha axilar média (HARDWICK et al., 2006). O eletrodo do DA foi posicionado à um dedo distal e anterior ao acrômio como recomendado pelo projeto SENIAM. Os sEMG registrados durante a avaliação da manutenção do torque foram normalizados pelo pico de amplitude dos sEMG registrados em cada um dos músculos durante as CVM's de abdução do ombro no plano da escápula.

2.5 Processamento dos dados

Os dados de torque e dos sEMG registrados durante as avaliações do PT e da manutenção do torque foram processados usando o software MatLab (versão 8,5, MathWorks Inc., Natick, USA).

Para as três repetições da manutenção do torque nós calculamos as seguintes variáveis: desvio-padrão (DP), CV, tempo de estabilidade e frequência mediana (FM). O DP do torque representa a medida absoluta da variabilidade do torque produzido em torno do torque-alvo (CAMARGO et al., 2009). O CV indica a medida normalizada da variabilidade do torque, expressa como porcentagem do torque médio (CAMARGO et al., 2009). O tempo de estabilidade refere-se ao tempo, em segundos, entre o início da contração isométrica e o momento onde o padrão de estabilidade é alcançado e foi calculado de acordo com os procedimentos propostos por Camargo et al. (2009). A FM é a frequência que divide o espectro de força do sinal do torque em duas partes iguais (CHOW; STOKIC, 2013) e essa análise mostra o quão rápido (ou lento) o torque oscila em torno do alvo.

Os sEMG tiveram offset removido e foram filtrados a 30-450 Hz com filtro Butterworth de 8ª ordem e atraso de fase zero. Todos os sinais foram convertidos em valores *root mean square* (RMS) usando a técnica de janelamento (duração de 100 ms e sobreposição de 99,5%). A maior amplitude atingida por cada músculo durante as três CVM's de abdução do ombro no plano da escápula foi identificada dentro dos três segundos centrais e usada para normalizar os sEMG registados na manutenção do torque. Dessa forma, nós calculamos as variáveis no domínio do tempo para os sinais

normalizados (norm). A amplitude da ativação muscular foi expressa pelo valor de média RMS_{norm} . A variabilidade da ativação muscular foi avaliada através dos valores de DP_{norm} e CV_{norm} . A FM do torque e dos sEMG foram calculadas através da Transformada Rápida de Fourier. Nós esperávamos ver diferenças na FM para o espectro total dos sEMG, enquanto a FM dos dados de torque mostrou mudanças nos ajustes de baixa frequência associadas aos ajustes no *output* de força. Todas as variáveis foram calculadas a partir do tempo de estabilidade, identificado no sinal do torque, para evitar erros da fase de ajuste.

2.6 Análise estatística

A análise estatística foi realizada usando o software SPSS (Statistical Package for Social Science, versão 17). A normalidade dos dados foi verificada usando o teste de Shapiro-Wilk. Um teste t para amostras independentes foi aplicado para as variáveis idade, peso, altura, IMC e pico de torque. O teste Exato de Fisher foi aplicado para verificar a associação entre o sexo e o nível de atividade física. Foi aplicada uma ANOVA *two-way* de modelo misto para as variáveis do torque (DP, CV, tempo de estabilidade e FM) e variáveis dos sEMG (RMS_{norm} , DP_{norm} , CV_{norm} e FM). O sexo (mulheres e homens) foi considerado como fator entre-sujeitos e a intensidade (20%PT e 35%PT) foi considerada como fator intra-sujeitos. O teste de comparação múltipla de Bonferroni foi usado quando encontrada interação sexo X intensidade. O efeito da interação sexo X intensidade foi o interesse principal, quando essa interação não foi observada, o interesse foi o efeito principal do sexo. O tamanho de efeito foi relatado pelo partial eta squared (η^2). Tamanho de efeito pequeno corresponde à $\eta^2=0,0099$, tamanho de efeito médio à $\eta^2=0,0588$ e tamanho de efeito grande à $\eta^2=0,1379$ (RICHARDSON, 2011). O nível de significância foi determinado a 0,05.

3 RESULTADOS

3.1 Participantes

Oitenta e seis formulários online foram enviados (49 mulheres e 37 homens), 12 sujeitos não retornaram o formulário preenchido, 27 não atenderam aos critérios de inclusão e 13 foram excluídos de acordo com os critérios estabelecidos. Portanto, a amostra final foi composta por 34 sujeitos (17 mulheres e 17 homens) como ilustrado na Figura 2.

