

Efeitos da diatermia por ondas curtas na amplitude de movimento e força muscular

EFFECTS OF DIATHERMY BY SHORT WAVES IN AMPLITUDE OF MOVEMENT AND MUSCULAR FORCE

Gisele Cirelli
Paulo Henrique Cinelli Moreira
Departamento de Fisioterapia da Universidade de Taubaté
Tais Maia Novaes
Valquíria Barreto Delgado
Fisioterapeuta

RESUMO

A eletroterapia é um elemento fundamental para a prática da fisioterapia, sendo utilizada amplamente nessa área. Dentre os recursos de eletroterapia, pode-se destacar a diatermia por ondas curtas devido aos seus efeitos vasodilatadores, os quais geram o aumento da reposição de nutrientes e oxigênio e potencializam a retirada dos catabólitos nas fibras musculares, obtendo-se como um dos efeitos primordiais, o relaxamento muscular. Participaram deste estudo vinte indivíduos, universitários, os quais foram submetidos a mensurações por meio de goniometria e dinamometria isométrica antes e após a aplicação da diatermia por ondas curtas na região do antebraço, visando verificar sua eficácia em relação à diminuição tênsil do colágeno, pelos parâmetros amplitude de movimento e força muscular. Para a validação dos dados, foram utilizados os testes estatísticos de ANOVA e *post hoc* de Tukey, com $p < 0,01$. Concluiu-se que a diatermia por ondas curtas foi eficaz no aumento da amplitude de movimento dos indivíduos que se submeteram a ela ($p < 0,0075$), porém não houve melhora significativa no ganho de força muscular ($p = 0,9586$).

PALAVRAS-CHAVES

Ondas curtas. Amplitude de movimento. Força muscular.

INTRODUÇÃO

A eletroterapia é um recurso terapêutico bastante difundido entre os profissionais de fisioterapia, e dentro dessa área, pode-se destacar o estudo da diatermia por ondas curtas (DOC) (SCOTT, 1998).

Alguns dos efeitos fisiológicos da radiação eletromagnética por ondas curtas já são bem conhecidos, dentre eles, a analgesia, a resolução de processos inflamatórios crônicos e o aumento da extensibilidade do tecido colagenoso, o que permite o aumento da amplitude de movimento (ADM), ou seja, maior mobilidade articular (BISSCHOP; BISSCHOP; COMMANDRÉ, 2001; LEHMANN; LATEUR, 1994; LONGO; FUJIRINI, 2000; SCOTT, 1998).

Esses efeitos são devidos à geração de calor em tecidos profundos, e a profundidade de penetração do calor depende da área à qual foi realizada a aplicação por causa dos diferentes gradientes teciduais encontrados no corpo humano (SCOTT; MCMEEKEN; STILLMAN, 1998).

A relação entre força muscular e aquecimento tecidual ainda é controversa, além de escassa em literatura. Segundo Hill et al. (2002), o aumento de temperatura também pode potencializar a velocidade de condução do estímulo neural e o potencial de ação da fibra muscular, e a elevação da temperatura em 2°C corresponde a um aumento de 20% na velocidade de condução, o que favorece a contração muscular. Já Low e Reed (2001) relatam que o aquecimento das terminações nervosas dos fusos musculares e das terminações tendíneas de Golgi pode ser o modo pelo qual a tensão muscular se reduz com o aquecimento, reduzindo a força muscular gerada.

Dessa forma, este estudo teve por objetivo avaliar a ADM da articulação do punho, assim como a força muscular do grupo flexor dessa articulação, comparando as mensurações realizadas antes e após aplicação da DOC.

REVISÃO DA LITERATURA

O comprimento de onda eletromagnética é obtido em função da frequência e velocidade de sua propagação em um meio. A faixa de frequência terapêutica utilizada é de 27,12 MHz, com um comprimento de onda correspondente a 11,062 metros. Essas propriedades conferem a DOC o efeito de elevação da temperatura em tecidos profundos, sendo esse efeito dependente da condutividade dos tecidos, ou seja, tecidos com alto teor de água e íons são aquecidos com maior rapidez quando comparados a tecidos com menor quantidade dessas substâncias (SCOTT; MCMEEKEN; STILLMAN, 1998).

As propriedades de tecidos específicos podem ser alteradas pelo aquecimento. A temperatura em uma articulação influencia a resistência ao movimento, de modo que uma elevação na temperatura a reduz. As alterações no movimento articular são atribuídas, em parte, à mudança na viscosidade do líquido sinovial, e também à diminuição da resistência tênsil do colágeno, conseqüentemente reduzindo a rigidez articular (LOW; REED, 2001).

