



UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA
FCS/ESS

LICENCIATURA EM FISIOTERAPIA

PROJETO E ESTÁGIO PROFISSIONALIZANTE II

**ANÁLISE ELECTROMIOGRÁFICA DO MECANISMO DE REPOSICIONAMENTO
ARTICULAR DO OMBRO**

Margarida Vieira Gonçalves Penafort Resende

Estudante de Fisioterapia

Escola Superior de Saúde – UFP

34686@ufp.edu.pt

Sandra Rodrigues

Escola Superior de Saúde – UFP

sandrar@ufp.edu.pt

Porto, Março de 2020

Resumo

Objetivo: Avaliar o senso de posição articular (SPA) ativo do ombro de indivíduos jovens saudáveis, realizando a comparação tendo por base a amplitude de movimento e o género. Avaliar as estratégias motoras durante a tarefa de reposicionamento. **Metodologia:** Participaram neste estudo 34 adultos saudáveis. O SPA foi avaliado pelo método de posicionamento ativo, para as posições de 60° e 120° de flexão do ombro no plano sagital. **Resultados:** Não existem diferenças relacionadas com o género ($p>0,05$). O erro de reposicionamento é maior em amplitudes intermédias em comparação com amplitudes extremas. Existem diferenças significativas entre as estratégias motoras para os 60 e 120° para o trapézio superior e médio, serrátil e deltóide anterior ($p<0,01$). No SPA para os 60° existe uma maior ativação muscular do peitoral (porção clavicular) e para os 120° do músculo trapézio superior. **Conclusão:** Não existem diferenças no SPA inerente ao género. O erro de reposicionamento é maior em amplitudes intermédias do que em amplitudes extremas. No método de posicionamento ativo para os 60° existe maior ativação muscular do peitoral (porção clavicular) e para os 120° do músculo trapézio superior.

Palavras Chave: Senso de posição articular; Propriocepção; Ombro; Eletromiografia.

Abstract

Objective: To evaluate the active shoulder sense of joint position (JPS) of healthy young individuals by making the comparison based on range of motion and gender. Assess motor strategies during the repositioning task. **Methodology:** 34 healthy adults participated in this study. The JPS was evaluated using the active positioning method, for the 60° and 120° shoulder flexion positions in the sagittal plane. **Results:** There are no gender-related differences ($p<0,05$). The repositioning error is greater at intermediate ranges in comparison to extreme ranges. There are no significant differences in the gender-related SPA. In the JPS for the 60° there is a greater muscular activation of the pectoral (clavicular portion) and for the 120° the upper trapezius muscle. **Conclusion:** There are no differences in the gender-related JPS. The repositioning error is greater at intermediate ranges than at extreme ranges. In the active positioning method for the 60° there is greater muscle activation of the pectoral (clavicular portion) and for the 120° of the upper trapezius muscle.

Key-words: Joint position sense; Proprioception; Shoulder; Electromyography.

Introdução

O membro superior tem como principal papel o posicionamento da mão no espaço com o objetivo da realização de diversas tarefas que exijam movimento coordenado de múltiplas articulações. Para que tal aconteça, a articulação gleno-umeral é a articulação mais móvel do corpo, devido à ausência de limitações ósseas. Não obstante, grande mobilidade implica déficit na estabilidade, que por sua vez, é frequentemente comprometida. No que concerne à estabilidade articular, esta é proporcionada por estruturas passivas, nomeadamente a cápsula articular da gleno-umeral, ligamentos, labrum, geometria óssea e pressão intra-articular. Por outro lado, a estabilidade do ombro é também proporcionada por estruturas ativas, particularmente por músculos adjacentes ao ombro (Dube e Roy, 2019).

O termo propriocepção vem de Charles Bell do ano 1826 (Bell, 1926) como “sentido muscular” e posteriormente por Sherrington (1906) como “a nossa percepção do movimento articular e posicionamento no espaço na ausência do feedback visual”. Atualmente é um tema abrangente englobando subcategorias: a cinestesia ou consciência do movimento articular ativo ou passivo, o senso de posição articular (SPA), como a capacidade de reprodução de ângulos articulares ativa e passivamente e o senso de tensão, correspondente ao nível de produção de força para desenvolver determinado movimento (Ager et al., 2017).

