

O ALONGAMENTO DOS ISQUIOTIBIAIS ASSOCIADO À ELETROESTIMULAÇÃO NEUROMUSCULAR VISANDO MAIOR AMPLITUDE DE MOVIMENTO DE FLEXÃO DE QUADRIL

THE HAMSTRINGS LENGTHENING ASSOCIATED WITH ELECTRICAL NEUROMUSCULAR AIMING GREATER RANGE OF MOTION OF HIP FLEXION

Maíra Goulart Duarte¹, Tânia Cristina Dias Silva²

¹Fisioterapeuta especialista graduada pela Universidade Estadual de Goiás.

²Fisioterapeuta especialista Docente da Universidade Estadual de Goiás.

e-mail: mairaduarte21@hotmail.com

Resumo: O propósito deste estudo foi associar o alongamento passivo manual dos isquiotibiais à eletroestimulação neuromuscular, na busca de uma maior amplitude de movimento de flexão de quadril. Para tanto, 30 voluntárias foram divididas aleatoriamente em 3 grupos: grupo I – grupo controle (GC, n=10), grupo II – alongamento passivo manual (n=10) e o grupo III – alongamento passivo manual associado à corrente russa (n=10). Os grupos II e III foram submetidos a 10 sessões, sendo três vezes por semana, ao passo que o GC não se envolveu com a prática de nenhuma técnica. Todas foram submetidas a uma avaliação inicial e outra final por meio do teste de flexibilidade dos isquiotibiais com goniômetro. O teste t de student ($P \leq 0,01$) revelou que no grupo controle não houve aumento significativo na amplitude de movimento de flexão de quadril, em ambos os membros. Já os grupos II e III apresentaram, ambos, um aumento estatisticamente significativo. Ao comparar o grupo II com o grupo III, utilizando os testes *post hoc* de tukey e HSD ($P \leq 0,01$), evidenciou-se que o grupo III obteve um ganho relativo superior de 23,18% no MID e 29,04% no MIE. Quando comparados os grupos II e III com o GC, ambos obtiveram um ganho relativo superior. Assim, os resultados do estudo sugerem que a associação do alongamento passivo manual com a corrente russa pode contribuir para um aumento significativamente maior na amplitude de movimento de flexão de quadril quando comparado ao alongamento passivo manual realizado isoladamente.

Palavras-chave: Alongamento, amplitude de movimento, eletroestimulação, isquiotibiais.

Abstract: The purpose was to involve the passive hand of the hamstrings neuromuscular electrical stimulation, in search of a greater range of motion in flexion of hip. To that end, 30 volunteers were

randomly divided into 3 groups: Group I - control group (CG, n = 10), Group II - passive manual (n = 10) and group III - passive manual associated with current Russian (n = 10). The group II and III were subjected to 10 sessions, three times a week, while the GC was not involved with the practice of any technique. All were subjected to an initial assessment and final test through the flexibility of the hamstrings with goniometer. The student t test ($P \leq 0.01$) than in the control group showed no significant increase in the range of motion in flexion of hip, in both members. But the groups II and III showed, both, a statistically significant increase. When comparing the group II with the group III, using the post hoc Tukey test and HSD ($P \leq 0.01$), revealed that the group III returned a profit on top of 23.18 and 29.04% in the MID % In the MIE. Comparing the groups II and III with the CG, both had a gain on top. Thus, the results of the study suggest that the combination of passive manual with the current Russian can contribute to an increase significantly greater range of motion in flexion of the hip when compared to passive manual done alone.

Key-words: Stretching, range of motion, electrical stimulation, hamstrings.

Introdução

O alongamento é uma modalidade de exercício terapêutico usada para aumentar o comprimento de estruturas de tecidos moles encurtados aumentando assim a amplitude de movimento¹. A flexibilidade é a habilidade de mover uma articulação ou um conjunto de articulações em uma amplitude de movimento total, irrestrita e livre de dor^{2,3}. Ela depende de uma combinação entre amplitude de movimento articular e a capacidade da unidade musculotendínea alongar-se⁴.

