



## Eletronestimulação neuromuscular, exercícios contrarresistência, força muscular, dor e função motora em pacientes com osteoartrite primária de joelho

*Neuromuscular electrical stimulation, exercises against resistance, muscle strength, pain, and motor function in patients with primary osteoarthritis of the knee*

Thais Varanda Dadalto<sup>[a]</sup>, Cintia Pereira de Souza<sup>[b]</sup>, Elirez Bezerra da Silva<sup>[c]</sup>

<sup>[a]</sup> Fisioterapeuta, mestre em Educação Física pela Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, RJ - Brasil, e-mail: tvdadalto@hotmail.com

<sup>[b]</sup> Fisioterapeuta, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Gama Filho, Bolsista CNPq, Rio de Janeiro, RJ - Brasil, e-mail: centropilates@bol.com.br

<sup>[c]</sup> Fisioterapeuta, doutor em Educação Física pela Universidade Gama Filho, coordenador do curso de graduação em Fisioterapia, professor do Programa de Pós-graduação em Educação Física, coordenador do Grupo de Pesquisa Clínica Escola FIT da mesma instituição, Rio de Janeiro, RJ - Brasil, e-mail: elirezsilva@ugf.br

---

### Resumo

**Introdução:** A osteoartrite (OA) do joelho é um processo degenerativo e os sintomas são dor mecânica e períodos de dor inflamatória, rigidez articular e fraqueza muscular. Ela não tem cura. O objetivo do tratamento é aliviar os sinais e sintomas e, quando possível, retardar sua evolução. O fortalecimento muscular é indicado como tratamento da OA. **Objetivo:** Comparar a eficácia da eletronestimulação neuromuscular (EENM) e de exercícios contrarresistência (ECR) no ganho de força extensora de joelho, na diminuição da dor e na recuperação da função motora em pacientes com OA primária do joelho. **Materiais e métodos:** Participaram da pesquisa 23 pacientes com diagnóstico de OA primária do joelho, segundo os critérios clínicos e radiológicos do American College of Rheumatology. Eles foram alocados aleatoriamente para um grupo de ECR (n = 9), um grupo de EENM (n = 8) e um grupo controle (n = 6), e foram submetidos aos procedimentos característicos de seu grupo três vezes por semana até completar 24 sessões. Foram avaliadas de forma cega a força extensora de joelho, a dor e a função motora. Foi utilizado o teste MANOVA 3 x 2 com medidas repetidas para P < 0,05. **Resultados:** Foi encontrada diferença significativa (P < 0.05) somente nas comparações intragrupos para força extensora de joelho no grupo

EENM e para dor nos grupos EENM e ECR. **Conclusão:** O fortalecimento da musculatura extensora de joelho pode auxiliar na diminuição da dor de pacientes com OA. A EENM, quando aplicada de acordo com o protocolo utilizado neste estudo, pode ser uma terapia interessante para o tratamento da OA do joelho.

**Palavras-chave:** Artrose. Corrente russa. Quadríceps.

### Abstract

**Introduction:** Knee osteoarthritis (OA) is a degenerative and the symptoms are mechanical pain and periods of inflammatory pain, joint stiffness and muscle weakness. OA has no cure and treatment serves to relieve the signs and symptoms and, when they can, slow its progression. Muscle strengthening is indicated as the treatment. **Objective:** To compare the effectiveness of NMES and resistance exercise in knee extensor strength gain, pain reduction and recovery of motor function in patients diagnosed with primary osteoarthritis of the knee. **Materials and methods:** Participated 23 patients with primary knee osteoarthritis, according to the clinical and radiological criteria of the American College of Rheumatology. Patients were randomly assigned to a group of resistance exercise (ECR - n = 9), a group of neuromuscular electrical stimulation (NMES - n = 8) and a control group (n = 6). They underwent characteristic procedures of their group three times per week until 24 sessions. The knee extensor strength pain and function were evaluated. Statistical analyses used was a 3 x 2 MANOVA with repeated measures,  $P < 0.05$ . **Results:** Significant difference ( $P < 0.05$ ) was found only in intragroup comparisons for knee extensor strength only in the group NMES and for pain on the NMES and ECR groups. **Conclusion:** The strengthening of the knee extensor muscles can help to reduce pain in patients with OA. NMES when applied for 24 sessions, three times a week, according to the protocol used in this study can be an interesting therapy for the improvement of clinical symptoms of knee OA.