A propriocepção é conseguida através dos mecanorreceptores encontrados nos músculos, tecidos intramusculares, estruturas capsuloligamentares, membranas fibrosas e na pele, que detetam alterações mecânicas do tecido, e, subsequentemente, enviam informações aferentes (sensoriais) para ser interpretada pelo cérebro. As vias aferentes propriocetivas do sistema nervoso incluem tanto uma via consciente (pela via dorsal do lemnisco medial da coluna dorsal até o córtex cerebral) quanto uma via inconsciente (via espinocerebelares até ao cerebelo) para processamento de dados a vários níveis. Uma vez que a informação propriocetiva é processada, um comando cerebral descendente, como resposta eferente (motora) apropriada é enviada aos tecidos locais, que produzem um movimento. Este processo complexo e interativo requer monitorização e modificação das informações ascendentes (feed-forward) e descendentes (feedback), com base no input sensorial, no output motor e no movimento ou ação resultante. Isso é particularmente aplicável ao complexo do ombro, que depende fortemente da estabilidade postural e articular durante o movimento, devido à sua anatomia inerentemente instável (Ager et al., 2019).

O ombro é das articulações que mais necessita de ativações musculares coordenadas, sendo estas baseadas na arquitetura neuromuscular inerente. A eficiência da execução de uma

determinada tarefa, o menor dispêndio energético utilizado e a carga que é imposta à tarefa a realizar na articulação, são exemplos de adaptações neuromusculares positivas (Kibler, Ellenbecker e Sciascia, 2018).

De entre as modalidades para avaliação do SPA, para o complexo articular do ombro, o SPA ativo constitui-se como a melhor modalidade para reproduzir as vicissitudes inerentes ao complexo articular do ombro, uma vez que reproduz a contração muscular ativa, sendo esta a grande responsável pela estabilidade articular do ombro. Desta forma, os testes de SPA ativos são mais adequados para melhor representar a função articular comparativamente com os protocolos passivos (Suprak et al., 2006).

De acordo com Vafadar, Côté e Archambault (2015), tanto o género masculino como o género feminino cometem menor erro no SPA em amplitudes angulares extremas e maior erro em amplitudes intermédias. Os mesmos autores relatam que não há diferenças significativas entre homens e mulheres quando o senso de posição é medido como erro absoluto. No entanto, segundo os mesmos autores, a análise da direção do erro mostrou uma diferença significativa entre os sexos, pois as mulheres tendem a superestimar o alvo, enquanto os homens tendem a superestimar e subestimar o alvo. Os resultados também mostraram que os homens apresentaram um erro significativamente mais variável, indicando maior variabilidade no sentido de posição em relação às mulheres. Sendo mais estudos necessários de forma a melhor compreensão da temática da influência do género.

A propriocepção é fulcral para a otimização do controlo neuromuscular do complexo articular do ombro durante o movimento, no entanto, atualmente continua a ser um desafio quantitativo (Ager et al., 2017).

Constituem objetivos do presente estudo avaliar o senso de posição articular ativo do ombro de indivíduos jovens saudáveis realizando também a comparação tendo por base a amplitude de movimento e o género. Constitui igualmente objetivo do presente estudo avaliar as estratégias motoras durante a tarefa de reposicionamento.

Metodologia

Participantes

A amostra deste estudo foi constituída por 34 participantes saudáveis de ambos os géneros (feminino (n=16); e masculino (n=18)) (consultar tabela 1).

Como critérios de inclusão foram considerados voluntários do género feminino e do género masculino com idades compreendidas entre os 18 e 30 anos, saudáveis (Ribeiro e Oliveira, 2007), com amplitudes de movimento (ADM) do ombro normais.

Foram excluídos indivíduos que reportassem sintomatologia álgica na cervical e articulação do ombro, doença neuromuscular, história de lesão na coluna cervical, coluna torácica e ombro no último mês, ou uma lesão major (ex. fratura, luxação) no último ano, história de cirurgia no ombro, cervical e dorsal, patologia neurológica e óssea (existência de diagnóstico de malignidade na região óssea de avaliação) e voluntários que reportem a toma de medicação (analgésicos, AINE's, miorrelaxantes, antibióticos) que possam afetar o controlo motor. Serão excluídos também os voluntários que apresentem instabilidade ligamentar no ombro (testes de integridade articular do ombro positivos) (Lee, Lee e Park, 2014; Gumina et al., 2019) e laxidez ligamentar generalizada (Rasak, Ali e Sen, 2014) avaliada através do Beighton Score (Rasak, Ali e Sem, 2014).

Tabela 1: Características gerais dos participantes (Idade, IMC) e comparação relativa ao género. Valor de p relativo ao teste de Mann-Whitney.