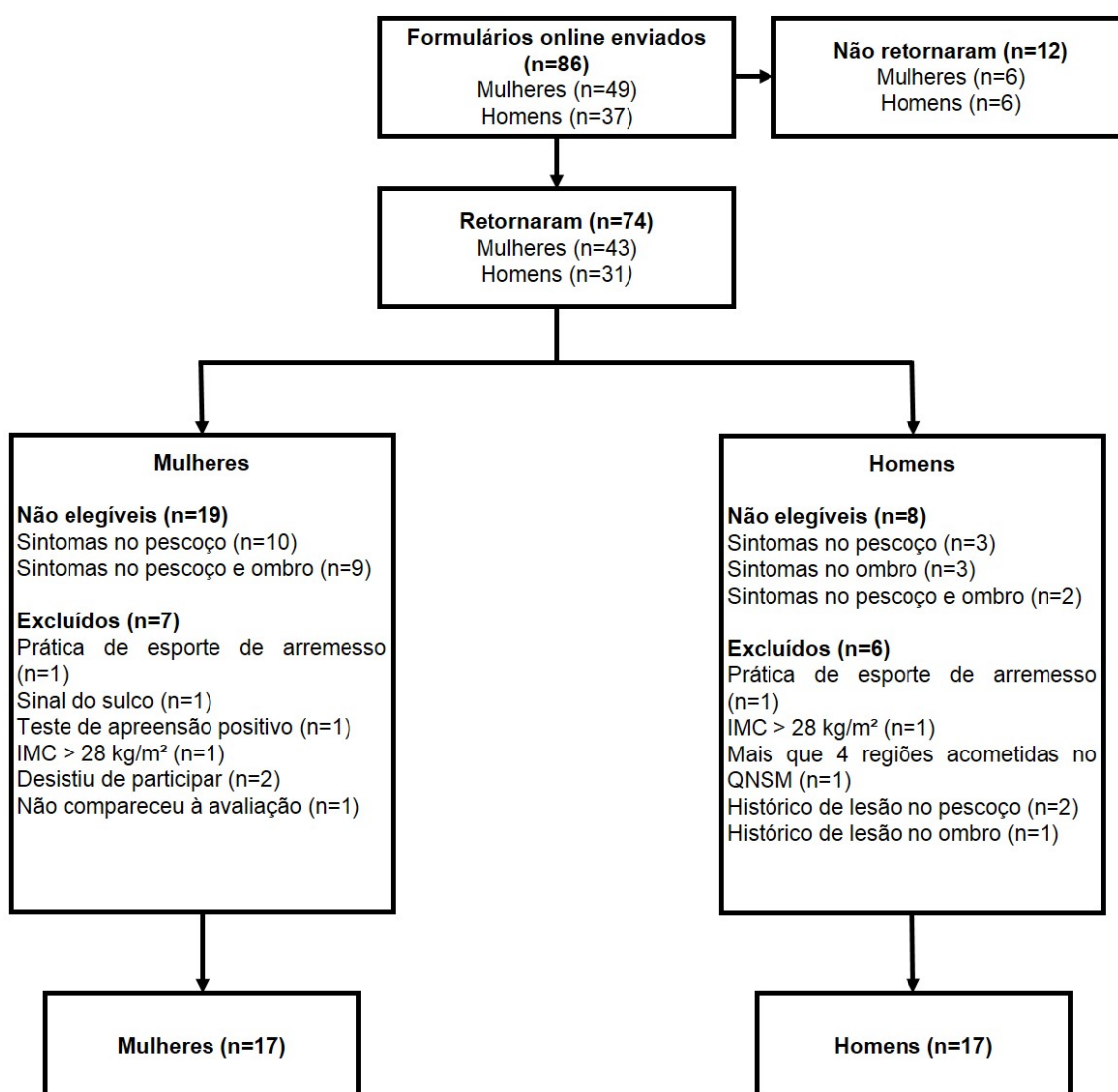


Figura 2. Fluxograma do estudo.

A caracterização dos participantes está descrita na Tabela 1. Foram encontradas diferenças entre mulheres e homens para idade ($P=0,03$), peso e altura ($P<0,001$), IMC ($P<0,01$) e pico de torque ($P<0,001$). Não foi encontrada associação entre o sexo e nível de atividade física ($P=0,62$). Todos os participantes tiveram dominância direita.

Tabela 1. Caracterização das mulheres e homens participantes do estudo. Dados quantitativos numéricos estão apresentados em média±desvio-padrão e os categóricos em porcentagem (%).

	Mulheres	Homens	P
Idade (anos)	26,12±3,97	23,53±2,45	0,03*
Peso (kg)	58,76±8,83	76,85±9,84	< 0,001***
Altura (cm)	163,65±5,34	176,35±6,50	< 0,001***
IMC (kg/m²)	21,91±2,85	24,70±2,79	< 0,01**
Pico de torque (Nm)	39,65±8,68	75,69±11,90	< 0,001***
Nível de atividade física			
Sedentário	0%	0%	
Irregularmente ativo tipo A	0%	0%	
Irregularmente ativo tipo B	17,65%	11,76%	0,62
Ativo	64,70%	52,94%	
Muito ativo	17,65%	35,29%	

IMC: Índice de Massa Corporal

* Diferenças estatisticamente significativas entre mulheres e homens ($P<0,05$); ** $P<0,01$; *** $P<0,001$

3.2 Manutenção do torque

Os valores de DP, CV, tempo de estabilidade e FM do torque durante a avaliação da manutenção do torque a 20%PT e 35%PT estão reportados na Tabela 2. Houve efeito significativo da interação sexo X intensidade para o DP com tamanho de efeito grande. A análise *post-hoc* mostrou que essa interação ocorreu em ambas as intensidades. Houve efeito significativo do sexo para a FM com tamanho de efeito grande. As mulheres apresentaram menor FM que os homens. A diferença média entre os grupos foi de -2,82 (-4,78; -0,86) Hz. Não houve efeito significativo da interação ou do sexo para o CV e tempo de estabilidade. No entanto, foi observado tamanho de efeito moderado para o CV na comparação entre os sexos. A Figura 3 mostra os sinais da manutenção do torque de uma mulher e um homem representativos da amostra. É possível observar que os comportamentos dos sinais são muito diferentes. A mulher apresentou oscilações de menor amplitude que o homem e suas flutuações do torque ocorreram menos frequentemente com o passar do tempo.

Tabela 2. Média±desvio-padrão do desvio-padrão, coeficiente de variação, tempo de estabilidade e frequência mediana do torque durante a manutenção do torque a 20% e 35% do pico de torque (PT). Valor de F, valor de P e tamanho de efeito - η^2 para os efeitos da interação (sexo X intensidade) e do sexo (mulheres e homens).

	20%PT		35%PT		Sexo X Intensidade			Sexo		
	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	F	P	η^2	F	P	η^2
Desvio-padrão (Nm)	0,49±0,14†	0,79±0,19	0,72±0,24†	1,41±0,23	27,77	< 0,001**	0,47	69,09	< 0,001	0,68
Coeficiente de variação (%)	2,67±0,55	2,82±0,79	3,32±0,88	3,89±0,65	2,84	0,10	0,08	2,74	0,11	0,08
Tempo de estabilidade (s)	2,72±0,94	2,48±0,57	2,35±0,60	2,10±0,43	< 0,01	0,98	< 0,01	1,45	0,24	0,04
Frequência mediana (Hz)	2,04±2,05	4,45±3,48	2,12±2,13	5,34±3,84	1,34	0,26	0,04	8,58	< 0,01*	0,21

* Efeitos estatisticamente significativos (P<0,01); ** P<0,001

† Diferenças estatisticamente significativas para a análise *post-hoc* (P<0,001)

