

Leonardo Drumond Barsante
Wesley de Araújo Sales
Yuri Augusto Junqueira Belém Silva

EFEITOS DA VESTE BASEADA EM TENSEGRIDADE NA MODIFICAÇÃO
DA POSTURA DE PROTRUSÃO DE OMBRO E CABEÇA

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
Maio de 2014

Leonardo Drumond Barsante
Wesley de Araújo Sales
Yuri Augusto Junqueira Belém Silva

EFEITOS DA VESTE BASEADA EM TENSEGRIDADE NA MODIFICAÇÃO
DA POSTURA DE PROTRUSÃO DE OMBRO E CABEÇA

Trabalho apresentado à escola de Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional, departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de graduação em Fisioterapia.

Orientador (a): Prof. Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca.

Coorientador (a): Me. Thiago Ribeiro Teles dos Santos

Belo Horizonte

2014

AGRADECIMENTOS

A Deus.

Aos nossos pais.

Aos nossos irmãos.

Aos nossos professores.

Aos nossos colegas de jornada.

Que em muito nos ajudaram

O nosso, Muito Obrigado!

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	3
RESUMO	5
1 INTRODUÇÃO	6
2 METODOLOGIA.....	8
2.1 Desenho do estudo e amostra.....	8
2.2 Procedimentos e instrumentos	8
2.3 Redução dos dados.....	10
2.4 Análise Estatística.....	11
3 RESULTADOS	12
4 DISCUSSÃO	13
5 CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS.....	17

RESUMO

A presença de dor no ombro e na coluna cervical têm levado a prejuízos socioeconômicos e na qualidade de vida da população acometida. Hábitos de vida e de trabalho podem favorecer a manutenção de posturas associadas ao surgimento de disfunções do sistema musculoesquelético. Entre essas posturas, estão a protrusão de ombro e cabeça. Dessa forma, a investigação de intervenções que consideram a melhora dessa postura podem contribuir com a prevenção e reabilitação de disfunções do sistema musculoesquelético. O objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da veste baseada em tensegridade na modificação da postura de protrusão de ombro e cabeça, apresentando como hipótese que o aumento da tensão em elásticos específicos dessa veste, produziria torque na direção do movimento de retração escapular, resultando na diminuição da protrusão de ombro e da cabeça nos indivíduos avaliados. Foi realizado um estudo quasi-experimental, no qual foi avaliada tridimensionalmente a postura estática de 10 voluntários saudáveis (três homens e sete mulheres), recrutados por conveniência na comunidade acadêmica, com média de $25,5 \pm 5,01$ anos, massa corporal de $63,4 \pm 15,62$ Kg, altura de $1,69 \pm 0,09$ m, sem relatos de qualquer sintomatologia em ombro ou coluna cervical. Os voluntários foram avaliados em duas condições: antes e após a manipulação dos elásticos da veste. Os resultados mostraram uma redução significativa da protrusão do ombro direito ($p \leq 0,001$) e do ombro esquerdo ($p \leq 0,001$). Embora o valor médio da protrusão de cabeça tenha reduzido após a manipulação dos elásticos da veste, essa redução não foi significativa ($p = 0,48$). Dessa forma, a veste pode se tornar uma importante ferramenta de intervenção, sendo potencialmente capaz de auxiliar na modificação da postura dos ombros.

Palavras chaves: Veste, tensegridade, protrusão de ombro e cabeça.

1 INTRODUÇÃO

A presença de dor no ombro e na coluna cervical têm levado a prejuízos socioeconômicos e na qualidade de vida da população acometida^{1,2,3}. Entre esses prejuízos estão a redução da produtividade do trabalhador e o aumento dos custos para o sistema de saúde^{1,2,3}. Hábitos de vida (p.g. sedentarismo) e de trabalho (p.g. longos períodos sentados em frente ao computador) podem favorecer a manutenção de posturas associadas ao surgimento de disfunções do sistema musculoesquelético^{3,4,5}. Entre essas posturas, estão a protrusão de ombros e cabeça⁴. Indivíduos que mantêm a cabeça e os ombros para a frente (protusos), por períodos prolongados, podem desenvolver adaptações teciduais que contribuem para o surgimento de disfunções e dores^{6,7,8}. Essas disfunções podem prejudicar o desempenho tanto de trabalhadores de escritório, quanto de atletas que apresentam alta demanda em membros superiores^{3,4,9}. Dessa forma, a investigação de intervenções direcionadas à diminuição da protrusão de ombros e cabeça pode contribuir com a prevenção e reabilitação de disfunções do sistema musculoesquelético^{10,11,12}.