Um indivíduo com amplitude de movimento restrita provavelmente terá uma diminuição da capacidade de desempenho e sua manutenção é importante na prevenção de lesão da unidade musculotendínea³. O aumento ou a manutenção da flexibilidade envolve o alongamento dos ligamentos, fâscias e músculos que limitam a amplitude de movimento de uma articulação².

O alongamento estático ou passivo manual envolve alongamento passivo em determinado músculo antagonista, levando-o para uma posição de alongamento máximo tolerável e sustentar a posição por um período de tempo^{3,5}. Ele apresenta um menor risco de lesão, e acredita-se ser o mais seguro método de alongamento, por ser mais controlado, além de ser o mais usado⁵.

A facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) recentemente também tem sido utilizada como técnica de alongamento com intuito de aumentar a flexibilidade. De modo geral envolve contrações isométricas antes do alongamento estático². A inibição ativa inclui técnicas nas quais o paciente relaxa reflexamente o músculo a ser alongado antes da manobra de alongamento. Quando o músculo é então inibido (relaxado), a resistência ao alongamento torna-se mínima. Neste tipo de inibição o relaxamento ocorre somente nas estruturas contráteis do músculo, sem relaxar os tecidos conectivos³. A eficiência das técnicas de FNP baseia-se, em parte, nos mesmos princípios neurofisiológicos do alongamento. A contração isométrica do músculo que será alongado ocasiona um aumento de tensão estimulando os órgãos tendinosos de golgi a produzirem um relaxamento reflexo do mesmo músculo como resultado de uma inibição autogênica¹.

Na técnica contrair-relaxar a parte do corpo é movida passivamente para um padrão agonista. O paciente é então orientado a empurrar dinamicamente, contraindo o antagonista (músculo que será alongado), contra a resistência do fisioterapeuta. Em seguida, o paciente relaxa o antagonista enquanto o terapeuta move a parte do corpo pela máxima amplitude possível até perceber novamente uma limitação³. O relaxamento do músculo é resultado de uma inibição autogênica¹.

As alterações plásticas, mesmo que difíceis de serem alcançadas promovem uma alteração mais evidente dos músculos que assumem um novo comprimento após a força de alongamento ter sido removida^{1,3,6}. O ganho da amplitude de movimento deve-se ainda ao aumento na tolerância ao alongamento, não necessariamente diminuindo o encurtamento muscular. O alongamento tem então um efeito imediato de aumento da amplitude de movimento por meio de um decréscimo na viscoelasticidade e de um aumento na tolerância ao alongamento⁷. Estudos realizados comprovaram que o aumento do comprimento muscular estava relacionado com a adição de sarcômeros ao longo da fibra muscular⁸. Um alongamento, quando mantido por vários dias provocaria uma acomodação no tamanho dos sarcômeros e estimularia o acréscimo de novos sarcômeros⁹.

Recuperação de alterações provocadas na atividade muscular voluntária por uma patologia ou uma potencialização da função muscular pode ser conseguida através da estimulação elétrica. É alcançada, portanto, uma facilitação na recuperação de atrofia, desequilíbrios musculares secundários à imobilização ou limitação de atividade, sem esquecer-se dos efeitos analgésicos próprios da eletroestimulação¹⁰.

A popularidade da eletroestimulação ocorreu, especialmente, a partir da metade dos anos 70, após o ocidente tomar conhecimento dos estudos propostos pelo fisiologista russo Yadov Kots¹². Kots defendia a idéia de que a eletroestimulação aumentava o recrutamento das unidades motoras durante a contração muscular. Assim, se todas as unidades motoras eram recrutadas, a contração muscular era máxima e diminuiria o déficit de força, com um ganho acima de 40%. Isso não aconteceria em uma contração voluntária¹⁰.

Cada músculo apresenta dois tipos de fibras musculares, vermelhas, tônicas (I) e brancas, fâscias (II), que variam em quantidades de 40 a 60 % nos diferentes músculos¹¹. Durante a realização de ações musculares voluntárias concêntricas ou isométricas, a ativação das unidades motoras acontece seguindo o princípio do tamanho. Unidades motoras menores, fibras do tipo I, são recrutadas inicialmente por possuírem um baixo limiar de ativação. À medida que a demanda de força aumenta, as fibras do tipo II, mais rápidas, são recrutadas. Em ações musculares excêntricas, existe uma reversão. A ativação muscular durante uma sessão de eletroestimulação possui características similares às ações musculares excêntricas, ocorrendo a reversão do princípio do tamanho.

