

Análise eletromiográfica de músculos da coluna vertebral durante a marcha em diferentes formas de carregar o bebê

Electromyographic analysis of the spinal muscles during the gait in different ways to carry a baby

Felipe Ribeiro Cabral Fagundes¹, Francine Mendonça de Luna Teixeira², Lerrine Fernanda Camargo³, Luís Mochizuki⁴, César Ferreira Amorim⁵, Renato José Soares⁶

¹ Mestre. Doutorando e pesquisador do Programa de Mestrado e Doutorado em Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo – UNICID. São Paulo – SP, Brasil.

² Mestre. Pesquisadora do Programa de Mestrado e Doutorado em Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo – UNICID. São Paulo – SP, Brasil.

³ Graduação. Pesquisadora da Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo – EACH/USP. São Paulo – SP, Brasil.

⁴ Livre Docente. Professor e Pesquisador da Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo – EACH/USP. São Paulo – SP, Brasil.

⁵ Doutor. Professor do Programa de Mestrado e Doutorado em Fisioterapia da Universidade Cidade de São Paulo – UNICID. São Paulo – SP, Brasil.

⁶ Doutor. Professor do Departamento de Fisioterapia da Universidade de Taubaté – UNITAU. Taubaté – SP, Brasil

Endereço de Correspondência

Felipe Ribeiro Cabral Fagundes
Avenida Assis Chateaubriand, 5699, Casa 70, Cidade Jardim
12091-800 – Taubaté – SP [Brasil]
feliperfagundes@gmail.com

Resumo

Introdução: A forma de carregar o bebê pode causar desequilíbrios em músculos relacionados à coluna vertebral. **Objetivos:** Investigar a atividade elétrica dos músculos trapézio fibras descendentes e eretores lombares durante a marcha na simulação de carregar um bebê. **Métodos:** 20 voluntárias, destros e saudáveis participaram das coletas durante a marcha em esteira na simulação do ato de carregar o bebê em diferentes formas: 1) posição horizontal; 2) posição vertical; 3) suporte tipo “canguru” e 4) suporte tipo “sling”. Os resultados eletromiográficos foram analisados pela análise da intensidade do sinal eletromiográfico dos músculos trapézio fibras descendentes e eretores espinhais bilateralmente.

Resultados: A ANOVA de dois fatores indicou que a forma de carregar ($F_{(4, 59)}=17,1$ $p<0,001$) e lado ($F_{(1, 59)}=89,6$ $p<0,001$) afetaram a intensidade da atividade do músculo eretor espinhal e também a forma de carregar ($F_{(4, 59)}=6,4$ $p<0,001$) e lado ($F_{(1, 59)}=59,9$ $p<0,001$) do músculo trapézio fibras descendentes. **Conclusões:** O suporte canguru gerou menor ativação em músculos espinhais durante a quando comparado a outras situações.

Descritores: coluna vertebral, gravidez, eletromiografia

Abstract

Introduction: The way to carry the baby may cause imbalances in muscles related to the spine. **Objectives:** To investigate the electrical activity of the muscles trapezius descending fibers and lumbar erector during the simulation of carrying a baby. **Methods:** 20 volunteers right-handed and healthy participate of the study during walking on a treadmill to simulate the act of carrying the baby in different ways: 1) horizontal position; 2) vertical position; 3) Support Type “kangaroo” and 4) Support Type “sling”. The EMG results were analyzed by analysis of the intensity of the electromyographic signal of the muscles trapezius fibers descendants and spinal lumbar erector bilaterally. **Results:** A two-way ANOVA indicated that the way of loading ($F_{(4, 59)}=17.1$ $p<0.001$) and next ($F_{(1, 59)}=89.6$ $p<0.001$) affected the intensity of the activity spinal erector muscles and also the way of loading ($F_{(4, 59)}=6.4$ $p<0.001$) and next ($F_{(1, 59)}=59.9$ $p<0.001$) of the trapezius muscle fibers descendants. **Conclusions:** Kangaroo support generated less activation in spinal muscles during when compared to other situations.

