

Artigo original**Comparação do reposicionamento da cabeça em jovens assintomáticos e com dor cervical*****Head repositioning sense in young without or with neck pain***

Felipe Jose Jandre dos Reis, D.Sc.*, Bruno Alexandre Mendes Cardoso**, Débora Rodrigues Jatobá**, Adriana de Macedo, D.Sc.*, Leandro Calazans Nogueira, D.Sc.***

.....
*Professor do Curso de Fisioterapia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ, Rio de Janeiro, **Aluno, Iniciação Científica (PIBIC) do curso de Fisioterapia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ, ***Professor do curso de Fisioterapia, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro - IFRJ, Rio de Janeiro, Centro Universitário Augusto Motta (UNISUAM), Rio de Janeiro

Resumo

A dor cervical é uma das principais condições musculoesqueléticas responsáveis por provocar limitações funcionais. O comprometimento de músculos profundos da coluna cervical pode alterar as informações do sistema proprioceptivo cervical e conseqüentemente suas interações com o sistema vestibular e visual. O estudo buscou comparar a capacidade de reposicionamento da cabeça em jovens assintomáticos e com dor cervical mecânica. Participaram 60 voluntários sendo 43 assintomáticos e 17 com história de dor cervical mecânica. Avaliou-se a capacidade de reposicionamento da cabeça com os participantes sentados, vendados, utilizando um capacete com um *laser pointer* fixado. Os participantes realizaram 6 repetições do movimento de rotação e as diferenças entre o posicionamento inicial e final eram mensuradas em centímetros (erro absoluto-EA) e convertidas em graus. A diferença entre os grupos foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney com $p \leq 0,05$. Para as rotações direita e esquerda as médias do EA foram: no grupo com dor cervical 6,1 e 4,7 graus e no assintomático 5,3 e 5,3 graus. Não houve diferença na capacidade de reposicionamento da cabeça entre os grupos. É possível que outros fatores associados a dor contribuam para o comprometimento da cinestesia cervical.

Palavras-chave: cervicalgia, propriocepção, cinestesia, dor.

Abstract

Cervical pain is a major musculoskeletal conditions responsible for causing functional limitations. The involvement of the deep muscles of the cervical spine can change the information of cervical proprioceptive system and consequently their interactions with the vestibular and visual system. The aim of this study was to compare the ability to reposition the head in asymptomatic young volunteers with mechanical neck pain. The study included 60 volunteers, being 43 allocated in the asymptomatic group and 17 with history of mechanical neck pain. To evaluate the ability of head repositioning, the participants remained seated, blindfolded, using a helmet with a laser pointer attached on top. Participants performed 6 repetitions for each side and the differences between the initial and final position were measured in centimeters (absolute error-EA) and converted into degrees. The differences between groups was performed using the Mann-Whitney test with $p \leq 0.05$. Right and left rotation EA mean values were respectively: in the group with cervical pain 6.1 and 4.7 degrees and asymptomatic 5.3 and 5.3 degrees. There was no difference in the ability to repositioning the head between the groups. It is possible that other factors associated with pain contribute to impairment in cervical kinaesthesia.

Key-words: neck pain, proprioception, kinesthesia, pain.

Recebido em 3 de outubro de 2013; aceito em 21 de novembro de 2014.

Endereço para correspondência: Felipe Reis, Instituto Federal do Rio de Janeiro, Coordenação de Fisioterapia, Rua Prof. Carlos Wenceslau, 343, Realengo, 21715-000 Rio de Janeiro RJ, E-mail: felipe.reis@ifrj.edu.br

