



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA  
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA  
ANO LECTIVO 2015/2016

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**Influência de três protocolos de fadiga (isométrico, excêntrico e concêntrico) dos rotadores externos do ombro no senso de posição articular ativo do ombro em indivíduos saudáveis.**

Fábio Manuel Martins Gonçalves  
Estudante de Fisioterapia  
Escola Superior de Saúde - UFP  
27341@ufp.edu.pt

Orientador  
Sandra Rodrigues  
Escola Superior de Saúde -UFP  
[sandrar@ufp.edu.pt](mailto:sandrar@ufp.edu.pt)

Co-orientador  
Adérito Seixas  
Escola Superior de Saúde – UFP  
[aderito@ufp.edu.pt](mailto:aderito@ufp.edu.pt)

Porto, Julho de 2016

## Resumo

**Objetivo:** O objetivo do presente estudo foi averiguar a existência de diferenças significativas entre três protocolos de fadiga (isométrico, excêntrico e concêntrico) dos rotadores externos do ombro no senso de posição articular ativo do ombro, no tempo decorrido até fadiga reportada, no esforço percebido e no *peak torque* desenvolvido, em indivíduos saudáveis. **Materiais e métodos:** 11 participantes com idades compreendidas entre 21 e 26 anos, sendo 4 do sexo feminino e 7 do sexo masculino, integraram o presente estudo. Cada participante foi submetido a 1 de 3 protocolos de fadiga, de forma aleatória, com um *wash out period* de uma semana. Foi utilizada a Escala de percepção de esforço de Borg, o questionário de preferência lateral de Van Strien (2002) e Dinamómetro isocinético Biodex onde se realizou a avaliação do senso de posição e os protocolos de fadiga para os rotadores externos do ombro. **Resultados:** Observou-se um aumento dos erros no senso de posição após a realização dos três protocolos de fadiga (isométrico, excêntrico e concêntrico). Não existem diferenças no senso de posição após e entre os três tipos de fadiga. **Conclusão:** Com a fadiga dos rotadores externos do ombro observaram-se alterações significativas no senso de posição articular do ombro, não havendo, no entanto, diferenças entre os três tipos de fadiga reportada.

**Palavras-chave:** fadiga, senso de posição articular, propriocepção.

## Abstract

**Purpose:** the aim of this study was to investigate the existence of differences between three fatigue protocols (isometric, eccentric and concentric) of the external rotators shoulder muscles in the active joint position sense. **Material and methods:** 11 participants aged between 21 and 26 years old, 4 female and 7 male individuals participated in the study. Each participant was assigned randomly to one fatigue protocol, with a *wash out period* of one week. It was used the the Borg Scale of Perceived Exertion, Handedness questionnaire of Van Strien (2002) Dynamometer and Isokinetic Biodex where they underwent the evaluation of position sense and external rotators shoulder muscles fatigue protocols. **Results:** The results demonstrate the existence of a significant proprioceptive difference after performed fatigue protocols and an error increase in the position sense was noticed. There were no differences between the three types of fatigue reported. **Conclusion:** It is concluded that wearying external rotators shoulder muscles, were noticed significant changes in joint position sense of the shoulder.

**Palavras-chave:** fatigue, joint position sense, proprioception.

## **Introdução**

O ombro apresenta uma grande mobilidade, com conseqüente perda de estabilidade (Myers, Wassinger e Lephart, 2006). A estabilização do ombro é conseguida através da interação de estabilizadores estáticos e dinâmicos. Os estabilizadores estáticos incluem a anatomia óssea, a pressão interarticular negativa, o *labrum* glenoideu, a cápsula articular e os ligamentos glenoumerais. Os estabilizadores dinâmicos são principalmente os músculos da coifa dos rotadores assim como os músculos que envolvem a articulação glenoumeral. Quando esta musculatura entra em fadiga, a mecânica da articulação altera-se, podendo levar ao aparecimento de patologias (Minning, Eliot, Uhl e Malone, 2007; Funk, Owe e Bonner, 2014).