Keywords: Spine, pregnancy, electromiography.

Introdução

Durante atividades de carregamento de peso na região anterior do corpo, os músculos trapézios e eretores da coluna produzem um momento extensor importante, gerando maior tensão e sobrecarga para as estruturas da coluna vertebral. Atividades de maior frequência durante o dia e o ato de carregar pesos excessivos estão associados a maiores risco de prolapso do disco intervertebral¹⁻³, podendo resultar em dor lombar crônica. Diversas atividades semelhantes envolvem o membro superior, como por exemplo, atividades laborais, atividades esportivas ou ainda, durante o puerpério, o ato de carregar o bebê⁴.

Durante o período gestacional ocorrem adaptações fisiológicas e anatômicas que podem gerar mudanças na forma, tamanho e inércia corporal^{5,6}. Comumente, mulheres no puerpério sentem desconfortos álgicos na coluna espinal por causa do ganho de massa corporal, o esforço físico, a fraqueza dos músculos abdominais e espinhais, além da sobrecarga física que os cuidados ao bebê impõem à mãe^{7,8}. Estas atividades podem deixar o indivíduo mais susceptível à dores e incapacidades relacionadas à coluna vertebral.

O ato de carregar o bebê pode ser uma das atividades comumente relacionadas a desconfortos álgicos na coluna vertebral. Tal fato pode gerar dor em membros superiores e na coluna, além de dificuldade na realização de atividades funcionais. Diante disto, foram desenvolvidos suportes como o canguru (uma mochila presa a parte anterior da mulher que sustenta o bebê), e o *sling* (uma faixa que sustenta o bebê e cruza o corpo da mulher de um ombro até o quadril contralateral). Além disso, as pessoas alternam as formas de carregar os filhos ou utilizam de suportes como canguru e *slings*. A estratégia para diminuir o desconforto álgico provocado pelo ato de carregar é a alternância dessas formas de carregar, pois não se conhece a forma mais adequada. Essa escolha pode ser afetada por diversos fatores internos e externos que podem tornar a escolha muito difícil. Assim, cri-

térios quantitativos, como a análise da ativação muscular e menor desconforto podem auxiliar na escolha da melhor forma de carregar o bebê.

Entender quantitativamente as características da carga exercida sobre a coluna pode ajudar a evitar posições e movimentos excessivos para a coluna vertebral. Estas sobrecargas estão relacionadas com maiores riscos de desenvolvimento de dores lombares^{3,9}. Devido a grande variabilidade de respostas musculares um modelo avaliado por meio da eletromiografia é o mais indicado para avaliar tais diferenças. Estudos ergonômicos demonstram que os custos relacionados ao tratamento aumentam com maiores dificuldades de cargas na coluna durante o trabalho, e que assimetrias laterais na ativação muscular podem desencadear desconfortos álgicos^{10,11}, pouco se sabe a respeito do comportamento muscular em diferentes formas de carregar o bebê.

Portanto, este estudo tem sua relevância baseada na necessidade de melhor entender os mecanismos de desequilíbrio muscular envolvidos na estabilização local, podendo estar relacionado ao desenvolvimento de dores na coluna vertebral durante o puerpério. Este estudo tem por objetivo investigar a atividade elétrica dos músculos trapézio fibras descendentes e eretores espinhais lombares, durante a marcha, na simulação do carregar o bebê em diferentes formas: posição horizontal, posição vertical, com auxílio do suporte tipo “canguru” e do suporte do tipo “sling”. Além disso, analisar as possíveis assimetrias entre os mesmos músculos quando comparados bilateralmente (direito e esquerdo). Como hipóteses, acreditamos que o uso de um suporte para carregar o bebê pode minimizar a intensidade da atividade em músculos da coluna vertebral.