**Keywords:** Arthrosis. Russian current. Quadriceps.

## Introdução

A gonartrose, osteoartrite, osteoartrose ou, simplesmente, artrose do joelho, é um processo degenerativo que pode ou não estar ligado a processos inflamatórios (1). Ela ocorre pela perda da homeostasia da unidade funcional menisco-cartilagem-osso subcondral e tem evolução progressiva, com perda de cartilagem e mais tardiamente de tecido ósseo. Ela é classificada segundo sua etiologia como primária quando o fator causal é desconhecido, ou secundária, quando ocorre em decorrência de patologias inflamatórias ou sequelas de lesões meniscoligamentares, fratura ou infecção, por exemplo (2).

O desgaste da cartilagem articular é inicialmente assintomático, evoluindo com a instalação de lesões ósseas e processos inflamatórios das estruturas articulares. Quando ocorre agravamento agudo dos sintomas, porém, mesmo na fase assintomática, podem ocorrer alterações no comportamento motor (3).

A osteoartrite (OA) é a principal causa de dor e incapacidade funcional em mulheres de meia idade, sendo esta população a mais acometida (4). Nos Estados Unidos, a OA é a segunda causa de

afastamento do trabalho, ficando atrás somente de doenças isquêmicas cardíacas (5), e a incidência aumenta com o passar da idade (6).

Os sintomas são dor mecânica, que tem relação direta com o movimento articular, e períodos de dor inflamatória, que correspondem a surtos inflamatórios secundários às alterações mecânicas, sintoma esse que influencia a realização de atividades funcionais (7); rigidez articular, que progride proporcionalmente à perda de cartilagem (8) e fraqueza muscular (3). Os sinais clínicos mais comuns são: crepitação, aumento de volume da articulação, derrame articular (1), atrofia muscular por desuso e deformidades em varo, valgo ou flexo (8). A osteoartrite não tem cura e o tratamento tem a função de aliviar os sinais e sintomas e, quando possível, retardar a evolução (9). O fortalecimento muscular é indicado como tratamento da OA no Consenso Brasileiro para o Tratamento da Osteoartrite e pela Osteoarthritis Research Society International (OARSI) (10, 11).

A Eletroestimulação Neuromuscular (EENM) é conhecida como Corrente Russa e consiste em uma corrente alternada de média frequência de 2500 Hz capaz de causar a contração muscular, é muito utilizada terapêuticamente com diferentes indicações (12). Estudos

mostraram a EENM como parte do tratamento para disfunções da bexiga em portadores de esclerose múltipla (13), na reabilitação da disfagia (14), no tratamento da dor crônica do ombro em hemiplégicos (15), no tratamento da dor crônica lombar (16) e na reabilitação do pós-operatório de reconstrução do ligamento cruzado anterior (17). Suas respostas musculares têm origem central e periférica e seus resultados de fortalecimento muscular são mantidos mesmo após a suspensão das aplicações (18-20).

Diversos estudos já testaram a eficácia do fortalecimento muscular no tratamento dos sinais e sintomas da OA utilizando diversos protocolos, entre eles a EENM e exercícios contrarresistência (21-24). Em um estudo de 2006, Mikesky et al. acompanharam um grupo tratado com exercícios contrarresistência e um grupo tratado com exercícios de flexibilidade por 30 meses. O grupo tratado com exercícios contrarresistência apresentou mais força ao fim do tratamento e uma progressão mais lenta da doença (25).

No entanto, ainda não é clara a resposta dos sinais e sintomas da OA ao fortalecimento muscular, uma vez que a maioria dos estudos utilizou o fortalecimento muscular associado a outras formas de terapia.