	Homens (N=18)	Mulheres (N=16)	Amostra (N=34)	p
	Mediana (AI)	Mediana (AI)	Mediana (AI)	
Idade (anos)	24,00 (5,00)	22,00 (2,00)	23,00 (3,00)	0,237
IMC (kg/m²)	23,36 (3,30)	23,10 (2,35)	23,11 (2,86)	0,551

Foi efetuada a análise estatística no que concerne à comparação entre os homens e as mulheres, não se verificando diferenças significativas relativamente à idade e IMC, constituindo-se uma amostra homogénea relativamente a estas características ($p > 0,05$).

Procedimentos Éticos

Após a aprovação do projeto de investigação por parte da Comissão de Ética da Universidade Fernando Pessoa, todos os participantes foram informados acerca dos objetivos e procedimentos envolvidos e declararam a sua aceitação em participar no estudo, podendo desistir a qualquer momento sem qualquer prejuízo pessoal, de acordo com a declaração de Helsínquia. Foi assegurado aos participantes o anonimato e a confidencialidade sobre os dados recolhidos e garantindo que os mesmos não serão usados para outros fins que não este estudo, e para tal, a cada participante será atribuído um código numérico, não o identificando em

nenhum dos instrumentos utilizados, e o formulário de consentimento informado foi separado dos restantes documentos. Após a utilização dos dados recolhidos para os fins que se destinam, estes serão apagados permanentemente do computador onde serão analisados.

Material e Instrumentos

Para a avaliação do peso, foi utilizada uma balança de marca Tanita, e para a medição da altura, um estadiómetro, da marca Seca. Foi utilizada uma venda para eliminar a informação visual.

O questionário de preferência lateral de Van Strien foi aplicado com o objetivo de determinar qual o membro superior dominante de cada voluntário para a recolha de dados (Van Strien, 2002). O Beighton Score é um sistema simples para quantificar a laxidez generalizada das articulações, apresentando 9 pontos, onde quanto maior a pontuação, maior a laxidez. Uma pontuação superior a 4 indica laxidez generalizada das articulações (Rasak, Ali e Sem, 2014) e o participante passa a fazer parte dos critérios de exclusão deste estudo. Deste modo, o Beighton Score foi aplicado aos participantes. Para a avaliação da integridade articular do ombro, foram realizados testes de instabilidade articular, nomeadamente gaveta anterior, Fulcrum test e o teste de instabilidade inferior do ombro. Para a avaliação do senso de posição articular e a atividade eletromiográfica durante o mecanismo de reposicionamento foram utilizados um eletromiógrafo (bioPLUXresearch) e um eletrogoniómetro conectado ao equipamento. Para a recolha do sinal eletromiográfico foram utilizados elétrodos de conexão metálica standard Ag/Cl, gaze, álcool, fita milimétrica e tape. O equipamento recolhe e digitaliza o sinal proveniente dos sensores utilizados. Os canais são de 12 bit, com uma frequência de amostragem de 1000Hz.

O senso de posição articular (SPA) foi também monitorizado através do eletrogoniómetro e da aplicação de tecnologia e software para smartphone (“yROM”) (Keogh et al., 2019; Modest et al., 2019).

Procedimentos

Após preenchimento do questionário de caracterização da amostra, questionário de lateralidade de Van Strien (e aplicação da escala de avaliação de Beighton e da verificação dos critérios de elegibilidade, foram efetuados os testes de integridade articular para a articulação do ombro de gaveta anterior, teste de fulcrum, gaveta posterior e gaveta inferior.

Protocolo de avaliação da atividade eletromiográfica dos músculos do complexo articular do ombro

