

Análise comparativa da atividade eletromiográfica do reto femoral em isometria na posição inferior do agachamento *wall slide*, antes e após a aplicação da acupuntura no ponto ST45

Comparative analysis of electromyographical activity of rectus femoris in lower phase of isometric *wall slide* squat before and after application of acupuncture at ST45

ROCHA TBX, VILELA JUNIOR GB, MARTINS GC, MANZATTO L, GRANDE AJ. Análise comparativa da atividade eletromiográfica do reto femoral em isometria na posição inferior do agachamento *wall slide*, antes e após a aplicação da acupuntura no ponto ST45. **R. bras. Ci. e Mov** 2012;20(4):92-98.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi fazer uma análise comparativa da atividade eletromiográfica do reto femoral em isometria na posição inferior do agachamento *wall slide*, antes e após a estimulação com agulha do ponto ST45. O experimento foi realizado com 10 voluntários, sendo cinco homens e cinco mulheres, com idade entre 20 e 30 anos, estudantes universitários, sem histórico de trauma no joelho ou quadril. Foi coletado o sinal eletromiográfico do reto femoral na posição inferior do agachamento em isometria para cada voluntário. Logo após, foi estimulado o ponto ST45 no sentido da tonificação por 10 minutos, estando o indivíduo sentado, e a agulha sendo girada aos cinco minutos. Em seguida, foi repetido o procedimento de coleta do sinal. Os valores de potencial elétrico, amplitude e ângulo de fase foram analisados. Foram encontradas diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o exercício pré e pós acupuntura para cada indivíduo apesar destas variações não terem seguido nenhum padrão. A acupuntura aplicada no ponto mais distal do meridiano agiu na modulação da contração do reto femoral e, provavelmente, na modulação da ação dos músculos sinérgicos, alterando a estratégia de movimento adotada por cada voluntário. O fato de não ter havido um padrão nas alterações refletem diferentes estratégias de movimento entre os voluntários. A análise da variável ângulo de fase não foi conclusiva neste estudo, sugerindo que seja um processo estocástico.

Palavras-chave: Acupuntura; Eletromiografia; Agachamento.

ABSTRACT: The aim of this study was to make a comparative analysis of the electromyographical activity of the rectus femoris in the lower position of isometric *wall slide* squat before and after stimulation with needle point ST45. The experiment was conducted with 10 volunteers, five men and five women, aged between 20 and 30 years old, college students with no history of trauma to the knee or hip. EMG signal was collected in the inferior position during isometric squat in each volunteer, just after was stimulated the point ST45 towards toning for 10 minutes while the subject seated, and the needle is stimulated at five minutes. It was then repeated the procedure of collecting the signal. The values of electric potential, amplitude and phase angle were analyzed. Significant differences ($p < 0,05$) between exercises pre and post acupuncture was found despite these variations did not follow any pattern. Acupuncture applied to the most distal point of the meridian acted in modulating the contraction of the rectus femoris, and probably modulating too the synergistic action of the muscles by changing the movement strategy adopted by each volunteer. The fact that there has not been a pattern in the changes, reflect different movement strategies among the volunteers. The analysis of the variable phase angle in this study was not conclusive suggest it is a stochastic process.

Key Words: Acupuncture; Electromyography; Squat.

Túlio B. X. Rocha¹
Guanis de B. Vilela Junior²
Gustavo C. Martins²
Luciane Manzatto²
Antônio J. Grande²

¹Faculdades Integradas Pitágoras
de Montes Claros - FIP-MOC
²UNIMEP

Enviado em: 18/07/2011

Contato: Túlio Brandão Xavier Rocha - tuliofisioef@hotmail.com

Introdução

A Organização Mundial de Saúde (OMS), em 1985, reconheceu que a medicina tradicional, particularmente a fitoterapia e acupuntura, constituía em tecnologia apropriada, e poderia ser incorporada nas estratégias de saúde nacional¹. Esta organização define acupuntura como sendo a estimulação de pontos específicos do corpo, através de agulhas, moxabustão, eletricidade, laser ou pressão, com propósitos terapêuticos ou profiláticos, além do aumento da eficiência do aparelho locomotor²⁻⁴. Em 2006, foi regulamentada a sua utilização pelas unidades de saúde brasileiras pela portaria nº971 do ministério da saúde⁴.