O objetivo deste estudo foi comparar a eficácia da EENM e de exercícios contrarresistência no ganho de força extensora de joelho, na diminuição da dor e na recuperação da função motora em pacientes diagnosticados com OA primária do joelho.

## Materiais e métodos

### Delineamento

O estudo foi um experimento controlado, randomizado e duplo cego. Os pacientes foram alocados aleatoriamente para um dos três grupos: EENM, que realizou eletroestimulação neuromuscular; ECR, que realizou exercício contrarresistência; e controle, que não realizou intervenção. A fisioterapeuta que aplicou as intervenções não fez as avaliações da força extensora de joelho, dor e função motora. A avaliação e a análise dos dados foram cegas.

### Amostra

Participaram da pesquisa pacientes com diagnóstico de OA primária do joelho segundo os

critérios clínicos e radiológicos do American College of Rheumatology (ACR), que procuraram os serviços da Clínica Escola FIT/UGF entre os dias 20 de janeiro de 2010 e 30 de agosto de 2010.

Os critérios clínicos e radiológicos do ACR para diagnóstico da OA de joelho são dor articular na maioria dos dias no último mês, evidência radiológica de osteófitos marginais e pelo menos um dos critérios a seguir: crepitação ao movimento ativo, rigidez articular pela manhã com duração menor que 30 minutos e faixa etária superior a 38 anos (26).

O plano de recrutamento dos pacientes para esta pesquisa foi feito por cartazes distribuídos pelas dependências da Universidade Gama Filho, previamente autorizados pela prefeitura do *campus*.

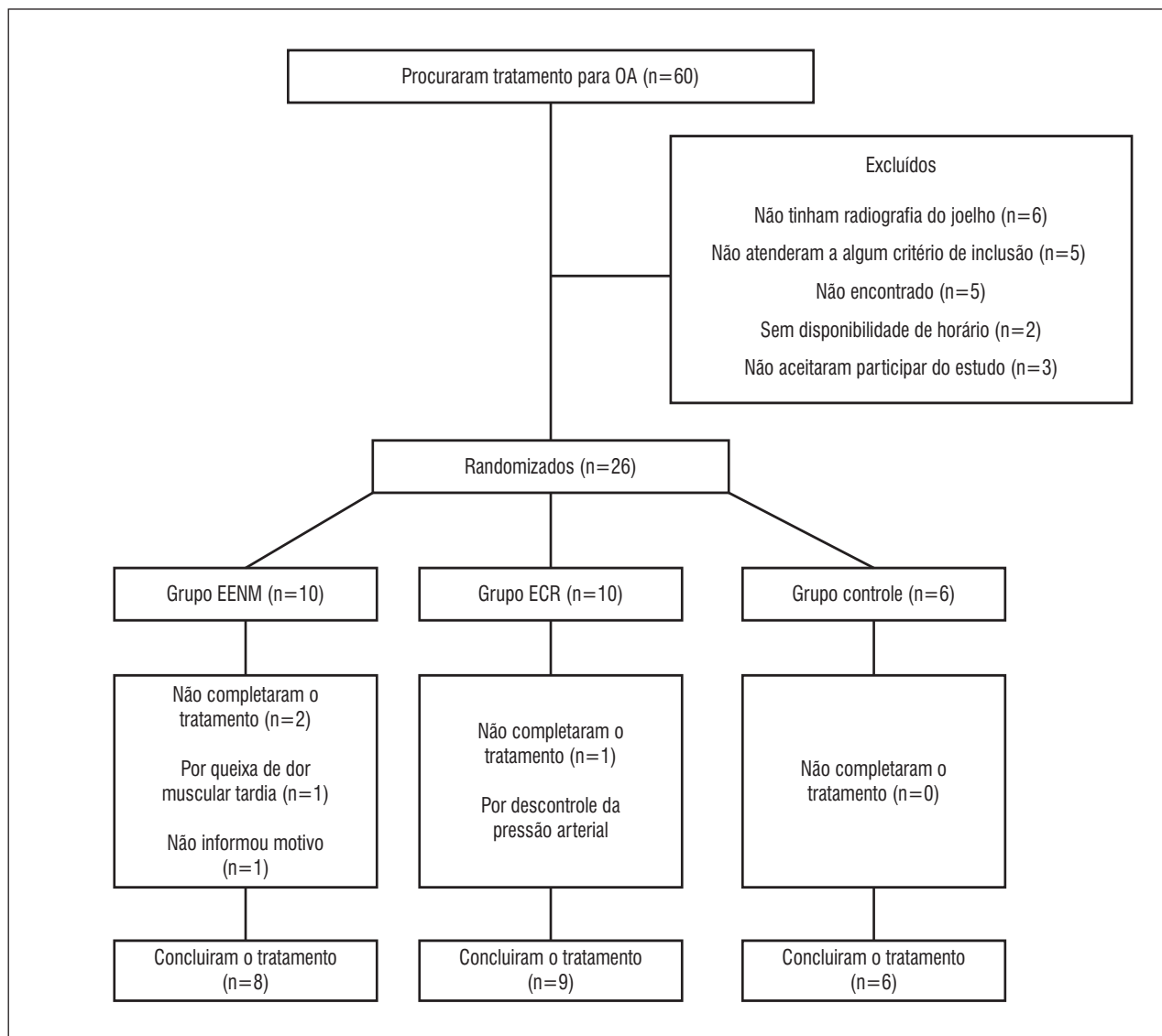
Os pacientes receberam informações sobre o estudo e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido, concordando em participar da pesquisa, de acordo com a Resolução n. 196/96, do Conselho Nacional de Saúde. O protocolo experimental deste estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Gama Filho, sob Parecer n. 119, de outubro de 2010.