A postura de protrusão de cabeça e de ombros é comumente observada em conjunto ao se avaliar um paciente. Essa relação pode ser o resultado da proximidade anatômica das estruturas do pescoço e ombro, o que contribui para que tensões nos componentes do sistema musculoesquelético sejam transmitidas entre esses dois locais¹³. Nessa perspectiva, tensões excessivas em músculos próximos ao ombro, por exemplo, podem ser transmitidas ao pescoço e favorecer a protrusão de cabeça. A relação da postura de protrusão de cabeça e de ombros também pode ser o resultado da demanda das atividades realizadas pelo indivíduo¹⁴. Atividades como o uso de computador, podem facilitar a adoção tanto da postura de protrusão de cabeça quanto de ombros, principalmente se o indivíduo possuir características musculares que favoreçam essa postura (por exemplo, baixo trofismo de adutores escapulares). Assim, quando a protrusão de cabeça e ombros é identificada em um paciente, o fisioterapeuta pode incluir no tratamento intervenções que considerem a relação dessas alterações posturais.

A veste baseada em tensegridade pode ser uma ferramenta clínica para auxiliar no tratamento de alterações posturais. Essa veste considera que o sistema

musculoesquelético possui a propriedade arquitetônica de tensegridade¹⁵. Sistemas de tensegridade possuem um grupo de componentes em compressão dentro de uma rede de componentes interconectados e sob tensão contínua, o que garante estabilidade em todas as direções¹⁶. Ao considerar a organização arquitetônica do sistema musculoesquelético por esse princípio, os ossos seriam os componentes compressivos, suportados e interconectados por estruturas, como fâscias, ligamentos, músculos e cartilagem¹⁵. Além disso, baseado nesse princípio, o tecido submetido a estresse poderia não somente mudar sua conformação local, mas também das estruturas ao seu redor e de componentes distantes¹⁵. Assim, uma veste construída com base na arquitetura de tensegridade poderia ser uma ferramenta de intervenção, que contribuiria com a modificação de propriedades teciduais tanto de uma articulação específica como de outros segmentos corporais.

Nessa perspectiva, essa veste permite realizar ajustes em seus componentes elásticos a fim de reduzir a protrusão de ombros e, conseqüentemente, protrusão de cabeça, favorecendo que o paciente alcance uma postura biomecanicamente mais efetiva. A manutenção dessa nova postura durante a intervenção fisioterápica pode contribuir para modificações das propriedades teciduais, como ganho de força e rigidez dos músculos em posições específicas. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar os efeitos da veste baseada em tensegridade na modificação da postura de protrusão de cabeça e ombros. Este estudo examina a hipótese de que o aumento da tensão nos elásticos que produzem torque na direção do movimento de retração escapular resultará em diminuição da protrusão da cabeça e dos ombros nos indivíduos avaliados.

2 METODOLOGIA

2.1 Desenho do estudo e amostra

Foi realizado um estudo quasi-experimental, em que um grupo de voluntários foi avaliado em duas condições: antes e após a manipulação dos elásticos da veste baseada em tensegridade que produzem torque na direção do movimento de retração escapular. Participaram deste estudo 10 voluntários saudáveis (três homens e sete mulheres), recrutados por conveniência na comunidade acadêmica, com média de idade de $25,5 \pm 5,01$ anos, massa corporal de $63,4 \pm 15,62$ Kg e altura de $1,69 \pm 0,09$ m. Para participarem deste estudo, os voluntários deveriam apresentar idade entre 18 e 35 anos e não deveriam relatar presença de qualquer sintomatologia em ombro ou coluna cervical. Os participantes seriam excluídos, caso apresentassem qualquer desconforto ou dor durante os procedimentos deste estudo. Todos os participantes foram informados sobre os objetivos e procedimentos do estudo e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (Parecer CAAE 05623312.5.0000.5149).