A aplicação de corrente elétrica segue um padrão temporal de recrutamento inverso ao da contração voluntária isométrica e concêntrica, sendo primeiramente recrutadas as fibras tipo II para posteriormente recrutarem-se as fibras tipo I. A eletroestimulação é capaz de gerar torques superiores aos encontrados durante uma contração voluntária máxima, o que sugere que durante a aplicação de corrente elétrica a totalidade das unidades motoras é recrutada^{10,11,13}.

Neste contexto, o objetivo do presente estudo foi associar o alongamento passivo manual com uma técnica de inibição reflexa, neste caso, desenvolvida com o uso da Eletroestimulação Russa, um aparelho que gera contrações musculares induzidas pela eletroestimulação, aumentando o recrutamento das unidades motoras, proporcionando maior eficiência no ganho de Amplitude de Movimento (ADM) de flexão de quadril^{10,11}.

Para atingir tal objetivo, foi utilizada a técnica contração-relaxamento que é uma das que constitui a inibição ativa. A contração ativa foi substituída pela contração induzida por eletroestimulação a fim de tornar a manobra de alongamento mais eficiente, sugerindo

assim uma nova forma de tratamento para ser utilizada pelos fisioterapeutas.

Materiais e Métodos

Participaram da pesquisa 30 acadêmicas do sexo feminino, da Universidade Estadual de Goiás, com idade média de 22,21 anos, variando entre 20 e 30 anos. A amostra foi definida por conveniência e através de convite verbal. O estudo foi realizado na Clínica Escola da Universidade Estadual de Goiás – Unidade Eseeffego durante os meses de março e abril de 2007. O plano de pesquisa foi elaborado em concordância com as normas vigentes para a pesquisa envolvendo seres humanos e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa humana e animal do Hospital Geral de Goiânia – Cepha, protocolo número 187/06.

No ato do convite e antes da realização de qualquer procedimento todas as voluntárias receberam esclarecimentos pormenorizados sobre justificativas, objetivos, hipóteses, procedimentos e intervenções propostas e, então, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Critérios de inclusão: ausência de patologias osteomusculares ou nervosas que se relacionassem com a porção a ser tratada, sedentarismo e encurtamento bilateral da musculatura posterior de coxa (isquiotibiais). As voluntárias declararam que não estavam envolvidas em nenhum programa de exercícios de alongamento muscular ou qualquer outra atividade e se comprometeram a não realizar nenhuma dessas atividades durante o estudo, para não influenciar no resultado deste.

Critérios de exclusão: ausência de encurtamento dos isquiotibiais, prática de exercício físico ou qualquer outra atividade que possa interferir nos resultados, patologias osteomusculares ou nervosas relacionadas à área a ser tratada, dor lombar aguda e uso regular de medicamentos como relaxantes musculares devido à possibilidade de comprometimento do movimento do grupo muscular avaliado.

No presente estudo optamos por utilizar a corrente russa para eletroestimulação por se tratar, primeiramente, de uma corrente de média frequência, gerando menor desconforto para o paciente por apresentar uma menor impedância à passagem da corrente, sendo então mais eficaz no recrutamento de fibras musculares, podendo ser utilizadas em músculos maiores¹¹.

O estudo baseou-se em 3 grupos, sendo eles: grupo I (Grupo Controle), composto por 10 mulheres com idade média de 21,6 anos (20-23), sendo 9 destros e 1 canhota, com média de graus de encurtamento de isquiotibiais de 17,9° em membro inferior direito (MID) e 17,4° em membro inferior esquerdo (MIE); grupo II, composto por 10 mulheres com idade média de 22,5 anos (22-23), sendo todas destros, com média de 18,5° de encurtamento em MID e 19,1° de encurtamento em MIE; grupo III, composto por 10 mulheres com idade

média de 22,0 anos (20-25), todas destros, com média de 15,11° de encurtamento em MID e 16,88° de encurtamento no MIE.