Os mecanismos de estabilização do ombro são mediados pelo sistema sensoriomotor que é constituído pelo sistema propriocetivo e pelo controlo neuromuscular. A proprioceção constitui um sistema de biofeedback, através do qual os estímulos provenientes dos recetores periféricos são integrados e enviados para o sistema nervoso central para processamento. O senso de posição, componente do sistema propriocetivo, permite a identificação da posição dos segmentos corporais no espaço, sendo a cinestesia a capacidade de perceção de movimento dos segmentos e o senso de tensão a capacidade de perceber a quantidade de força necessária para desenvolver determinada ação (Suprak, 2011). Os responsáveis por esse sistema de feedback são denominados de mecanorreceptores. Estes mecanorreceptores periféricos localizados nas articulações, cápsulas, ligamentos, músculos, tendões e pele, fornecem ao sistema nervoso central informações sobre o senso de posição articular, tensão muscular e cinestesia, de forma a modificar o controlo motor (Yang, et al. 2008). O senso de posição articular é avaliado através da reprodução de posicionamento articular passivo ou ativo (Lee, et al. 2003; Yang, et al. 2008) e são os recetores que se encontram em torno da articulação, provenientes dos músculos, ligamentos, cápsula e da pele os responsáveis por essa monitorização propriocetiva. Destes, os mecanorreceptores musculares têm uma grande influência sobre a proprioceção e podem ser alterados por fadiga muscular (Guo, et al. 2011).

A fadiga é descrita na literatura como mecanismos com potencial de afetar a propriocetividade e é caracterizada por uma diminuição no desempenho físico associado com um aumento da dificuldade para realizar uma tarefa ou um exercício. É também descrita como uma redução induzida pelo exercício na capacidade do músculo gerar força

(Abd-Elfattah, Abdelazeim e Elshennawy, 2015), ou ainda como uma diminuição transitória na capacidade dos músculos realizarem atividade física, com consequente declínio na capacidade de produção de força, como resposta à exposição prolongada a uma determinada tarefa. A fadiga muscular pode ainda ser quantificada através de mudanças na atividade muscular e potência máxima (Abd-Elfattah, Abdelazeim e Elshennawy, 2015; McDonald, Calvin, e Keir, 2015).

A fadiga diferencia-se em fadiga central e periférica. A fadiga central tem sido descrita como uma redução progressiva da capacidade do sistema nervoso central de maximizar a atividade muscular e tem origens medulares e supra-medulares. Fadiga periférica é descrita como uma diminuição na força contrátil das fibras musculares e alteração nos mecanismos subjacentes à transmissão de potenciais de ação muscular, com consequente alteração do *output* motor e eficiência da contração, redução do aporte sanguíneo ao músculo e na disponibilidade de oxigênio (Abd-Elfattah, Abdelazeim e Elshennawy, 2015; Sharples, Gould, Vandenberg e Kalmar, 2016).

Uma vez que a propriocepção articular tem um papel crucial no desempenho e manutenção da estabilidade funcional da articulação, o déficit na propriocepção como resultado da fadiga central e/ou periférica pode constituir risco acrescido de lesão (Abd-Elfattah, Abdelazeim e Elshennawy, 2015).

No ombro, a fadiga dos rotadores da glenoumeral tem potencial de alterar a propriocepção pelos mecanismos atrás referidos de modificação da resposta sensorial dos mecanorreceptores do músculo em fadiga, mas também por alteração da cinemática articular, com consequente alteração do padrão de movimento da cintura escapular, associado à mudança no ritmo escapulo-umeral (movimento linear da rotação da escápula associado ao movimento do úmero, sendo responsável por aproximadamente 30-40% da elevação do braço (Guo, et al. 2011; Fayad, et al. 2008).

Neste sentido, constitui objetivo do presente estudo averiguar a existência de diferenças significativas entre três protocolos de fadiga (isométrico, excêntrico e concêntrico) dos rotadores externos do ombro no senso de posição articular ativo do ombro, no tempo transcorrido até fadiga reportada, no esforço percebido e no *peak torque* desenvolvido, em indivíduos saudáveis.

## Metodologia

### Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo de carácter experimental.

### Amostra

Integraram o presente estudo 11 participantes pertencentes à Universidade Fernando Pessoa, com as idades compreendidas entre 21 e 26 anos (média=22,45; DP=1,64), peso (média=66,36; DP=11,33) e altura (média=171,51; DP=8,46). Sendo 8 (72,78%) destrostrímanos e 3 (27,27%) sinistromanos, 4 (36,36%) participantes do sexo feminino e 7 (63,64%) participantes do sexo masculino. (consultar tabela 1).