De acordo com a doutrina do Yin e Yang, a saúde é determinada pelo equilíbrio dinâmico entre estes dois aspectos, mantido pelo fluxo de *Qi*, que circularia por canais denominados meridianos^{5,6}. Alguns autores sugerem ainda que a técnica é eficiente na melhora da *performance* de atletas^{5,6} e utilizada para “tonificar” ou “descontrair” músculos de trabalhadores⁷. No tratamento da dor, os efeitos da acupuntura são bem documentados na literatura^{5,6,8,9}, entretanto estudos sobre a eficácia da técnica no esporte e, pesquisas experimentais sobre propriedades dos meridianos, tem se mostrado confusos e pouco conclusivos^{10,11}.

Aplicada em pontos específicos, a acupuntura exerce efeito em regiões vizinhas ou distantes¹¹, mas, pesquisadores debatem se a técnica age através dos meridianos ou não¹².

O meridiano do estômago (ST) tem origem na face, entre a órbita ocular e a margem infraorbital, diretamente inferior a pupila, e segue descendente pela parte anterior do corpo, passando sobre o ventre do reto femoral, até o leito ungueal lateral do segundo dedo do pé, no ponto ST45¹³.

Em vista disso, o presente estudo teve como objetivo fazer uma análise comparativa da atividade eletromiográfica do reto femoral em isometria na fase inferior do agachamento *wall slide*, antes e após a estimulação com agulha do ponto ST45.

O agachamento vem sendo considerado um exercício efetivo no desenvolvimento da musculatura do

quadril, joelho e tornozelo, por meio do aumento da atividade do quadríceps, isquiotibiais e tríceps sural¹⁴. Em reabilitação, uma variação conhecida como “agachamento *wall slide*” tem sido utilizada no tratamento de indivíduos com síndrome de dor fêmoro-patelar¹⁵, e pode ser observada uma ação sinérgica dos músculos vastos lateral, medial e intermédio, sóleo¹⁴, isquiotibiais gastrocnêmio e glúteo máximo¹⁶, cada um com sua ação específica. O grau de atuação destes músculos depende dos ângulos do joelho e quadril e dos comprimentos musculares individuais¹⁴. O reto femoral é mais efetivo como extensor do joelho quando o tronco se encontra mais ereto, mantendo a pelve próxima a uma posição neutra¹⁷, e apresenta maior atividade entre 85° e 95° de flexão do joelho¹⁸, enquanto que, nesta posição, os vastos têm uma ação estabilizadora da patela¹⁵.

Eletromiografia pode ser entendida como a detecção e estudo da função muscular baseada na análise de sinais elétricos provenientes da contração, e constitui uma maneira eficiente de explorar e testar a integridade do sistema motor¹⁹. Mediante esta análise, é possível obter informações acerca do grau de atividade no músculo durante o movimento, tempo de ativação, e o momento e posição em que o músculo é recrutado, quando associado a um goniômetro²⁰.

A amplitude do sinal reflete o grau de atividade do músculo e está relacionado à quantidade de unidades motoras ativas num dado momento²¹. Entretanto, está sujeita a captação de sinais provenientes de outros músculos que não aquele de interesse, fenômeno conhecido como crosstalk²². No membro inferior, cerca de 17% do sinal origina de músculos adjacentes. O posicionamento correto dos eletrodos e a filtragem do sinal podem reduzir consideravelmente este erro²³. Em isometria, pode-se ter um sinal mais fidedigno, pois, em contrações dinâmicas existe o movimento relativo da pele sobre o músculo subjacente, além da movimentação dos cabos, pode interferir no sinal²⁰.