Métodos

Amostra

Participaram deste estudo do tipo transversal 20 mulheres destras (23,4±1,39 anos, 1,62±0,05 m, 59,5±11,2 kg). Os critérios de inclusão foram:

mulheres nulíparas, saudáveis, sem histórico de de doenças cardiovasculares, neurológicas ou respiratórias. Foram excluídas voluntárias com qualquer diagnóstico de afecção musculoesquelética, como fraturas, luxações, distensões ou qualquer outra que pudesse interferir na avaliação eletromiográfica, sujeitos que apresentem alguma alteração cognitiva que impeça a compreensão dos procedimentos, sujeitos com comorbidades importantes e aqueles que por algum motivo estejam incapacitados de realizar a atividade proposta. A amostra foi composta por estudantes universitárias voluntárias. O número amostral foi baseado na média de população investigada em estudos que envolvem temática semelhante^{12,13}. Aplicando um teste T bicaudal para amostras independentes, com erro do tipo I de 5%, erro tipo II de 20%, poder de 80 % e tamanho do efeito de 30%, o tamanho da amostra calculado é de 20 indivíduos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética local (protocolo 425/2008), e todas as voluntárias assinaram termo de consentimento de participação na pesquisa.

Equipamentos

Para a simulação do peso corporal foi utilizada uma boneca com pesos adaptados internamente em diferentes regiões do corpo para simular o peso de um bebê de seis quilos. Sendo 1,5kg em cabeça, 1,5kg em tronco, 0,5kg em cada membro superior e 1,0kg em cada membro inferior^{5,14}. Os suportes para o carregamento do bebê utilizados foram canguru e *sling*. O suporte *sling* consiste em um pano preso com argolas ao nível do ombro e posicionado de maneira cruzada à frente do tronco. O suporte canguru é constituído por duas alças de ombro e um cinto abdominal, tais cintas mantêm a bolsa na qual o bebê é colocado. As formas de simulação de carregar o bebê podem ser encontradas na Figura 1.

Foi utilizado o programa EMGLab V1.1 - EMG System Brasil versão/2010 acoplado a um módulo de aquisição de sinais modelo EMG1600C, com frequência de amostragem 2 kHz por canal, resolução de 16 bits, ganho de

amplificação em 2000 vezes, rejeição de modo comum > 100 dB. O sistema EMG será acoplado ao computador permitindo o acompanhamento e a visualização do traçado de amplitude do sinal de atividade elétrica dos músculos analisados. Foram utilizados *footswitches* compostos por sensores que foram sincronizados com o eletromiógrafo para identificar as fases de apoio e balanço da marcha.

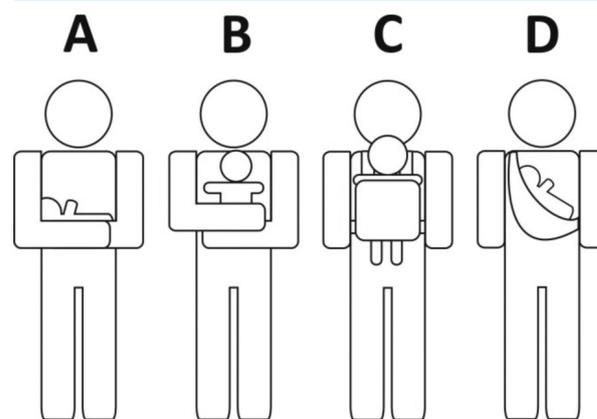


Figura 1: As formas de carregar o bebê (A - carregar o bebê deitado; B - carregar o bebê na posição vertical; C - carregar bebê com o suporte canguru; D - carregar o bebê com o suporte sling).

Procedimentos

As coletas foram realizadas por um pesquisador com formação e treinamento em todos os procedimentos e treinamentos. Foi realizada a tricotomia para a colocação dos eletrodos. Os eletrodos foram colocados sobre os ventres dos músculos trapézio fibras descendentes e eretores espinhais lombares de forma bilateral conforme recomendações do SENIAM¹⁵. Para o músculo trapézio fibras descendentes, o eletrodo foi posicionado na linha média entre o acrômio e C7. Para os eretores espinhais lombares, foi traçada uma linha entre a espinha ilíaca pósterosuperior e o espaço entre as vértebras L1 e L2. Em seguida, foi traçada uma linha transversal a partir do processo espinhoso de L5 em direção à linha feita anteriormente. O eletrodo foi fixado no cruzamento dessas duas linhas traçadas. O

eletrodo de referência foi posicionado no olécrano do membro superior esquerdo. Além disso, em ambos os pés, foram fixados os sensores do tipo *footswitch* no calcâneo e na região distal do 1º metatarso. Foi realizada a coleta da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de cada músculo avaliado na posição da prova de função muscular contra resistência manual¹⁶.