Estudos sobre o efeito da temperatura nos fusos musculares indicam cessação seletiva dos disparos provenientes das terminações aferentes fusais secundárias, resultando numa redução do tônus muscular, facilitando assim o aumento da ADM por diminuição da rigidez tecidual (LEHMANN; LATEUR, 1994).

A taxa metabólica pode sofrer uma elevação de cerca de 13% para cada elevação de 1°C na temperatura do tecido, aumentando a demanda do tecido por oxigênio e nutrientes, eliminando com maior facilidade os produtos do catabolismo (BISSCHOP; BISSCHOP; COMMANDRÉ, 2001). A elevação adequada na temperatura do tecido aumenta a atividade celular, que inclui motilidade, síntese e liberação de mediadores químicos, além da taxa de interações celulares, como a fagocitose, que também é acelerada (LOW; REED, 2001).

Dessa forma, pode-se concluir que a DOC provoca vasodilatação, que eleva a irrigação sanguínea. Com isso, é aumentada a drenagem de resíduos metabólicos indesejáveis, a concentração de leucócitos no tecido e também a oxigenação, facilitando assim a retirada de substâncias nocivas aos tecidos corpóreos, fato esse que por si só pode facilitar a contração muscular (BISSCHOP; BISSCHOP; COMMANDRÉ, 2001). Como já relatado, a relação entre aquecimento tecidual e força muscular é fato controverso na literatura, além de poucas pesquisas terem sido realizadas sobre o assunto, o que justifi-

ca o estudo em questão.

Visando responder à questão principal deste estudo, sobre a correlação aquecimento tecidual x força muscular x amplitude de movimento, utilizaram-se dois métodos de aferição, a goniometria, para avaliação da ADM, e a dinamometria, para a aferição da força muscular. Esses métodos são muito utilizados na fisioterapia, pois visam avaliar, aferir e comparar a eficácia dos diversos tipos de tratamentos aplicados (KENDALL; McCREARY; PROVANCE, 1995).

A goniometria é uma técnica que possui por objetivo medir a ADM. Constitui um passo essencial na avaliação da função do paciente com incapacidade muscular, neurológica ou esquelética (COLE; TOBIS, 1994). Essas medidas são utilizadas pelo fisioterapeuta para quantificar a limitação do arco de movimento do paciente, auxiliando o profissional sobre a intervenção terapêutica mais apropriada, e ainda, documentando a eficácia dela. O goniômetro comumente utilizado é denominado Goniômetro Universal, que pode ser um círculo completo (0 a 360 graus) ou meio círculo (0 a 180 graus), tendo este último dois braços, um fixo e outro móvel que acompanha o arco de movimento (MARGUES, 1997).

A força muscular tem sido mensurada pelo método de provas de função muscular manual nos últimos 50 anos, porém essa graduação é muito subjetiva (CAROMANO; JUNG, 1999), pois depende do critério adotado pelo terapeuta e de seu julgamento (FERNANDES et al., 1999). Por essa razão, fez-se necessária a criação de um aparelho que quantificasse a força muscular de forma precisa e objetiva, como os dinamômetros (CAROMANO; JUNG, 1999). Esses dinamômetros podem ser classificados em manual e isocinético, o manual é o aparelho indicado pela Sociedade Norte-Americana de Terapeutas da Mão (SATM), e é amplamente utilizado em trabalhos científicos (CAPORRINO et al., 2002; MAGEE, 2002).

MATERIAL E MÉTODOS

Participaram vinte voluntários, sendo dez do sexo masculino e dez do sexo feminino, com idade entre dezoito e quarenta e um anos, média de idade de 24,2 ± 6,8 anos, sem nenhuma patologia prévia em membros superiores.

Todos os procedimentos experimentais estão de acordo pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNITAU, sob o protocolo n° 229-03. Todos os indivíduos participantes assinaram um termo de

consentimento, permitindo o uso de sua imagem e dados obtidos.

O estudo foi realizado em uma sala apropriada na Clínica de Fisioterapia da Universidade de Taubaté. Utilizou-se um goniômetro manual (Carci, São Paulo, SP, Brasil) para aferição da angulação de flexão de punho. Com o paciente sentado, antebraço pronado, posicionou-se o eixo do goniômetro no centro da articulação formada entre os ossos do carpo e a articulação rádio-ulnar distal, mais precisamente sobre a porção lateral do osso escafoide, com o braço móvel seguindo a linha longitudinal do primeiro metatarso e o braço fixo longitudinalmente ao osso rádio, mantendo os dedos levemente flexionados. Partindo-se da posição neutra (0°), realizou-se o movimento de flexão máxima, de forma ativa, dessa articulação.