Introdução

As queixas de dores na coluna vertebral são frequentes na prática do fisioterapeuta e podem comprometer a qualidade de vida e limitar as atividades diárias. Estes distúrbios são caros para a sociedade e para os pacientes e são responsáveis pela perda de anos de vida saudável [1]. A prevalência de dor cervical varia entre 4% e 75% de acordo com a metodologia do estudo [2]. Acredita-se que entre 10,4% e 21,3% da população tenha pelo menos um episódio de dor cervical durante a vida [1]. Além disso, estima-se que em 50% a 80% dos casos de dor cervical não é possível identificar um fator subjacente determinante, o que caracteriza a dor cervical mecânica [3-5]. Esta condição pode ser definida como alterações não específicas que comprometem a coluna cervical, incluindo as lesões em chicote (*whiplash injury*), o espasmo cervical, a síndrome cervical-ombro e os desarranjos mecânicos, ou seja, são consideradas como dor cervical mecânica aquelas sem sinais e sintomas patogênicos e /ou patognomônicos [6]. Estão excluídas deste grupo todas as dores cervicais com diagnóstico clínico, como hérnia de disco, artrite reumatóide, doenças degenerativas e outras [7].

As explicações para a dor cervical mecânica envolvem teorias multifatoriais que incluem a ocupação, as alterações emocionais, a insatisfação no trabalho, as posturas, as condições físicas do ambiente, a etnia e o tabagismo [5,8-10].

Apesar de 33% a 65% das pessoas ficarem assintomáticas ao longo de um ano, alguns casos evoluem com diminuição da amplitude articular, da resistência muscular e distúrbios da cinestesia cervical (capacidade de reconhecimento da posição da cabeça), vertigem, perturbações visuais e as alterações do equilíbrio [11]. A presença dessas alterações contribui negativamente nas atividades diárias e resulta em prejuízos para a qualidade de vida [1,5].

A coluna cervical, em virtude do grande número de mecanorreceptores e pela sua integração com os sistemas vestibular e visual, desempenha um papel importante no fornecimento das informações proprioceptivas referentes à posição da cabeça [11,12-14]. O comprometimento dessa capacidade pode levar a alterações da postura da cabeça e contribuir para a sobrecarga articular e manutenção do estado doloroso. Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi comparar a cinestesia cervical entre pessoas assintomáticas e aquelas com dor cervical mecânica de intensidade leve.

Material e métodos

Aspectos éticos do estudo

O projeto foi previamente submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Rio de Janeiro (CEP-IFRJ) e aprovado sob o número de registro 001/11. Todos os voluntários receberam instruções prévias sobre os objetivos e os procedimentos da pesquisa. Aqueles

que concordaram em participar do estudo assinaram o termo de consentimento livre esclarecido.

Características do estudo e da amostra

Este estudo transversal foi composto por alunos voluntários do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (campus Realengo) selecionados por conveniência. Inicialmente foi realizada uma entrevista com objetivo de coletar os dados sociodemográficos e a presença ou não de queixas de dor cervical. Em seguida, os participantes foram classificados como assintomáticos quando não apresentaram quaisquer queixas de dor ou de limitação do movimento da região cervical. Os voluntários classificados como sintomáticos enquadravam-se no grupo Grau I segundo os critérios do *Task Force on Neck Pain and Its Associated Disorders* [15]. Neste grau estão incluídas as pessoas com dor no pescoço, associada ou não a rigidez, mas sem queixas neurológicas significativas. Não há sinais ou sintomas que sugerem distúrbios graves como fratura vertebral, luxação, lesão da medula espinhal ou nervos, infecção, neoplasia ou doença sistêmica, incluindo as artropatias inflamatórias [15-17]. Considerou-se para o estudo sujeitos com dor cervical há pelo menos 6 meses. Os voluntários deveriam ter tido pelo menos um episódio de dor nas últimas 2 semanas e a da dor no momento do exame deveria ser $\leq 3,0$ na Escala Analógica Visual (EVA).

Não foram considerados para o estudo os sujeitos com diagnóstico específico da coluna cervical, história de traumas da coluna vertebral, relato de diagnóstico de comprometimento do sistema vestibular, doenças de origem reumatológica ou endócrinas e doenças neurológicas progressivas.