Para a coleta na esteira ergométrica, as mulheres caminharam por três minutos sem carregar o bebê, com o intuito de habituação. Todas as coletas foram feitas com a velocidade de 6 km/h. Antes de cada coleta, as participantes caminharam durante um minuto e meio para se acostumarem com a rotina de coletas. Em cada situação de carregar o bebê os dados foram registrados durante 60 segundos. Foram realizadas coletas com as seguintes formas de carregar o bebê: A) Com o bebê na posição horizontal, com a cabeça voltada para o lado direito; B) Com o bebê no colo na posição vertical; C) Utilizando o suporte canguru, com os braços ao longo do corpo; D) Utilizando o suporte *sling*, com os braços da voluntária ao longo do corpo. Além destas, também foi feita a análise sem carregar o bebê (controle), a qual serviu como base para comparações. A ordem de escolha para o carregamento do bebê foi realizada de forma aleatória.

Análise dos sinais biológicos

A partir do registro inicial básico, os dados eletromiográficos foram tratados em ambiente Matlab. Os dados eletromiográficos foram filtrados com filtro Butterworth de segunda ordem com faixa de frequência passa-banda de 20 a 400 Hz. Os resultados foram obtidos para os músculos trapézio e eretores espinhais lombares bilateralmente, observando-se a contração muscular durante a passada contra-lateral. Para a análise da intensidade de cada atividade muscular o sinal foi calculado o *Root Mean Square* (RMS)¹⁷. Os dados gravados através da instrumentação utilizada foram inicialmente analisados no software EMGLab (EMG System do Brasil) que fornece todas as informações relacionados a amplitude e

frequência do sinal inclusive a média RMS (Root Mean Square). Os dados, registrados simultaneamente, foram analisados pelo método quantitativo no domínio do tempo pela amplitude e integral do sinal. Os valores das atividades elétricas dos músculos ($\mu\text{V RMS}$) foram normalizados individualmente pela contração voluntária máxima (CVM).

Para a análise estatística dos dados, foi utilizada a análise de variância (ANOVA) de dois fatores: a) forma de carregar: controle, deitado, vertical, canguru e sling; e b) lado: esquerdo e direito). Como teste *post-hoc*, foi usado o teste Tukey. Foi definido o nível de significância de $p < 0,05$ (5%).

Resultados

As intensidades médias do sinal eletromiográfico do músculo trapézio dos lados esquerdo e direito nas cinco condições estão apresentadas na Tabela 1. A ANOVA de dois fatores mostrou que a forma de carregar ($F_{(4, 59)}=6,4$ $p < 0,001$) e lado ($F_{(1, 59)}=59,9$ $p < 0,001$) afetaram a intensidade da atividade do músculo trapézio. O teste post hoc Tukey indicou que a atividade eletromiográfica no músculo trapézio na forma de carregar deitado foi maior que as formas vertical, canguru e controle ($p < 0,001$) e que o direito foi mais ativo que o lado esquerdo ($p < 0,001$). Houve interação entre os fatores forma de carregar e lado na atividade do músculo trapézio ($F_{(4, 59)}=2,5$ $p=0,03$). O teste post hoc de Tukey indicou que no lado esquerdo todas as formas de carregar tiveram a mesma intensidade de ativação do músculo trapézio; enquanto no lado direito, a forma deitada mostrou maior ativação que as formas sling e vertical e controle ($p < 0,001$).