O fluxo dos sujeitos neste estudo está apresentado na Figura 1.

Foram excluídos da pesquisa pacientes que estavam esperando por cirurgia de artroplastia, pacientes portadores de artrose secundária, pacientes sem amplitude de movimento funcional, pacientes submetidos à infiltração recente, pacientes com histórico de trauma recente e pacientes com estado de saúde incompatível com a realização dos exercícios contrarresistência e da EENM.

Os pacientes foram alocados para três grupos de forma aleatória: um grupo de exercícios contrarresistência (ECR), um grupo de EENM e um grupo controle. Para alocação aleatória foi utilizada a função  $Fx = Se (ALEATÓRIO() < 0,333334; 1; S e (ALEATÓRIO() < 0,666667; 2; Se (ALEATÓRIO() < 1,000001; 3)))$  do *software* Excel (Microsoft). Os números foram dados aos pacientes de acordo com a chegada para atendimento. Se "1" o paciente foi alocado para o grupo EENM, se "2" o paciente foi alocado para o grupo ECR e se "3" o paciente foi alocado para o grupo controle.

Os pacientes dos grupos EENM e ECR foram submetidos aos procedimentos característicos de seu respectivo grupo três vezes por semana, até completarem 24 sessões. Em caso de falta, os pacientes fizeram reposição da sessão perdida. Todos foram submetidos a 24 sessões. Os pacientes que foram



**Figura 1** – Fluxograma da entrada de pacientes no estudo

Fonte: Dados da pesquisa.

alocados no grupo controle não foram submetidos a nenhuma forma de tratamento por oito semanas e, após a segunda avaliação, participaram de tratamento em grupo com exercícios contrarresistência.

#### Exercícios contrarresistência

Os sujeitos deste grupo fizeram ECR para quadríceps em cadeia cinética aberta, respeitando as individualidades e as condições clínicas de cada sujeito.

Os ECR para fortalecimento do quadríceps foram realizados em uma cadeira extensora com paciente na posição sentada. Foram realizadas extensões de

joelho, respeitando-se o seguinte protocolo: uma fase de aquecimento com uma série de 15 repetições sem carga e uma fase de treino de força muscular, consistindo em duas séries de 10 a 12 repetições máximas, com acréscimo de um quilo na carga cada vez que o paciente alcançava 12 repetições, com intervalo entre as séries de dois minutos.