Procedimentos

A avaliação da capacidade de reposicionamento da cabeça seguiu a metodologia descrita por Revel *et al.* [18] e Treleven [19]. O voluntário permaneceu sentado em uma cadeira de madeira, com encosto e sem apoio de braços, posicionada a uma distância de 0,90m de uma parede. Na parede foi fixada uma placa de isopor (1,00 m x 0,50 m x 30 mm) a 0,90 m do chão. Os voluntários foram avaliados individualmente, por um único examinador treinado, em ambiente silencioso e com temperatura controlada.

Cada participante utilizou um capacete de ciclismo com aproximadamente 230 g, com tira regulável e com um *laser point* de 45 g fixado em seu topo e constantemente ligado. A posição inicial da cabeça foi marcada no alvo de isopor e em seguida o participante foi solicitado a realizar os movimentos de rotação da cabeça para a direita e para a esquerda, com os olhos abertos, para se familiarizar com o procedimento. Para o teste, o voluntário teve seus olhos vendados e foi instruído a realizar 6 rotações da cabeça para cada lado tentando retornar a posição inicial (neutra). Mensuraram-se as distâncias entre a posição inicial e a posição final com uma fita métrica e em

seguida obteve-se a média entre as 6 repetições (erro absoluto-EA). Os valores do EA foram convertidos de centímetros, para ângulos (em graus) [18,20].

Análise estatística

Após a coleta, os dados foram armazenados em planilha eletrônica, utilizando o software SPSS versão 13 para Windows.

Procedeu-se a análise de frequência e a descritiva (média, desvio padrão, máximo e mínimo) para o sexo, a idade, EA para a rotação direita e EA para a rotação esquerda. A comparação dos resultados entre os grupos foi realizada por meio do teste de Mann-Whitney. Para verificar a correlação entre a idade e o erro absoluto, utilizou-se o coeficiente de correlação de Spearman. O nível de significância adotado foi de 0,05. O tamanho da amostra foi calculado baseado na diferença entre os erros para a rotação do pescoço entre indivíduos saudáveis e com dor cervical considerando os achados de Roren *et al.* [20] de 3,6 graus de diferença para indivíduos saudáveis e 6,3 graus de diferença os sintomáticos, com poder de 90%, intervalo de confiança de 95% e um desvio padrão de 2,4 graus. Estimou-se que pelo menos 17 participantes fossem necessários para cada um dos grupos.

Resultados

Participaram do estudo 60 estudantes voluntários do IFRJ com média de idade 20,2 (DP = 1,8; x_{min} = 18; x_{max} = 25), dos quais 38 do gênero feminino com idade média de 19,8 (DP = 1,6) e 22 do masculino com idade média de 20,8 (DP = 2,1). Ao se comparar os resultados do EA entre os grupos assintomático e sintomático não foram observadas diferenças estatisticamente significativas. Quando comparados os valores dos EA para as rotações pelo teste de Mann-Whitney, o grupo assintomático apresentou mediana igual a 4,1 graus para a rotação esquerda e 4,9 para a rotação direita. No grupo sintomático estes valores foram 4,4 e 5,5 respectivamente. De acordo com o teste U de Wilcoxon, os resultados do EA para esquerda (U = 339,5; r = -0,05) e para direita (U = 322,5; r = -0,09) indicam não haver diferença entre os grupos.

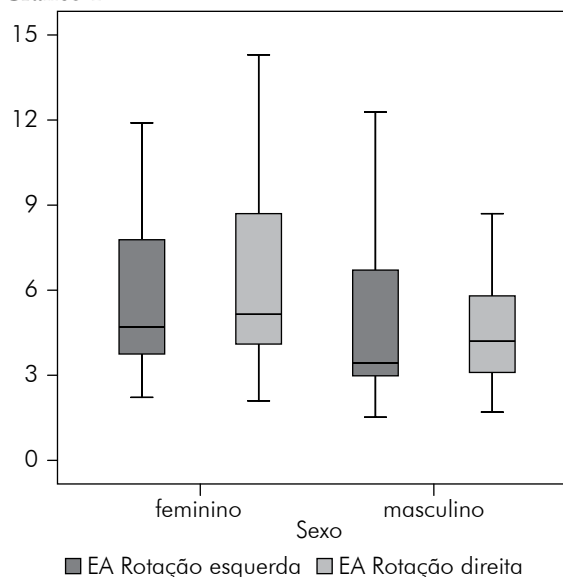
A Tabela I apresenta a comparação das médias do EA entre os grupos sintomático e assintomático assim como o intervalo de confiança.