Materiais e Métodos

A população foi constituída por estudantes universitários que aceitaram participar da pesquisa. A amostragem foi composta de 10 voluntários, sendo cinco homens e cinco mulheres, entre 20 e 30 anos, sem história de traumas nos joelhos ou quadris nos últimos cinco anos, escolhidos por conveniência de forma a atender os requisitos da pesquisa. Todos eles assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido para participação na pesquisa.

O material utilizado na pesquisa foi:

- Aparelho de eletromiografia da marca EMG System do Brasil[®] com 6 canais
- Eletrodos de superfície descartáveis Ag/AgCl da marca Meditrace[®]
- Eletrogoniômetro marca EMG System do Brasil[®]
- Notebook da marca Dell[®]
- Agulhas filiformes de 0,25 x 30mm, da marca DONGBANG[®] com disparador de 4,5cm
- Aparelho de barbear
- Algodão
- Álcool 70%.

Para coleta do sinal eletromiográfico, após tricotomia e limpeza do local com álcool, os eletrodos de referência foram posicionados sobre o músculo reto femoral direito, a uma distância média entre a espinha ilíaca ântero-superior e a base da patela, e com a distância inter-eletrodo de 1cm, conforme recomenda Sodemberg e Knutson²³. O goniômetro foi posicionado na parte medial do joelho direito dos voluntários com o braço fixo paralelo à tibia, o braço móvel paralelo ao fêmur, e o eixo do goniômetro no centro da articulação. Os braços do goniômetro foram fixados utilizando fitas de velcro[®]. O eletrodo terra foi posicionado sobre a articulação esternoclavicular esquerda. Tanto os eletrodos quanto o goniômetro estavam acoplados a um conversor analógico-digital de 6 canais também da marca EMG System do Brasil. A taxa de amostragem do aparelho foi de 60z. A velocidade de execução da tarefa foi auto selecionada, ficando o voluntário livre para executá-la da maneira que fosse mais confortável. Os eletrodos não foram retirados entre os testes.

Foi solicitado ao voluntário que realizassem dois movimentos de agachamento, como descrito acima, e escolhido o melhor. Logo após, foi aplicada acupuntura durante 10 minutos, no ponto ST45 estando o indivíduo sentado, com estimulação da agulha no sentido horário (tonificação) aos cinco minutos e, depois de retirada, os procedimentos de coleta foram repetidos. O sinal foi captado através do *software WinDaq[®] 2.66* e exportados para o *Origin[®] 8.0*, onde foram analisados.

Análise dos dados

Os dados referentes ao potencial elétrico e posição, adquiridos no *software WinDaq[®]* foram separados em três fases – descendente, isométrico e ascendente. A fase descendente foi do início do movimento até o instante em que se atingiu a flexão máxima do joelho durante o mesmo, dando início à fase isométrica e, a partir do instante em que se iniciou a extensão do joelho até a posição inicial caracterizado como fase ascendente. Logo após, os dados referentes à fase isométrica foram exportados para o *software Origin[®] 8.0*, onde foram analisados. Os valores de potencial elétrico e tempo foram normalizados pelo valor máximo e calculados os valores da RMS (raiz quadrada dos valores quadráticos médios) dos quais foram analisados os parâmetros amplitude e ângulo de fase, também normalizados em relação aos valores máximos.

Os valores de potencial elétrico, amplitude e ângulo de fase, foram submetidos ao teste t para amostras pareadas, a fim de comparar os valores pré e pós. O nível de significância utilizado foi $p < 0,05$.

Os valores das medianas, primeiro quartil, mínimo, máximo e terceiros quartil foram exportados para o Excel 2003, onde foram feitos os gráficos.