As intensidades médias do sinal eletromiográfico do músculo eretor espinhal dos lados esquerdo e direito nas cinco condições estão apresentadas na Tabela 2. A ANOVA de dois fatores mostrou que a forma de carregar ($F_{(4, 59)}=17,1$ $p < 0,001$) e lado ($F_{(1, 59)}=89,6$ $p < 0,001$) afetaram a intensidade da atividade do músculo eretor es-

pinhal. O teste post hoc de Tukey indicou que a atividade eletromiográfica no músculo eretor espinhal na forma vertical de carregar foi maior que as formas deitado e canguru e controle ($p < 0,001$); que a forma sling de carregar mostrou maior ativação que a forma canguru e controle ($p < 0,02$); e que o músculo eretor espinhal direito teve maior ativação que o mesmo músculo no lado esquerdo ($p < 0,001$). Não houve interação entre os fatores forma de carregar e lado na atividade do músculo trapézio ($F_{(4, 59)} = 0,7$ $p = 0,53$).

Tabela 1: Valores de média e desvio padrão da intensidade do sinal eletromiográfico para os eretores espinhais lombares direito e esquerdo nas situações avaliadas

	Direito	Esquerdo
Controle	0,97 (0,11)	0,77 (0,12)
Canguru	1,04 (0,15)	0,83 (0,09)
Sling	1,18 (0,12)*	0,90 (0,15)*
Vertical	1,23 (0,15)*	1,01 (0,11)*
Horizontal	1,04 (0,15)	0,87 (0,12)*

* $p < 0,05$ quando comparados com o controle.

Tabela 2: Valores de média e desvio padrão da intensidade do sinal eletromiográfico para os músculos trapézio superior direito e esquerdo nas situações avaliadas

	Direito	Esquerdo
Controle	0,39 (0,17)	0,31 (0,16)
Canguru	0,44 (0,21)	0,32 (0,19)
Sling	0,41 (0,17)	0,34 (0,25)*
Vertical	0,40 (0,15)	0,31 (0,16)
Horizontal	0,49 (0,18)*	0,33 (0,18)*

* $p < 0,05$ quando comparados com o controle

Discussão

Este estudo teve por objetivo a análise da atividade dos músculos trapézio fibras descendentes e eretores espinhais lombares em cinco diferentes formas de carregar um bebê. Ambos os músculos aumentaram sua ativação durante o ato de carregar um bebê quando comparados

com a situação controle. Esse resultado confirma a hipótese de existir uma diferença na intensidade de ativação dos músculos da coluna vertebral no ato de carregar um bebê. As duas formas assimétricas de segurar o bebê são a deitada e a sling. A assimetria na forma deitada é devido ao lado posição da cabeça do bebê; enquanto que a assimetria na forma sling é devido a posição da alça do sling. Assim, a cabeça do bebê do lado direito e a alça do sling sobre o ombro esquerdo provocaram a maior ativação muscular do lado direito do tronco. Consequentemente, esses resultados sugerem que alternância entre lados para a posição na cabeça quando se carrega um bebê deitado no colo e alternância do lado para o apoio do sling nos ombros podem minimizar a assimetria na ativação muscular. Nota-se que os músculos do lado direito mostraram a maior intensidade de ativação quando comparados à musculatura do lado esquerdo, acreditamos que tal achado seja pelo fato de todas as voluntárias serem destros.

O músculo trapézio e o músculo eretor espinhal lombar apresentaram comportamentos eletromiográficos diferentes com os efeitos da assimetria na forma de carregar um bebê. No músculo trapézio, apenas o lado direito mostrou a variação na intensidade da atividade desse músculo por causa da forma de carregar um bebê. Não houve interação entre lados e formas de carregar um bebê não na ativação do músculo eretor espinhal lombar. A forma horizontal de carregar um bebê se destacou como a forma que mais provocou a ativação do músculo trapézio do lado direito do tronco. Isso coincide com o lado que a cabeça do bebê estava apoiada.