Apesar de as mulheres terem apresentado maior EA para os movimentos de rotação da cabeça, não houve associação entre o gênero e o EA para a rotação esquerda ($p = 0,3$) e para a rotação direita ($p = 0,1$).

Tabela 1

Grupo	Erro Absoluto (graus)				(p)
	Rotação Direita		Rotação Esquerda		
	Média (DP)	IC 95%	Média (DP)	IC 95%	
Assintomático (n=43)	5,3 (2,4)	4,5-6,1	5,3 (2,8)	4,5-6,2	0,67
Sintomático (n=17)	6,1 (3,3)	4,4-7,8	4,7(2,2)	3,5-5,9	0,48

Gráfico 1



O coeficiente de Spearman mostrou uma correlação negativa muito fraca entre idade e EA rotação esquerda ($r_s = -0,11$; $p = 0,4$) e EA rotação direita ($r_s = -0,20$; $p = 0,1$) sem que houvesse significância estatística.

Discussão

Atualmente, existe um maior interesse no estudo das alterações da capacidade de reposicionamento da cabeça e sua influência na dor cervical [12,13,21,23]. A capacidade de reposicionamento da cabeça é importante para a manutenção da estabilidade da articulação durante condições dinâmicas [21]. Alguns autores apontam que a insuficiência no reposicionamento da cabeça pode ser um fator de predisposição para o desenvolvimento de dor cervical [23,24].

Com o objetivo de avaliar a cinestesia cervical entre pessoas jovens assintomáticas e dor cervical crônica de intensidade leve, foi utilizado um teste que se baseia no exame da capacidade em retornar a cabeça para a posição inicial após executar um dado movimento e em situação de privação da visão [18,22]. Este método é considerado a principal medida para se avaliar a propriocepção cervical. O procedimento de avaliação é relativamente simples podendo ser incorporado na prática clínica do fisioterapeuta. Além disso, apresenta boa confiabilidade teste-reteste e excelente correlação com técnicas consideradas mais precisas como as que utilizam o ultrassom [20]. A escolha desse teste se deu em virtude da facilidade de execução assim como da possibilidade de aplicação na prática clínica do fisioterapeuta.

Embora o movimento da cabeça durante o teste de reposicionamento possa estimular tanto os aferentes da coluna cervical quanto os vestibulares [11,12,19,25], alguns estudos têm relatado que a estimulação aferente vestibular é mínima porque o movimento da cabeça é executado de modo relativamente lento no teste [12,25]. Além disso, durante o recrutamento dos voluntários, buscou-se incluir pessoas sem história de diagnóstico de comprometimento do sistema vestibular.

A seleção dos integrantes se deu por conveniência e foi feita a partir dos alunos voluntários que se encontravam no mesmo local da pesquisa. No que diz respeito a capacidade de reposicionamento da cabeça, não foram observadas alterações quando comparados os grupos assintomáticos e o sintomático. Este achado pode ser em virtude do perfil da amostra que foi composta por indivíduos jovens, com dor cervical de baixa intensidade e de origem não traumática.