#### Eletroestimulação neuromuscular

Este grupo foi submetido à EENM do quadríceps. Foram utilizados eletrodos autoadesivos (Valutrode 5x5 cm) posicionados por pares nos

ventres musculares dos músculos reto anterior da coxa, vasto lateral e vasto medial, um eletroestimulador da Neurodyn (IBRAMED), com uma corrente de média frequência de 2500 Hz com frequência de tratamento de 100 Hz, modulada a 50%, 1s/10s/1s/10s nos tempos *rise/on/decay/off*, respectivamente, sendo o estímulo usado no modo sincronizado e com intensidade máxima suportada pelo paciente por 20 minutos. Os pacientes realizaram contração isométrica do quadríceps associada ao estímulo da EENM.

#### Força extensora de joelho, dor e função motora

Todos os pacientes tiveram força extensora de joelho, dor e função motora medidas antes e depois dos tratamentos por outro pesquisador (avaliação cega).

A força extensora do joelho foi medida em dinamômetro isocinético (Cybex Norm) usado para medir o pico de torque do quadríceps. Os pacientes foram testados em cadeia cinética aberta na posição sentada, com assento na posição “up”, e foram requisitadas cinco repetições a uma velocidade de 90° por segundo. Esse protocolo foi realizado duas vezes com intervalo de 20 minutos entre os testes. O resultado do primeiro teste foi utilizado somente para cálculo do erro típico da medida e o segundo como resultado do estudo.

Para medição de dor e função motora foram utilizadas duas dimensões do questionário Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC), antes e depois do tratamento aplicado por pessoa diferente da que realizou o tratamento (avaliação cega). Esse questionário possui três dimensões: dor, rigidez articular e função motora, e apresenta boa confiabilidade teste-reteste (27). Para este estudo foram utilizadas as dimensões de dor, com cinco questões, e função muscular, com 17 questões. Cada questão é pontuada em uma escala de 0 a 4 de acordo com a gravidade dos sintomas.

#### Erro da medida de força extensora de joelho

Foi calculado o erro da medida para um mesmo dia e com um mesmo avaliador utilizando-se o erro típico da medida (ETM) (28). Para isso, a força muscular dos pacientes foi medida duas vezes consecutivas em um mesmo dia, com intervalo de 20 minutos.

O erro da medida foi igual a segunda menos a primeira medida. Sobre os erros de medidas, foram aplicados os limites de confiança de Bland e Altman para eliminar os erros *outliers* (29). Em seguida, o ETM foi calculado a partir do desvio padrão dos erros de medidas dividido pela raiz quadrada de dois. O ETM relativo (%) foi calculado pela razão entre o ETM absoluto e a média dos escores de força muscular na primeira e segunda medidas (28).

#### Análise dos dados

Assim como as avaliações, a análise dos dados foi realizada por outro pesquisador (análise cega), diferente daqueles que mediram as respostas e que aplicaram os tratamentos.

A hipótese de diferença entre os grupos, quanto à força extensora de joelho, dor e função motora, foi testada por uma MANOVA 3x2 com medidas repetidas, sendo o primeiro fator os grupos — EENM, ECR, controle — e o segundo as medidas pré e pós-tratamento de força muscular, dor e função motora.

Os pressupostos de homogeneidade de esfericidade (Levene’s test ANOVA) e da quantidade de sujeitos por grupo ser maior do que três vezes a quantidade de variáveis respostas não foram atendidos para o uso da MANOVA 3x2, com medidas repetidas. O ajuste de Greenhouse-Geisser não pôde ser aplicado porque a quantidade de medidas repetidas foi menor do que três. Optou-se, então, pela ANOVA 3x2, com medidas repetidas para cada resposta.

O pressuposto de homogeneidade de variância necessário para o uso da ANOVA 3x2 com medidas repetidas foi atendido somente para a variável força extensora de joelho. Por isso, optou-se por ANOVA 3x2 com medidas repetidas seguidas do ajuste de Bonferroni para se evitar a inflação do erro tipo I (*familywise error rate*), devido aos múltiplos testes t e ANOVA simples para as variáveis dor e função motora.