Resultados

Todos os parâmetros individuais sofreram alterações representativas para o nível de significância estabelecido ($p < 0,05$) após a aplicação da acupuntura para cada indivíduo em comparação com o teste pré acupuntura. No entanto, não pôde ser observado nenhum padrão nestas alterações, isto é, para todos os voluntários,

alguns valores aumentaram e outros diminuíram em ilustram estas alterações. módulo após a aplicação da acupuntura. Os gráficos 1 e 2

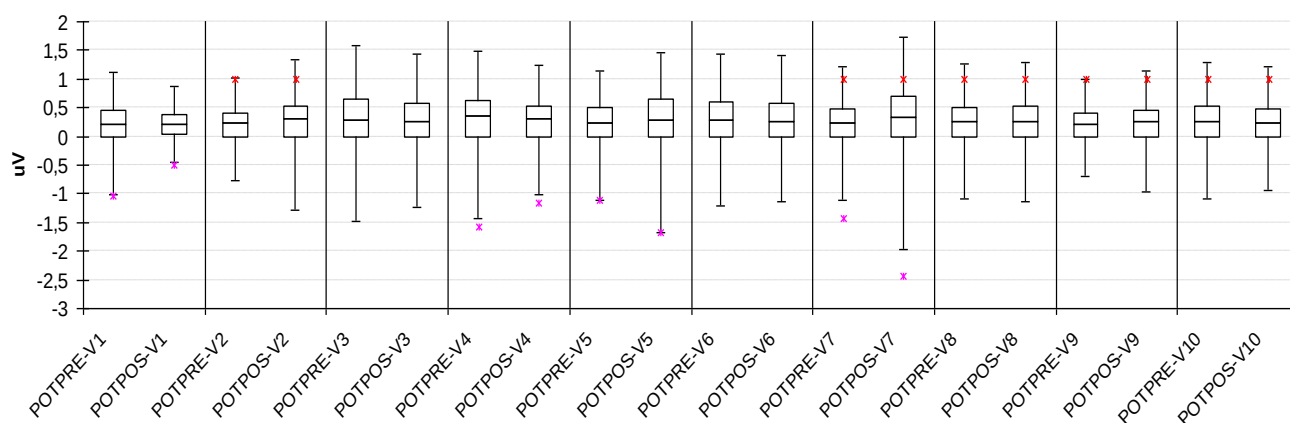


Figura 1. Potencial elétrico pré e pós acupuntura

Legenda

POTPRE – Potencial elétrico pré acupuntura

POTPOS – Potencial elétrico pós acupuntura

V – Voluntário seguido da identificação

* - Outliers

uV - Microvolts

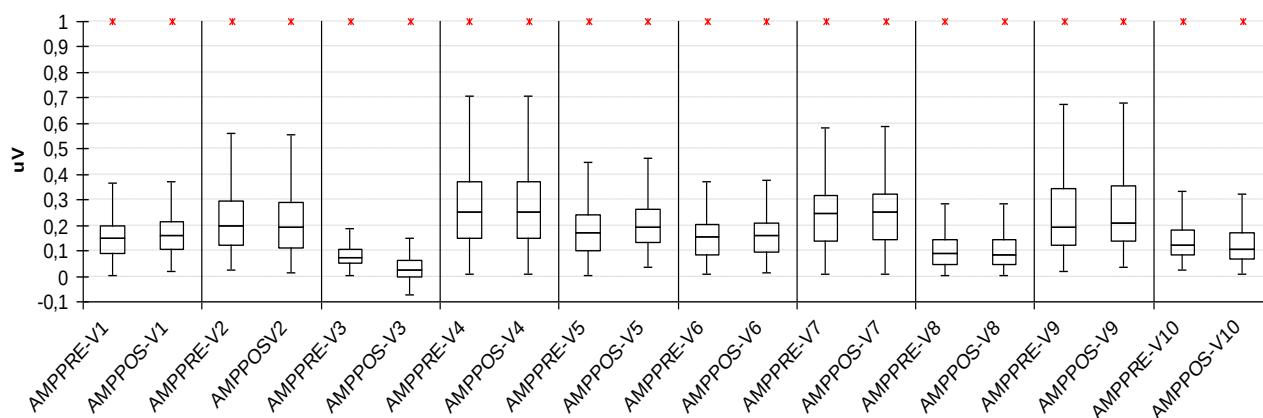


Figura 2. Amplitude pré e pós acupuntura

Legenda

AMPPRE – Amplitude pré acupuntura

POTPOS – Amplitude pós acupuntura

V – Voluntário seguido da identificação

* - Outliers

uV - Microvolts

Sobre o potencial elétrico, para os voluntários 1, 3, 5, 6, 7 e 8 foi verificado um aumento da média e mediana dos valores após a aplicação de acupuntura, o que demonstra que para 60% dos sujeitos a técnica apresentou caráter excitatório, e para os voluntários 2, 4 e 10 diminuíram, demonstrando uma ação inibitória da acupuntura. Para os voluntários 2, 5, 7, 8, 9 e 10 a distância interquartil dos valores de potencial elétrico aumentou, o que representa maior diferença de potencial