Para verificação da força muscular dos flexores de punho, fez-se uso de um dinamômetro manual (Kratos, Carapicuíba, SP, Brasil), e para essa avaliação, o indivíduo encontrava-se sentado, 90° de flexão de cotovelos, antebraço apoiado na bancada e pronado. Com o dinamômetro fixado sobre a bancada, solicitaram-se três contrações máximas sustentadas por 10 segundos, consecutivas, utilizando-se após, a média dessas aferições para cada voluntário. Vale ressaltar que todas as medidas colhidas de goniometria e dinamometria foram realizadas sempre por um mesmo avaliador, visando evitar erros. Padronizou-se a forma de coleta cega pelo avaliador, nas fases antes e após aquecimento, reduzindo a probabilidade de erros da coleta.

Com relação à DOC, utilizou-se o aparelho da marca Bioset (Rio Claro, SP, Brasil), modelo *Short-Wave Diathermy*, com ajuste automático de sintonia, calibrado previamente para o estudo. O protocolo de aplicação

seguiu um período de irradiação de quinze minutos, no modo contínuo, com dose variável respeitando o limiar de conforto do paciente. O método de aplicação escolhido foi o longitudinal, sendo colocada uma placa sob o tríceps e outra sobre os flexores de punho do membro superior direito (terço distal da articulação rádio-ulnar distal), evitando assim a dispersão das ondas eletromagnéticas e atingindo todas estruturas envolvidas como um todo. O membro foi envolvido com uma toalha, mantendo-se uma distância fixa entre as placas e a pele de 2 cm. Os sujeitos, durante o estudo, permaneceram na posição de decúbito dorsal, com o membro superior supinado e paralelo ao tronco, cotovelo em extensão e punho em posição neutra.

Após a aplicação da DOC, tanto a goniometria quanto a dinamometria foram realizadas novamente, com a finalidade de comparar os resultados.

Após a coleta dos dados, estes foram tabulados no programa Microsoft Excel XP e, enviados para o programa Statistica®, versão 99 (Statsoft, Tulsa, OK, EUA), o qual realizou a análise estatística, utilizando os testes de ANOVA e post hoc de Tukey. As diferenças foram consideradas significantes para $p < 0,01$.

RESULTADOS

Os resultados encontrados para a amplitude de flexão da articulação do punho direito, na ANOVA de um fator (fase), apresentou efeito significativo ($F(1,38) = 7,98$; $p < 0,0075$). Verificou-se que a amplitude de flexão ativa da articulação do punho foi maior após a aplicação de DOC, quando comparada aos dados iniciais. Foi encontrada uma média de $58,8^\circ$ na amplitude de flexão de punho, na fase pré-aplicação de DOC, e $66,9^\circ$, após aplicação de DOC (Figura 1).

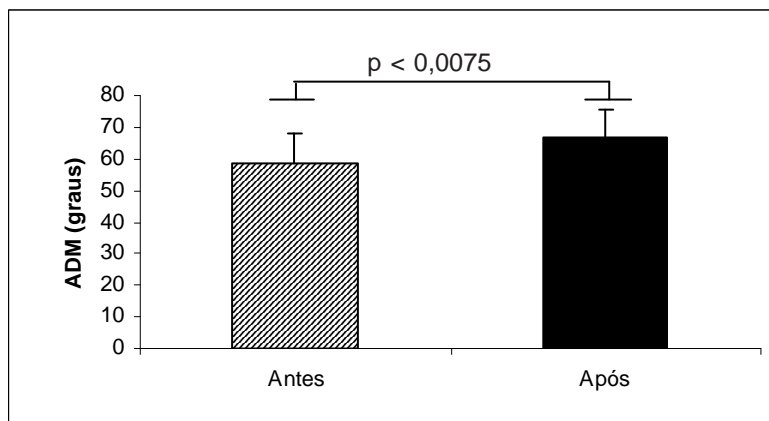


Figura 1 - Média e desvio padrão da amplitude de movimento de flexão da articulação do punho, nas fases pré e pós-aplicação de DOC no grupo estudado, considerando o membro superior direito.