Em relação aos aspectos da dor cervical, buscou-se verificar se mesmo pessoas com dor cervical de intensidade leve poderiam apresentar comprometimento da cinestesia cervical. Para isso optou-se por utilizar um ponto de corte de EVA $\leq 3,0$. Segundo Collins *et al.* [26], valores acima de 3,0 cm na EVA incluem 85% dos pacientes que classificaram sua dor como moderada em uma escala categórica de quatro pontos, e 98% dos pacientes que relataram dor severa. As características da dor como a intensidade e duração mostraram não ter influência na cinestesia cervical [18,21,27,28]. Entretanto, segundo Lee *et al.* [25], os maiores erros de reposicionamento da cabeça estariam associados a maior frequência de dor cervical.

Os resultados em relação ao teste de reposicionamento são consistentes com alguns estudos nos quais não houve diferenças significativas entre o grupo de dor cervical e o controle [29-31]. No estudo de Palmgren *et al.* [31], utilizando a mesma metodologia para se avaliar a cinestesia cervical, os autores observaram que o erro de reposicionamento nos sujeitos sintomáticos foi maior somente em um (flexão) dos seis movimentos testados. Teng *et al.* [12] investigaram 20 pacientes com dor cervical crônica moderada e não encontraram associação entre a história de dor cervical e a sensibilidade cinestésica em adultos jovens. Armstrong *et al.* [30] investigaram 23 indivíduos após lesão em chicote comparando-os com um grupo controle e não encontraram diferença no reposicionamento da cabeça entre os grupos. Edmondston *et al.* [32] comparam 21 indivíduos com dor cervical postural com 22 assintomáticos e concluíram que não houve diferença significativa na sensibilidade cinestésica. Woodhouse e Vasseljen [33] não verificaram diferenças na cinestesia cervical em uma amostra de 116 pacientes com dor cervical crônica pós-traumática e não-traumática. Mais recentemente, Chen e Treleaven [34] não observaram erros de posicionamento entre saudáveis e sintomáticos utilizando a mesma metodologia de avaliação. Além disso, pessoas assintomáticas jovens (média de 31,8 anos) também apresentaram erros de posicionamento conforme observado por Hallgren e Andary [35].

No entanto, os resultados encontrados diferem de outros

estudos [11,13,27,36]. Revel *et al.* [13] observaram a presença de um grupo de 30 pacientes com dor cervical crônica, em comparação com um grupo de mesma faixa etária de indivíduos saudáveis. Heikkilä e Wenngren [21] e Heikkilä e Åström [27] encontraram erros significativamente maiores nos pacientes que sofreram lesão em chicote quando comparados com os sujeitos saudáveis. Loudon *et al.* [36] compararam um grupo pós-lesão em chicote e outro com dor crônica, e encontraram maiores médias de erros de posição quando comparados com os indivíduos saudáveis. No estudo de pacientes com dor cervical idiopática ou traumática realizado por Sjolander *et al.* [37], maiores erros de reposicionamento foram encontrados em pacientes com dor cervical crônica em comparação com indivíduos assintomáticos, sendo maiores em pacientes com dor cervical pós-traumática. Os resultados contraditórios podem estar relacionados com as metodologias variadas e populações avaliadas. Este estudo, como indicado por Swait *et al.* [38], foi realizado com seis repetições em comparação com os outros usando três ou dez repetições [11,18,27,29,36]. Além disso, a amostra foi composta exclusivamente de pessoas com dor cervical não traumática.

Dentre as principais limitações do estudo, destaca-se a ausência de dados referentes a outros aspectos da dor como a qualidade, a duração e a frequência. Outro aspecto que não foi estudado refere-se a postura da cabeça e do pescoço. É possível que a postura da cabeça exerça alguma influência sobre a cinestesia cervical. Ressalta-se ainda a necessidade de se incluir um questionário de avaliação da função como o Índice de Incapacidade do Pescoço (NDI). Estimula-se a realização de outras pesquisas que incluam essas variáveis.

Conclusão

De acordo com os resultados, não houve diferenças significativas na capacidade de reposicionamento da cabeça entre indivíduos assintomáticos e aqueles com história de dor cervical de intensidade leve. É possível que outros fatores relacionados a dor contribuam para o comprometimento da cinestesia cervical.