entre os eletrodos, e para os voluntários 1, 3, 4 e 6, essa distância diminuiu.

A respeito da amplitude do sinal, para os voluntários 1, 5, 6, 7 e 9, a média e a mediana aumentaram, o que significa maior quantidade de energia no sinal, e para os voluntários 2, 3, 4, 8 e 10, diminuíram. Para os voluntários 1, 3, 4, 5, 6, 7 e 9, a distância interquartil diminuiu, mostrando maior homogeneidade nos valores após a acupuntura.

O quadro 1 mostra a posição angular do joelho nos dois testes e, resumidamente, o comportamento dos valores referentes aos parâmetros observados no teste pós acupuntura em relação ao teste pré acupuntura, se

aumentaram ou diminuíram. As setas para cima significam que os valores aumentaram no teste pós acupuntura em relação ao teste pré acupuntura. As setas para baixo significam que diminuíram.

	Pré	Pós	Potencial	Amplitude	Fase
Voluntário 01	75°	82°	↑	↑	↑
Voluntário 02	108°	96°	↓	↓	↑
Voluntário 03	97°	96°	↑	↓	↓
Voluntário 04	101°	101°	↓	↓	↓
Voluntário 05	93°	91°	↑	↑	↓
Voluntário 06	95°	92°	↑	↑	↑
Voluntário 07	98°	85°	↑	↑	↓
Voluntário 08	96°	100°	↑	↓	↑
Voluntário 09	80°	80°	↑	↑	↑
Voluntário 10	89°	90°	↓	↓	↑

Quadro 1. Valores do ângulo articular e comportamento dos parâmetros observados

Legenda

↑ - Os valores aumentaram após aplicação da acupuntura

↓ - Os valores diminuíram após a aplicação da acupuntura

Pode ser observado no quadro 1 que houve variação da posição angular do joelho tanto entre voluntários quanto entre testes (pré e pós acupuntura). No entanto, as diferenças verificadas nos valores de potencial, amplitude e fase não mostraram correlação com o ângulo articular. Os valores de ângulo de fase também não apresentaram correlação significativa com nenhuma outra variável.

Discussão

As variações encontradas para cada sujeito demonstram diferentes estratégias adotadas para realizar o movimento, ou seja, como a atividade do reto femoral variou, conforme o quadro 1, variou também a atividade dos outros músculos que fazem parte da cadeia cinética. No agachamento, de acordo com Escamilla¹⁷, Sousa¹⁴, Bevilaqua-Grossi¹⁵ e Fisk²⁴, vários músculos podem ser solicitados, dentre eles o reto femoral que tem uma ação direta na extensão do joelho juntamente com os vastos e isquiotibiais, onde estes últimos agem promovendo uma tração posterior da tíbia sinergicamente com o sóleo e gastrocnêmio, ao passo que o glúteo máximo, que realiza extensão do quadril, e o sóleo, que realiza flexão plantar no tornozelo, age indiretamente no joelho em cadeia fechada. Não foi possível comparar os voluntários devido às características individuais. Entretanto, a acupuntura

parece ter agido na modulação da ativação de cada um destes músculos durante o movimento, o que significa que, como a técnica teve ação sobre a atividade do reto femoral, a contribuição de cada músculo da cadeia cinética foi alterada durante o movimento.

Uma possível explicação neste sentido é a relação mecânica da agulha de acupuntura com o tecido conectivo (*needle grasp*). Tendo em vista a correspondência entre os meridianos e os planos de clivagem da fáscia muscular, sinais mecânicos podem ser traduzidos em sinais bioquímicos e bioelétricos que podem alterar a matriz extracelular, tendo efeito sobre os potenciais elétricos no músculo²⁵.