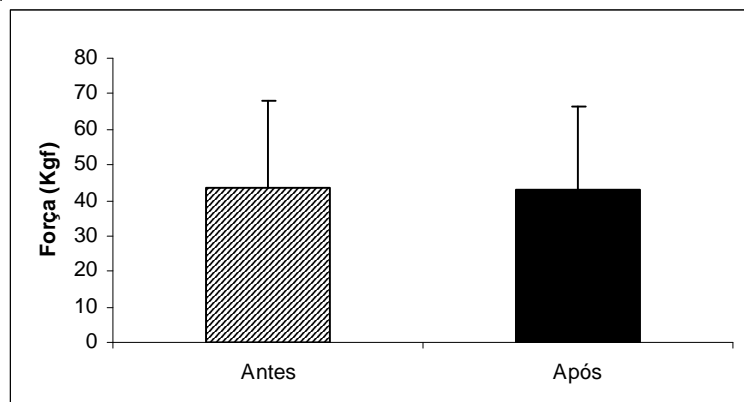


Figura 2 - Média e desvio padrão da força muscular de flexões de punho, nas fases pré e pós-aplicação de DOC no grupo estudado, considerando o membro superior direito.

Com relação aos dados encontrados para o teste de força para flexores de punho direito, a ANOVA de um fator (fase), apresentou efeito não significativo ($F(1,38) = 0,00$; $p=0,9586$). Não houve alteração no teste de força de flexores de punho após a aplicação de DOC, quando comparado aos dados iniciais. Foi encontrada uma média de 43,45 Kg no teste de força de flexão de punho, na fase pré-aplicação de DOC, e 43,05 Kg, após aplicação de DOC, observando-se assim, uma discreta diminuição da força gerada nesse grupo muscular, sem significância estatística (Figura 2).

DISCUSSÃO

O uso do calor profundo gera um maior ganho na amplitude de movimento por favorecer a fisiologia muscular, uma vez que estimula a circulação sanguínea pelo seu efeito vasodilatador; desta forma, é uma ferramenta bastante útil na prática da fisioterapia. Com o aquecimento dos tecidos, o metabolismo tende a aumentar. Segundo Scott (1998), o metabolismo aumenta com a elevação apropriada da temperatura, levando ao aumento de toda atividade celular, incluindo a motilidade, a síntese e liberação de mediadores químicos, a nutrição e a remoção de catabólitos.

De acordo com Low e Reed (2001), a DOC é muito eficaz no aumento da extensibilidade do tecido colagenoso e nas mudanças de viscosidade do líquido sinovial, resultando na redução da resistência das articulações e, conseqüentemente, no aumento de amplitude do movimento. Em seu estudo, os indivíduos que foram submetidos à DOC tiveram um aumento considerável na amplitude de movimento articular, corroborando os resultados encontrados em nosso estudo, no qual encontramos uma amplitude de flexão

ativa de punho de 58,8° na fase pré DOC e 66,9° na fase pós, obtendo um aumento de 13,78%.

O aumento da ADM também é citado e explicado nos estudos de Lehmann e Lateur (1994), os quais relatam que o aquecimento dos tecidos afeta a atividade da fibra gama, diminuindo a sensibilidade do fuso muscular, permitindo o relaxamento do espasmo muscular; e nos estudos de Mense (1978 apud Lehmann e Lateur, 1994), que abordou o assunto por meio da análise da resposta do órgão tendinoso de Golgi (OTG), que após aquecimento aumenta a frequência de disparo de impulsos inibitórios, relaxando o tecido muscular, obtendo diminuição do espasmo e rigidez.

Com relação à força muscular, no presente estudo não foi encontrada diferença significativa entre os dados antes e após aplicação de DOC, ou seja, médias de 43,45 Kg na fase pré e 43,05Kg na fase pós. A provável explicação deste fato é que o aquecimento das terminações nervosas dos fusos musculares aferentes secundários e das terminações tendíneas de Golgi pode ser o modo pelo qual a tensão muscular se reduz com o aquecimento. Dessa forma, pode ocorrer um decréscimo da força gerada, como encontrado em alguns indivíduos do estudo de Low e Reed (2001).

A escassez de estudos sobre o assunto em questão dificulta a pesquisa literária, indicando a necessidade de novas pesquisas científicas abordando o uso da DOC, assim como, seus efeitos metabólicos e funcionais na comparação da força muscular e da ADM antes e após aplicação desse recurso eletroterapêutico. Um estudo com uma maior população, associado a diferentes estímulos térmicos, pode responder a algumas perguntas pendentes deste trabalho.

Vale ressaltar que nas análises apresentadas neste

estudo, considerou-se a divisão dos grupos, estando os mesmos com o número semelhante de indivíduos do sexo masculino e feminino. Não foi realizada uma análise comparativa entre os sexos, nem entre as diferentes idades, nos parâmetros força muscular e amplitude de movimento, considerando que todos os indivíduos foram submetidos ao mesmo protocolo, o qual possuía um período hábil de repouso entre as coletas, restaurando as reservas de energia e oxigênio e auxiliando a remoção do ácido láctico que ocorre após contração máxima sustentada (KISNER; COLBY, 2002).