**Tabela 1.** Dados referentes à idade e características antropométricas dos participantes do estudo (Média ± Desvio Padrão).

	<b>Media ± DP</b>
<b>Idade (anos)</b>	22,45±1,64
<b>Peso (kg)</b>	66,36±11,33
<b>Altura (cm)</b>	171,51±8,46

### Critérios de Inclusão

Constituíram critérios de inclusão serem alunos de ambos os géneros, do curso de Fisioterapia da Universidade Fernando Pessoa, com idade compreendida entre os 18 e os 30 anos.

### Critérios de Exclusão

Constituíram critérios de exclusão, presença de dor ou historial de lesões no ombro e cervical, gravidez, apresentarem rigidez articular e laxidez ligamentar da glenoumeral (sinal polegar – antebraço positivo, recurvatum do cotovelo bilateral e hiperextensão das metatarso-falângicas) (Suprak, 2011).

Foram também realizados os testes: *Jobe, Neer, Hawkins, Full Can, Scapular assistance test, scapular retraction, load and shift test, o Speed's test, Biceps load II test, o O'brien*

*test, the poterior subluxation test*, de forma a identificar possíveis co-morbilidades no complexo articular do ombro, que constituiriam critérios de exclusão.

Os critérios de exclusão específicos para o uso do isocinético são restrições de cicatrização dos tecidos, dor, limitação do movimento, derrame articular, instabilidade e distensões agudas (Ellenbecker, Todd e George, 2000). Situações estas que também constituíram critérios de exclusão neste estudo.

## **Instrumentos**

Foi utilizada no presente estudo a escala de percepção de esforço de Borg: A escala permite a monitorização do grau de esforço associado a determinada tarefa e é graduada de 0 a 10, sendo zero a correspondente a “sem nenhum esforço”, 5 “esforço moderado” e 10 “esforço máximo”. A escala é mostrada aos participantes que escolhem um número consoante o esforço realizado (Strimpakos, et al. 2005).

O dinamómetro isocinetico Biodex é um instrumento muito utilizado na avaliação e reabilitação de lesões desportivas, desempenhando um papel importante no sentido de facilitar o exame, tratamento e valorização do desempenho de um atleta (Ellenbecker, George, 2000). Relativamente à sua fiabilidade, ele é descrito como um instrumento fiável para a avaliação da proprioceptividade do ombro.

O questionário de preferência lateral de Van Strien (2002) foi utilizado para determinar qual o membro dominante dos participantes.

## **Procedimentos**

Após obtenção da aprovação para a realização do estudo pela comissão de ética da Universidade Fernando Pessoa, todos os participantes que se voluntariaram a integrar o presente estudo foram convidados a assinar o formulário de consentimento informado, sendo garantido o anonimato e a confidencialidade dos dados através da atribuição de códigos numéricos e não arquivando os questionários juntamente com as declarações de consentimento. Foi também garantida a possibilidade de desistência a qualquer momento e sem qualquer prejuízo pessoal. Seguidamente foi solicitado a todos os participantes que preenchessem o questionário de caracterização da amostra e o questionário de preferência lateral de Van Strien (2012). Os participantes foram também pesados e medidos.

Diariamente, e antes das avaliações, o dinamómetro foi calibrado, seguidamente o participante foi posicionado no dinamómetro isocinético e os cintos de estabilização foram ajustados para restrição dos movimentos do tronco e de possíveis compensações. O paciente foi posicionado com 90<sup>a</sup> de abdução do ombro e rotação interna, no plano da escápula, com o cotovelo a 90° de flexão e o antebraço em pronação, sendo todos os procedimentos realizados no membro dominante.

Cada participante realizou três avaliações em três semanas distintas onde em cada semana realizaram o protocolo de avaliação do senso de posição articular antes e após um dos protocolos de fadiga, que eram selecionados aleatoriamente.

O protocolo de avaliação do senso de posição articular consistiu no reposicionamento ativo, realizado no dinamómetro isocinético, para 0°, 45° e 80°, no sentido da rotação externa. O protocolo foi repetido três vezes para cada ângulo.