Referências

1. Vos T, Flaxman AD, Naghavi M, Lozano R, Michaud C, Ezzati M et al. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012;380(9859):2163-96.
2. Fejer R, Kyvik KO, Hartvigsen J. The prevalence of neck pain in the world population: a systematic critical review of the literature. *Eur Spine J* 2006;15(6):834-48.
3. Hoy DG, Protani M, De R, Buchbinder R. The epidemiology of neck pain. *Best Practice & Res Clin Rheumatology* 2010;24(6):783-92.
4. Clair DA, Edmondston SJ, Allison GT. Physical therapy treatment dose for nontraumatic neck pain: A comparison between 2 patient groups. *J Orthop Sports Phys Ther* 2006;36(11):867-75.

5. Binder AI. Cervical spondylosis and neck pain. *BMJ* 2007;334(7592):527-31.
6. Childs JD, Cleland JA, Elliott JM, Teyhen DS, Wainner RS, Whitman JM, et al. Neck pain: clinical practice guidelines linked to the International Classification of Functioning, Disability, and Health from the Orthopaedic Section of the American Physical Therapy Association. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 2008;38(9):A1-A34.
7. Reis FJJ, Mafra B, Mazza D, Marcato G, Ribeiro M, Absalão T. Assessment of sensorimotor disturbance in mechanical neck pain: a review. *Fisioter Mov* 2010;23(4):617-26.
8. Christensen JO, Knardahl S. Work and neck pain: A prospective study of psychological, social, and mechanical risk factors. *Pain* 2010;151(1):162-73.
9. Lau KT, Cheung KY, Chan KB, Chan MH, Lo KY, Chiu TT. Relationships between sagittal postures of thoracic and cervical spine, presence of neck pain, neck pain severity and disability. *Man Ther* 2010;15(5):457-62.
10. Mäntyselkä P, Lupsakko T, Kaytiainen H, Vanhala M. Neck-shoulder pain and depressive symptoms: A cohort study with a 7-year follow-up. *Eur J Pain* 2010;14(2):189-93.
11. Treleaven J, Jull G, Sterling M. Dizziness and unsteadiness following whiplash injury: characteristic features and relationship with cervical joint position error. *J Rehabil Med* 2003;35(1):36-43.
12. Teng CC, Chai H, Lai DM, Wang SF. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in young and middle-aged adults with or without a history of mild neck pain. *Man Ther* 2007;12(1):22-8.
13. Revel M, Minguet M, Gergoy P, Vaillant J, Manuel JL. Changes in cervicocephalic kinesthesia after a proprioceptive rehabilitation program in patients with neck pain: a randomized controlled study. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75(8):895-9.
14. Feipel V, Salvia P, Klein H, Rooze M. Head repositioning accuracy in patients with whiplash-associated disorders. *Spine* 2006;31(2):E51-8.
15. Guzman J, Haldeman S, Carroll LJ, Carragee EJ, Hurwitz EL, Peloso P, et al. Clinical practice implications of the bone and joint decade 2000–2010 task force on neck pain and its associated disorders: from concepts and findings to recommendations. *Spine* 2008;15;33(4 Suppl):S199-213.
16. Damgaard P, Bartels EM, Ris I, Christensen R, Juul-Kristensen B. Evidence of physiotherapy interventions for patients with chronic neck pain: a systematic review of randomised controlled trials. *Pain* 2013;2013:23.
17. Guzman J, Hurwitz EL, Carroll LJ, Haldeman S, Cote P, Carragee EJ, et al. A new conceptual model of neck pain: linking onset, course, and care: the bone and joint decade 2000-2010 task force on neck pain and its associated disorders. *J Manipulative Physiol Ther* 2009;32(2 Suppl):S17-28.
18. Revel M, Andre-Deshays C, Minguet M. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with cervical pain. *Arch Phys Med Rehabil* 1991;72(5):288-91.