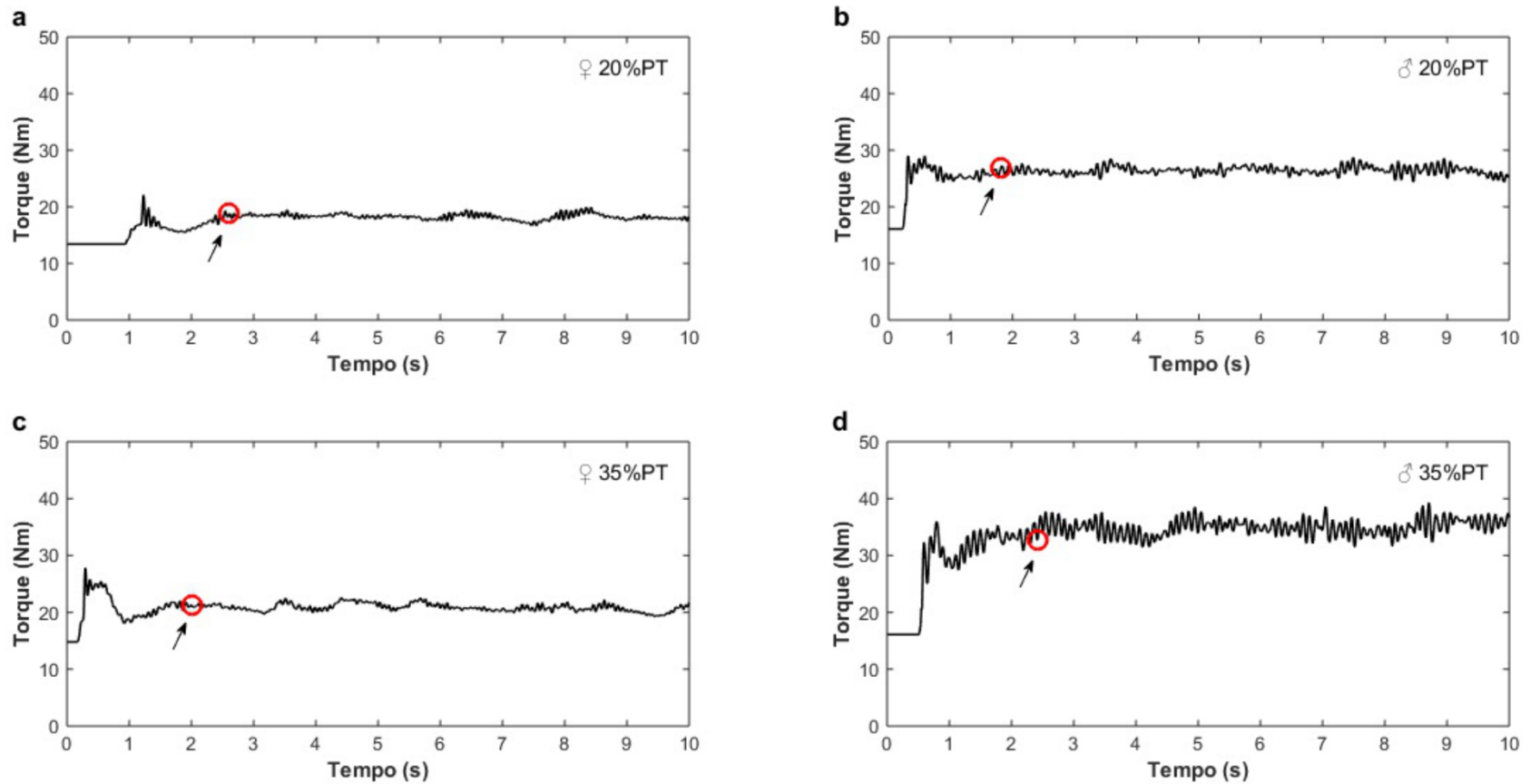


Figura 3. Torque registrado durante as contrações isométricas submáximas (manutenção do torque) a 20% e a 35% do pico de torque (PT) de uma mulher (♀) e um homem (♂) representativos da amostra: ♀ a 20%PT (a), ♂ a 20%PT (b), ♀ a 35%PT (c) e ♂ a 35%PT (d). Os círculos e as setas indicam o tempo de estabilidade.

3.3 Ativação muscular

A Tabela 3 mostra os valores RMS_{norm} , DP_{norm} , CV_{norm} e FM da ativação muscular durante a manutenção do torque a 20%PT e 35%PT. Não foi encontrado efeito significativo da interação sexo X intensidade para nenhuma das variáveis. Houve efeito significativo do sexo para os valores RMS_{norm} e DP_{norm} de todos os músculos avaliados, exceto o RMS_{norm} do SA. Além disso, foi encontrado efeito do sexo para o CV_{norm} do TSC. Foram observados tamanhos de efeito grandes para essas diferenças relatadas. As mulheres apresentaram maiores valores RMS_{norm} e DP_{norm} para quase todos os músculos e maior valor de CV_{norm} do TSC, como indicado na Tabela 4. Não houve efeito significativo do sexo para a FM de nenhum músculo avaliado.

Tabela 3. Média±desvio-padrão do *root mean square* (RMS), desvio-padrão, coeficiente de variação e frequência mediana dos sinais do trapézio superior – clavicular (TSC), trapézio superior – acromial (TSA), trapézio médio (TM), trapézio inferior (TI), serrátil anterior (SA) e deltoide anterior (DA) durante a manutenção do torque a 20% e 35% do pico de torque (PT). Valor de F, valor de P e tamanho de efeito - η^2 para os efeitos da interação (sexo X intensidade) e do sexo (mulheres e homens).

