

Revisão

Adaptações morfofuncionais do músculo estriado esquelético relacionadas à postura e o exercício físico

Morph-functional adaptations of the skeletal groove muscle related to the posture and the physical exercise

Glória Maria Moraes Vianna da Rosa*, Glauco Alexandre Gaban**, Leonardo Davi Pistarino Pinto***

.....

*Fisioterapeuta (IBMR), Mestre em Morfologia Humana (UERJ), Professora da Universidade Gama Filho e da Universidade de Nova Iguaçu, Coordenadora do curso de Pós-Graduação em Fisioterapia Cinética Funcional da Universidade de Nova Iguaçu, Supervisora de Estágio do Hospital Universitário São José, **Acadêmico de Fisioterapia (UGF), Monitor voluntário da disciplina de Cinesioterapia no 1º e 2º semestre de 2001 (UGF), Estágios no Hospital Geral do Andaraí, Clínica Ossotrauma e na Clínica Dr. Lídio Toledo, ***Acadêmico de Fisioterapia (UGF), Monitor voluntário da disciplina de Cinesioterapia no 1º e 2º semestre de 2001 (UGF).

Resumo

A postura envolve um complexo mecanismo para atingir o equilíbrio, onde os maus hábitos posturais são alguns dos fatores que podem afetá-la.

Para se ter uma postura normal é necessário um sistema muscular equilibrado onde a manutenção de uma postura inadequada, causada por algum desequilíbrio, gera mudanças estruturais do músculo estriado esquelético e no tecido conjuntivo como forma de adaptação funcional. Estas alterações causam uma diminuição no arco de movimento, proporcionando lesões, dor e diminuição na força de contração máxima.

O objetivo deste trabalho foi, através da revisão de literatura, analisar essas adaptações do músculo estriado esquelético causadas pela manutenção de uma postura inadequada e pelos exercícios físicos. Concluiu-se que, ocorre aumento ou diminuição no número de sarcômeros em série, que a manutenção de uma determinada posição é fator determinante na regulação desse número. Há aumento na proporção de tecido conjuntivo, com deposição aleatória de suas fibras, aproximação dos elementos da matriz e formação de ligações cruzadas

Palavras-chave:

adaptação do músculo estriado esquelético, postura, exercício físico, hipertrofia muscular, elasticidade muscular, tensão passiva.

Artigo recebido em 19 de março de 2002; aprovado em 9 de abril de 2002

Titulo Abreviado: morphfunc.adapt.musc.estri.esq.to.post.exer

Endereço para correspondência: Glória Maria Moraes Vianna da Rosa, Av. Oliveira Botelho, 504, Alto, 25960-001 Teresópolis RJ, Telefax: (21) 26423545// 99975790, E-mail: glrosa@terenet.com.br

anormais contribuindo para redução em sua extensibilidade. A melhor forma para recuperar estas alterações, parece ser o exercício físico realizado através de alongamentos lentos e progressivos, técnicas de inibição do tônus muscular associadas às técnicas neuromusculares de alívio da dor juntamente com a realização das posturas globais, que atuam na cadeia encurtada, tensionando-a, proporcionando sua hipertrofia longitudinal associado a hipertrofia concêntrica dos músculos opostos a esta cadeia, devido a realização de uma gradativa contração isotônica concêntrica.

.....