Para o protocolo de fadiga isométrico dos rotadores externos do ombro, foi solicitado a cada participante que realizasse uma contração máxima mantida até à exaustão. Durante o procedimento os participantes foram estimulados verbalmente a manter o nível de força durante o maior tempo possível, até que o participante referisse verbalmente a incapacidade de continuar a realizar força, critério que determinava o fim do teste.

Para o protocolo de fadiga excêntrico dos rotadores externos do ombro, foi solicitado a cada participante que realizasse contração muscular máxima até à exaustão. Durante o procedimento os participantes foram estimulados verbalmente a manter o procedimento durante o maior tempo possível, até à exaustão reportada, critério que determinava o fim do teste.

Para o protocolo de fadiga concêntrico dos rotadores externos do ombro, foi solicitado a cada participante que realizasse contração muscular máxima até à exaustão. Durante o procedimento os participantes foram estimulados verbalmente a manter o procedimento durante o maior tempo possível até à exaustão reportada, critério que determinava o fim do teste.

Por fim, o protocolo de avaliação do senso de posição articular era novamente realizado imediatamente após o protocolo de fadiga utilizado.

## Procedimentos estatísticos

A análise de dados foi efetuada recorrendo ao software de análise estatística IBM SPSS® 23 para o Windows. Através da estatística descritiva (média e desvio padrão) foi feita a caracterização da amostra e das variáveis em estudo. Após averiguar a normalidade da distribuição da amostra através do teste de *Shapiro Wilk*, foi selecionado o teste não paramétrico de *Wilcoxon* de forma a averiguar a existência de possíveis diferenças no senso de posição antes e após o procedimento de fadiga. O teste de *Friedman two way analysis of variance by ranks* foi selecionado para avaliar se existiam diferenças significativas entre os três tipos de fadiga relativamente aos erros no senso de posição ativo final, ao tempo transcorrido até fadiga, ao *peak torque* e ao esforço percebido, para um  $\alpha$  de 0,05.

## Resultados

Na tabela 2 encontram-se os listados os valores referentes à média e o desvio padrão de cada posição (0°, 45° e 80°) para o senso de posição, o *peak tork*, o esforço percebido e o tempo transcorrido até fadiga, para cada tipo de fadiga (isométrica, excêntrica e concêntrica).

Através do teste de *Wilcoxon*, foram encontradas diferenças significativas entre o erro angular absoluto inicial e final, na amplitude de 0°, para a fadiga isométrica ( $p=0,033$ ), entre o erro angular absoluto inicial e final, na amplitude de 0°, para a fadiga excêntrica ( $p=0,006$ ) e entre o senso de posição inicial e final, na amplitude de 45°, para a fadiga concêntrica ( $p=0,036$ ). Através do resultado do teste de *Friedman two way analysis of variance by ranks* foram encontradas diferenças significativas entre os três tipos de fadiga apenas na variável tempo transcorrido até fadiga reportada ( $p=0,001$ ). O resultado referente à comparação par a par para a variável tempo decorrido até à fadiga, revelou existirem diferenças significativas entre a fadiga isométrica e excêntrica ( $p=0,043$ ) e a fadiga isométrica e concêntrica ( $p=0,001$ ). Em ambos os casos os participantes da presente amostra atingiram a fadiga reportada mais rapidamente durante os protocolos isométricos do que durante os concêntricos ou excêntricos.

**Tabela 2.** Dados referentes à média e desvio padrão do senso de posição ativo para cada uma das amplitudes estudadas (0°, 45° e 80°), do tempo decorrido até à fadiga reportada, do esforço percebido para a realização do teste (Borg) e do *peak torque*.