Devroey et al¹⁸ avaliaram do o efeito de diferentes cargas de mochila (0-5-10-15 % do peso corporal) sobre as atividades dos músculos do tronco. Eles encontraram diminuição de atividades nos eretores da coluna e aumento das atividades em músculo reto abdominal com aumento de carga mochila. Rohlmann et al⁹ explicam que ao transportar uma carga na parte da frentado corpo o centro de massa do corpo é deslocado anteriormente causando aumento da atividade

de músculos espinhais para compensar e manter o equilíbrio corporal. De maneira coerente, as formas de segurar o bebê apresentadas por este estudo demonstraram um comportamento com aumento da atividade de eretores espinhais.

A variação na ativação muscular está associada a sua função mecânica na manutenção da postura ereta durante a marcha quando se carrega um bebê. O músculo trapézio mostrou maior ativação quando o bebê estava na posição horizontal; enquanto o músculo eretor espinhal dorsal mostrou maior ativação quando o bebê estava na posição vertical. Assim, o músculo trapézio aumentou sua ativação para estabilizar as oscilações no bebê provocadas pelo balanço na cintura escapular da pessoa que o carrega; ao passo que o músculo eretor dorsal aumentou sua atividade para melhorar sustentar o aumento na altura da posição do centro de massa do tronco do carregador provada pela posição vertical do bebê.

Wu et al¹⁹ comparam a atividade eletromiográfica da forma de carregar o bebê com o sling e canguru. Os resultados demonstraram que as respostas eletromiográficas semelhantes nos dois diferentes métodos de segurar o bebê tanto para eretores espinhais quanto para trapézio fibras descendentes. Esses resultados são semelhantes ao presente estudo para os resultados dos músculos eretores espinhais, porém contrários em relação à atividade do músculo trapézio. Acreditamos que essa diferença seja devido à metodologia utilizada.

A hipótese deste estudo foi que o uso de um suporte para carregar o bebê poderia ser capaz de reduzir a intensidade da atividade elétrica dos músculos dorsais. Esta hipótese foi parcialmente atendida, sendo que no músculo trapézio, o uso do canguru provocou menor ativação do que carregar o bebê deitado. No músculo eretor espinhal lombar, o uso do canguru provocou menor ativação que carregar o bebê em pé; porém, este mesmo músculo mostrou o mesmo nível de ativação quando se carregou o bebê em pé e no *sling*. Desta forma, usar o suporte canguru pode diminuir a ativação dos mús-

culos dorsais em comparações específicas. Tal suporte, além de deixar liberar os membros superiores da mãe, faz com que o bebê fique mais próximo ao corpo do cuidador, minimizando a alteração do centro de massa corporal e não exigindo a atividade muscular aumentada.

De forma geral, o carregar o bebê sem suporte na posição horizontal gera maior atividade muscular tanto para eretores lombares quanto para trapézio fibras descendentes. Essa condição expõe mais a cabeça do bebê e pode exigir maior nível atenção no ato de carregar. Quando analisadas as situações de carregar o bebê com auxílio de suporte externo verificou-se que uso do sling não foi a melhor situação, visto o aumento da atividade bilateral em eretores e o desequilíbrio entre os trapezios.

As algias que acometem a coluna vertebral podem surgir no período gestacional, persistindo após o parto em decorrência principalmente das sobrecargas mecano-posturais das atividades diárias^{8, 13, 20}. Desta forma, considera-se coerente o melhor entendimento destes potenciais fatores de risco à saúde da mulher, como as características mecanoposturais relacionadas ao ato de carregar o bebê. Portanto, a forma de carregar um bebê pode provocar assimetrias na intensidade da ativação de músculos dorsal e uso do canguru diminui a ativação dos músculos trapézio e eretor espinhal lombar. Esses resultados podem ajudar no desenvolvimento de estudos para orientação, prevenção e tratamento de dores musculoesqueléticas de mulheres no período do puerpério.

Uma das limitações que apresentamos neste estudo foi a não utilização de bebês pela dificuldade da realização das coletas sem gerar irritabilidade e/ou desconforto para os mesmos, podendo afetar os dados da pesquisa. Frente ao exposto, utilizou-se uma boneca com peso corporal adaptado, de acordo com a literatura^{5, 14}. Sugerimos a investigação de variáveis semelhantes das utilizadas neste estudo em mulheres em período de puerpério, bem como verificar a ativação de outros músculos posturais, como por exemplo o músculo transversal abdominal.