Abstract

The posture involves a complex mechanism to reach the balance, where the bad posture habits are some of the factors that can affect it. To have a normal posture it is necessary a balanced muscular system, where the maintenance of an inadequate posture, caused by some unbalance, generates structural changes of the skeletal grooved muscle and in the conjunctive tissue as form of functional adaptation. These alterations cause a decrease in the movement arch, providing lesions, pain and decrease force of maximum contraction. The objective of this work was, through the literature revision, to analyze those adaptations of the skeletal grooved muscle caused by the maintenance of an inadequate posture and of physical exercises, and it was concluded that, happens increase or decrease in the sarcomeres number in series, and the maintenance of a certain position is decisive factor in the regulation of that number. There is increase in the conjunctive tissue proportion, with aleatory deposition of its fibers, approach of the matrix elements and abnormal crossed connections contributing to reduction in its extensibility. The best form to recover these alterations, it seems to be the physical exercise accomplished through slow and progressive lengthening, muscular inhibition strain techniques associated to neuromuscular technical to relief the pain together with the accomplishment of the global postures that act straining in the shortened chain, providing its longitudinal hypertrophy associated with the concentric hypertrophy of the opposite muscles to this chain due to a gradual concentric isotonic contraction realization.

Key-words:

Adaptation of the skeletal grooved muscle, posture, physical exercise, muscular hypertrophy, muscular elasticity, passive tension.

.....

Introdução

A postura, usualmente definida como o arranjo relativo das partes do corpo, envolve um complexo mecanismo para atingir o equilíbrio nas diversas atitudes corporais assumidas no dia a dia [1,2].

Vários são os fatores que podem afetá-la, dentre eles os maus hábitos posturais de repouso, de trabalho e de lazer [1].

A manutenção de uma postura inadequada propicia adaptações estruturais do tecido muscular estriado esquelético com conseqüente perda da flexibilidade corporal acarretando em limitação da mobilidade articular, predisposição de lesões musculares, algias da coluna vertebral e desenvolvimento de processos degenerativos por aplicações de forças irregulares [3-6], levando à incapacidade funcional temporária ou permanente.

Para reverter este processo, o exercício parece ser a chave para dar ao tecido muscular estriado esquelético as propriedades funcionais e estruturais ideais para um melhor desempenho das atividades de vida diária.

Este trabalho tem por objetivo, através de revisão da literatura, analisar as adaptações do músculo estriado esquelético durante a manutenção de uma postura considerada inadequada e os exercícios físicos, que parecem promover as alterações morfofuncionais ideais para o restabelecimento de uma atitude corporal mais harmônica, que permita minimizar o que parece constituir em importante queixa da população e um grande problema sócio-econômico mundial.

Revisão da literatura

Adaptação do tecido muscular relacionado à postura

Considera-se postura normal, no adulto, quando o eixo vertical do corpo passa pelo vertex, apófise odontóide de C2, corpo vertebral de L3 e projeta-se no solo, no centro do quadrilátero de sustentação, eqüidistante dos dois pés. Os planos escapular e glúteo devem estar alinhados, o comprimento da flecha lombar deve ser de 4 a 6 cm e da cervical de 6 a 8 cm. O ângulo sacral deve ser

de 32 graus, o disco entre L3/L4 estritamente horizontal e a vértebra L3 deve se apresentar mais anteriorizada [2].

Para a aquisição desta postura, há necessidade de um sistema muscular equilibrado com a participação, principalmente, de fibras tônicas e tônico-fásicas, que são mais resistentes a fadiga, embora com menor força contrátil. Este equilíbrio, por sua vez, pode ser alterado pela ausência de uma relação harmoniosa entre os segmentos corporais, por forças contrárias desequilibradas e pela presença de quadro algico [2].

A alteração no comprimento dos membros inferiores é um dos exemplos de perda da relação harmônica entre os segmentos, contribuindo para obtenção de uma postura inadequada.

Dentre os fatores que comprometem o equilíbrio de forças musculares está o distúrbio no tônus muscular neurogênico, que muitas vezes é alterado pela presença de dor, assim como o estado emocional. Segundo Kelerman [7], as respostas de cada pessoa ao mundo caracterizam-na criando sua forma emocional única. Pessoas introvertidas tendem a aumentar o tônus da musculatura flexora tornando-se mais cifóticas, e as extrovertidas tendem a aumentar o tônus extensor apresentando-se mais lordóticas.