	20%PT		35%PT		Sexo X Intensidade			Sexo		
	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	F	P	η^2	F	P	η^2
RMS (%)										
TSC	24,73±7,32	17,74±5,22	32,11±8,10	25,35±7,73	0,03	0,88	< 0,01	8,54	0,01*	0,21
TSA	26,92±9,13	18,80±5,38	33,90±10,37	27,60±9,19	1,18	0,29	0,04	6,32	0,02*	0,21
TM	26,22±12,06	16,84±5,22	33,08±11,93	23,93±8,35	0,02	0,90	< 0,01	8,23	0,01*	0,21
TI	33,15±11,27	21,37±6,90	37,27±10,33	27,04±8,33	1,02	0,32	0,03	12,47	< 0,01**	0,28
SA	31,89±9,26	24,77±10,29	38,33±9,28	33,95±11,09	3,90	0,06	0,11	2,93	0,10	0,08
DA	28,22±8,57	21,42±5,82	34,46±7,62	30,00±6,06	3,00	0,09	0,09	5,78	0,02*	0,15
Desvio-padrão (%)										
TSC	5,73±2,07	3,49±1,41	8,08±2,96	5,45±2,11	2,55	0,12	0,07	9,85	< 0,01**	0,24
TSA	5,86±2,08	4,04±1,56	8,30±2,73	6,27±2,47	0,15	0,70	0,01	7,040	0,01*	0,18
TM	5,92±2,58	3,90±1,14	8,89±3,21	6,00±2,36	2,10	0,16	0,06	9,90	< 0,01**	0,24
TI	7,75±2,38	4,92±1,62	9,95±3,11	6,61±1,89	0,66	0,42	0,02	17,74	< 0,001***	0,36
SA	7,45±1,92	5,78±2,23	10,18±2,59	8,45±2,54	0,01	0,92	< 0,01	5,120	0,03*	0,14
DA	6,38±2,17	4,46±1,03	8,73±2,57	7,04±1,59	0,24	0,63	0,01	8,480	0,01*	0,21
Coeficiente de variação (%)										
TSC	21,48±3,85	19,45±3,34	24,80±5,24	21,27±3,03	1,77	0,19	0,05	5,07	0,03*	0,14
TSA	21,60±3,84	21,04±3,42	24,52±4,99	22,64±3,61	1,29	0,26	0,04	0,96	0,34	0,03
TM	22,70±4,34	23,60±4,62	27,04±6,42	24,73±4,12	3,55	0,07	0,10	0,23	0,63	0,01
TI	23,76±4,54	23,35±4,05	26,89±7,20	24,95±4,70	0,65	0,43	0,02	0,60	0,45	0,02
SA	23,57±4,59	23,58±3,77	26,71±5,36	25,42±4,69	0,82	0,37	0,03	0,21	0,65	0,01
DA	21,99±3,91	21,06±2,98	25,04±4,80	23,60±4,15	0,23	0,63	0,01	0,87	0,36	0,03

* Efeitos estatisticamente significativos (P<0,05); ** P<0,01; *** P<0,001

(Continua)

(Conclusão)

	20%PT		35%PT		Sexo X Intensidade			Sexo		
	Mulheres	Homens	Mulheres	Homens	F	P	η^2	F	P	η^2
Frequência mediana (Hz)										
TSC	82,38±15,59	85,33±13,48	84,80±17,68	87,53±12,32	0,02	0,90	< 0,01	0,32	0,58	0,01
TSA	78,43±6,85	77,54±5,88	79,05±7,20	78,84±5,16	0,53	0,47	0,02	0,67	0,80	< 0,01
TM	71,33±8,81	77,64±16,19	73,22±8,18	78,40±14,86	0,89	0,35	0,03	1,82	0,19	0,05
TI	67,19±7,57	70,25±8,88	67,09±6,96	70,64±8,40	0,41	0,53	0,01	1,49	0,23	0,04
SA	63,60±10,55	62,11±5,88	61,35±9,23	61,32±6,87	2,67	0,11	0,08	0,07	0,79	< 0,01
DA	85,58±5,38	89,20±9,95	84,63±5,53	88,48±11,11	0,04	0,85	< 0,01	1,76	0,20	0,05

Tabela 4. Diferença média (intervalo de confiança 95%) entre mulheres e homens para o *root mean square* (RMS), desvio-padrão, coeficiente de variação e frequência mediana dos sinais do trapézio superior – clavicular (TSC), trapézio superior – acromial (TSA), trapézio médio (TM), trapézio inferior (TI), serrátil anterior (SA) e deltoide anterior (DA) durante a manutenção do torque. A diferença média e o intervalo de confiança 95% resultam do efeito do sexo (mulheres e homens).

	RMS (%)	Desvio-padrão (%)	Coefficiente de variação (%)	Frequência mediana (Hz)
TSC	6,88 (2,08; 11,67)*	2,26 (0,79; 3,72)**	2,78 (0,26; 5,29)*	-2,84 (-13,11; 7,43)
TSA	7,21 (1,37; 13,06)*	1,93 (0,45; 3,41)*	1,22 (-1,32; 3,77)	0,55 (-3,77; 4,86)
TM	9,27 (2,69; 15,85)*	2,46 (0,87; 4,05)**	0,71 (-2,29; 3,71)	-5,75 (-14,41; 2,92)
TI	11,01 (4,66; 17,36)**	3,08 (1,59; 4,57)***	1,18 (-1,95; 4,30)	-3,31 (-8,84; 2,21)
SA	5,75 (-1,10; 12,60)	1,70 (0,17; 3,24)*	0,64 (-2,25; 3,54)	0,76 (-4,99; 6,51)
DA	5,63 (0,86; 10,40)*	1,81 (0,54; 3,07)*	1,19 (-1,40; 3,77)	-3,73 (-9,47; 2,01)

* Diferenças estatisticamente significativas entre mulheres e homens ($P < 0,05$); ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$

4 DISCUSSÃO

Em concordância com nossa hipótese os resultados mostraram diferenças significativas entre os sexos particularmente para o *output* do torque. As mulheres tiveram menores valores de DP e FM nos dois alvos estabelecidos (20%PT e 35%PT). Esses achados indicam que as mulheres tiveram menores e menos frequentes flutuações de torque durante a manutenção do torque quando comparados aos homens. Por outro lado, nossa hipótese de que as mulheres apresentariam menor variabilidade na ativação muscular do que os homens não foi suportada. As mulheres apresentaram valores de DP_{norm} mais altos para todos os músculos avaliados. As mulheres também apresentaram maior valor de CV_{norm} para o TSC.

As diferenças significativas entre os sexos na manutenção do torque, evidenciadas pelos menores valores de DP encontradas entre as mulheres, não estão de acordo com as diferenças relatadas por Brown, Edwards e Jakobi (2010), que encontraram maior CV durante a flexão do cotovelo em mulheres. Por outro lado, nossos resultados corroboram os achados de Svendsen e Madeleine (2010) que observaram menores valores de DP em mulheres durante a flexão submáxima do cotovelo. Além disso, Vafadar, Côté e Archambault (2015) reportaram menor variabilidade no senso de posição articular do ombro entre as mulheres.