A avaliação do encurtamento dos isquiotibiais foi realizada através da medida do ângulo poplíteo¹⁴ por goniometria. A amplitude de flexão do quadril com o joelho em extensão e conseqüentemente com os isquiotibiais em tensão gira em torno de 90°. Foi considerada encurtada, aquela musculatura que apresentou uma perda na extensão do joelho maior que 30° com o quadril em flexão de 90°¹⁵. Considerando como amplitude de extensão de joelho de 180°¹⁶, foram excluídas do estudo as voluntárias que no momento da aferição apresentaram uma extensão com amplitude superior a 150°.

A avaliação foi realizada por dois examinadores estando o sujeito posicionado em decúbito dorsal, com um membro inferior estendido e o outro com o quadril e joelho fletidos a 90°. Foram realizadas 3 medidas e considerada a média entre elas.

Antes da realização das técnicas de alongamento as voluntárias passaram por uma avaliação inicial para mensuração do grau de amplitude de movimento de flexão de quadril. Um examinador, sempre o mesmo, realizou a mensuração da amplitude de movimento e o outro estabilizou a pelve e a coxa contralateral para evitar compensações. Foram realizadas 3 medidas e considerada a média entre elas.

As voluntárias foram então divididas aleatoriamente em 3 grupos. O primeiro grupo (GI) foi considerado grupo controle não sendo submetido a nenhuma técnica de alongamento. O grupo II (GII) foi submetido ao alongamento estático e no grupo III (GIII) foi aplicado o alongamento estático associado à corrente russa (facilitação neuromuscular proprioceptiva). O alongamento foi realizado 3 vezes por semana até atingir um total de 10 sessões.

Os isquiotibiais foram os músculos escolhidos para o estudo, pois são músculos que tendem ao encurtamento com o sedentarismo e mesmo em pessoas saudáveis, podem apresentar algum grau de encurtamento por serem músculos biarticulares^{17,18}.

No grupo I - grupo controle, as voluntárias passaram apenas por uma avaliação inicial e outra final, como os demais grupos. A avaliação inicial foi realizada no mesmo momento que a avaliação inicial dos grupos II e III, porém, enquanto os grupos II e III eram submetidos à terapêutica de alongamento, o grupo controle não recebeu nenhuma terapêutica.

No grupo II – alongamento estático, foi realizado passivamente o alongamento dos isquiotibiais. A pelve foi mantida em anteversão, mantendo-se os membros inferiores em extensão, baseando-se em um estudo com 20 indivíduos que mostrou que a pelve em anteversão durante o alongamento dos isquiotibiais resultava em maior flexibilidade e amplitude de movimento quando comparado ao alongamento com pelve em retroversão¹⁹.

O alongamento foi mantido por 30 segundos²⁰⁻²⁴ com mesmo tempo de repouso e repetido por 4 vezes em ambos os membros inferiores. A posição terminal do

alongamento foi definida pelo paciente quando sentia desconforto na musculatura posterior de coxa. Da amostra inicial foi excluída 01 voluntária, devido ao não-seguimento do programa de exercícios propostos.

No grupo III – alongamento estático associado à eletroestimulação foram utilizados 4 eletrodos (2 canais) de borracha, gel e fita crepe para fixação dos eletrodos no ponto motor dos isquiotibiais. A eletroestimulação do grupo muscular escolhido foi realizada com um aparelho de Corrente Russa, da marca KW utilizando um protocolo com os seguintes parâmetros: média frequência (F) 2500Hz modulada a 50Hz, tempo de estimulação on de 30s (rampa de subida de pulso “rise” de 2s, platô de 26s, rampa de descida de pulso “decay” de 2s) e tempo de estimulação off de 30s. Os tempos on e off foram determinados de acordo com o tempo de alongamento e descanso do grupo I para que a comparação seja a mais fidedigna possível.