A atividade mioelétrica dos músculos trapézio superior, trapézio médio, trapézio inferior, serrátil anterior, deltóide anterior e peitoral porção clavicular foi monitorizada, sendo inicialmente os dados recolhidos com o participante em posição bípede, neutra, durante 30 segundos. Para a normalização do EMG de acordo com o movimento em teste, os participantes foram instruídos à realização do mesmo de maneira suave e contínua através de um metrônomo. O ritmo foi regido por um metrônomo definido por 1 batida a cada 2 segundos, de modo que cada ciclo levasse 4 segundos para ser concluído (2s para flexão e 2s para extensão/ posição inicial no plano sagital) (Hawkes, Khaiyat, Howard, Kemp e Frostick, 2018; Haik et al., 2014). A manutenção do plano sagital foi conseguida através da utilização de uma superfície plana, que serviu de guia durante a realização do movimento, conforme proposto por Haik et al. (2014). Os elétrodos para avaliação do trapézio superior, inferior, médio e deltóide anterior serão posicionados de acordo com as recomendações de Hermens et al. (1999). Os elétrodos para avaliação da atividade do serrátil anterior foram posicionados de acordo com as especificações de Ekstrom, Soderberg e Donatelli (2005). O processamento dos dados do electrogoniometro e da electromiografia foi realizado offline através do recurso ao software MATLAB® (The MathWorks Inc., Natick, MA) 2015^a. A normalização dos dados electromiográficos foi feita através do protocolo descrito como mais fiável por Fisher, Belbeck e Dickerson (2010). O tratamento dos dados provenientes da EMG foi conseguido com recurso ao Route Mean Square expresso em função do tempo. A normalização em relação à flexão garantiu que a atividade muscular pudesse ser comparada nos diferentes planos de movimento. Por outro lado, embora a normalização para a contração voluntária máxima (CVM) seja popular, o uso de uma contração isométrica para normalizar os dados EMG obtidos durante uma tarefa dinâmica pode ser inadequado, pois um CVM pode não representar a ativação máxima do músculo em comprimentos diferentes daqueles em qual o MVC foi realizado (Hawkes, Khaiyat, Howard, Kemp e Frostick, 2018).

Protocolo de avaliação do senso de posição articular

Para avaliar o SPA foi utilizado o plano sagital conforme descrito para a avaliação da atividade eletromiográfica. O movimento foi monitorizado com um goniómetro para smartphone (“yROM”), foram definidas duas posições alvo: os 60° e os 120° de elevação, sendo a ordem

de avaliação das amplitudes randomizada através do programa Research Randomizer. O movimento foi monitorizado também por electromiografi, seguindo o protocolo anteriormente descrito. A monitorização por electrogoniometria seguiu o protocolo descrito por Intolo et al. (2018).

O membro dominante foi passivamente levado para a amplitude em teste e foi solicitado ao participante que ativamente mantivesse a posição durante 6 segundos e, após esse tempo, voltasse à posição inicial e imediatamente após reposicionasse ativamente tentando reproduzir a amplitude alvo, mantendo igualmente a posição durante 6 segundos. O procedimento foi repetido três vezes (Suprak et al., 2006).

Procedimentos Estatísticos

O SPA foi avaliado através do erro de reposicionamento, para a sua interpretação foi utilizado o erro angular relativo, que se refere ao valor modular da diferença entre o valor da amplitude alvo e a avaliada, e erro angular absoluto, que se refere ao valor absoluto da diferença entre o valor da amplitude pretendida do estudo e a amplitude alcançada pelo participante, após se calcular a média dos valores obtidos nas três tentativas.

Para a análise estatística dos dados obtidos, foi utilizado o software SPSS versão 25, e considerou-se um nível de significância de 5%. Foi executado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk, tendo-se verificado que as variáveis não seguiam uma distribuição normal. Posto isto, foram utilizados testes não-paramétricos de Mann-Whitney (amostras independentes) para comparação entre homens e mulheres e o teste de Wilcoxon (amostras emparelhadas) para comparação entre amplitudes intermédias e extremas, assim como para a comparação entre 60 e 120° para a ativação muscular. O friedman two way anaylisis of variance by ranks foi utilizado para efetuar a comparação entre os diferentes grupos musculares para uma mesma amplitude.

Resultados

Na tabela seguinte (tabela 2) encontram-se listados os erros angulares absolutos e erros angulares relativos para as amplitudes de teste. O valor de p é relativo ao teste de Wilcoxon para comparação entre amplitudes intermédias e extremas.

Tabela 2: Comparação dos valores dos Erros Angulares Absolutos e Erros Angulares Relativos nas amplitudes de 60° e 120°.

	Amplitude	Mediana	Amplitude Interquartil	p
Erro Absoluto	60°	4,83	3,08	0,010*
	120°	3,00	2,41	
Erro Relativo	60°	4,16	3,50	0,018*
	120°	1,83	4,16	
Amplitude Total		158,00	18,00	

(*) $p < 0,05$

representa significância estatística

Pela análise da tabela 2, é possível verificar que os erros de reposicionamento quer absolutos quer relativos, são significativamente diferentes ($p < 0,05$). Observando-se maior erro de reposicionamento aos 60° do que aos 120°.

Na tabela seguinte (tabela 3), encontram-se listados os erros angulares absolutos e erros angulares relativos para as amplitudes teste e amplitude total diferenciando-se entre homens e mulheres. O valor de p é relativo ao teste de Mann-Whitney para comparação entre géneros.