2.2 Procedimentos e instrumentos

A postura de protrusão de cabeça e ombros foi avaliada por meio do sistema de análise de movimento tri dimensional *Codamotion* (Charnwood Dynamics Ltd - Inglaterra), com três unidades CODA (*Cartesian Optoeletronic Dynamic Anthropometer*). Para determinação da postura de protrusão de cabeça, marcadores ativos de rastreamento foram fixados sobre o processo espinhoso da sétima vértebra cervical e sobre o trago da orelha bilateralmente (FIG. 1). A protrusão de ombros foi mensurada a partir dos marcadores colocados sobre o processo espinhoso da sétima vértebra cervical e sobre a borda anterior do acrômio bilateralmente (FIG. 1). A identificação das proeminências ósseas para colocação dos marcadores foi

determinada por meio de palpação e realizada por somente um pesquisador, treinado em estudo piloto. Os dados foram captados por meio do programa Visual 3D v. 4.92 (C-Motion Inc - Germantown, MD - Estados Unidos).

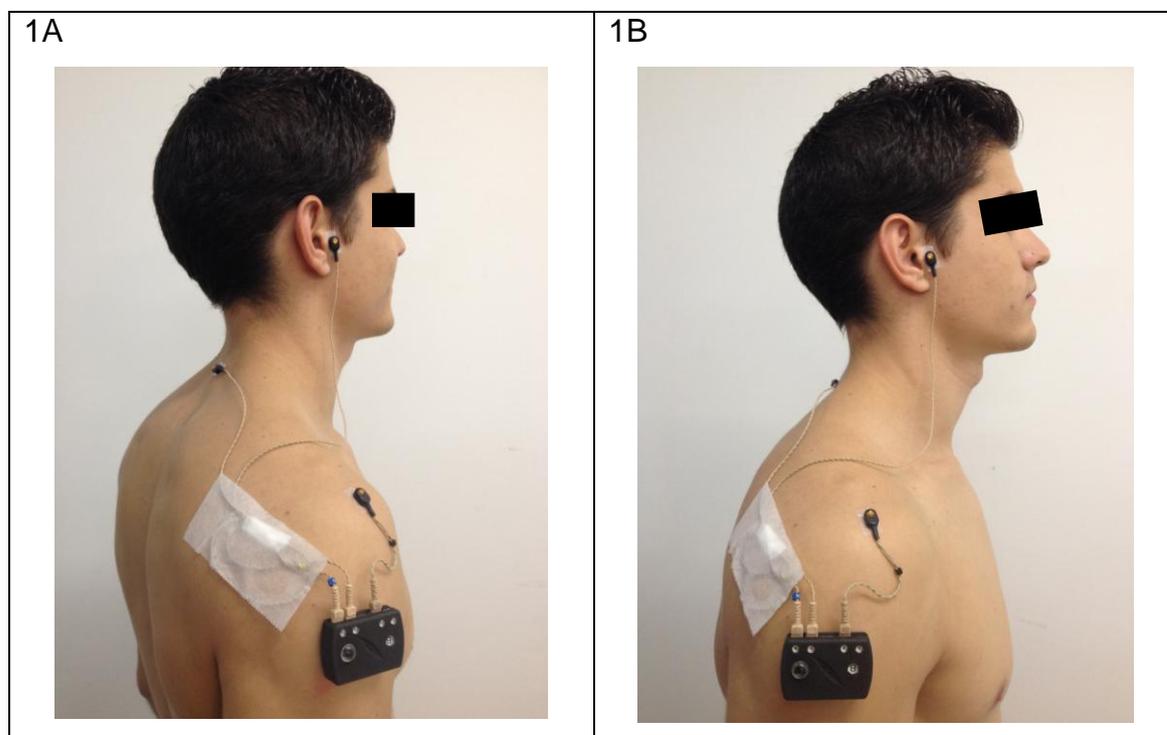


FIGURA 1 – Marcadores ativos nos pontos anatômicos. 1A – Vista diagonal. 1B – Vista lateral

Após a colocação dos marcadores ativos de rastreamento, o voluntário vestiu a veste baseada em tensesgridade. Inicialmente, foi garantido que todos os elásticos dessa veste estivessem prestressados (i.e. tensão quando o sistema está em sua posição de repouso, ou seja, antes que o sistema seja submetido a forças geradas externa ou internamente¹⁵), sem tensão suficiente para limitar o movimento e de forma que o voluntário considerasse confortável. Essa verificação foi realizada com o voluntário mantendo a postura ortostática. O preestresse dos elásticos é necessário devido ao princípio de tensesgridade usado para concepção da veste. Em seguida, foram realizadas três coletas estáticas de cinco segundos com o indivíduo em posição ortostática relaxada. Essas coletas iniciais forneceram os dados para determinação da protrusão de cabeça e ombros dos voluntários em uma condição em que a veste não estava manipulada.