19. Treleaven J. Sensorimotor disturbances in neck disorders affecting postural stability, head and eye movement control. *Man Ther* 2008;13(1):2-11.
20. Roren A, Mayoux-Benhamou MA, Fayad F, Poiraudou S, Lantz D, Revel M. Comparison of visual and ultrasound based techniques to measure head repositioning in healthy and neck-pain subjects. *Man Ther* 2009;14(3):270-21.
21. Heikkilä HV, Wenngrén BI. Cervicocephalic kinesthetic sensibility, active range of cervical motion, and oculomotor function in patients with whiplash injury. *Arch Phys Med Rehabil* 1998;79(9):1089-94.
22. Boyd-Clark LC, Briggs CA, Galea MP. Segmental degeneration in the cervical spine and associated changes in dorsal root ganglia. *Clin Anat* 2004;17(6):468-77.
23. Sharma L, Pai YC, Holtkamp K, Rymer WZ. Is knee joint proprioception worse in the arthritic knee versus the unaffected knee in unilateral knee osteoarthritis? *Arthritis Rheum* 1997;40(8):1518-25.
24. Panjabi MM. A hypothesis of chronic back pain: ligament subfailure injuries lead to muscle control dysfunction. *Eur Spine J* 2006;15(5):668-76.
25. Lee HY, Wang JD, Yao G, Wang SF. Association between cervicocephalic kinesthetic sensibility and frequency of subclinical neck pain. *Man Ther* 2008;13(5):419-25.
26. Collins SL, Moore RA, McQuay HJ. The visual analogue pain intensity scale: what is moderate pain in millimetres? *Pain* 1997;72(1-2):95-7.
27. Heikkilä H, Åström PG. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with whiplash injury. *Scand J Rehabil Med* 1996;28(3):133-8.
28. Sjolander P, Michaelson P, Jaric S, Djupsjobacka M. Sensorimotor disturbances in chronic neck pain—range of motion, peak velocity, smoothness of movement, and repositioning acuity. *Man Ther* 2008;13(2):122-31.
29. Rix GD, Bagust J. Cervicocephalic kinesthetic sensibility in patients with chronic, nontraumatic cervical spine pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2001;82(7):911-9.
30. Armstrong BS, McNair PJ, Williams M. Head and neck position sense in whiplash patients and healthy individuals and the effect of the cranio-cervical flexion action. *Clin Biomech* 2005;20(7):675-84.
31. Palmgren PJ, Andreasson D, Eriksson M, Hagglund A. Cervicocephalic kinesthetic sensibility and postural balance in patients with nontraumatic chronic neck pain—a pilot study. *Chiropr Osteopat* 2009;17:6.
32. Edmondston SJ, Henne SE, Loh W, Ostvold E. Influence of cranio-cervical posture on three-dimensional motion of the cervical spine. *Man Ther* 2005;10(1):44-51.
33. Woodhouse A, Vasseljen O. Altered motor control patterns in whiplash and chronic neck pain. *BMC Musculoskelet Disord* 2008;9:90.
34. Chen X, Treleaven J. The effect of neck torsion on joint position error in subjects with chronic neck pain. *Man Ther* 2013;18(6):562-7.
35. Hallgren RC, Andary MT. Undershooting of a neutral reference position by asymptomatic subjects after cervical motion in the sagittal plane. *J Manipulative Physiol Ther* 2008;31(7):547-52.
36. Loudon JK, Ruhl M, Field E. Ability to reproduce head position after whiplash injury. *Spine* 1997;22(8):865-8.
37. Sjolander P, Michaelson P, Jaric S, Djupsjobacka M. Sensorimotor disturbances in chronic neck pain—range of motion, peak velocity, smoothness of movement, and repositioning acuity. *Man Ther* 2008;13(2):122-31.
38. Swait G, Rushton AB, Miall C, Newell D. Evaluation of cervical proprioceptive function. *Spine* 2007;32(24):692-701.