No momento de estimulação off foi realizado o alongamento dos isquiotibiais (no caso 30s) sendo repetido por 4 vezes como no grupo II. A intensidade da corrente foi determinada pelo paciente de acordo com a sua sensibilidade e tolerância ao estímulo. O aparelho de eletroestimulação passou por calibração antes da utilização no estudo, sendo então liberado para o uso.

No dia seguinte à última sessão foi realizada outra avaliação, idêntica a que foi realizada inicialmente para que os dados pudessem ser comparados, tanto no grupo controle como nos grupos II e III.

Análise estatística: Os resultados obtidos após a última sessão de alongamento acerca das medidas angulares obtidas foram submetidos à aplicação do teste t pareado de Student com o objetivo de verificar se foram significativas as diferenças obtidas entre os dois momentos, antes e após a aplicação do método de alongamento adotando um $p < 0,01$. Com o objetivo de comparar os resultados encontrados nos métodos utilizados, foram aplicados os testes de Tukey HSD e LSD.

Resultados

O grupo controle apresentou média inicial de flexão de quadril de $42,70^\circ$ em MID. Após o período de 10 sessões verificou-se uma média de $42,80^\circ$. Nota-se, portanto, um ganho relativo de 0,25%. O grupo que recebeu a aplicação do método passivo manual apresentou média inicial de flexão de quadril de $43,40^\circ$ em MID. Após o período de 10 sessões verificou-se uma média de $56,00^\circ$. Nota-se, portanto, um ganho relativo de 29,65%. O grupo que recebeu aplicação do método passivo manual associado à corrente russa apresentou média inicial de flexão de quadril de $41,40^\circ$ em MID. Após o período de 10 sessões verificou-se uma média de $61,89^\circ$. Nota-se, portanto, um ganho relativo de 52,84% (Tabela 1).

Tabela 1. Média e desvio padrão da flexão de quadril do membro inferior direito antes e após aplicação da técnica e o ganho relativo.

Grupo	Pré	Pós	Ganho Relativo (%)
Controle ^A	42,70 ± 4,55	42,80 ± 4,80	0,25 ± 5,17
Passivo ^B	43,40 ± 4,55	56,00 ± 7,07	29,65 ± 13,94
Associado a Russa ^C	41,40 ± 6,55	61,89 ± 6,21	52,84 ± 22,72

$p < 0,001$ (Análise de Variância).

Letras iguais representam valores cuja diferença não é significativa.

O grupo controle apresentou média inicial de flexão de quadril de $43,20^\circ$ no MIE. Após o período de 10 sessões verificou-se uma média de $43,2^\circ$. Nota-se, portanto, um ganho relativo de 0,22%. O grupo de aplicação do método passivo manual apresentou média inicial de flexão de quadril de $44,70^\circ$ no MIE. Após o período de 10 sessões verificou-se uma média de $58,67^\circ$. Nota-se, portanto, um ganho relativo de 32,69%. O grupo que recebeu aplicação do método passivo manual associado à corrente russa apresentou média inicial de flexão de quadril de $41,30^\circ$ no MIE. Após o período de 10 sessões verificou-se uma média de $63,78^\circ$. Nota-se, portanto, um ganho relativo de 21,88% (Tabela 2).

Tabela 2. Média e desvio padrão da flexão de quadril do membro inferior esquerdo antes e após aplicação da técnica e o ganho relativo.

Grupo	Pré	Pós	Ganho Relativo (%)
Controle ^A	43,20 ± 5,77	43,20 ± 5,25	0,22 ± 4,70
Passivo ^B	44,70 ± 7,36	58,67 ± 9,03	32,69 ± 16,38
Associado a Russa ^C	41,30 ± 6,04	63,78 ± 4,21	61,73 ± 21,88

$p < 0,001$ (Análise de Variância).

Letras iguais representam valores cuja diferença não é significativa.

No MID, comparando o grupo controle com o grupo passivo manual nota-se um ganho relativo superior de 29,4%. Comparando o grupo controle com o grupo passivo manual associado à corrente russa nota-se ganho relativo superior de 52,59%. Logo, no MID, os grupos submetidos ao alongamento, independente da técnica, obtiveram um ganho percentual, referente às medidas angulares, maior quando comparado ao grupo que não realizou nenhuma técnica (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação do grupo controle com os métodos passivo e passivo associado à corrente russa no MID.