Em um segundo momento, foram manipulados dois elásticos relacionados à retração escapular, ou seja, o comprimento dos elásticos que produzem torque na direção da retração escapular foi reduzido (FIG. 2). Novamente, três coletas

estáticas de cinco segundos com o voluntário em posição ortostática relaxada foram realizadas a fim de obter os dados necessários para mensuração da protrusão de cabeça e ombros dos voluntários após a manipulação dos elásticos da veste.

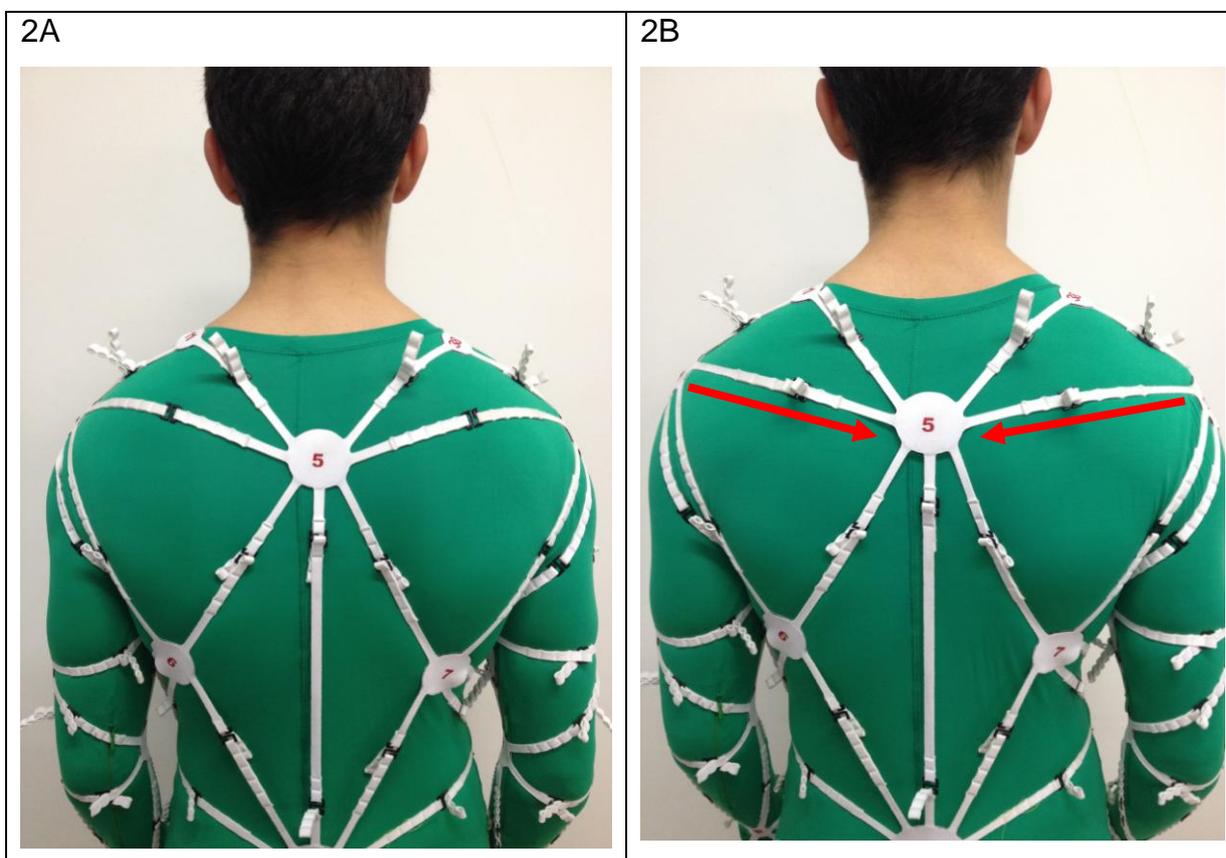


FIGURA 2 – Manipulação dos elásticos da veste biomecânica. 2A – Vista posterior sem manipulação dos elásticos escapulares. 2B – Vista posterior com manipulação dos elásticos escapulares.