A manutenção do torque é um teste que avalia o controle sensório-motor e que tem sido usado na avaliação do ombro (BANDHOLM et al., 2006; CAMARGO et al., 2009; ZANCA et al., 2013). De acordo com a literatura, quanto maior a habilidade do sujeito para atingir e sustentar o torque-alvo durante a contração submáxima, melhor o seu controle sensório-motor (BANDHOLM et al., 2008). As menores flutuações do torque observadas entre as mulheres apontam que homens e mulheres utilizam estratégias motoras diferentes.

Nós propomos que maiores flutuações do torque podem ser uma estratégia motora positiva adotada pelos homens. Zanca et al. (2013) encontraram maiores flutuações do torque na rotação do ombro entre atletas assintomáticos comparados a sujeitos que não eram atletas. Considerando que a variabilidade motora é interpretada como a variabilidade nas ações controladas pelo sistema sensório-motor (MADELEINE, 2010; SRINIVASAN; MATHIASSEN, 2012) e que a variabilidade motora tem sido aclamada como um aspecto positivo do controle motor (SRINIVASAN; MATHIASSEN, 2012), as oscilações no *output* do torque para atingir

e sustentar o torque-alvo podem ser consideradas como uma estratégia importante para redistribuir a carga e reduzir o estresse imposto sobre as estruturas osteomusculares (SRINIVASAN; MATHIASSEN, 2012; ZANCA et al., 2013).

Os resultados observados em atletas (ZANCA et al., 2013) foram atribuídos às adaptações decorrentes da prática esportiva. As diferenças que nós observamos entre homens e mulheres podem estar associadas à características intrínsecas/biológicas que diferenciam os sexos. Isso pode proteger os homens e/ou expor as mulheres a um maior risco de desenvolvimento de LER/DORT (SRINIVASAN; MATHIASSEN, 2012; VAFADAR; CÔTÉ; ARCHAMBAULT, 2015).

As mulheres também tiveram significativamente menores valores de FM durante a manutenção do torque. A análise do componente de frequência é um diferencial do nosso estudo uma vez que fornece uma outra abordagem sobre a ativação de unidades motoras que influenciam as flutuações de torque (TAYLOR et al., 2003). Essa informação é complementar aos componentes do domínio do tempo, tornando a avaliação do controle sensório-motor mais completa. Nós acreditamos que nossos achados podem ser explicados pelas diferenças na porcentagem dos tipos de fibra muscular.

Embora ainda seja controverso, a literatura tem sugerido que as mulheres têm mais fibras do tipo I do que os homens (SIMONEAU; BOUCHARD, 1989). As unidades motoras do tipo I têm menor velocidade na condução dos potenciais de ação do que as unidades motoras do tipo II (MORITANI; STEGEMAN; MERLETTI, 2004). Isso explica os menores valores de FM encontrados entre as mulheres. Uma vez que unidades motoras do tipo I são menores que as do tipo II, diferenças nos tipos de fibra muscular também podem explicar as diferenças no DP (amplitude das flutuações do torque) já discutidas.

Como esperado, as mulheres apresentaram significativamente menor capacidade de produção de torque (ALMUKLASS et al., 2016; BROWN; EDWARDS; JAKOBI, 2010; PEREIRA et al., 2015). Sabe-se que o comportamento das medidas absoluta (DP) e relativa (CV) das flutuações do torque mudam de acordo com o nível de força (ENOKA et al., 2003; TRACY, 2007). Quanto maior o torque-alvo, maiores são as flutuações absolutas do torque – DP (DEERING et al., 2017). Entretanto, as flutuações relativas (CV) diminuem quando o torque-alvo aumenta. Nós optamos por avaliar a manutenção do torque durante contrações submáximas a níveis relativos da capacidade máxima dos sujeitos. Uma vez que nós observamos diferença entre os sexos no PT, nós

não sabemos exatamente como o DP e CV se comportariam em torno de um torque-alvo absoluto – mesmo nível de contração aplicado para homens e mulheres.

Hunter et al. (2004) mostraram que mulheres e homens pareados em força produziram flutuações similares no torque flexor do cotovelo durante fadiga induzida por uma contração isométrica submáxima. Nós escolhemos recrutar mulheres e homens da mesma forma (sem pareamento na produção de força) para garantir a validade externa do estudo. Nossa intenção era compreender os mecanismos relacionados às diferenças vistas na prevalência de LER/DORT entre essas duas populações. Contudo, a avaliação de sujeitos com diferenças no PT pode ser considerada como uma limitação do nosso estudo devido à falta de clareza na relação entre PT, torques-alvo e manutenção do torque. Portanto, uma investigação com grupos pareados quanto ao PT pode auxiliar na compreensão dos mecanismos de controle sensorio-motor de mulheres e homens.

Apesar da falta de diferenças significativas entre os sexos no tempo de estabilidade, todas as variáveis foram calculadas a partir desse ponto. Isso ajuda a descartar de forma individual o período inicial de contração submáxima, evitando incluir parte da fase de ajuste na análise (CAMARGO et al., 2009; ZANCA et al., 2013). Nós acreditamos que esse cuidado é especialmente importante nas comparações entre sexos e encorajamos o uso do tempo de estabilidade como parâmetro para evitar erros da fase de ajuste.