Teste	Método	Comparativo	Média de Diferença	p
Tukey LSD	Controle	Passivo	29,40%	0,0001
		Corrente Russa	52,59%	
HSD	Controle	Passivo	29,40%	
		Co rrente russa	52,59%	

$p < 0,01$ (Análise de Variância).

No MIE, comparando o grupo controle com o grupo passivo manual nota-se um ganho relativo superior de 32,47%. Comparando o grupo controle com o grupo passivo manual associado à corrente russa nota-se um ganho relativo superior de 61,51%. Logo, No MIE, os grupos submetidos ao alongamento, independente da

técnica, obtiveram um ganho percentual, referente às medidas angulares, maior quando comparado ao grupo que não realizou nenhuma técnica (Tabela 4).

Tabela 4. Comparação do grupo controle com os métodos passivo e passivo associado à corrente russa no MIE.

Teste	Método	Comparativo	Média de Diferença	p
Tukey LSD	Controle	Passivo	32,47%	0,0001
		Corrente Russa	61,51%	
HSD	Controle	Passivo	32,47%	
		Corrente russa	61,51%	

p < 0,01 (Análise de Variância).

Foram comparados os ganhos em medidas angulares do grupo de alongamento passivo manual com o grupo de alongamento passivo manual associado à corrente russa. No MID nota-se um ganho relativo superior de 23,18% no grupo de alongamento passivo manual associado à corrente russa. No MIE o ganho relativo também foi superior, num valor de 29,04%. Estes dados podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5. Comparação do grupo de alongamento passivo manual com o grupo de alongamento passivo manual associado à corrente russa.

Membro	Teste	Método	Comparativo	Média de Diferença	p
MID	Tukey LSD	Passivo	Corrente russa	23,18%	0,0001
		Passivo	Corrente Russa	23,18%	
MIE	HSD	Passivo	Corrente russa	29,04%	
		Passivo	Corrente russa	29,04%	

p < 0,01 (Análise de Variância).

Discussão

Pode-se observar, através da média das medidas angulares antes e após um período de 10 sessões, que o grupo controle não apresentou um aumento significativo na amplitude de movimento, visto que não sofreu a aplicação de uma técnica de alongamento específica. Isso comprova que o aumento na amplitude de movimento de uma articulação só é possível mediante a aplicação de um programa de exercícios planejados e regulares⁵.

O aumento da extensibilidade da unidade musculotendínea e do tecido conjuntivo periarticular ocorre mediante a aplicação de alongamentos de tendões, fâscias e músculos². Para aumentar a amplitude de movimento articular e desenvolver a flexibilidade é necessário um programa de treinamento que interfira na estrutura dos tecidos moles^{1,3}.

Os indivíduos submetidos ao alongamento passivo manual obtiveram ganhos estatisticamente significativos. Estudos relatam que foi confirmado o ganho de amplitude de movimento após um programa de alongamento estático²³. Autores afirmam serem defensores do alongamento estático uma vez que o reflexo de estiramento está minimizado pelo movimento lento e pela ausência de dor²⁴⁻²⁶.

O alongamento foi realizado com 30 segundos de manutenção em 4 repetições, o que vai de encontro a

alguns achados para verificar o tempo necessário que a musculatura isquiotibial deve ser sustentada na posição de alongamento estático para o aumento máximo da flexibilidade^{20,24}.

Quando uma força de tração (estiramento) é aplicada a qualquer substância, ela deforma-se de acordo com suas propriedades materiais, no caso, suas propriedades viscoelásticas. Quando uma força relativamente baixa é sustentada por um longo período, a maioria dos materiais deforma de maneira tempo-dependente. Se essa força é interrompida, o tecido volta ao seu comprimento original, também tempo-dependente. Mas é importante lembrar que, quando se fala em ganhos a longo prazo, o tecido muscular não aumenta de tamanho apenas pela viscoelasticidade, mas também por um aumento no número de sarcômeros⁹.