2.3 Redução dos dados

A postura de protrusão de cabeça e dos ombros foi analisada por meio do programa Visual 3D. Inicialmente, as séries temporais de cada marcador foram filtradas por filtro Butterworth passa baixa de quarta ordem com frequência de corte de 6 Hz. As séries temporais com lacunas de no máximo 10 quadros foram interpoladas por meio do ajuste de mínimos quadrados de um polinômio de terceira ordem. A protrusão de cabeça foi determinada pela distância linear média (em centímetros), no plano sagital, das séries temporais dos seguintes pontos: 1)

marcador fixado sobre a sétima vértebra cervical; 2) média da posição dos marcadores fixados sobre os tragos direito e esquerdo. A protrusão de cada ombro foi determinada pela distância linear média (em centímetros), no plano sagital, entre os seguintes pontos: 1) marcador fixado sobre a sétima vértebra cervical; 2) marcador colocado sobre a borda anterior do acrômio. A medida de protrusão de cabeça e de ombros foi calculada para cada coleta estática. A protrusão de cabeça e de ombros foi determinada a partir da média dos três valores de protrusão obtidos para cada condição (i.e. antes e após da manipulação dos elásticos da veste).

2.4 Análise Estatística

As medidas de protrusão de cabeça e ombros foram analisadas inicialmente por meio de estatística descritiva. A comparação do efeito da manipulação dos elásticos da veste nas medidas de protrusão de cabeça e ombros foi verificada por meio de teste t pareado de Student, considerando um nível de significância de 0,05.

3 RESULTADOS

Os dados descritivos estão apresentados na TABELA 1. A comparação entre os valores das duas condições (i.e. antes e após a manipulação dos elásticos) para a protrusão de cabeça demonstrou que, embora o valor médio da protrusão de cabeça tenha reduzido, essa redução não foi significativa ($p = 0,48$). Por outro lado, houve uma redução significativa da protrusão do ombro direito ($p \leq 0,001$) e do ombro esquerdo ($p \leq 0,001$) após a manipulação dos elásticos da veste.

TABELA 1

Dados descritivos das variáveis de desfecho antes e após a manipulação dos elásticos da veste baseada em tensegridade que produzem torque na direção do movimento de retração escapular

Variável (cm)	Antes da manipulação dos elásticos*	Após manipulação dos elásticos*	Diferença entre condições [§]
Protrusão de cabeça	9,38 (1,47)	9,33 (1,43)	0,05 (0,19; -0,09)
Protrusão do ombro direito	10 (2,79)	8,87 (2,87)	1,13 (1,52; 0,73)
Protrusão do ombro esquerdo	10,40 (3,11)	9,08 (2,85)	1,32 (1,73; 0,91)

* Dados apresentados em média (desvio padrão)

[§] Dados apresentados em média (intervalo de confiança de 95%)

4 DISCUSSÃO

Este estudo demonstrou que o aumento de tensão dos componentes elásticos da veste baseada em tensegridade relacionados à retração do ombro reduziu a protrusão dos ombros. Contudo, esse ajuste nos componentes elásticos não foi suficiente para alterar a protrusão de cabeça.

A efetividade da veste em reduzir a protrusão dos ombros pode estar relacionada à sua contribuição para a mudança das propriedades viscoelástica dos tecidos muscular e fascial. O aumento da tensão nos elásticos da veste, que produz torque na direção do movimento de retração escapular, possivelmente, permitiu diminuir o comprimento dos elementos não contráteis (e.g. fibras colágenas) dos tecidos relacionados à protrusão de ombro, como os elementos não-contráteis presentes na região do peitoral menor. Portanto, a modificação das propriedades viscoelásticas desses tecidos pode ter permitido a redução da protrusão de ombro. Ressalta-se que como esse estudo avaliou os efeitos imediatos do uso em curto prazo da veste, os resultados observados não podem ser relacionados à modificação de elementos contráteis, como por exemplo, aumento do trefismo muscular.

O aumento de tensão dos componentes elásticos relacionados à retração escapular não foi suficiente para modificar a protrusão de cabeça. Esse resultado pode sugerir que o aumento de tensão nesses componentes elásticos pode ter redistribuído para outros componentes elásticos da veste, não relacionados ao alinhamento da cabeça. Outra possibilidade é que a magnitude da modificação do alinhamento dos segmentos corporais proporcionada por esse ajuste não foi suficiente para modificar o alinhamento da cabeça. Em outras palavras, o torque aplicado na região dos ombros pode ter sido insuficiente para transmitir tensão para os tecidos presentes na região cervical, não modificando a postura desse segmento corporal e, conseqüentemente, não modificando a protrusão de cabeça. Destaca-se que a rede de elásticos da veste não engloba a região cervical. Assim, caso os elementos elásticos da veste englobassem essa região, o efeito do aumento da tensão nos elásticos relacionados à retração do ombro na redução da protrusão da cabeça poderia ser maximizado.