O erro  $\alpha$  adotado foi de 0,05 e o erro  $\beta$  de 0,20, com o poder de teste de 0,80. Os dados foram analisados no pacote Statistic 6.0.

O tamanho do efeito intragrupo foi calculado pela média pós-tratamento menos a média pré-tratamento, dividido pelo desvio padrão pré-tratamento (30).

O tamanho do efeito intergrupo foi calculado pela média do grupo experimental pós-tratamento menos a média do grupo controle pós-tratamento, dividido pelo desvio padrão pré-tratamento (30).



## Resultados

Os resultados descritivos (média  $\pm$  desvio padrão) da força extensora de joelho, dor e função motora antes a após o programa de 24 sessões de EENM, ECR e controle estão na Tabela 1.

final o ajuste de Bonferroni para a ANOVA 3x2, com medidas repetidas, apresentou  $P = 0,08$  para intragrupo EENM;  $P = 0,29$  para intragrupo ECR; e  $P = 1,00$  para intragrupo controle (Gráfico 3).

O tamanho do efeito sobre a função motora intragrupo EENM foi  $-1,22$ ; intragrupo ECR foi de  $-0,53$ ;

**Tabela 1** – Força extensora de joelho (FEJ), dor e função motora antes a após o programa de 24 sessões de eletroestimulação neuromuscular (EENM), exercícios contrarresistência (ECR) e controle

	EENM (n = 8)		ECR (n = 9)		Controle (n = 6)	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
FEJ (N.m)	68 $\pm$ 36	84 $\pm$ 32 *	64 $\pm$ 30	71 $\pm$ 26	66 $\pm$ 40	71 $\pm$ 41
Dor	9 $\pm$ 3	4 $\pm$ 2 *	12 $\pm$ 3	8 $\pm$ 3 *	10 $\pm$ 2	9 $\pm$ 5
Função motora	28 $\pm$ 9	17 $\pm$ 5	40 $\pm$ 15	32 $\pm$ 11	35 $\pm$ 12	34 $\pm$ 16

Legenda: \*  $P < 0,05$  intragrupo.

Fonte: Dados da pesquisa.

A ANOVA 3x2, com medidas repetidas, apresentou o  $F(2, 20) = 1,69$ ;  $P = 0,21$  para a interação de força extensora de joelho com os grupos e  $P = 0,001$  intragrupos. O *post hoc* de Tukey para amostras desiguais detectou  $P = 0,01$  intragrupo EENM,  $P = 0,53$  intragrupo ECR e  $P = 0,85$  intragrupo controle (Gráfico 1).

O tamanho do efeito sobre a força extensora de joelho intragrupo EENM foi de  $0,44$ ; intragrupo ECR foi de  $0,23$ ; e intragrupo controle foi de  $0,13$ . O tamanho do efeito foi de  $0,36$  entre os grupos EENM e controle e de  $0,00$  entre os grupos ECR e controle. O ETM absoluto e relativo para a medida de força extensora de joelho obtidos foram de  $7 \text{ N.m}$  e  $12\%$ , respectivamente.

A ANOVA 3x2, com medidas repetidas, apresentou o  $F(2, 20) = 2,53$ ;  $P = 0,10$  para a interação de dor com os grupos. Para a dor inicial e final, o ajuste de Bonferroni para a ANOVA 3x2, com medidas repetidas, apresentou  $P = 0,01$  para intragrupo EENM e para intragrupo ECR; e  $P = 1,00$  para intragrupo controle (Gráfico 2).

O tamanho do efeito sobre a dor intragrupo EENM foi  $-1,66$ ; intragrupo ECR foi de  $-1,33$ ; e intragrupo controle foi de  $-0,5$ . O tamanho do efeito foi de  $-1,66$  entre os grupos EENM e controle e de  $-0,33$  entre os grupos ECR e controle.