Quando um músculo é imobilizado em posição alongada ocorre uma adição no número de sarcômeros em série, principalmente nas extremidades da fibra, criando um músculo mais longo permitindo assim uma execução adicional²⁷. O principal efeito dessas mudanças no número de sarcômeros e no comprimento muscular serve para adaptar o músculo de maneira a gerar níveis de tensão favoráveis em sua nova posição e comprimento⁵.

Os indivíduos submetidos ao alongamento passivo manual associado à corrente russa obtiveram um aumento também estatisticamente significativo. Percebe-se, com esses resultados que houve maior ganho relacionado à amplitude de movimento de flexão de quadril. Os resultados do presente estudo vão de encontro a outros estudos concluindo que o alongamento por FNP é superior a outros métodos empregados^{28,29}.

Embora as duas técnicas aplicadas tenham sido significativamente estatísticas, podemos perceber na Tabela 5 que houve um ganho relativo estatisticamente superior no grupo de alongamento passivo manual associado à corrente russa.

No que refere-se ao alongamento utilizando correntes elétricas, a literatura é escassa. De acordo com a literatura disponível, nenhuma indicação direta foi encontrada para o alongamento da musculatura com a utilização de correntes elétricas, mas a partir de estudos do tecido fibroso e da neurofisiologia pode-se concluir que é um método que oferece muitas vantagens em relação aos métodos utilizados até agora³⁰.

Segundo informações^{30,31} o método de alongamento muscular associado à eletroestimulação, oferece vantagens em relação aos demais métodos, pois enquanto o músculo é eletroestimulado há produção de calor pela contração muscular, fazendo com que o músculo aumente a temperatura durante o trabalho, produzindo um efeito positivo sobre a matriz de colágeno, tornando-o mais maleável.

A corrente elétrica estimula o axônio enquanto a inibição ocorre no neurônio; a contração pode ser bem mais forte que a força produzida voluntariamente; a corrente elétrica tem efeito limitante direto na transmissão nociceptiva evitando que o paciente

apresente aumento de tônus em reação à “dor” do alongamento³⁰.

Conclusão

Os resultados do presente estudo demonstraram que tanto o programa de alongamento passivo manual quanto o alongamento passivo manual associado à corrente russa foram efetivos no aumento da amplitude de movimento articular da flexão do quadril. Além disso, sugeriu que a utilização do alongamento associado à corrente russa alcançaria ganhos em amplitude de movimento significativamente maiores.

A eletroestimulação constitui hoje um importante recurso terapêutico, particularmente quando é associado à cinesioterapia. No entanto, para tirar o máximo proveito na utilização destes equipamentos, o fisioterapeuta deverá ter conhecimento de parâmetros da corrente elétrica, já que, as respostas fisiológicas observadas nos pacientes dependerão destes conhecimentos.

Apesar dos resultados interessantes encontrados na investigação, sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas com uma amostra maior, por períodos de tempo mais prolongados, com indivíduos de ambos os sexos e de diferentes faixas etárias. O envolvimento de outras articulações e, conseqüentemente de outros movimentos, também poderá auxiliar na produção de informações que propiciem uma prescrição mais adequada nos programas de alongamento.