	<b>Isométrico</b>	<b>Excêntrico</b>	<b>Concêntrico</b>	
	Media ± DP	Media ± DP	Media ± DP	<i>p</i>
<b>Erro angular absoluto inicial p0°</b>	2,75°±1,72	3,11°±1,55	4,53°±1,78	0,307
<b>Erro angular absoluto final p0°</b>	5,45°±3,07	5,09°±1,41	4,35°±1,77	0,739
<i>P</i>	0,033*	0,006*	0,285	
<b>Erro angular absoluto inicial p45°</b>	3,65°±1,58	4,22°±2,02	3,46°±2,12	0,761
<b>Erro angular absoluto final p45°</b>	4,05°±2,93	3,46°±1,78	6,46°±3,89	0,086
<i>P</i>	0,790	0,789	0,036*	
<b>Erro angular absoluto inicial p80°</b>	4,42°±1,85	4,00°±2,20	4,54°±1,86	0,404
<b>Erro angular absoluto final p80°</b>	5,00°±2,36	4,91°±1,85	4,76°±2,08	0,529
<i>P</i>	0,450	0,398	0,894	
<b>Tempo (s)</b>	79,73s±40,89	142,09s±41,37	186,55s±54,78	0,001*
<b>Borg</b>	15,27±1,62	16,45±1,21	15,55±1,37	0,226
<b>Peak torque</b>	30,15N.m±10,19	25,16N.m±7,75	27,25N.m±8,16	0,103

Valores expressos em Media e desvio padrão (DP); *p1* corresponde ao Teste de Two-way; *p2* corresponde ao teste de Wilcoxon. \* Representa significância estatística,  $p \leq 0,05$ .

## Discussão

O objetivo do presente estudo foi averiguar a existência de diferenças significativas entre três protocolos de fadiga (isométrico, excêntrico e concêntrico) dos rotadores externos do ombro no senso de posição articular ativo do ombro, no tempo transcorrido até fadiga reportada, no esforço percebido e no *peak torque* desenvolvido, em indivíduos saudáveis.

Segundo Carpenter, Blasier e Pellizzon, (1998) e Lida, Kaneko, Aoki, e Shibata, (2013), exercícios fatigantes podem reduzir significativamente o senso de posição articular. Uma vez que a fadiga interfere com o senso de posição, a função do ombro possa ser prejudicada pela diminuição da informação sensorial proveniente dos proprioceptores existentes no músculo.

Estudos realizados por Voight, et al. (1996) e Lee, et al. (2003), concluíram que a propriocepção no ombro é significativamente alterada quando os mecanorreceptores musculares estão disfuncionais devido a fadiga muscular. Pode referir-se que é devido à incapacidade dos participantes reposicionarem ativamente e com precisão o ombro no movimento de rotação externa na sequência de um protocolo de fadiga. Várias explicações podem ser responsáveis por estas alterações no reposicionamento ativo. O protocolo de fadiga afeta diretamente os elementos contrácteis do ombro, presumivelmente os músculos, bem como os recetores que se encontram dentro dos músculos. Assim sendo, os elementos contrácteis, bem como os seus recetores podem ser ineficientes, e a capacidade de reproduzir ativamente uma posição estabelecida será afetada. Como resultado pode existir comprometimento de um ou vários grupos musculares. Da mesma forma, os componentes musculares, especificamente o fuso muscular e os órgãos tendinoso de Golgi, poderão ficar igualmente disfuncionais (Voight, et al. 1996). Esta ideia está de acordo com os resultados obtidos uma vez que se verificou a existência de diferenças significativas na proprioceptividade após os protocolos de fadiga, onde se evidenciam diferenças significativas na posição de 0° após protocolo isométrico e excêntrico e na posição de 45°, após o protocolo concêntrico. A fadiga interfere sobretudo com as posições intermédias, pois seria aqui que os recetores musculares estão mais ativos (Janwantanakul, Magarey, Jones e Dansie 2001).

Segundo Fortier, (2010), que tinha como objetivo de estudo determinar que tipos de contrações musculares repetitivas (isométrica, excêntrica e concêntrica) induziam a um maior comprometimento do senso de posição articular do cotovelo, a hipótese era que o exercício excêntrico resultaria num maior decréscimo da força, levando a um comprometimento maior do senso de posição. Os resultados deste estudo mostraram que o exercício concêntrico levou a um maior comprometimento do senso de posição em comparação com os outros tipos de contrações musculares (isométrica e excêntrica). No presente estudo, os resultados não vão de encontro ao estudo acima referenciado uma vez que não foram encontradas diferenças significativas no senso de posição entre os três

tipos protocolo. Os resultados demonstraram que os três protocolos de fadiga (isométrica, excêntrica e concêntrica) comprometem de igual forma a acuidade proprioceptiva do ombro.

Tanto no estudo de Fortier, et al. (2010) como no presente estudo foi possível constatar a existência de diferenças significativas na duração dos protocolos de fadiga (isométrica, excêntrica e concêntrica) como já era esperável. No estudo de Fortier, et al. (2010), existiu maior tempo de contração muscular na fase excêntrica em relação às fases concêntrica e isométrica sendo a contração isométrica a que teve menor tempo de contração. No presente estudo, pelo contrário, os participantes apresentaram maior resistência à fadiga muscular nos protocolos concêntricos e excêntricos em comparação com o isométrico, sendo igualmente a fadiga isométrica a que demonstrou menor tempo transcorrido até fadiga.

Segundo Borg, Hassmen e Lagerstrom (1987), a escala de percepção de esforço de Borg foi criada para caracterizar o esforço percebido. A percepção de esforço é um importante indicador do grau de esforço físico de um indivíduo e tem sido estudado em diferentes tipos de exercícios, tanto no laboratório como no campo, bem como em diferentes grupos de pessoas, tanto em indivíduos saudáveis como em doentes (Borg, Hassmen e Lagerstrom, 1987). No presente estudo, os valores da escala de Borg foram muito semelhantes, não havendo diferenças significativas da distribuição da Borg entre os três tipos de fadiga. O valor médio foi de 15, o que indica que o esforço realizado pelos participantes foi moderado. No presente estudo, apesar do critério de paragem do teste ser a incapacidade de continuar, ainda assim a média do esforço percebido para os três tipos de protocolo classifica-os como um esforço moderado e possivelmente por esse motivo não foram encontradas diferenças em termos de senso de posição final, *peak torque* e esforço percebido entre os três tipos de fadiga.

Segundo Wilkerson, Pinerola e Caturano, (1997), O *peak torque* representa o ponto de maior torque (força muscular) na amplitude de movimento, ou seja, o valor correspondente à força muscular funcional máxima. No presente estudo não existiram diferenças significativas na distribuição do *peak torque* para os três tipos de contrações musculares.

Como limitações do presente estudo temos o tamanho e homogeneidade da amostra e a incapacidade de controlar fatores intrínsecos ao próprio participante, nomeadamente a motivação para a realização do teste.

## **Conclusão**

No presente estudo e para a amostra estudada, foi possível observar que os três tipos de fadiga estudados (concêntrico, excêntrico e isométrico) provocaram aumento na quantidade de erro associado ao senso de posição articular do ombro. Foi também possível observar que estas diferenças foram encontradas principalmente em amplitudes intermédias (0 e 45° de rotação externa), sendo que na amplitude próxima ao limite de rotação externa não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o senso de posição inicial e final para os três tipos de fadiga. De uma forma geral estes resultados vão ao encontro da literatura que sugere que a fadiga afeta principalmente os proprioceptores musculares, mantendo inalterados os capsulo-ligamentares. Podemos ainda concluir para a amostra estudada, que o tipo de contração muscular associado ao processo de fadiga (isométrica, excêntrica e concêntrica) não influencia o outcome proprioceptivo final, assim como o esforço percebido e o *peak torque* durante o teste. Conclui-se ainda que o protocolo de fadiga isométrica foi o que apresentou um menor tempo até à fadiga reportada.

De uma forma geral, o presente estudo apresenta relevância para a fisioterapia. Em atletas a fadiga poderá levar a alterações na proprioceptividade, alterações essas que poderão fazer com que ocorram lesões a nível da articulação do ombro. É importante perceber o mecanismo de lesão de forma a elaborar um plano de tratamento para estas lesões e de forma a prevenir futuras lesões semelhantes.

Como indicações para estudos futuros, seria de interesse aumentar o tamanho amostral e avaliar o efeito destes três protocolos na ativação muscular e na força.

## **Bibliografia**

Abd-Elfattah, H. M., Abdelazeim, F. H., e Elshennawy, S. (2015). Physical and cognitive consequences of fatigue: A review. *Journal of advanced research*, 6(3), 351-358.

Aydin, T., Yildiz, Y., Yanmis, İ., Yildiz, C., e Kalyon, T. A. (2001). Shoulder proprioception: a comparison between the shoulder joint in healthy and surgically repaired shoulders. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 121(7), 422-425.

Borg, G., Hassmen, P., e Lagerstrom, M. (1987). Perceived exertion related to heart rate and blood lactate during arm and leg exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 56, 679-685.