Tabela 3: Comparação dos valores dos Erros Absolutos (°), Erros Relativos (°) nas amplitudes de 60° e 120° e Amplitudes Totais (°) entre homens e mulheres.

		Homens	Mulheres	
	Amplitudes	Mediana (AI)	Mediana (AI)	p
Erro Absoluto	60°	4,83 (3,58)	4,83 (2,75)	0,905
	120°	2,83 (2,08)	3,16 (3,33)	0,878
Erro Relativo	60°	3,83 (3,75)	4,66 (3,66)	0,695
	120°	2,33 (4,83)	1,66 (4,45)	0,506
Amplitude Total		161,00 (20,00)	156,00 (14,00)	0,422

Na tabela 3, encontra-se a comparação dos erros Absolutos, Relativos e Amplitude Total, relativamente ao género feminino e masculino, sendo que não se registaram diferenças significativas entre géneros em nenhuma das amplitudes teste ($p>0,05$).

Na tabela seguinte (tabela 4) encontram-se listados todos os músculos teste para atividade eletromiográfica normalizada nas amplitudes de reposicionamento de 60° e 120°.

Tabela 4: Valores relativos à mediana (amplitude interquartílica) para a atividade electromiográfica normalizada dos diferentes músculos em teste, nas amplitudes de 60° e 120°, na amostra $n=34$. Valores de p relativos ao teste não paramétrico de Wilcoxon para comparação entre 60 e 120° e de Friedman two way analysis of variance by ranks para comparação entre músculos.

Músculos	Repos 60°	Repos 120°	Wilcoxon
Trap. Superior	0,25 (0,19)	0,50 (0,18)	$p<0,01^*$
Trap. Médio	0,20 (0,23)	0,36 (0,23)	$p<0,01^*$
Trap. Inferior	0,27 (0,25)	0,27 (0,29)	$p=0,578$
Serrátil	0,19 (0,14)	0,41 (0,22)	$p<0,01^*$
Delt. Anterior	0,35 (0,14)	0,44 (0,10)	$p<0,01^*$
Peitoral Clavicular	0,48 (0,24)	0,40 (0,25)	$p=0,059$
Friedman's	$p<0,01^*$	$p<0,01^*$	

(*) $p<0,05$

representa significância estatística

Da análise da tabela anterior pode-se observar que ocorre maior ativação do trapézio superior na amplitude de 120° comparativamente à amplitude de 60°. O trapézio médio, o serrátil e o deltóide anterior seguem a mesma tendência. Relativamente ao trapézio inferior e peitoral porção clavicular não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre ângulos de reposicionamento. Na comparação entre músculos, para um mesmo grau de reposicionamento, existem diferenças estatisticamente significativas para ambos os graus em estudo, sendo a comparação par-a-par descrita sumariamente: Para os 60°, existe uma maior ativação do músculo peitoral (porção clavicular), seguida do deltóide anterior, do trapézio inferior, do trapézio superior, do trapézio médio e por fim do serrátil, sendo as diferenças estatisticamente significativas entre o peitoral (porção clavicular) e todos os restantes músculos

testados (deltóide anterior: $p=0,016$; trapézio inferior: $p<0,01$; trapézio superior: $p<0,01$; trapézio médio: $p<0,01$; serrátil: $p<0,01$). Existiam igualmente diferenças estatisticamente significativas entre o deltóide anterior e o serrátil ($p<0,01$), trapézio médio ($p<0,01$) e trapézio superior ($p=0,032$). Por fim também foram observadas diferenças entre o serrátil e o músculo peitoral porção clavicular ($p<0,01$). Para os 120° , existe uma maior ativação do músculo trapézio superior, seguida do deltóide anterior, serrátil, peitoral (porção clavicular), trapézio médio e por fim do trapézio inferior, sendo as diferenças estatisticamente significativas entre o trapézio inferior e todos os restantes músculos testados (trapézio médio: $p=0,038$; trapézio superior: $p<0,01$; peitoral clavicular: $p<0,01$; deltóide anterior: $p<0,01$; serrátil: $p<0,01$). Para os 120° observaram-se igualmente diferenças estatisticamente significativas entre o trapézio superior e o trapézio médio ($p<0,01$).

Discussão

O objetivo principal deste estudo foi avaliar o senso de posição articular ativo do ombro de indivíduos jovens saudáveis realizando também a comparação tendo por base a amplitude de movimento e o género. Constituiu igualmente objetivo avaliar as estratégias motoras durante a tarefa de reposicionamento.