Para nosso conhecimento, esse é o primeiro estudo que avaliou diferenças entre os sexos na manutenção do torque com registro simultâneo dos sEMG de todas as porções do trapézio, SA e DA. Nós encontramos valores RMS_{norm} significativamente maiores entre as mulheres do que entre os homens em quase todos os músculos avaliados. Esses achados estão em acordo com relatos prévios (JOHANSEN et al., 2013; NORDANDER et al., 2008). O maior valor de CV_{norm} do TSC, assim como os maiores valores de DP_{norm} encontrados para as mulheres em todos os músculos avaliados contrastam com a maior variabilidade da ativação muscular vista entre os homens (SRINIVASAN et al., 2016). Nós esperávamos encontrar também menores valores de DP_{norm} , CV_{norm} e FM dos sEMG em mulheres. Entretanto, nossos resultados de torque e ativação muscular apontam para direções opostas. Nós acreditamos que isso ocorreu devido aos diferentes *outputs* avaliados nas variáveis do torque e dos sEMG e ao método de normalização que nós aplicamos. Em relação às diferenças no *output*, o torque é o produto da ação de diferentes músculos que trabalham juntos para alcançar o

torque desejado. O dinamômetro isocinético registra o *output* completo dessa ação motora. Por outro lado, o *output* registrado pelo eletrodo que capta os sEMG é uma pequena amostra do que está acontecendo no músculo todo. Além disso, não é possível registrar os sinais de todos os músculos envolvidos na abdução do ombro no plano da escápula usando sEMG. Isso pode explicar parcialmente os comportamentos opostos do torque e ativação muscular.

Além disso, a normalização dos sEMG é um desafio, especialmente quando se fazem comparações entre os sexos. Ainda existem controvérsias quanto ao método mais indicado. Nós optamos por usar CVM's (BURDEN, 2010) mas contrações voluntárias submáximas também são recomendadas (CID et al., 2018). Nós encontramos diferenças significativas entre os sexos para os valores de normalização obtidos durante as CVM's de abdução do ombro no plano da escápula. As mulheres tiveram menores valores RMS durante essas CVM's, gerando algum viés para os músculos TM ($P=0,03$), TI ($P=0,01$) e SA ($P=0,02$). O menor *output* elétrico durante as CVM's observado em mulheres pode ter superestimado sua ativação muscular relativa durante a avaliação da manutenção do torque (BURDEN, 2010). Nós acreditamos que isso também pode explicar os comportamentos opostos do torque e da ativação muscular. Apesar disso, homens e mulheres tiveram um *output* elétrico similar para os músculos DA ($P=0,44$), TSC ($P=0,81$) e TSA ($P=0,19$) durante as CVM's de abdução do ombro no plano da escápula. Foram encontrados maiores níveis de ativação relativa para o trapézio superior em mulheres do que em homens. Essas diferenças também foram demonstradas quando homens e mulheres realizaram tarefas ocupacionais repetitivas similares (NORDANDER et al., 2008). Além disso, a ativação excessiva do músculo trapézio superior foi identificada em sujeitos com dor no ombro (LUDEWIG; COOK, 2000), aumentando o risco para o desenvolvimento de desordens nessa região, especialmente aquelas relacionadas ao trabalho (MADELEINE et al., 2003).

Nós encontramos diferenças significativas entre os sexos para a idade, peso, altura e IMC. A idade foi um dos nossos critérios de inclusão, nós avaliamos apenas participantes entre 18 e 35 anos de idade. Embora as mulheres foram significativamente mais velhas do que os homens, a idade média dos grupos está dentro de uma mesma categoria (adultos jovens). Como esperado, as mulheres foram menos pesadas, mais baixas e tiveram menor IMC do que os homens. Diferenças antropométricas entre os sexos já foram relatadas (CÔTÉ, 2012). Homens e mulheres tiveram o mesmo nível de atividade física. Esse é um fator importante que pode influenciar as flutuações do

torque. Adaptações neuromusculares decorrentes da prática de atividade física podem gerar diferentes comportamentos no recrutamento de unidades motoras (ENOKA et al., 2003). A avaliação de amostras pareadas de homens e mulheres com relação ao nível de atividade física promove maior confiabilidade para nossos achados.

Nós avaliamos mulheres e homens saudáveis, sem exposição regular à tarefas manuais repetitivas. Algum cuidado é necessário na interpretação dos nossos achados em relação a sujeitos sintomáticos e/ou ao contexto ocupacional. Todavia, nós apontamos que as diferenças entre os sexos no controle sensório-motor são um aspecto a ser considerado no modelo teórico do desenvolvimento de LER/DORT no pescoço/ombro. As menores flutuações do torque e a maior ativação muscular relativa, especialmente das porções do trapézio superior, podem expor as mulheres a um maior risco de lesão. Novos estudos podem considerar a investigação do efeito de um torque-alvo absoluto, bem como o comportamento de amostras pareadas pelas CVM's. Também é importante compreender como mulheres e homens diariamente expostos à tarefas de trabalho repetitivas, com e sem queixas musculoesqueléticas se comportam.

5 CONCLUSÃO

As mulheres apresentaram menores e menos frequentes flutuações do torque. As mulheres tiveram ainda maiores amplitude e variabilidade na ativação muscular, especialmente para o trapézio superior. Esses achados contribuem para o conhecimento das diferenças entre os sexos nos mecanismos fisiológicos envolvidos no controle sensório-motor e podem explicar parcialmente a maior prevalência de LER/DORT na região do pescoço/ombro em mulheres.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E NOVAS PERSPECTIVAS

- Ao contrário do esperado, os resultados do torque e da ativação muscular apontaram para direções diferentes. No entanto, esses achados referentes ao comportamento motor (principalmente a manutenção do torque) podem explicar parcialmente a maior prevalência de LER/DORT entre as mulheres. Esse estudo contribui com a literatura científica indicando que o controle sensório-motor do ombro é mais um fator a ser considerado na comparação entre os sexos.

- A força muscular – capacidade de produção de torque – parece realmente ser um fator determinante na comparação entre os sexos pois observamos diferenças muito grandes no PT. O controle desse fator pode comprometer a validade externa de um estudo mas pode ajudar na interpretação dos achados de amplitude e frequência das oscilações do torque sustentado em torno de um alvo baseado no pico.

- A normalização da eletromiografia de superfície ainda é um desafio pois não há um consenso totalmente fechado sobre o método mais indicado para comparação da ativação muscular entre os sexos. Para este trabalho foi escolhido um método de normalização indicado pela literatura mas ainda assim a limitação referente a esse aspecto pode ter interferido nos resultados apresentados.

- Foram avaliados sujeitos jovens e saudáveis, por isso os resultados aqui apresentados são considerados como estratégias motoras intrínsecas normais. A avaliação de homens e mulheres com sintomas pode trazer novas contribuições para o estudo da região do pescoço/ombro.