Quando comparados os voluntários que realizaram isometria em menor angulação (n=5) com os que realizaram em maior angulação (n=5) no teste pré e pós acupuntura, para o primeiro grupo, os valores de potencial aumentaram para três indivíduos após a acupuntura, e os valores de amplitude aumentaram para quatro indivíduos. No grupo de maior angulação, os valores de potencial aumentaram para todos os indivíduos após a acupuntura, e os valores de amplitude diminuíram para quatro indivíduos. Apesar disto, não foram verificadas diferenças significativas quando comparadas as médias dos valores de cada parâmetro entre os dois grupos, o que reforça o fato de diferentes estratégias de movimento serem

adotadas pelos indivíduos. Também não foram observadas diferenças significativas entre as médias de potencial elétrico e amplitude quando comparados homens e mulheres, provavelmente devido às variações na angulação do joelho.

Os achados de Costa e Araújo¹² corroboram, em parte, os resultados referentes à amplitude. Os autores avaliaram a atividade elétrica (RMS) do músculo tibial anterior antes e após a aplicação de acupuntura em dois grupos, estimulando um ponto local e um adjacente e observaram uma diminuição dos valores RMS para o músculo em isometria em ambos os grupos. Segundo os autores, a atividade elétrica foi reduzida para permitir relaxamento. Rancan *et al.*²⁶ encontraram diminuição da atividade elétrica e aumento da força em um músculo no trajeto dos meridianos estudados. Entretanto, o aumento nos valores aqui encontrados não concorda com os achados dos autores acima. Possivelmente, o fato de os valores de amplitude do sinal eletromiográfico terem aumentado para alguns voluntários após a aplicação da acupuntura, se deve ao fato de que a estratégia de movimento alterou.

Ângulo de fase se refere ao tempo entre duas séries de sinal e pode ser utilizado para mensurar a coerência entre elas²⁷. Os valores de ângulo de fase, gerados a partir do cálculo de RMS da transformada rápida de Fourier (FFT), não foram conclusivos neste estudo, isto é, não foram verificadas correlações significativas desta variável com nenhum outro parâmetro pesquisado. Entretanto, não está descartada a possibilidade ser um processo estocástico.

Conclusões

De acordo com os resultados encontrados neste estudo, a acupuntura aplicada no ponto ST45 alterou a atividade elétrica do músculo reto femoral durante a fase isométrica na fase inferior do agachamento. Entretanto, não houve um padrão nestas alterações, o que pode refletir diferentes estratégias de movimento entre os voluntários, demonstrando que a agiu na modulação da contração do reto femoral e, provavelmente no equilíbrio

da atividade de todos os músculos sinergistas no movimento.

No presente estudo, o ângulo de fase não apresentou nenhum padrão, apresentando um comportamento estocástico.

Mais estudos são sugeridos neste sentido para corroborar se as alterações foram mesmo provocadas pela acupuntura e se outros músculos e outros meridianos apresentam resultados semelhantes.