Género

O presente estudo não encontrou diferenças significativas no erro de reposicionamento entre os dois géneros nos ângulos em teste. Os resultados do presente estudo vão ao encontro do estudo de Vafadar, Côté e Archambault (2015), que testaram voluntários através de um método de reposicionamento ativo, avaliaram três amplitudes: 55° , 90° e 125° do movimento de flexão do ombro que, relativamente ao erro absoluto, não registaram diferenças significativas entre homens e mulheres.

Amplitudes intermédias e extremas

Os resultados do presente estudo sugerem que o erro de reposicionamento na amplitude angular de 60° de flexão do ombro é maior quando comparada com o erro de reposicionamento na amplitude angular de 120° . Vafadar, Côté e Archambault (2015), realizaram um estudo em que os resultados mostraram que existe um maior erro de reposicionamento no SPA em amplitudes intermédias quando comparadas com amplitudes extremas. As amplitudes angulares teste deste

estudo foram, nomeadamente, 55°, 90° e 125° de flexão no plano sagital, igualmente com 3 tentativas de reposição articular e de olhos vendados. Existe uma maior atividade dos mecanorreceptores musculotendinosos (Órgãos tendinosos de Golgi e fuso muscular) em amplitudes extremas, onde é necessária uma contração muscular mais forte para segurar o braço contra a gravidade (Suprak, Osternig, Donkelaar e Kardura, 2006). Estes resultados também coincidem com outro estudo em que em geral, a medida do erro de reposicionamento tendeu a ser mais baixo para os ângulos teste extremos do complexo articular do ombro em comparação com os ângulos teste intermédios (Ramos, Carnaz, Mattiello, Karduna e Zanca, 2019). Desta forma, os nossos resultados vão de encontro ao que é reportado na bibliografia onde a acuidade da propriocepção é maior quando requeremos o reposicionamento de amplitudes angulares próximas da amplitude máxima do movimento da articulação. Embora o presente estudo seja reportado para o movimento de flexão do complexo articular do ombro no plano sagital, outros estudos, nomeadamente da acuidade proprioceptiva e senso de posição no movimento de rotação externa é maior, ou seja, o erro de reposicionamento é menor perto do final da amplitude articular de rotação externa (Janwantanakul, Magarey, Jones e Dansie, 2001). Quando uma articulação se aproxima do seu limite de movimento, desenvolve-se tensão a nível muscular, estruturas capsuloligamentares e na pele onde o estiramento passivo de um músculo ativa os seus fusos musculares, gerando assim, sinais neurais (Clark, Larwood, Davis e Deffenbacher, 1995).

Diefenbach e Lipps (2019) relatam no seu estudo, a avaliação do SPA do ombro em três dimensões, em que o teste consistia em quatro ângulos de elevação (45°, 60°, 75° e 90°) e em três planos de ângulos de elevação (15°, 45° e 75°) e 3 ângulos de rotação (neutro, 15° de rotação interna e 15° de rotação externa). Os autores reportaram que o SPA foi significativamente afetado quer pelo ângulo de elevação como pela interação entre o ângulo de rotação e o ângulo de elevação. O SPA foi igualmente melhorando à medida que o ângulo de elevação foi aumentando (Diefenbach e Lipps, 2019). Por outro lado, de acordo com Junior (2016), num estudo sobre a determinação do SPA do joelho em indivíduos saudáveis, os seus resultados demonstraram através do teste de reprodução da posição articular ativa que a posição próxima ao limite da amplitude articular não apresentou melhor acuidade proprioceptiva comparando com a posição intermédia no joelho saudável.

Eletromiografia

A eletromiografia de superfície (EMG) é extensivamente empregue como instrumento para o estudo da atividade muscular do ombro (Oliveira et al., 2006; Brum et al., 2008). O movimento

de flexão constitui-se como um componente comum da avaliação clínica de rotina do ombro, assim como um movimento realizado durante as atividades da vida diária (Wattanaprakornkul, et al., 2011)

Os resultados encontrados neste estudo, numa amostra $n=34$, parecem sugerir que existem diferenças estatisticamente significativas na comparação entre músculos, para um mesmo grau de reposicionamento, sendo as estratégias motoras inerentes aos 60° distintas do reposicionamento aos 120° . Para 60° , existe maior ativação do músculo peitoral (porção clavicular) e para os 120° do músculo trapézio superior. Tal como no estudo de Wattanaprakornkul, et al. (2011), para amplitudes intermédias observaram-se níveis semelhantes de ativação durante a tarefa de flexão sem peso adicionado, entre o trapézio superior, inferior e serrátil. Contrariamente, para amplitudes próximas do extremo, observaram-se diferenças significativas entre o trapézio inferior e os restantes músculos testados. Tendo-se igualmente observado diferenças significativas entre trapézio superior e médio, tal como no estudo anteriormente citado.