- As LER/DORTs não surgem somente por conta das condições do indivíduo mas sim da interação dele com a tarefa ocupacional desempenhada. Portanto, é importante investigar diferenças entre os sexos no comportamento motor de trabalhadores(as) experientes.

REFERÊNCIAS

- ALMUKLASS, A. M. et al. Force steadiness as a predictor of time to complete a pegboard test of dexterity in young men and women. **Journal Applied Physiology**, v. 120, n. 12, p. 1410–1417, 2016.
- ANDERS, C. et al. Activation of shoulder muscles in healthy men and women under isometric conditions. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 14, n. 6, p. 699–707, 2004.
- ARVIDSSON, I. et al. Musculoskeletal disorders among female and male air traffic controllers performing identical and demanding computer work. **Ergonomics**, v. 49, n. 11, p. 1052–1067, 2006.
- BANDHOLM, T. et al. Force steadiness, muscle activity, and maximal muscle strength in subjects with subacromial impingement syndrome. **Muscle & Nerve**, v. 34, n. 5, p. 631–639, 2006.
- BANDHOLM, T. et al. Effects of experimental muscle pain on shoulder-abduction force steadiness and muscle activity in healthy subjects. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 6, p. 643–650, 2008.
- BROWN, R. E.; EDWARDS, D. L.; JAKOBI, J. M. Sex differences in force steadiness in three positions of the forearm. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 6, p. 1251–1257, 2010.
- BURDEN, A. How should we normalize electromyograms obtained from healthy participants? What we have learned from over 25 years of research. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 20, n. 6, p. 1023–1035, 2010.
- CAMARGO, P. R. et al. Shoulder abduction torque steadiness is preserved in subacromial impingement syndrome. **European Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 3, p. 381–387, 2009.
- CHOW, J. W.; STOKIC, D. S. Impaired force steadiness is associated with changes in force frequency composition in subacute stroke. **Neuroscience**, v. 242, p. 69–77, 2013.
- CID, M. M. **Avaliação dos métodos de normalização do sinal eletromiográfico dos músculos trapézio e serrátil anterior**. 2017. 60 f. Dissertação (Mestrado em Fisioterapia) – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Fisioterapia, 2017.
- CID, M. M. et al. Normalization of the trapezius sEMG signal – a reliability study on women with and without neck-shoulder pain. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 22, n. 2, p. 110–119, 2018.
- CÔTÉ, J. N. A critical review on physical factors and functional characteristics that may explain a sex/gender difference in work-related neck/shoulder disorders. **Ergonomics**, v. 55, n. 2, p. 173–182, 2012.

- CÔTÉ, J. N. Adaptations to neck/shoulder fatigue and injuries. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 826, p. 205–228, 2014.
- DEERING, R. E. et al. Muscle function and fatigability of trunk flexors in males and females. **Biology of Sex Differences**, v. 8, n. 1, p. 1–12, 2017.
- EBAUGH, D. D.; MCCLURE, P. W.; KARDUNA, A. R. Three-dimensional scapulothoracic motion during active and passive arm elevation. **Clinical Biomechanics**, v. 20, n. 7, p. 700–709, 2005.
- ENOKA, R. M. et al. Mechanisms that contribute to differences in motor performance between young and old adults. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 13, n. 1, p. 1–12, 2003.
- FALLA, D.; ARENDT-NIELSEN, L.; FARINA, D. Gender-specific adaptations of upper trapezius muscle activity to acute nociceptive stimulation. **Pain**, v. 138, n. 1, p. 217–225, 2008.
- HARDWICK, D. H. et al. A comparison of serratus anterior muscle activation during a wall slide exercise and other traditional exercises. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 36, n. 12, p. 903–910, 2006.
- HOLTERMANN, A. et al. Selective activation of neuromuscular compartments within the human trapezius muscle. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 5, p. 896–902, 2009.
- HOOFTMAN, W. E. et al. Gender differences in self-reported physical and psychosocial exposures in jobs with both female and male workers. **Journal of Occupational and Environmental Medicine**, v. 47, n. 3, p. 244–252, 2005.
- HOOFTMAN, W. E. et al. Is there a gender difference in the effect of work-related physical and psychosocial risk factors on musculoskeletal symptoms and related sickness absence? **Scandinavian Journal of Work, Environment and Health**, v. 35, n. 2, p. 85–95, 2009.
- HUNTER, S. K. et al. Fatigability of the elbow flexor muscles for a sustained submaximal contraction is similar in men and women matched for strength. **Journal Applied Physiology**, v. 96, n. 1, p. 195–202, 2004.
- JOHANSEN, T. I. et al. Gender effects on the coordination of subdivisions of the trapezius muscle during a repetitive box-folding task. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 1, p. 175–182, 2013.
- LEWIS, C.; MATHIASSEN, S. E. **Physical work, gender, and health in working life**. State of knowledge report. Stockholm: Swedish Work Environment Authority, 2013.
- LINDMAN, R.; ERIKSSON, Q.; THORNELL, L. E. Fiber type composition of the human male trapezius muscle enzyme-histochemical characteristics. **The American Journal of Anatomy**, v. 189, n. 3, p. 236–244, 1990.

LINDMAN, R.; ERIKSSON, Q.; THORNELL, L. E. Fiber type composition of the human female trapezius muscle: enzyme-histochemical characteristics. **The American Journal of Anatomy**, v. 190, n. 4, p. 385–392, 1991.

LUDEWIG, P. M.; COOK, T. M. Alterations in shoulder kinematics and associated muscle activity in people with symptoms of shoulder impingement. **Physical Therapy**, v. 80, n. 3, p. 276–91, 2000.

MADELEINE, P. et al. The effects of neck-shoulder pain development on sensory-motor interactions among female workers in the poultry and fish industries. A prospective study. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 76, n. 1, p. 39–49, 2003.

MADELEINE, P. On functional motor adaptations: From the quantification of motor strategies to the prevention of musculoskeletal disorders in the neck-shoulder region. **Acta Physiologica**, v. 199, n. s679, p. 1–46, 2010.

MATHIASSEN, S. E.; WINKEL, J.; HÄGG, G. M. Normalization of surface EMG amplitude from the upper trapezius muscle in ergonomic studies—a review. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 5, n. 4, p. 197–226, 1995.