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a DOC foi eficaz no aumento da amplitude de movimento dos indivíduos que se submeteram a ela ($p < 0,0075$), porém não houve melhora significativa no ganho de força muscular após aplicação imediata ($p = 0,9586$).

ABSTRACT

Electrotherapy is essential for the practice of physiotherapy and is widely used within this area. Among the resources of electrotherapy we can highlight Diathermy by Short Waves due to its vasodilator effects, which generates an increase of nutrients and oxygen besides it improves the removal of catabolites from muscular fibers, thus obtaining muscular relaxation as one of the main effects. Twenty persons have been enrolled in this study, all of them university students. They have been submitted to goniometry and isometric dynamometry measurements before and after applying diathermy by short waves in the forearm region, aiming to verify its efficacy in relation to the tensile decrease of collagen through the parameters amplitude of movement and muscular force. ANOVA and Tukey's *post hoc* statistical tests were utilized for data validation, with $p < 0,01$. The conclusion was that diathermy by short waves was efficient to increase amplitude of movement in persons submitted to it ($p < 0,0075$), although there was no significant improvement in muscle force ($p = 0,9586$).

KEY-WORDS

Short waves. Movement amplitude. Muscle force.

REFERÊNCIAS

- BISSCHOP, G.; BISSCHOP, E.; COMMANDRÉ, F. Radiações Eletromagnéticas. In: _____. *Eletrofisioterapia*. São Paulo: Santos, 2001. Cap. 3, p. 63-84.
- CAPORRINO, F. A. et al. Estudo populacional da força de preensão palmar com dinamômetro Jamar. *Revista Brasileira de Ortopedia*, v. 33, n. 2, p. 150-154, 1998.
- CAROMANO, F. A.; JUNG, T. C. Estudo comparativo de desempenho em testes de força muscular entre indivíduos jovens e idosos através da miometria. *Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo*, v.6, n.1, p. 101-102, 1999.
- COLE, T. M.; TOBIS, J. S. Medição da função musculoesquelética. In: KOTTKE, F. J.; LEHMANN, J. F. *Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen*, 4. ed. São Paulo: Manole, 1994. p. 19-26.
- FERNANDES, L. F. R. M. et al. Avaliação instrumental da força muscular do abductor curto do polegar e abductor do quinto dedo da mão. *Revista de Fisioterapia da Universidade de São Paulo*, v.6, n.2, p.154-163, 1999.
- HILL, J. et al. Pulsed short-wave diathermy effects on human fibroblast proliferation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, v.83, n.6, p. 832 – 836, 2002.
- KENDALL, F. P.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. *Músculos: provas e funções*. 4. ed. São Paulo: Manole, 1995. 257 p.
- KISNER, C.; COLBY, A. L. *Therapeutic exercise: foundations and techniques*. 4. ed. Pennsylvania: F. A. Davis Company, 2002. p.141-165.
- LEHMANN, J. F.; LATEUR, B. J. Diatermia e calor superficial, laser, e crioterapia. In: KOTTKE, F. J.; LEHMANN, J. F. *Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen*. 4. ed. São Paulo: Manole, 1994. p.277-356.

LONGO, G. J.; FUIRINI, N. *Correntes de alta frequência: Ondas Curtas*. São Paulo: KLD biosistemas equipamentos eletrônicos, 2000. p.35-50.

LOW, V.; REED, A. Calor e frio. In: _____. *Eletroterapia explicada: princípios e prática*, 3. ed. Barueri: Manole, 2001. 253 p.

MAGEE, D. J. *Avaliação musculoesquelética*, 3. ed. São Paulo: Manole, 2002, p. 120-121.

MARQUES, AP. Ângulos articulares dos membros superiores. In: _____. *Manual de goniometria*. 4 ed. São Paulo: Monde, 1997. 15p.

SCOTT, S.; MCMEEKEN, J.; STILLMAN, B. Diatermia. In: KITCHEN, S. *Eletroterapia prática baseada em evidências*, 11 ed. São Paulo: Manole, 1998. 145 p.

SCOTT, S. Diatermia por Ondas Curtas. In: BAZIN, S.; KITCHEN, S. *Eletroterapia de Clayton*. 10.ed. São Paulo, SP: Manole, 1998. Cap. 11, p. 150-173.

Gisele Cirelli

Rua Leite Ferraz, 75 apto 113-C
Vila Mariana - São Paulo - SP
CEP 04117-120
Fone: 11-55791298
e-mail: gcirelli@ig.com.br

TRAMITAÇÃO

Artigo recebido em: 16/08/2005
Aceito para publicação em: 05/04/2007