Referências

1. Kisner C, Colby LA. Exercícios terapêuticos: fundamentos e técnicas. 4 ed. São Paulo: Manole, 2005.
2. Hall CM, Brody LT. Exercício terapêutico na busca da função. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001.
3. Prentice WE, Voight ML. Técnicas em reabilitação musculoesquelética. São Paulo: Artmed, 2003.
4. Viveiros L, Polito MD, Simão R, Farinatti P. Respostas agudas imediatas e tardias da flexibilidade na extensão do ombro em relação ao número de séries e duração do alongamento. Rev Bras Med Esporte. Nov/dez. 2004; 10, n. 6: p 123-129.
5. Alter MJ. Ciência da Flexibilidade. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.
6. Magnussun SP, Aagaard P, Nielson JJ. Passive energy return after repeated stretches of the hamstring muscle tendon unit. Med Sci Sports Exercises. 2000; 32, n. 6: p. 1160-1164.
7. Magnusun SP. Passive properties of human skeletal muscle during stretch manouvers. Scand J Med Sci Sports 1998; 8, p. 65-77.
8. Willians PE, Goldspink G. Longitudinal growth of striated muscle fibers. J Cell Sci. 1971; 9, n. 3: p. 751-767.
9. Deyne E, Patrick G. Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. Phys Ther. 2001; 81, n. 2: 819-827.
10. Low J, Reed A. Eletroterapia explicada: princípios e prática. 3. ed. São Paulo: Manole, 2001.
11. Agne J. Eletroterapia teórica e prática. Rio grande do Sul: Orium, 2004.
12. Evangelista A R. Adaptação da característica fisiológica da fibra muscular por meio de eletroestimulação. Fisioterapia Brasil. 2003; 4, n. 5: 326-334.
13. Piazzzi AF, Ugrinowitsch C, Tricoli V. Training Adaptation After transcutaneous electrical simulation with high and medium frequency. J Exercise Sport Sci. 2004; 3, n. 2:
14. Polachini LO, Fusazaki L, Tamaso M, Tellini GG, Masiero D. estudo comparativo entre três métodos de avaliação do encurtamento de musculatura posterior de coxa. Rev Bras Fisioterapia. 2005; 9, n. 2: p.187-193.
15. Bienfait M. Bases da Fisiologia da terapia manual. São Paulo: Summus, 2000.
16. Marques AP. Manual de goniometria. 2. ed. São Paulo: Manole, 2003.
17. Kendall FP, McCreary EK, Provance PG. Músculos Provas e funções. 1. ed. São Paulo: Manole, 1995.

18. Halbertsma JPK, Goeken LNH. Stretching exercises: effect on passive extensibility and stiffness in short hamstring of healthy subjects. *Arch Phys Med Rehabil.* 1994; 75: p. 976-981.
19. Sullivan MK, DeJulia JJ, Worrel TW. Effect of pelvic position and stretching method on hamstring muscle flexibility. *Med Sci sports Exercise.* Indianapolis, 1992.
20. Bandy WD, Irion JM. The effect of Time on Static Stretch on the Flexibility of the Hamstring Muscles. *Phys Ther.* 1994; 74, n. 9: p. 54-61.
21. Feland JB, Myrer JW, Schulthis SS, Feelingham GW, Meason GW. The effect of hamstring muscle group for increasing range of motion in people aged 65 years or older. *Phys Ther.* 2001; 81, n. 5: p. 1110-1117.
22. Winters MV. Passive versus active stretching of hip flexor muscles in subjects with limited hip extension: a randomized clinical trial. *Phys Ther.* 2004;84, n. 9: p. 800-807.
23. Grandi L. Comparação de duas “doses ideais” de alongamento. *Acta Fisiátrica.* 1998; 5, n. 3: p. 154-158.
24. Malliaropoulos N, Papalexandris S, Papacostas E. The role of stretching in rehabilitation of hamstring injuries: 80 athletes follow-up. *Med Sci Sports Exercises.* 2004; v. 36, n. 5: p. 756-759.
25. Taylor DC. Viscoelastic properties of muscle-tendon units. *J Sports Med,* v. 18, n. 3, p. 300-309, 1990.
26. Thacker SB. The impact of stretching on sports injury risk: a systematic review of the literature. *Med Sci Sports Exercises.* 2004; v. 36, n. 3: p. 371-378.
27. Simpson AH. The response of muscle to leg lengthening. *J Bone Surg Br.* 1995; v. 77: p. 630-636.
28. Etnyre BR, Lee EJ. Chronic and acute flexibility of men and women using three different stretching techniques. *Res Quart Exercise Sport.* 1988; v. 59: p. 222-228.
29. Holt LE, Travis TM, Okita T. Comparative study of three stretchings techniques. *Percept Motor Skills.* 1970; v. 31: p. 611-616.
30. Cohen M, Abdalla RJ. Lesão nos esportes: diagnóstico, prevenção e tratamento. Rio de Janeiro: Revinter, 2005.
31. KLD. Estimulação elétrica para fortalecimento e alongamento muscular. Manual do equipamento. Amparo: KLD Biosistemas Equipamentos Eletrônicos Ltda, p. 37, 1999.