MORITANI, T; STEGEMAN, D; MERLETTI, R. Basic physiology and biophysics of EMG signal generation. In: MERLETTI, R; PARKER, P. **Electromyography: physiology, engineering, and noninvasive applications**. ed. 1. [S.I.]: John Wiley & Sons, 2004. 1-25.

MYERS, J. B.; LEPHART, S. M. Sensorimotor deficits contributing to glenohumeral instability. **Clinical Orthopaedics and Related Research**, n. 400, p. 98–104, 2002.

MYERS, J. B.; WASSINGER, C. A.; LEPHART, S. M. Sensorimotor contribution to shoulder stability: Effect of injury and rehabilitation. **Manual Therapy**, v. 11, n. 3, p. 197–201, 2006.

NORDANDER, C. et al. Gender differences in workers with identical repetitive industrial tasks: exposure and musculoskeletal disorders. **International Archives of Occupational and Environmental Health**, v. 81, n. 8, p. 939–947, 2008.

NORHEIM, K. L. et al. The effects of age and musculoskeletal pain on force variability among manual workers. **Human Movement Science**, v. 64, p. 19–27, 2019.

OTTO, A.; EMERY, K.; CÔTÉ, J. N. Differences in muscular and perceptual responses to a neck/shoulder fatiguing task between women and men. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 43, p. 140–147, 2018.

PEARSON, I. et al. Maximal voluntary isometric neck strength deficits in adults with whiplash-associated disorders and association with pain and fear of movement. **Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy**, v. 39, n. 3, p. 179–187, 2009.

PEREIRA, H. M. et al. Age and sex differences in steadiness of elbow flexor muscles with imposed cognitive demand. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n.

6, p. 1367–1379, 2015.

RICHARDSON, J. T. E. Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. **Educational Research Review**, v. 6, n. 2, p. 135–147, 2011.

RIEMANN, B. L.; LEPHART, S. M. The Sensorimotor System, Part I: The Stability. **Journal of Athletic Training**, v. 37, n. 1, p. 71–79, 2002.

ROSA, L. R. S. **Análise cinemática em indivíduos com e sem dor no pescoço: relação entre cabeça e mandíbula e influência do sexo**. 2018. 69 f. Tese (Doutorado em Fisioterapia) – Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Fisioterapia, 2018.

SANTOS, G. L. et al. Torque steadiness and muscle activation are bilaterally impaired during shoulder abduction and flexion in chronic post-stroke subjects. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 30, p. 151–160, 2016.

SENIAM - **Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles**, 2018. Disponível em: <http://www.seniam.org>. Acesso em: 14 dez. 2018.

SIMONEAU, J.; BOUCHARD, C. Human variation in skeletal muscle fiber-type proportion and enzyme activities. **American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism**, v. 257, n. 4, p. 567–572, 1989.

SRINIVASAN, D. et al. Gender differences in fatigability and muscle activity responses to a short-cycle repetitive task. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 11–12, p. 2357–2365, 2016.

SRINIVASAN, D.; MATHIASSEN, S. E. Motor variability in occupational health and performance. **Clinical Biomechanics**, v. 27, n. 10, p. 979–993, 2012.

SVENDSEN, J. H.; MADELEINE, P. Amount and structure of force variability during short, ramp and sustained contractions in males and females. **Human Movement Science**, v. 29, n. 1, p. 35–47, 2010.

SZUCS, K. A.; BORSTAD, J. D. Gender differences between muscle activation and onset timing of the four subdivisions of trapezius during humerothoracic elevation. **Human Movement Science**, v. 32, n. 6, p. 1288–1298, 2013.

TAYLOR, A. M. et al. Multiple features of motor-unit activity influence force fluctuations during isometric contractions. **Journal of Neurophysiology**, v. 90, n. 2, p. 1350–1361, 2003.

TRACY, B. L. Visuomotor contribution to force variability in the plantarflexor and dorsiflexor muscles. **Human Movement Science**, v. 26, n. 6, p. 796–807, 2007.

TREASTER, D. E.; BURR, D. Gender differences in prevalence of upper extremity musculoskeletal disorders. **Ergonomics**, v. 47, n. 5, p. 495–526, 2004.

VAFADAR, A. K.; CÔTÉ, J. N.; ARCHAMBAULT, P. S. Sex differences in the shoulder joint position sense acuity: a cross-sectional study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 16, n. 1, p. 273, 2015.

ZANCA, G. G. et al. Shoulder internal and external rotations torque steadiness in overhead athletes with and without impingement symptoms. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 16, n. 5, p. 433–437, 2013.

ZANCA, G. G. et al. EMG of upper trapezius - Electrode sites and association with clavicular kinematics. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 24, n. 6, p. 868–874, 2014.

ANEXO I – Confirmação da submissão do manuscrito ao European Journal of Applied Physiology



Lucas Zancanaro <lucaslzancanaro@gmail.com>

Fwd: EJAP-D-18-01041 - Submission Confirmation

1 mensagem

Ana Beatriz Oliveira <biaoliveira@gmail.com>

21 de janeiro de 2019 16:34

Para: Lucas Zancanaro <lucaslzancanaro@gmail.com>

----- Forwarded message -----

From: European Journal of Applied Physiology (EJAP) <em@editorialmanager.com>

Date: Wed, Dec 19, 2018 at 6:45 PM

Subject: EJAP-D-18-01041 - Submission Confirmation

To: Ana Beatriz Oliveira <biaoliveira@gmail.com>

Dear Dr Oliveira,

Thank you for submitting your manuscript, Sex differences in torque steadiness and activation of the shoulder girdle muscles during isometric shoulder scaption, to European Journal of Applied Physiology.

The submission id is: EJAP-D-18-01041

Please refer to this number in any future correspondence.

During the review process, you can keep track of the status of your manuscript by accessing the journal's website.

Your username is: biaoliveira

If you forgot your password, you can click the 'Send Login Details' link on the EM Login page at

<https://ejap.editorialmanager.com/>

Should you require any further assistance please feel free to e-mail the Editorial Office by clicking on "Contact Us" in the menu bar at the top of the screen.

With kind regards,
Springer Journals Editorial Office
European Journal of Applied Physiology