A protrusão de cabeça pode ainda ser o resultado da alteração do alinhamento de segmentos corporais não considerados no ajuste dos elásticos realizado neste estudo. O desvio postural de um segmento do corpo, muitas vezes, gera o desvio em outro segmento, na tentativa de manter o centro de gravidade e o plano visual corretos¹⁷. Por exemplo, o aumento da anteversão pélvica pode resultar em hiperlordose da coluna lombar. Para que seja mantido o centro de gravidade, a cabeça é projetada à frente, favorecendo a protrusão da cabeça¹⁷. Portanto, apenas a manipulação dos elásticos relacionados à retração escapular pode não ter sido suficiente para reduzir a postura de protrusão de cabeça. Pacientes com protrusão de cabeça podem se beneficiar do uso da veste, caso a mesma considere outras alterações posturais presentes em cada paciente.

Poucos estudos investigaram o efeito do uso de implementos para modificação da postura. Cole *et al.*¹⁸ investigaram os efeitos imediatos de uma cinta de estabilização escapular na protrusão de ombros e cabeça de atletas. Os resultados demonstraram que a utilização dessa cinta promove a redução da postura de protrusão de ombro, não sendo evidenciado o mesmo para protrusão de cabeça. Esses achados foram similares aos do presente estudo, o que pode suportar a discussão de que intervenções que objetivam a redução da protrusão de cabeça devem considerar também outros fatores, como o alinhamento de outros segmentos corporais. Embora os resultados tenham sido similares, é importante ressaltar que os princípios de utilização e os efeitos do implemento utilizado neste estudo são diferentes da cinta utilizada por Cole *et al.*¹⁸. A veste tem maior potencial de modificar as propriedades teciduais tanto de uma articulação específica como de outros segmentos corporais, devido a sua arquitetura. Além disso, a veste permite que o terapeuta considere ajustes em múltiplos componentes elásticos de acordo com outras alterações de alinhamento postural presentes no paciente. Portanto, a veste baseada em tensegridade pode ser uma ferramenta clínica mais efetiva para modificação postural. Essa comparação da efetividade entre implementos ainda não foi investigada e é especulativa até este momento. Assim, futuros estudos são necessários para investigar a efetividade entre os implementos que podem ser utilizados pelo terapeuta.

Este estudo avaliou os efeitos imediatos do uso da veste baseada em tensegridade, que podem estar principalmente relacionados a modificação do comprimento de elementos não contráteis. O uso desse implemento a longo prazo

junto com um programa de exercícios poderia maximizar os efeitos da modificação na postura. Alguns estudos indicam que somente o programa de exercícios não é suficiente para modificar a postura^{19,20}, sendo que autores sugerem que o principal motivo é a manutenção da postura inadequada durante as atividades diárias^{3,4,5}. Assim, o uso da veste poderia facilitar a manutenção de uma postura adequada durante um programa de exercícios, o que contribuiria para modificação de elementos contráteis e não contráteis. Por exemplo, um programa de intervenção que incluía alongamento de peitoral menor e fortalecimento de romboides em um paciente com protrusão de ombro poderia ter os efeitos maximizados com o uso da veste. A veste poderia contribuir para que os romboides atuem em um comprimento mais encurtado durante atividades do dia-a-dia. Dessa forma, futuros estudos devem investigar os efeitos em longo prazo do uso da veste baseada em tensegridade em conjunto com outras intervenções fisioterapêuticas.

5 CONCLUSÃO

Os achados suportam parcialmente a hipótese inicial, uma vez que houve redução da protrusão de ombro e não foi evidenciado efeito na protrusão de cabeça, após a modificação das tensões elásticas produzidas pela veste baseada em tensegridade. Dessa forma, essa nova ferramenta de intervenção pode se tornar um instrumento clínico potencialmente capaz de auxiliar na modificação da postura do ombro.