O desuso muscular ou o super uso de determinado grupamento muscular, em detrimento de seu opositor, e lesões nervosas, que comprometem a força muscular, são outros exemplos de causas que interferem na harmonia do sistema muscular.

A manutenção de uma determinada atitude corporal parece propiciar mudanças estruturais no músculo estriado esquelético como forma de adaptação postural, sendo essas alterações as responsáveis pela perda de flexibilidade observadas em vários estudos [3,8,2].

Crawford e Jull [8] observaram uma menor amplitude de elevação do braço em pacientes idosos, portadores de cifose dorsal aumentada. Holland e Davis citados por Alter [9] também observaram uma menor flexibilidade nos músculos peitorais em pacientes apresentando ombros arredondados.

Muitos são os estudos abordando a capacidade de adaptação do músculo estriado

esquelético, quando mantido em um certo grau de extensão [10, 11].

Essa habilidade de adaptação foi primeiro demonstrada por Marey [12], que verificou um aumento no comprimento do tríceps sural poucas semanas após transplante de sua porção distal para uma região mais inferior do calcâneo. Posteriormente, por outros autores como Alder *et al.* [13], que identificaram uma diminuição no comprimento do músculo esquelético, após certo período em posição encurtada.

Looughna, Goldspink e Goldspink [14], em estudo realizado para investigar alterações em fibras de contração lenta de ratos, devido a hipocinesia e hipodinamia, também observaram que o grau de atrofia muscular foi maior e mais rápido em músculos posturais.

A diminuição no comprimento de músculos mantidos encurtados foi devido a perda de sarcômeros em série, e seu aumento, quando mantido em posição alongada, foi por acréscimo desta unidade funcional e essas alterações ocorreram independente de inervação muscular [11,15,16,17,4,18,19].

Segundo Tabary *et al.* [11], as modificações no comprimento da fibra muscular provavelmente ocorrem para manter o comprimento fisiológico e funcional do sarcômero.

Gordon *et al.* [20] verificaram que a força isométrica máxima é produzida quando o sarcômero atinge um comprimento entre 2,0 a 2,25 μ , que é um comprimento próximo ao comprimento em posição de repouso. Este comprimento permite uma máxima interação de pontes cruzadas de miosina com os filamentos de actina.

Quando o músculo é estirado ou encurtado, o sarcômero passa a atingir um comprimento maior ou menor do que o de repouso e, portanto, há redução na sobreposição entre seus filamentos contráteis. O ajuste parece ocorrer então para que o comprimento do sarcômero retorne ao seu comprimento funcional [11].

Além da redução no comprimento da fibra e no número de sarcômeros em músculo imobilizado na posição encurtada, estudos também demonstram aumento em sua resistência passiva e isso, provavelmente, é devido a alteração na remodelação no tecido

conjuntivo nos músculos mantidos encurtados [15, 21, 11, 17].

Foi observado aumento na proporção de colágeno, diminuição no conteúdo de glicosaminoglicanas e água da matriz extracelular com conseqüente aproximação de suas fibras, deposição aleatória do colágeno recém-formado e formação de ligações cruzadas anormais entre as mesma [17, 22, 9]. Todas essas mudanças no tecido conjuntivo parecem ocorrer para proteger o músculo de um alongamento muscular excessivo [10, 23, 22].

A diminuição no comprimento da fibra muscular mantida em encurtamento, que pode ocorrer quando se mantém uma postura corporal inadequada, associado a perda da extensibilidade, devido as alterações no tecido conjuntivo, diminuem a amplitude articular, predispondo a lesões e/ou dor, e redução da força máxima contrátil [23, 24].

Adaptação do tecido muscular relacionada ao exercício físico

O sistema locomotor, através do exercício físico, é funcionalmente estimulado e o tecido muscular demonstra importante capacidade para modificar-se e adaptar-se frente às diferentes condições de "stress" mecânico [25].

O processo de adaptação muscular que ocorre durante a manutenção de uma determinada postura inadequada, com conseqüente redução de sua capacidade funcional, também se desenvolve com a prática de exercícios físicos que utilizam sobrecarga de força inadequada, pois esta capacidade motora requer uma condição restrita da amplitude de movimento [26].

Tabary *et al.* [11], após quatro semanas da retirada da imobilização em encurtamento, identificaram extensibilidade e número de sarcômeros próximo ao grupo controle não imobilizado, demonstrando, com isso, uma adaptação muscular de acordo com sua funcionalidade.

Tabary *et al.* [11] e Goldspink *et al.* [16] observaram restauração dos comprimentos originais dos músculos após retirada da imobilização em encurtamento e alongamen-

to. E essas alterações ocorreram tanto nos músculos inervados [11] quanto nos denervados [16], demonstrando que o ajuste no número de sarcômeros não parece estar diretamente sob controle neural, mas sim uma resposta mio gênica à quantidade de tensão passiva, à qual o músculo está sendo submetido [27, 16, 21]. Os exercícios excêntricos parecem, por esta razão, propiciar a hipertrofia excêntrica (ou longitudinal) da fibra muscular [28], e os exercícios concêntricos, a hipertrofia concêntrica (ou transversal) [29].

Como os fatores limitantes da flexibilidade, observados durante a prática do alongamento, se devem também à composição e organização da matriz extracelular dos tecidos conjuntivos [30]. Parte dos esforços para aumentar a flexibilidade tem sido direcionada à fáscia muscular, através da utilização de técnicas de alongamento do tipo passiva [4], ou as denominadas manobras de pompage [31], visando com isso a produção e retenção de glicosaminoglicanas e manutenção das proporções normais de água propiciando um distanciamento das fibras da MEC (matriz extracelular), deposição de fibras colágenas paralelas as linhas de tensão impostas pelo movimento e prevenindo a formação de elos de ligação anormais [4].

Williams *et al.* [32] realizaram um experimento aplicando diferentes combinações de imobilização e eletroestimulação e concluíram que é possível prevenir o acúmulo de tecido conjuntivo, identificado no músculo imobilizado em posição encurtada, ou pelo alongamento passivo ou pela contração muscular, mesmo sendo induzida por eletroestimulação, embora não tenha prevenido a perda de sarcômeros em série.

Discussão

As adaptações morfológicas do tecido muscular à demanda funcional, podem propiciar menor qualidade de vida por diminuição na flexibilidade e surgimento de quadro algico dentre outros fatores. E o exercício físico, como demonstra importante capacidade para modificá-lo frente às diferentes condições de “stress” mecânico,

parece ser o melhor caminho para reverter esse processo. Contudo, muitos são os fatores a serem considerados, uma vez que este mesmo instrumento de recuperação pode se tornar mais um importante causador de novas indesejadas adaptações.

Como um dos fatores limitantes da flexibilidade envolve o tecido conjuntivo [30], várias são as propostas de exercícios visando aumentar sua extensibilidade. Porém, o tipo de força de tensão aplicada e o tempo de sua aplicação influenciam na sua mudança estrutural [33,34]. Forças de tração baixa, por aumentarem a deformação plástica permanente deste tecido, parecem ser a melhor forma de trabalho. Contudo, reque-rem um maior tempo para produzir a mesma quantidade de alongamento que um método de força mais alta [33]. Desta forma, manobras miofasciais, assim como as de pompage utilizadas por Bienfait [31], realizadas de forma lenta e suave, parecem estimular as alterações desejadas sobre o tecido conjuntivo, sem gerar sua ruptura ou seu enfraquecimento, como observado em protocolos que utilizam força de tração elevada [33].

Williams [32], utilizando alongamento passivo por 15 minutos diários em patas de ratos, mantidas imobilizadas em posição de encurtamento, revelou prevenção da alteração de conjuntivo. Contudo, não houve prevenção na perda de sarcômeros em série na fibra muscular. Em 30 minutos diários porém, houve prevenção de sua perda e com a aplicação de duas horas diárias, observou-se inclusive aumento de seu número em série em cerca de 10%, o que comprova a necessidade de um tempo mínimo de manutenção do alongamento, para o desenvolvimento das adaptações tróficas longitudinais desejadas sobre a fibra muscular.

Os exercícios excêntricos também apresentam um poderoso efeito sobre a hipertrofia longitudinal dos músculos esqueléticos [36,28], assim como os concêntricos estimulam a hipertrofia concêntrica .

Trabalhos como os de Kibler [37], Armstrong [38], Clarkson [39,28] contudo, demonstram que as atividades físicas que se utilizam de exercícios excêntricos (assim como os concêntricos) estressantes, causam

alterações citoesqueléticas e teciduais nocivas à integridade morfofuncional do sistema músculo esquelético, e os exercícios excêntricos possuem maior índice de lesão e maior desconforto.

Tem sido sugerido que a base biomecânica para estes danos seja a magnitude da tensão imposta sobre a fibra [18], o que demonstra a necessidade de um programa equilibradamente dosado.

Posturas de alongamento ativas como as utilizadas no RPG (Reeducação Postural Global) [40], ou as denominadas posturas globais do RPG/RPM (Reeducação Postural Global, pelo Reequilíbrio Proprioceptivo e Muscular) permitem tensionar os diversos músculos que compõem as cadeias musculares encurtadas, e a contração concêntrica dos músculos opostos, favorecendo a hipertrofia excêntrica dos encurtados e concêntricas daqueles que se mostram com um comprimento maior que o fisiológico.

No RPG/RPM, durante a realização das posturas globais, é realizado manobras miofasciais, técnicas de inibição do tônus muscular como TEM (Técnica de Energia Muscular) e os pontos de pressão isquêmica.

As manobras miofasciais alteram a extensibilidade do conjuntivo retraído, diminuindo sua resistência, e a TEM diminui o tônus neurogênico daqueles músculos que se mostram tensos [41], facilitando assim a contração das fibras musculares tônicas e tônico-fásicas (principais responsáveis pela manutenção da postura corporal) dos músculos opostos àqueles encurtados.

As alterações posturais podem, com certa frequência, ser a causa da dor miofascial, que é definida como uma disfunção neuro-muscular regional, tendo como característica a presença de regiões sensíveis em bandas musculares contraturadas e/ou tensas que produzem dor referida em áreas distantes ou adjacentes [42]. A atenuação do quadro algico, favorece a diminuição do tônus muscular neurogênico, facilitando ainda mais o trabalho das fibras musculares tônicas tônico-fásicas. Desta forma os recursos analgesiantes associados a essas posturas, como os citados pontos isquêmicos [42], irão

facilitar ainda mais a obtenção das alterações morfológicas desejadas à obtenção de uma postura ideal.

Conclusão

O músculo estriado esquelético adapta-se às alterações em seu comprimento por meio da regulação no número de sarcômeros em série, e a manutenção de uma determinada posição é fator determinante na regulação desse número.

Além das alterações no comprimento de uma fibra muscular mantida encurtada, há adaptações no conjuntivo, como aumento em sua proporção, deposição aleatória do colágeno, aproximação dos elementos da matriz e formação de ligações cruzadas anormais, comprometendo sua extensibilidade.

Tônus muscular neurogênico aumentado associado à presença de dor e diminuição na extensibilidade do conjuntivo são fatores que dificultam a solicitação das chamadas fibras musculares posturais.

A aplicação de exercícios de alongamento lentos e progressivos previnem o acúmulo de conjuntivo e proporcionam maior deformação plástica permanente possibilitando a normalização de sua extensibilidade.

Exercícios concêntricos promovem hipertrofia concêntrica e os excêntricos, embora promovam hipertrofia excêntrica, propiciam maior número de lesões teciduais. Desta forma, métodos como RPG ou RPG/RPM que utilizam posturas que desenvolvem um tensionamento constante dos músculos encurtados, associados a um trabalho concêntrico das fibras que compõem a musculatura oposta e a técnicas de efeito sobre o conjuntivo, de alívio da dor e da tensão muscular neurogênica parecem propiciar as alterações morfológicas necessárias para o retorno ao reequilíbrio postural desejado de forma confortável e segura.

Referências

1. Gagey PM e Weber B. Uma breve história Posturologia. In: Posturologia: Regulação e distúrbios da posição ortostática. 2ª ed. São Paulo: Manole; 2000.1-7.
2. Bricot B. Postura Normal e Postura Patológica. In: Posturologia. 2ª ed. São Paulo: Ícone.2001. 21-48.
3. Corbin CB, Noble L. Flexibility: a major component of physical fitness. The Journal of Physical Education and Recreation.1980;51(6):23-24,57-60.
4. Alter MJ. Science of Stritching. Champaign: Human Kinetics.1988; 243.
5. Battié MC et al. The role of spinal flexibility in back pain complaints within industry: a prospective study. Spine 1990;15(8):123-126.
6. Fairweather MM, Sidaway B. Ideokinetic imagery as a postural development technique. Research Quarterly for Exercise and Sport1993;64(4):385-392.
7. Kelerman S. Agressões à forma. In: Anatomia Funcional. São Paulo: Summus;1992:75-116.
8. Crawford HJ e Jull GA. The influence of thoracic posture and movement on range of arm elevation. Physiotherapy Theory and Practice 1993;9(3):143-148.
9. Alter MJ. Uma visão moderna da Flexibilidade e do Alongamento e Componentes Contráteis do Músculo: Fatores Limitantes de Flexibilidade. In: Ciência da Flexibilidade, 2ed , Porto Alegre: Artmed,1999:17-24 e 30-49.
10. Williams PE, Goldspink G. Longitudinal growth of striated muscle fibres. L. Cell sci. 1971; 9:751-61.
11. Tabary JC, Tabary C, Tardieu G, Goldspink G. Physiological and structural changes in the cat's soleus muscle due to immobilization at different lengths by plaster casts. J. Physiol.1972; 24:231-244.
12. Marey E. Recherches experimentales sur la morphologie des muscles. C.R. hebdomadaire des Séances Acad. Sci. 1887;105:446-51.
13. Alder AB, Crawford G.N, Edwards RG. The effect of limitation of movement on longitudinal muscle growth. Proc R Soc B 1958; 150:554-62.
14. Loughna P, Goldspink G, Goldspink DF. Effect of inactivity and passive stretch on protein turnover in phasic and postural rat muscle. Journal of Applied Physiology 1996;61(1)173-179.
15. Williams PE, Goldspink G. The effect of immobilization on the longitudinal growth of striated muscle fibers. Journal of Anatomy. 1973;166(10):45-55.
16. Goldspink G, Tabary JC, Tardieu G. Effect of denervation on the adaptation of sarcomere number and muscle extensibility to the functional length of the muscle. Journal of Physiology1974; 236(3):733-742.
17. Goldspink G, Williams PE. The nature of the increased passive resistance in muscle following immobilization of the mouse soleus muscle. Journal of Physiology 1979; 289:55.
18. Williams PE. Use of Intermittent stretch in the prevention of serial sarcomere loss in immobilized muscle. Annals of the Rheumatic Diseases 1990;49:316-317.
19. Yang H, Alnaqeeb M, Simpson H, Goldspink G. Changes in muscle fibre type, muscle mass and IGF-I gene expression in rabbit skeletal muscle subjected to stretch. Journal, Anatomy1997;190(4):613-622.
20. Gordon AM, Huxley AF, Julian FJ. The variation in isometric tension with sarcomere length in vertebrate muscle fibers. Journal of Physiology 1966;184:170-192.
21. Williams PE, Goldspink G. The effect of denervation and dystrophy on the adaptation of sarcomere number to the functional length of the muscle in young and adult mice. Journal of Anatomy 1976;122(2):455-465.
22. Williams PE, Goldspink G. Connective tissue changes in immobilized muscle. Journal of Anatomy 1984;138(2)343-350.
23. Williams PE, Goldspink G. Changes in sarcomere length and physiological properties in immobilized muscle. Journal of Anatomy 1978;127(3):459-468.
24. Maxwell LC, Enwemeka CS. Immobilization-induced muscle atrophy is not reversed by lengthening the muscle. The Anatomical Record 1992; 234:55-61.