O que seria de esperar é que nas amplitudes intermédias de flexão, o vetor força que advém do deltóide acarreta um esforço superior para atravessar através da cavidade glenoide de forma mais colinear. Nesta fase o deltóide gera uma força compressiva através da articulação glenoumeral, que por sua vez se torna auto-estabilizador. Contudo, a estabilidade durante esta fase é menor pois a exigência da ativação por parte dos músculos adjacentes é também menor (Hawkes et al., 2018), sendo que no presente estudo o deltóide anterior foi o segundo maior ativado quer em amplitudes intermédias, quer em amplitudes próximas do extremo.

Limitações

Como limitações do presente estudo sugerem-se a relativa homogeneidade da amostra, sendo esta também uma amostra de conveniência e pouco representativa da população. Assim como a incapacidade de controlar fatores intrínsecos do próprio participante, nomeadamente a motivação para a realização do teste.

Conclusão

A amostra do presente estudo apresentava características antropométricas e etárias semelhantes no que concerne à sua caracterização conforme o género, procurando-se assim avaliar diferenças inerentes apenas ao sexo. Para a mesma amostra o erro de reposicionamento é maior em amplitudes intermédias, 60° de flexão do complexo articular do ombro no plano sagital, do

que em amplitudes mais próximas do extremo, representado pelos 120° no mesmo movimento e plano anatómico, não tendo sido possível identificar diferenças significativas no SPA inerentes ao género. Relativamente às estratégias motoras durante a tarefa de reposicionamento, a análise dos dados do presente estudo parecem sugerir estratégias motoras distintas para a tarefa de reposicionamento em amplitudes intermédias, comparativamente à amplitude mais próxima do extremo, como os 120°. Tendo sido possível observar que nos 60° houve maior ativação muscular do peitoral (porção clavicular), seguida do deltóide anterior, do trapézio inferior, do trapézio superior, do trapézio médio e por fim do serrátil e nos 120° uma maior ativação do músculo trapézio superior, seguida do deltóide anterior, serrátil, peitoral (porção clavicular), trapézio médio e por fim do trapézio inferior.

Para estudos futuros, recomenda-se a replicação da metodologia em grupos amostrais de maior representatividade e com métodos amostrais mais adequados. De uma forma geral a atual pesquisa poderá servir de alicerce para investigar as mesmas variáveis em voluntários com lesão na articulação do ombro ou atletas.

No contexto da Fisioterapia, este trabalho apresenta uma conotação importante uma vez que o complexo do ombro é o que tem maior mobilidade articular que necessita também de uma estabilidade maior. Como as atividades de vida diária requerem o SPA para a concretização de uma tarefa, a capacidade de elevação é importante para a propriocepção adequada do complexo articular do ombro.

Bibliografia

Ager, A., Borms, D., Deschepper, L., Dhooghe, R., Dijkhuis, J., Roy, J. e Cools, A. (2019). Proprioception: How is it affected by shoulder pain? A systematic review. *Journal of Hand Therapy*. 1-9.

Ager, A., Roy, J., Roos, M., Belley, A., Cool, A. e Hébert, L. (2017). Shoulder proprioception: How is it measured and is it reliable? A systematic review. *Journal of Hand Therapy*. 30: 221-231.

Brum, C., Carvalho, M., Tcci, T. e Oliveira, S. (2008). Avaliação eletromiográfica de músculos da cintura escapular e braço durante exercícios com extremidade fixa e carga axial. *Rev Bras Med Esporte*. 14:466-71.

Bell, C. (1826). On the nervous circle which connects the voluntary muscles with the brain. *Philosophi Trans Royal Soc*. 116: 163- 73.

Clark, J., Larwood, J., Davis, E. e Deffenbacher, A. (1995). A metric for assessing acuity in positioning joints and limbs. *Exp Brain Res*. 107: 73-9.

Diefenbach, B. e Lipps, D. (2019). Quantifying the three-dimensional joint position sense of the shoulder. *Human Movement Science*. 67.