REFERÊNCIAS

1. AGUILAR, P.S *et al.* Avoidable costs of physical treatments for chronic back, neck and shoulder pain within the Spanish National Health Service: a cross-sectional study. **BMC Musculoskeletal Disorders**. v.12, Dec. 2011.
2. VIRTA, L.; JORANGER, P.; BROX, J.I.; ERIKSSON, R. Costs of shoulder pain and resource use in primary health care: a cost-of-illness study in Sweden. **BMC Musculoskeletal Disorders**. v.13, 2012.
3. ALMEIDA, J.S *et al.* Afecção do tendão supra-espinal e afastamento laboral. **Ciênc. saúde coletiva**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, 2008.
4. ELTAYEB, S.; STAAL, J.B.; HASSAN A; de Bie, R.A. Work related risk factors for neck, shoulder and arms complaints: a cohort study among Dutch computer office workers. **Journal of Occupational Rehabilitation**, p. 315-322. 15 Aug, 2009.
5. MENDONÇA, J.; ASSUNÇÃO, A.A. Associação entre distúrbios do ombro e trabalho: breve revisão da literatura. **Revista brasileira de epidemiologia**. São Paulo, v. 8, nº. 2. Jun. 2005.
6. KENDALL, F.R.; MC CREARY, E.K. Muscle testing and function, with Posture and Pain. Baltimore (MD): Williams & Wilkins, 1983, 3 ed. p.326.
7. KELLEY, M.J.; CLARK, W.A. Orthopedic therapy of the shoulder. **Philadelphia (PA): J. B. Lippincott**. v 6. 1995. p.140.
8. MAGEE, D.M. **Avaliação Musculoesquelética**. 5. ed. São Paulo. Editora Manole, 2010. 1228 p.
9. SOUZA, N.S.C *et al.* Perfil epidemiológico do atendimento de atletas com afecções do ombro e cotovelo no Centro de Traumatologia do Esporte, CETE, UNIFESP-EPM. **Rev. Bras.Med.** v 67(supl.3), Ed especial , p.25-29, 2010.

10. BURKHART, S.S.; MORGAN, C.D.; KIBLER, W.B. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. **Arthroscopy-the Journal Of Arthroscopic And Related Surgery**, v.19, n 6. p.641-661, jul/aug 2003.
11. HA, S.M *et al*; . Effects of passive correction of scapular position on pain, proprioception, and range of motion in neck-pain patients with bilateral scapular downward-rotation syndrome. **Department of Rehabilitation Therapy**, Graduate School, Yonsei University, Wonju, Republic of Korea. *Manual Therapy*, v.16. p.585-589, 2011.
12. WANG, C.H *et al*. Stretching and strengthening exercises: Their effect on three-dimensional scapular kinematics. **Archives Of Physical Medicine And Rehabilitation**, v.80. p. 923-929, 1999.
13. HUIJING, P. A. Muscular force transmission necessitates a multilevel integrative approach to the analysis of function of skeletal muscle. **Exerc. Sport Sci. Rev.** v. 31, n. 4. p. 167–175, 2003.
14. FONSECA, S.T *et al*. Integration of stresses and Their Relationship to the Kinetic Chain. *In: Magee D.J et al. Scientific Foundations and Principles of Practice in Musculoskeletal Rehabilitation*. St Louis: Sanders, v 2. feb. 2007. p. 476-862.
15. CHRISTOPHER, S; INGBER; DONALD, I. Tensegrity and mechanoregulation: from skeleton to cytoskeleton. **Osteoarthritis and Cartilage**, *Boston*, v.7. p. 81-94, 1999.
16. LUO , Y *et al*. A multi-modular tensegrity model of an actin stress fiber. **J of Biomechanics**, 41(11). Aug 7, Jul 15. p 1-17, 2008.
17. MAGEE, D.J. **Avaliação Musculoesquelética**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2002.
18. COLE, A.K *et al*. Scapular bracing and alteration of posture and muscle activity in overhead athletes with poor posture. **J Athl Train**, U.S. p.12-24, jan/feb. 2013.
19. WANG, C.H, *et al* . Stretching and strengthening exercises: their effect on threedimensional scapular kinematics. **Arch Phys Med Rehabil**, U.S. v. 80. aug. 1999.

20. Baker-Sawyer K, McClure R Fitzgerald K. The effect of a scapular retraction exercise program on scapular position and scapular muscle force. **J Orthop Sports Phys Ther** 1996;23: