

Influência da estimulação elétrica nervosa transcutânea (TENS) associada ao alongamento muscular no ganho de flexibilidade

Influence of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) associate with muscle stretching on flexibility gains

Maciel ACC¹, Câmara SMA²

Resumo

Contextualização: O aumento da tolerância à dor provocada pelo alongamento é um fator importante no ganho de flexibilidade. A Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS) é uma importante terapia no tratamento da dor, porém seu uso durante alongamento não foi investigado. **Objetivo:** Avaliar o efeito da associação alongamento e TENS nos músculos isquiotibiais de mulheres saudáveis sobre ganho de flexibilidade. **Materiais e métodos:** Trinta mulheres foram aleatoriamente distribuídas em três grupos (n=10): controle (C) e grupos de alongamento (AI e AI+TENS). Estes últimos foram submetidos a alongamento estático (três repetições de 30 segundos) por duas semanas, sendo um deles (AI+TENS) submetido à aplicação de TENS por dez minutos (100hz; 40µs) antes da manobra, com estimulação presente durante a mesma. A flexibilidade foi avaliada pela extensão passiva do joelho antes e após cada sessão, sendo retiradas fotografias para análise pelo software AUTOCAD. A dor percebida foi avaliada com uma Escala Numérica de 0 a 10 pontos. Os dados foram analisados mediante o teste *t* de Student, para amostras independentes e análise de variância, considerando nível de significância estatística o valor de $p < 0,05$. **Resultados:** Os grupos AI e AI+TENS tiveram aumento da ADM em relação ao C, mas nenhuma diferença foi encontrada entre os dois primeiros quanto: ganho de flexibilidade após duas semanas (AI+TENS: $17,53^\circ \pm 9,25$ /AI: $12,76^\circ \pm 8,75$); ganho diário de flexibilidade (AI+TENS: $6,00^\circ \pm 1,79$ /AI: $5,20^\circ \pm 3,17$); e dor percebida durante alongamento (mediana de cinco para ambos). **Conclusões:** O uso da TENS associada ao alongamento não promove maior ganho de flexibilidade muscular, em relação ao alongamento isolado.

Artigo registrado na Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR) sob o número ACTRN12609000473268.

Palavras-chave: exercícios de alongamento muscular; amplitude de movimento articular; TENS.

Abstract

Background: Increased pain tolerance caused by stretching is an important factor in flexibility gains. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation (TENS) is therapeutic method for pain treatment, but its use during stretching has not been investigated. **Objective:** To evaluate the effect of associating TENS with stretching to achieve flexibility gains for the hamstring muscles of healthy women. **Methods:** Thirty women were randomized into three groups (n=10): one control (C) and two stretching groups (St and St+TENS). The stretching groups underwent static stretching (three repetitions of 30 seconds) for two weeks, and the other (St+TENS) underwent TENS application for ten minutes (100hz, 40µs) before the stretching, with the stimulation also being administered during the stretching. Flexibility was evaluated according to the passive knee extension before and after each session, and photographs were taken for analysis using the AUTOCAD software. Pain perception was evaluated on a numerical scale from 0 to 10 points. The data were analyzed using Student's *t* test for independent samples and analysis of variance, considering $p < 0,05$ as the statistical significance level. **Results:** The St and St+TENS groups increased their range of motion in relation to C, but there were no differences between these two groups, with regard to flexibility gain after two weeks (St+TENS: $17.53^\circ \pm 9.25$; St: $12.76^\circ \pm 8.75$); daily flexibility gain (St+TENS: $6.00^\circ \pm 1.79$; St: $5.20^\circ \pm 3.17$); and pain perception during stretching (median of five for both groups). **Conclusions:** The use of TENS associated with stretching did not provide extra gains in muscle flexibility, in relation to stretching alone.

Article registered in the Australian New Zealand Clinical Trials Registry (ANZCTR) under the number ACTRN12609000473268.

Key words: muscle stretching; range of motion; TENS.

Recebido: 26/09/2007 – Revisado: 14/03/2008 – Aceito: 07/07/2008

¹ Departamento de Fisioterapia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) – Natal (RN), Brasil

² Serviço de Fisioterapia, Prefeitura Municipal de Santana do Matos – Santana do Matos (RN), Brasil

Correspondência para: Álvaro Campos Cavalcanti Maciel, Rua Moises Gosson, 1.442, Lagoa Nova, CEP 59056-060, Natal (RN), Brasil, e-mail: alvarohuab@hotmail.com

Introdução ::::

A flexibilidade muscular pode ser definida como a habilidade de mover uma articulação, ou uma série de articulações, de maneira suave e confortável por meio de uma amplitude de movimento (ADM) irrestrita e sem dor¹. Músculos flexíveis são considerados importantes componentes na redução do potencial de lesão, bem como para a reabilitação muscular e desenvolvimento de uma melhor performance atlética²⁻⁵.

Para melhora desta flexibilidade os exercícios de alongamento vêm sendo amplamente utilizados na prática clínica e esportiva e, apesar de haver uma grande quantidade de estudos sobre essa temática, ainda há bastantes controvérsias sobre o assunto. As diferenças metodológicas entre os estudos apresentam-se como indicadores da discordância existente entre os autores a respeito dos aspectos principais no ganho de flexibilidade muscular por meio do alongamento.

Basicamente dois mecanismos são referidos como responsáveis pelo aumento da ADM após o alongamento muscular: o primeiro diz, que uma modificação na sensibilidade dos receptores de dor é o fator responsável pelo aumento da tolerância ao alongamento e, conseqüentemente, pela efetividade das técnicas^{5,6}; e o segundo diz que alterações nas propriedades viscoelásticas dos tecidos, como decréscimo na tensão passiva da unidade músculo-tendínea imediatamente após o alongamento, são os principais responsáveis pelo ganho de flexibilidade^{7,8}. Sugere-se que estes ocorram devido a uma redução da histerese, considerada uma indicação da viscosidade dos tecidos, com uma redução na dissipação de energia nos tecidos após o alongamento⁷. Além disso, ocorreriam alterações na rigidez músculo-tendínea pela adaptação dos componentes elásticos em série e em paralelo, bem como pelo rearranjo das fibras de colágeno⁷.

Com base nestes aspectos, estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de pesquisar a influência de recursos que, associados ao alongamento muscular, promovam maior ganho de flexibilidade através da diminuição da dor do alongamento, como a imersão em água gelada² e a aplicação de compressas de gelo em forma de pacotes⁹, ou do aumento da maleabilidade dos componentes viscoelásticos do músculo, como as diversas formas de aquecimento muscular: calor profundo^{3,9}, calor superficial^{2,3} e exercícios ativos de aquecimento^{3,10}.

Dos recursos disponíveis para aumentar a tolerância de indivíduos a estímulos dolorosos, a Estimulação Elétrica Nervosa Transcutânea (TENS) vem se apresentando, nos últimos anos, como um importante instrumento clínico no tratamento da dor^{11,12}.

A TENS de alta frequência e baixa duração de pulso é conhecida como TENS convencional e promove um tipo de estimulação tátil capaz de ativar as fibras de grosso calibre e diminuir a sensação dolorosa^{11,13}. Sua ação pode ser explicada pela teoria da comporta da dor¹⁴ e seu efeito analgésico é

local, realizando-se no segmento medular correspondente ao dermatomo estimulado¹⁵. O conhecimento geral da TENS tem acentuado o seu uso na administração da dor neurogênica e pode ser considerada a mais comum e importante forma de eletroanalgesia¹⁶. No entanto, o uso deste recurso para diminuir a dor causada pelo alongamento muscular, possivelmente aumentando a tolerância do indivíduo à manobra e, assim, promovendo maior ganho de ADM não foi investigado em estudos anteriores.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da associação do alongamento muscular e TENS no grupo muscular dos isquiotibiais de sujeitos saudáveis, observando o ganho diário de flexibilidade muscular (logo após a sessão de alongamento), o ganho total (após o período de intervenção) e avaliando a percepção da dor provocada pelo alongamento muscular.

Materiais e métodos ::::

Caracterização do estudo

Foi realizado um estudo do tipo experimental, randomizado, controlado, cego e de caráter longitudinal para avaliar o efeito da associação da TENS ao alongamento muscular nos isquiotibiais de jovens saudáveis. Os dados foram coletados nos meses de março e abril de 2007, sempre no mesmo horário do dia (entre 11 horas 30 minutos e 14 horas).

Sujeitos

Trinta voluntárias não atletas foram selecionadas aleatoriamente para participar do estudo e distribuídas através de sorteio em três grupos: (1) grupo submetido ao protocolo de aplicação da TENS e protocolo de alongamento (Al+TENS), além dos protocolos de avaliação (flexibilidade e percepção dolorosa); (2) grupo submetido ao protocolo de alongamento e protocolos de avaliação (Al); (3) grupo controle (C) submetido apenas ao protocolo de avaliação da flexibilidade. Foram selecionadas mulheres com idade entre 18 a 30 anos, com índice de massa corpórea (IMC) abaixo de 25, com ângulo de extensão passiva do joelho entre 110° e 160°, antes do início do estudo (considerando 180° a extensão completa e estando a voluntária posicionada na prancha de avaliação descrita posteriormente), não-portadoras de lesões musculoesqueléticas, doenças vasomotoras ou cardíacas, que não apresentassem distúrbios de sensibilidade, dor contínua e não fizessem uso de medicação analgésica ou relaxante muscular. A amostra foi limitada a mulheres devido à maior disponibilidade deste gênero para participação deste estudo, além disso, um estudo anterior¹⁷

concluiu que a variação hormonal feminina não exerce influência na flexibilidade muscular. Todas as voluntárias foram informadas previamente sobre os objetivos do estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Foram considerados critérios de exclusão do estudo: não comparecer em um dos dias de intervenção e a ocorrência de contusão muscular durante o período de procedimentos.

A presente pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes da UFRN, de acordo com a Resolução 196/96, parecer – 037/06.

Instrumentos

Foi utilizada uma prancha desenvolvida por Brasileiro, Faria & Queiroz⁹ para avaliação da flexibilidade dos isquiotibiais por meio da medição da ADM de extensão passiva do joelho. Uma câmera digital da marca Canon, 3.0 megapixels, foi usada para registrar as imagens da extensão do joelho, para posterior análise por meio do software AUTOCAD 2007.

Também foi utilizada uma unidade de TENS portátil de duplo canal da marca Quark (TENS VIF 973), eletrodos quadrados auto-adesivos de 5cm² e adesivos prateados de formato circular da marca Pimaco do tipo TP16 para destacar os pontos anatômicos.

Procedimentos

Protocolo de avaliação da flexibilidade

Foram feitas marcações ao longo da face lateral do membro inferior direito por um único pesquisador, dispostos da seguinte maneira segundo Gajdosik¹⁸: 5cm distais do trocânter maior do fêmur, 5cm proximais ao epicôndilo lateral, sobre a cabeça da fíbula e 5cm proximais do maléolo lateral, a fim de possibilitar a medição do ângulo do joelho que é formado por ambos os segmentos do membro inferior, através das fotografias analisadas pelo software AUTOCAD 2007. A voluntária era posicionada em decúbito dorsal sobre a prancha previamente citada, ficando o quadril do membro avaliado fixado em 90° de flexão, com a articulação do joelho livre para avaliação do seu ângulo de extensão. Nesta posição foram realizadas, por um único pesquisador que não tinha conhecimento sobre a divisão dos grupos, extensões passivas do joelho de maneira lenta e suave para minimizar possíveis respostas reflexas¹⁹, até que a voluntária indicasse sensação inicial de desconforto sem dor²⁰, sendo realizadas três vezes antes e após os procedimentos^{9,21}. Um novo segmento de 2m de comprimento foi acoplado à prancha e ao tripé utilizado para apoio da máquina fotográfica. Tal segmento foi posicionado de forma que ficasse perpendicular ao plano de movimento da extensão de joelho da voluntária e à câmera fotográfica para assegurar que os planos de

movimento e de aquisição de imagem estivessem sempre em posição paralela entre si, ficando a máquina fotográfica, então, a 2m de distância do joelho da voluntária. As fotografias foram analisadas através do software Autocad 2007, para identificação do ângulo de extensão do joelho tendo como base as marcações dos segmentos do membro inferior. A média aritmética dos três valores foi utilizada para representar os ângulos pré e pós-procedimentos. Foram realizadas medições todos os dias antes e após cada sessão e uma última após dois dias do final da intervenção. As avaliações diárias da ADM de extensão passiva do joelho antes e após o protocolo de alongamento foram utilizadas para avaliar o ganho diário de flexibilidade, já as realizadas antes e dois dias após o final dos experimentos foram utilizadas para a avaliação do ganho total de flexibilidade.

Protocolo de aplicação da TENS

Foi aplicada TENS convencional (100Hz, 40µs, intensidade no limite sensorial tolerável, sem contração muscular) com onda do tipo bifásica assimétrica, sendo realizada uma tricotomia na região de fixação dos eletrodos. Para que o pesquisador que realizava o alongamento não tivesse conhecimento a que grupo pertencia a voluntária, o aparelho de TENS foi coberto para que não fosse possível identificar se este estava em funcionamento, sendo os eletrodos posicionados em todas as voluntárias dos grupos Al e Al+TENS. Não eram desejadas contrações musculares para que a estimulação ocorresse dentro do limite sensorial, característico da TENS convencional, e para que não houvesse contração muscular visível no grupo submetido a TENS, o que faria com que o pesquisador identificasse de que grupo era a voluntária. Os eletrodos auto-adesivos foram posicionados da seguinte forma: um canal (dois eletrodos) colocado na porção distal posterior da coxa (local da dor), sendo o primeiro colocado 5cm proximais à linha poplíteia e o segundo a uma distância de 5cm do primeiro; e outro canal foi posicionado sobre a face posterior da perna (dermatômos de L5, S1 e S2, correspondentes aos segmentos medulares, responsáveis pela inervação dos isquiotibiais) sendo o primeiro eletrodo posicionado 5cm distais à linha poplíteia e outro a uma distância de 5cm deste. Após dez minutos de aplicação²² da TENS, com variação de intensidade e frequência (VIF) para evitar acomodação ao estímulo elétrico, foi realizada a manobra de alongamento com a estimulação ainda presente.

Protocolo de alongamento

O alongamento utilizado neste estudo foi do tipo estático, sendo aplicado por meio de uma flexão de quadril do membro inferior direito, de maneira lenta e suave, até que a voluntária referisse desconforto no limite de tolerância, sendo neste ponto sustentado por 30 segundos^{1,4,23}. O joelho do membro alongado foi mantido em extensão completa com o tornozelo na posição

Tabela 1. Perfil dos sujeitos considerando as médias e desvio-padrão (dp) das variáveis: idade, massa, altura, IMC e ADM antes do início dos procedimentos dos grupos alongamento e TENS (Al+TENS), apenas alongamento (Al) e controle (C).

Grupos	Al+TENS	Al	C	p
Idade (anos)	21,44 (±1,66)	23,00 (±1,22)	22,00 (±2,35)	0,121
Massa (kg)	58,77 (±7,31)	57,33 (±6,59)	51,45 (±6,92)	0,076
Altura (m)	1,66 (±0,06)	1,65 (±0,06)	1,61 (±0,06)	0,066
IMC (kg/m ²)	21,34 (±2,41)	20,95 (±2,01)	19,77 (±2,16)	0,110
ADM inicial (graus)	137,41 (±12,53)	133,26 (±10,05)	137,20 (±13,54)	0,075

neutra e o membro oposto estabilizado em extensão pelo pesquisador. Esta manobra foi realizada três vezes²¹ em todos os dias de experimento, com cada participante, tendo um intervalo de 30 segundos entre as manobras¹⁹. As participantes foram submetidas uma vez por dia a esse protocolo, cinco vezes por semana, durante duas semanas. As voluntárias foram orientadas a não realizar outro tipo de atividade física durante o período de experimentos.

Protocolo de medição da percepção dolorosa

Após a realização do protocolo de alongamento, as voluntárias dos grupos Al e Al+TENS referiram a dor percebida durante o alongamento muscular em todos os dias de experimentos através de uma Escala Numérica de Avaliação da Dor de 11 pontos, na qual zero significa ausência de dor e dez a dor máxima²⁴.

Desta forma, o grupo C foi submetido à apenas duas avaliações do ângulo de extensão passiva do joelho, com um intervalo de duas semanas entre as medições (tempo correspondente à intervenção), e os grupos Al e Al+TENS, além das avaliações, foram submetidos ao protocolo de alongamento e à avaliação da percepção dolorosa.

Análise estatística

Inicialmente, para verificação da normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S). Em seguida, foi utilizado o teste *t* de Student (*t*) em amostras não-pareadas, para comparação das médias inicial e final entre os dois grupos e realizada análise de variância (ANOVA) de medidas repetidas para comparação das médias em relação aos dias de tratamento, bem como para comparação dos grupos no início e final do tratamento. Os valores com significância estatística foram identificados pelo teste *post-hoc* de Tukey. Em todas as etapas da análise estatística foi considerado o nível de significância $p=0,05$ e intervalo de confiança (IC) de 95%.

Tabela 2. Médias e desvios-padrão em graus dos ganhos diários (logo após cada sessão de alongamento), dos ganhos totais (após as duas semanas de experimento) e da amplitude de movimento ao fim do estudo (ADM Final), comparando os grupos Al+TENS, Al e C.

Grupos	Al+TENS	Al	C
Ganho diário	6,00° (±1,79)*	5,20° (±3,17)	-
Ganho total	17,53° (±9,44)**	12,76° (±8,75)**	2,17° (±6,85)
ADM final	154,46° (±9,48)**	144,03° (±10,66)**	140,38° (±12,48)

*significativamente diferente, quando comparado ao grupo Al; **significativamente diferente, quando comparados os grupos Al+TENS e Al, em relação ao grupo C.

Resultados

Vinte e oito voluntárias completaram o estudo, sendo duas voluntárias excluídas por faltarem a um dia de intervenção. O grupo C permaneceu com dez voluntárias e os grupos Al e Al+TENS ficaram com nove voluntárias cada. As características iniciais da amostra são apresentadas na Tabela 1, que indica presença de similaridade entre os grupos ($p>0,05$), de acordo com análise de variância, quanto à idade, peso, altura, IMC, bem como quanto à ADM antes do início dos procedimentos (ADM Inicial).

A Tabela 2 apresenta os resultados do tratamento para os grupos do estudo em relação ao ganho diário, ganho total e ADM ao fim do experimento (ADM Final). Os grupos Al e Al+TENS apresentaram ganho total de ADM e ADM Final significativamente maiores que o grupo C ($p<0,05$), indicando a eficácia dos protocolos utilizados no ganho de flexibilidade. No entanto, o ganho total de ADM, ganho diário, bem como a ADM Final, não foram estatisticamente diferentes entre os grupos Al e Al+TENS, sugerindo um ganho de flexibilidade equivalente entre estes grupos.

Ao se comparar os valores da Escala Numérica de avaliação da dor entre os grupos de experimento observou-se que ambos tiveram o valor da mediana igual a cinco (quartil 25=4 e 75=6 para o grupo Al+TENS e quartil 25=5 e 75=6 para o grupo Al), indicando que a dor percebida durante o alongamento pelo grupo submetido a TENS foi estatisticamente semelhante ao grupo que realizou apenas o alongamento.

Discussão

Apesar da existência de vários estudos sobre a temática, os autores ainda discordam quanto aos principais fatores limitantes do alongamento: os componentes viscoelásticos^{7,8} ou a tolerância ao alongamento^{5,6}.

Com o intuito de diminuir a resistência dos tecidos, utilizando técnicas de aquecimento superficial e exercícios de aquecimento associados ao alongamento, alguns estudos^{2,3,10} não encontraram maior ganho de flexibilidade comparado com o alongamento isolado, embora os efeitos utilizando o ultra-som terapêutico tenham sido mais eficazes³. Este recurso vem sendo reportado como um meio de promover aumento da extensibilidade dos tecidos e diminuição da percepção dolorosa, embora hajam evidências insuficientes na literatura²⁵.

Da mesma forma, um estudo prévio² não observou vantagem na imersão em água gelada para ganho de flexibilidade, apesar de outros pesquisadores⁹ terem observado uma maior efetividade no ganho imediato de flexibilidade ao realizar aplicação de pacotes de gelo antes do alongamento. Neste último, o resfriamento muscular foi responsável não só pela redução da dor, mas também pela diminuição da velocidade de condução nervosa, e conseqüentemente da descarga fusil. Isso diminuiu o estímulo facilitatório do fuso diminuindo a tensão muscular, o que facilitou a extensibilidade dos tecidos.

Ao utilizar a TENS, que se trata de um recurso analgésico que reduz a transmissão da condução dolorosa a nível medular, e que, no entanto, não interfere na extensibilidade dos tecidos submetidos à sua aplicação nem na velocidade de condução nervosa, o presente estudo observou que não houve aumento no ganho de flexibilidade muscular comparado ao grupo que não recebeu a aplicação de TENS, sugerindo que o uso deste recurso associado ao alongamento não potencializa a eficiência da manobra.

Com base no exposto, sugerimos que a limitação ao alongamento seja composta de uma combinação entre limitação pelos componentes neurais, não apenas a dor, e limitação pelos componentes viscoelásticos dos tecidos alongados. Desta forma, é possível que recursos associados que diminuam a resistência imposta por estes dois componentes produzam maior ganho de flexibilidade muscular se comparados a um deles isoladamente.

Com relação à dor percebida durante o alongamento, representada pela Escala Numérica, o presente estudo mostrou que esta não foi significativamente diferente entre os grupos de estudo. Apesar de ser bem conhecida na prática clínica como um método analgésico, alguns estudos afirmam que não há suporte científico que indique o uso da TENS para alívio da dor em algumas condições estudadas^{26,27}. Da mesma forma, a presente pesquisa indica que a aplicação da TENS não foi eficiente para diminuir a percepção de dor das voluntárias, durante o alongamento muscular dos isquiotibiais.

No entanto, dois aspectos devem ser levados em consideração. Primeiramente, cabe ressaltar que o instrumento utilizado para a mensuração da dor neste estudo (Escala Numérica), assim como demais escalas utilizadas para este fim, trata-se de um instrumento de auto-avaliação subjetivo a respeito de uma experiência subjetiva²⁸, e desta forma, apresenta suas limitações para uma avaliação real e eficiente da percepção dolorosa. Segundo, por utilizar níveis de estimulação submotores, a dessensibilização pode ter atingido apenas os tecidos mais superficiais e, por isso a TENS não permitiu que a sensação de desconforto máximo, solicitada pelos pesquisadores, ocorresse em uma amplitude de movimento maior do que no grupo que realizou apenas o alongamento.

Neste estudo, optamos por utilizar a TENS dentro do limiar sensitivo para que as pesquisadoras, ao realizar a manobra de alongamento, não tivessem como identificar as voluntárias submetidas à estimulação. Utilizamos a frequência de 100Hz com base em estudos prévios^{16,29} e a duração de pulso de 40µs, pela falta de consenso na literatura, foi escolhida em um estudo piloto realizado antes do início do período de experimento, por ter permitido uma maior faixa de aumento de intensidade sem a ocorrência de contração muscular. Sugere-se que sejam desenvolvidos mais estudos que avaliem os efeitos de outros parâmetros de estimulação, ou até mesmo utilizando outros métodos analgésicos para maior esclarecimento sobre este tema.

A amostra utilizada neste estudo foi considerada pequena, apresentando-se como uma das limitações encontradas, bem como a forma de avaliação da flexibilidade dos isquiotibiais (extensão passiva do joelho até o início da sensação de desconforto) mostrou-se como um método de avaliação que necessita de um preparo das voluntárias para definir a sensação desejada e que, portanto, pode ter contribuído para os resultados encontrados. Além disso, a amostra estudada foi composta por mulheres jovens e saudáveis e, portanto, mais estudos são necessários para observar a resposta ao tratamento proposto em outras populações, como idosos ou pacientes portadores de alterações neuromusculares.

Conclusões : : : .

O alongamento estático mostrou-se eficiente para promover aumento da flexibilidade muscular dos isquiotibiais, no entanto, sua associação a TENS não foi suficiente para promover maior ganho de flexibilidade ao se comparar ao alongamento isolado. A TENS não foi eficiente em reduzir a percepção dolorosa provocada pelo alongamento muscular dos isquiotibiais.

Referências bibliográficas

1. Bandy WD, Irion JM, Briggler M. The effect of time and frequency of static stretching on flexibility of the hamstring muscles. *Phys Ther.* 1997;77(10):1090-6.
2. Burke DG, Holt LE, Rasmussen R, MacKinnon NC, Vossen JF, Pelham TW. Effects of hot or cold water immersion and modified proprioceptive neuromuscular facilitation flexibility exercise on hamstring length. *J Athl Train.* 2001;36(1):16-9.
3. Knight CA, Rutledge CR, Cox ME, Acosta M, Hall SJ. Effect of superficial heat, deep heat, and active exercise warm-up on the extensibility of the plantar flexors. *Phys Ther.* 2001;81(6):1206-14.
4. Feland JB, Myrer JW, Merrill RM. Acute changes in hamstring flexibility: PNF versus static stretch in senior athletes. *Phys Ther Sport.* 2001;2:186-93.
5. LaRoche DP, Connolly DA. Effects of stretching on passive muscle tension and response to eccentric exercise. *Am J Sports Med.* 2006;34(6):1000-7.
6. Halbertsma JP, Mulder I, Göeken LN, Eisma WH. Repeated passive stretching: acute effect on the passive muscle moment and extensibility of short hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil.* 1999;80(4):407-14.
7. Kubo K, Kanehisa H, Kawakami Y, Fukunaga T. Influence of static stretching on viscoelastic properties of human tendon structures in vivo. *J Appl Physiol.* 2001;90(2):520-7.
8. Nordez A, Cornu C, McNair P. Acute effects of static stretching on passive stiffness of the hamstring muscles calculated using different mathematical models. *Clin Biomech.* 2006;21(7):755-60.
9. Brasileiro JS, Faria AF, Queiroz LL. Influência do resfriamento e do aquecimento local na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(1):57-61.
10. Williford HN, East JB, Smith FH, Burry LA. Evaluation of warm-up for improvement in flexibility. *Am J Sports Med.* 1986;14(4):316-9.
11. Chesterton LS, Barlas P, Foster NE, Lundeborg T, Wright CC, Baxter GD. Sensory stimulation (TENS): effects of parameter manipulation on mechanical pain thresholds in healthy human subjects. *Pain.* 2002;99(1-2):253-62.
12. Walsh DM, Lowe AS, McCormack K, Willer JC, Baxter GD, Allen JM. Transcutaneous electrical nerve stimulation: effect on peripheral nerve conduction, mechanical pain threshold, and tactile threshold in humans. *Arch Phys Med Rehabil.* 1998;79(9):1051-8.
13. Sluka KA, Walsh D. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation: basic science mechanisms and clinical effectiveness. *J Pain.* 2003;4(3):109-21.
14. Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms: a new theory. *Science.* 1965;150(699):971-9.
15. Brosseau L, Milne S, Robinson V, Marchand S, Shea B, Wells G et al. Efficacy of the Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for the treatment of chronic low back pain: a meta-analysis. *Spine.* 2002;27(6):596-603.
16. Tommaso M, Fiore P, Camporeale A, Guido M, Libro G, Losito L et al. High and low frequency transcutaneous electrical nerve stimulation inhibits nociceptive responses induced by CO2 laser stimulation in humans. *Neurosci Lett.* 2003;342(1-2):17-20.
17. Chaves CPG, Simão R, Araújo CGS. Ausência de variação da flexibilidade durante o ciclo menstrual em universitárias. *Rev Bras Med Esporte.* 2002;8(6):212-8.
18. Gajdosik RL. Effects of static stretching on the maximal length and resistance to passive stretch of short hamstring muscles. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1991;14(6):250-5.
19. Magnusson SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle-tendon unit. *Med Sci Sports Exerc.* 2000;32(6):1160-4.
20. Branco VR, Negrão Filho RF, Padovani CR, Azevedo FM, Alves N, Carvalho AC. Relação entre a tensão aplicada e a sensação de desconforto nos músculos isquiotibiais durante o alongamento. *Rev Bras Fisioter.* 2006;10(4):465-72.
21. Gama ZAS, Medeiros CAS, Dantas AVR, Souza TO. Influência da frequência de alongamento utilizando facilitação neuromuscular proprioceptiva na flexibilidade dos músculos isquiotibiais. *Rev Bras Med Esporte.* 2007;13(1):33-8.
22. Chesterton LS, Foster NE, Wright CC, Baxter GD, Barlas P. Effects of TENS frequency, intensity and stimulation site parameter manipulation on pressure pain thresholds in healthy human subjects. *Pain.* 2003;106(1-2):73-80.
23. Halbertsma JP, van Bolhuis AI, Göeken LN. Sport stretching: effect on passive muscle stiffness of short hamstrings. *Arch Phys Med Rehabil.* 1996;77(7):688-92.
24. Downie WW, Leatham PA, Rhind VM, Wright V, Branco JA, Anderson JA. Studies with pain rating scales. *Ann Rheum Dis.* 1978;37(4):378-81.
25. Baker KG, Robertson VJ, Duck FA. A review of therapeutic ultrasound: biophysical effects. *Phys Ther.* 2001;81(7):1351-8.
26. Deyo RA, Walsh NE, Martin DC, Schoenfeld LS, Ramamurthy S. A controlled trial of transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) and exercise for chronic low back pain. *N Engl J Med.* 1990;322(23):1627-34.
27. Khadilkar A, Milne S, Brosseau L, Wells G, Tugwell P, Robinson V et al. Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation for the Treatment of Chronic Low Back Pain: A Systematic Review. *Spine.* 2005;30(23):2657-66.
28. Averbuch M, Katzper M. Assessment of visual analog versus categorical scale for measurement of osteoarthritis pain. *J Clin Pharmacol.* 2004;44(4):368-72.
29. Johnson MI, Tabasam G. An Investigation into the Analgesic Effects of Interferential Currents and Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation on Experimentally Induced Ischemic Pain in Otherwise Pain-Free Volunteers. *Phys Ther.* 2003;83(3):208-23.