Dube, M. e Roy, J. (2019). Effect of fatigue and the absence of visual feedback on shoulder motor control in a healthy population during a reaching task. *Gait & Posture*. 74: 135-141.

Ekstrom, A., Soderberg, L. e Donatelli, A. (2005). Normalization procedures using maximum voluntary isometric contractions for the serratus anterior and trapezius muscles during surface EMG analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15(4), 418-428.

Fisher, S. L., Belbeck, A. L. e Dickerson, C. R., (2010). The influence of providing feedback on force production and within-participant reproducibility during maximal voluntary exertions for the anterior deltoid, middle deltoid, and infraspinatus. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(1), 68-75.

Gumina, S., Camerota, F., Celletti, C., Venditto, T. e Candela, V. (2019). The effects of rotator cuff tear on shoulder proprioception. *International Orthopaedics*. 43: 229-235.

Haik, N., Albuquerque-Sendin, F., Silva, Z., Siqueira-Junior, L., Ribeiro, L. e Camargo, R. (2014). Scapular kinematics pre- and post-thoracic thrust manipulation in individuals with and without shoulder impingement symptoms: a randomized controlled study. *J Orthop Sports Phys Ther*, 44(7), 475-87.

Hawkes, D., Khaiyat, O., Howard, A., Kemp, G. e Frostick, S. (2018). Patterns of muscle coordination during dynamic glenohumeral joint elevation: an EMG study. *PLoS ONE*. 14(2).

Hermens, H., Freriks, B., Merletti, R., Hägg, G., Stegeman, D. e Blok, J. (1999). SENIAM 8 European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy.

Intolo, P., Shalokhon, B., Wogwech, G., Wisiasut, P., Nanthavanij, S. e Baxter, D. (2019). Analysis of neck and shoulder postures, and muscle activities relative to perceived pain during laptop computer use at a low-height table, sofa and bed. *Work*, 63(3), 361-367.

Junior, M. (2016). Determinação do senso de posição articular do joelho em indivíduos saudáveis. *Educação Física em Revisão*. 10 (2), pp. 28-35.

Kibler, W., Ellenbecker, T. e Sciascia, A. (2018). Neuromuscular adaptations in shoulder function and dysfunction. *Hand Clin Neurol*, 158.

Lee, S., Lee, D. e Park, J. (2014). Effect of the shoulder flexion angle in the sagittal plane on the muscle activities of the upper extremities when performing push-up plus exercises on an unstable surface. *Journal Physical Therapy Science*, 26: 1589- 1591.

Ramos, M., Carnaz, L., Mattiello, S., Karduna, A. e Zanca, G. (2019). Shoulder and elbow joint position sense assessment using a mobile app in subjects with and without shoulder pain- between-days reliability. *Physical Therapy in Sport*. 37, 157-163.

Rasak, H., Ali, N. e Sen, H. (2014). Generalized ligamentous laxity may be a predisposing factor for musculoskeletal injuries. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17 474- 478.

Ribeiro, F., e Oliveira, J. (2007). Aging effects on joint proprioception: the role of physical activity in proprioception preservation, *European Review of Aging and Physical Activity*, 4(2), 71-76.

Oliveira, S., Freitas, S., Monaretti, H., Ferreira, F., Noguti, R. e Bérzin, F. (2006). Avaliação eletromiográfica de músculos da cintura escapular e braço durante exercícios com carga axial e rotacional. *Rev Bras Med Esporte*, 12:11-5.

Sherrington, C. S. (1906). *The integration action of the nervous system*, Cambridge: Cambridge University Press, London.

Suprak, D., Osternig, L., Donkelaar, P. e Karduna, A. (2006). Shoulder joint position sense improve with elevation angle in a novel, unconstrained task. *Journal of Orthopaedic Research*. 24 (3): 559-68.

Vafadar, A., Côté, J. e Archambault, P. (2015). Sex differences in the shoulder joint position sense acuity: a cross-sectional study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 16: 273.

Van Strien, J. W. – The Dutch Handedness Questionnaire [Em linha]: FSW, Department of Psychology, Erasmus University Rotterdam. Dezembro de 2002. [consult. 2 de Dezembro de 2019]. Disponível em <http://hdl.handle.net/1765/956>.

Wattanaparakornkul, D., Halaki, M., Boettcher, C., Cathers, I., Ginn, K., A. (2011). A comprehensive analysis of muscle recruitment patterns during shoulder flexion: An electromyographic study. *Clinical Anatomy*. 24 (5): 619-626.