25. Moraes MAA. Processos adaptativos do tecido muscular estriado e tecido conjuntivo- Repercussões sobre a flexibilidade, [tese mestrado]. Campinas, Camp: Universidade de Campinas, 1997.118pp
 26. Brooks, JE. Disuse atrophy of muscle. *Archieve of Neurology*. 1970; 22:27-30.
 27. Goldspink G. The adaptation of muscle to a new functional length. In D. j. Anderson and B. Matthews (Eds.), *Mastication*. England: Wright and Sons; 1976. 90-99.
 28. Clarkson, PM. Eccentric exercise and muscle damage. *Journal Sports Medicine* 1997;18(4):314-317.
 29. Salvini TF. Plasticidade e Adaptação Postural dos Músculos Esqueléticos. In: Marques, AM. *Cadeias Musculares: Um Programa para Ensinar Avaliação Fisioterapêutica Global*. São Paulo: Manole; 2000.3-14.
 30. Johns RJ, Wright V. Relative importance of various tissues in competitive stiffness. *Journal of Applied Physiology* 1962;17(5):824-828.
 31. Bienfait M. O Tecido Conjuntivo. In: *Estudo e Tratamento do Esqueleto Fibroso: Fâscias e Pompages*. São Paulo: Summus,1999,15-19.
 32. Williams PE, Catanese T, Lucey e Goldspink G. The importance of stretch and contractile activity in the prevention of connective tissue accumulation in muscle. *Journal of Anatomy* 158(6):109-114,1988.
 33. Warren CG, Lehmann, JF, Koblanski JN. Heat and stretch procedures: an evaluation using rat tail tendon. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 1976;53(3):122-126.
 34. Sapega AA et al. Biophysical factor in range-of-motion exercise. *The Physician and Sports medicine*. 1981; 9(12): 57-65.
 35. Williams, PE. Effect of intermittent stretch on immobilized muscle. *Annals of the Rheumatic Diseases* 1988; 47:1014-1016.
 36. Clarkson, PM e Newham DJ. Associations between muscle soreness, damage, and fatigue. *Adv Exp Med Biol*1995;384 :457-469.
 37. Kibler WB. Clinical aspects of muscle injury. *Medicine and Science in Sports and Exercise*1990; 22(4)450-452.
 38. Armstrong RB, Warren GL, Warren JA. Mechanisms of exercise-induced muscle fiber injury. *The American Journal of Sports Medicine* 1991;12:184-207.
 39. Clarkson PM, Nosoka K e Braun B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 1992;24(5):512-520.
 40. Souchard PE. *Reeducação Postural Global*. 2ª ed. São Paulo:Ícone.1988; 104.
 41. Chaitow L. e Leibeson G. Uma Introdução às técnicas de energia muscular. In: *Técnicas de Energia Muscular*. São Paulo: Manole. 2001.1-16.
 42. Chaitow L. Variações das técnicas posicionais de alívio espontâneo. In: *Técnicas Neuromusculares Posicionais de Alívio da Dor*. São Paulo:Manole. 2001:1-10.
-