Referências

1. World Health Organization. Guidelines for clinical research on acupuncture. ISBN: 929-061-114-6, 1995
2. Ernst, E. Acupuncture – a critical analysis. **J Intern Med**, 2006; 259: 125–137.
3. Liu SY, Hsieh CL, Wei TS, Liu PT, Li TC. Acupuncture stimulation improves balance function in stroke patients: a single-blinded controlled, randomized study. **Am J Chin Med**. 2009; 37(3): 483–494.
4. Brasil. Portaria Nº971 de 3 de Maio de 2006. Disponível em: http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/PN_PIC.pdf
5. Pelham TW, Holt LE; Stalker R. Acupuncture in Human Performance. **J. Strength Cond. Res**. 2001; 15(2):266-271.
6. Luna MP, Fernandes Filho J. Efeitos da acupuntura na performance de atletas velocistas de alto rendimento do Rio de Janeiro. **Fitness & Performance Journal**. 2005; 4(4): 199-214.
7. Santos VC, Kawano MM, Banja RA. Acupuntura na melhora da performance em atletas juvenis de handebol. **Revista Saúde e Pesquisa**. 2008; 1(3): 331-335.
8. Lin JG, Chen WL. Review: Acupuncture Analgesia in Clinical Trials. **Am J Chin Med**. 2009; 37(1): 1-18.
9. Witt CM, Jena S, Brinkhaus B, Liecker B, Wegscheider K, Willich B. Acupuncture in Patients With osteoarthritis of the Knee or Hip: a randomized, controlled trial with an additional nonrandomized arm. **Arthritis & Rheumatism**. 2006; 54(11): 3485-3493.
10. Povolny, B. Acupuncture and traditional Chinese medicine: an overview. **Tech in Reg Anesth and Pain Manag**. 2008; 12: 109-110.
11. Ahn AC, Colbert AP, Anderson BJ, Martinsen OG, Hammerschlag R, Cina S, et. al. Electrical properties of acupuncture points and meridians: a

- sistematic review. **Bioelectromagnetics**. 2008; 29: 245-256.
12. Costa LA, Araujo JE. The immediate effects of local and adjacent acupuncture on the tibialis anterior muscle: a human study. **Chin Med**. 2008; 3(17).
 13. World Health Organization. **Who standard acupuncture point locations in the western pacific region**. ISBN: 978-92-9061-248-7, 2009.
 14. Sousa CO. Atividade eletromiográfica no agachamento nas posições de 40o, 60o e 90o de flexão do joelho. **Rev. Bras. Med. Esporte**. 2007; 13(5).
 15. Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteriro-Pedro V. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. **Rev. Bras. Med. Esporte**. 2005; 11(3).
 16. Escamilla RF, Fleisig GS, Zheng N, Barrentine SW, Wilk KE, Angrews JR. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. **Med. Sci. Sports Exerc**. 1998; 30(4): 556-569.
 17. Escamilla RF, Fleisig GS, Lowry TM, Barrentine SWm, Andrews JR. A three-dimensional biomechanical analysis of the squat during varying stance widths. **Med. Sci. Sports Exerc**. 2001; 33(6): 984-998.
 18. Braidot AA, Brusa MH, Lestussi FE, Parera GP. Biomechanics of front and back squat exercises. *J. Phys.: Conf. Ser.* 2007; 90.
 19. Massó N, Rey F, Romero D, Gual G, Costa L, Germán A. Surface electromyography applications in the sport. **Apunts Med Esport**. 2010; 45(165): 121-130.
 20. DeLuca CJ The use of surface electromyography in biomechanics. **J Appl Biomech**. 1997; 13(2): 135-163.
 21. Farina D, Merletti R, Enoka RM. The extraction of neural strategies from the surface EMG. **J Appl Physiol**. 2004; 96: 1486-1495.
 22. Mesin L, Merletti R, Rainoldi A. Surface EMG: The issue of electrode location. **J. of electromyography and kinesiology**. 2009; 19(5): 719-726.
 23. Sodemberg GI, Knutson LM. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. **Physical Therapy**. 2000; 80(5): 485-495.
 24. Fisk JA. **Evaluating the accuracy of knee kinematics measured in six degrees of freedom using surface markers [dissertação]**. Pittsburgh, Engineering, University of Pittsburgh, 2004.
 25. Langevin HM, Churchill DL, Cipolla MJ. Mechanical signaling through connective tissue: A mechanism for the therapeutic effect of acupuncture. **FASEB J**. 2001b; 15: 2275-2282.
 26. Rancan SV, Bataglione C, Bataglione SA, Bechara OMR, Semprini M, Siéssere S, et. al. Acupuncture and Temporomandibular Disorders: A 3-Month Follow-up EMG Study. **J Altern Complement Med**. 2009; 15(12): 1307-10.
 27. Safri NM, Murayama N. Comparison of EEG-EMG time delays calculated by phase estimates and inverse FFT. **Elektrika**. 2007; 9(2): 1-7.