Conclusão

O suporte canguru foi capaz de gerar menor ativação em músculos da coluna vertebral durante a atividade de carregar o bebê quando comparado a outras situações. Desta forma, o carregar o bebê com a utilização do suporte canguru pode minimizar a sobrecarga muscular na coluna vertebral.

Referências

1. Kelsey JL, Githens PB, Walter SD, Southwick WO, Weil U, Holford TR, et al. An epidemiological study of acute prolapsed cervical intervertebral disc. *J Bone Joint Surg Am.* 1984;66(6):907-14
2. Kelsey JL, Githens PB, White AA, 3rd, Holford TR, Walter SD, O'Connor T, et al. An epidemiologic study of lifting and twisting on the job and risk for acute prolapsed lumbar intervertebral disc. *J Orthop Res.* 1984;2(1):61-6
3. Al-Khabbaz YS, Shimada T, Hasegawa M. The effect of backpack heaviness on trunk-lower extremity muscle activities and trunk posture. *Gait Posture.* 2008;28(2):297-302
4. Kim K, Yun KH. The Effects of Body Posture by Using Baby Carrier in Different Ways. *Journal of the Korean Society of Physical Medicine.* 2013;8(2):193-200
5. Jensen RK, Doucet S, Treitz T. Changes in segment mass and mass distribution during pregnancy. *J Biomech.* 1996;29(2):251-6
6. Ostgaard HC, Andersson GB. Postpartum low-back pain. *Spine (Phila Pa 1976).* 1992;17(1):53-5
7. Fast A, Shapiro D, Ducommun EJ, Friedmann LW, Bouklas T, Floman Y. Low-back pain in pregnancy. *Spine (Phila Pa 1976).* 1987;12(4):368-71
8. Ostgaard HC, Andersson GB, Karlsson K. Prevalence of back pain in pregnancy. *Spine (Phila Pa 1976).* 1991;16(5):549-52
9. Rohlmann A, Zander T, Graichen F, Schmidt H, Bergmann G. How does the way a weight is carried affect spinal loads? *Ergonomics.* 2014;57(2):262-70
10. Sung PS, Lammers AR, Danial P. Different parts of erector spinae muscle fatigability in subjects with and without low back pain. *Spine J.* 2009;9(2):115-20
11. Seroussi RE, Pope MH. The relationship between trunk muscle electromyography and lifting moments in the sagittal and frontal planes. *J Biomech.* 1987;20(2):135-46
12. Spreandio FS, GM; Souza, MS; Araújo, CC; Nesi, DD. Análise da marcha de gestantes: um estudo preliminar. *Fisioter Brasil.* 2004;5(2)
13. Commissaris DA, Nilsson-Wikmar LB, Van Dieen JH, Hirschfeld H. Joint coordination during whole-body lifting in women with low back pain after pregnancy. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83(9):1279-89
14. Sun H, Jensen R. Body segment growth during infancy. *J Biomech.* 1994;27(3):265-75
15. Merletti R, Hermens H. Introduction to the special issue on the SENIAM European Concerted Action. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):283-6
16. Kendall HK, FP; Wadsworth, GE. *Muscles: Testing and Function, with Posture and Pain.* London: Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
17. Basmajian JDL, CJ. *Muscles alive: their function revealed by electromyography.* Baltimore: Willians & Willians; 1985.
18. Devroey C, Jonkers I, de Becker A, Lenaerts G, Spaepen A. Evaluation of the effect of backpack load and position during standing and walking using biomechanical, physiological and subjective measures. *Ergonomics.* 2007;50(5):728-42
19. Wu CY, Huang HR, Wang MJ. Baby carriers: a comparison of traditional sling and front-worn, rear-facing harness carriers. *Ergonomics.* 2016:1-7
20. Paul JA, Salle H, Frings-Dresen MH. Effect of posture on hip joint moment during pregnancy, while performing a standing task. *Clin Biomech (Bristol, Avon).* 1996;11(2):111-5