Carpenter, J. E., Blasier, R. B., e Pellizzon, G. G. (1998). The effects of muscle fatigue on shoulder joint position sense. *The American journal of sports medicine*, 26(2), 262-265.

Cools, A., Cambier, D., e Witvrouw, E. (2008). Screening the athlete's shoulder for impingement symptoms: a clinical reasoning algorithm for early detection of shoulder pathology. *Br J Sports Med*, 628-635.

Ellenbecker, T. S., & Davies, G. J. (2000). The application of isokinetics in testing and rehabilitation of the shoulder complex. *Journal of athletic training*, 35(3), 338.

Fayad, F., Roby-Brami, A., Yazbeck, C., Hanneton, S., Lefevre-Colau, M. M., Gautheron, V., ... e Revel, M. (2008). Three-dimensional scapular kinematics and scapulohumeral rhythm in patients with glenohumeral osteoarthritis or frozen shoulder. *Journal of biomechanics*, 41(2), 326-332.

Fortier, S., Basset, F. A., Billaut, F., Behm, D., e Teasdale, N. (2010). Which type of repetitive muscle contractions induces a greater acute impairment of position sense?. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(2), 298-304.

Funk, L., Owen, J. M., e Bonner, C. (2014). Clinical assessment of posterior shoulder joint instability. *Journal of Arthroscopy and Joint Surgery*, 1(2), 53-58.

Guo, L. Y., Lin, C. F., Yang, C. H., Hou, Y. Y., Chen, S. K., e Wu, W. L. (2011). Evaluation of internal rotator muscle fatigue on shoulder and scapular proprioception. *Journal of Mechanics in Medicine and Biology*, 11(03), 663-674.

Janwantanakul, P., Magarey, M. E., Jones, M. A., e Dansie, B. R. (2001). Variation in shoulder position sense at mid and extreme range of motion. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 82(6), 840-844.

Lee, H. M., Liau, J. J., Cheng, C. K., Tan, C. M., e Shih, J. T. (2003). Evaluation of shoulder proprioception following muscle fatigue. *Clinical Biomechanics*, 18(9), 843-847.

Lida, N., Kaneko, F., Aoki, N., e Shibata, E. (2014). The effect of fatigued internal rotator and external rotator muscles of the shoulder on the shoulder position sense. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 24(1), 72-77.

McDonald, A. C., Calvin, T. F., e Keir, P. J. (2015). Adaptations to isolated shoulder fatigue during simulated repetitive work. Part II: Recovery. *Journal of Electromyography and Kinesiology*.

Minning, S., Eliot, C. A., Uhl, T. L., e Malone, T. R. (2007). EMG analysis of shoulder muscle fatigue during resisted isometric shoulder elevation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(2), 153-159.

Myers, J. B., Wassinger, C. A., e Lephart, S. M. (2006). Sensorimotor contribution to shoulder stability: effect of injury and rehabilitation. *Manual therapy*, 11(3), 197-201.

Suprak, D. N. (2011). Shoulder joint position sense is not enhanced at end range in an unconstrained task. *Human movement science*, 30(3), 424-435.

Sharples, S. A., Gould, J. A., Vandenberk, M. S., e Kalmar, J. M. (2016). Cortical Mechanisms of Central Fatigue and Sense of Effort. *PloS one*, 11(2), e0149026.

Strimpakos, N., Georgios, G., Eleni, K., Vasilios, K., e Jacqueline, O. (2005). Issues in relation to the repeatability of and correlation between EMG and Borg scale assessments of neck muscle fatigue. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(5), 452-465.

Voight, M. L., Hardin, J. A., Blackburn, T. A., Tippet, S., e Canner, G. C. (1996). The effects of muscle fatigue on and the relationship of arm dominance to shoulder proprioception. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*,23(6), 348-352.

Wilkerson, G. B., Pinerola, J. J., e Caturano, R. W. (1997). Invertor vs. evertor peak torque and power deficiencies associated with lateral ankle ligament injury. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 26(2), 78-86.

Yang, J. L., Chen, S., Jan, M. H., Lin, Y. F., & Lin, J. J. (2008). Proprioception assessment in subjects with idiopathic loss of shoulder range of motion: joint position sense and a novel proprioceptive feedback index. *Journal of Orthopaedic Research*, 26(9), 1218-1224.