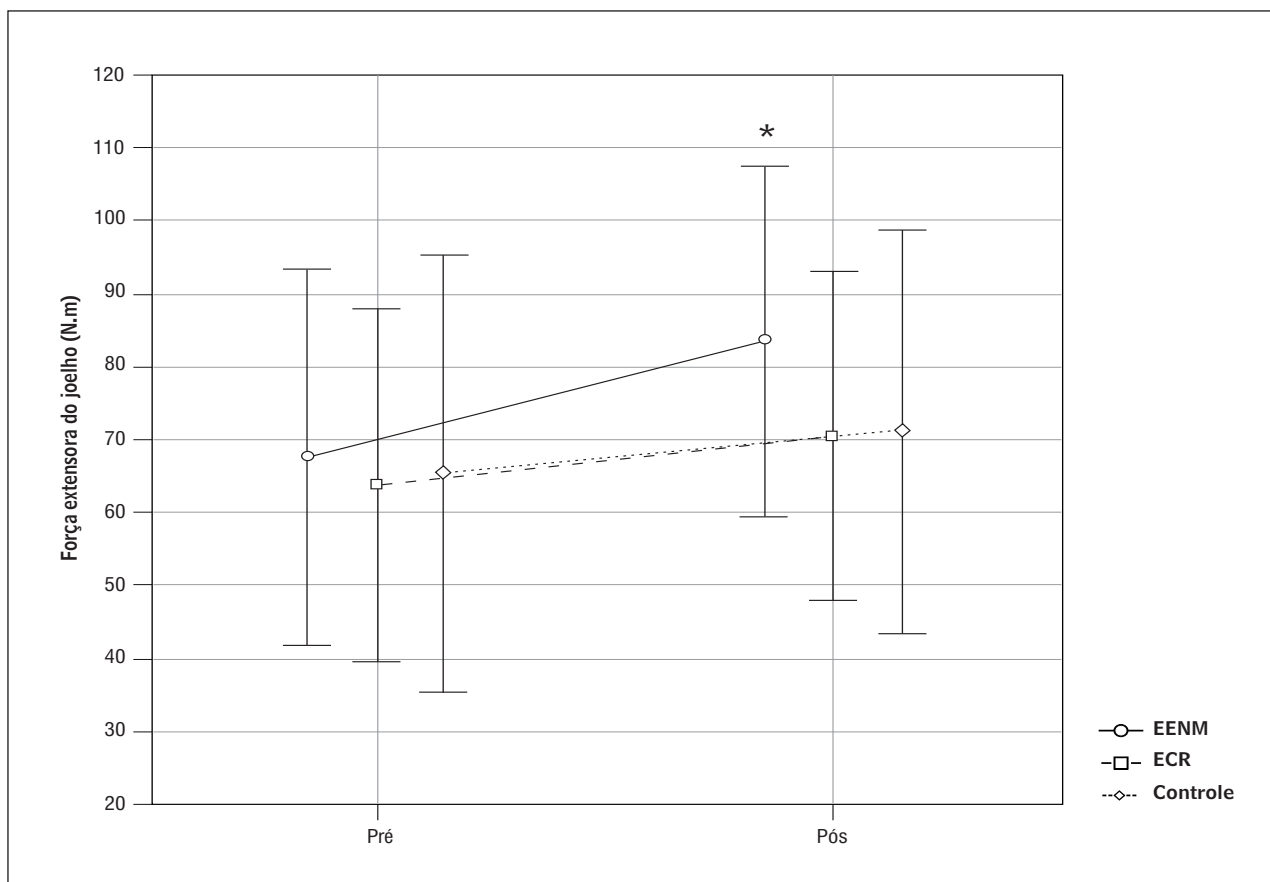
A ANOVA 3x2, com medidas repetidas, apresentou o  $F(2, 20) = 1,81$ ;  $P = 0,19$  para a interação de função motora com os grupos. Para a função motora inicial e

e intragrupo controle foi de  $-0,08$ . O tamanho do efeito entre os grupos EENM e controle foi de  $1,54$  e entre os grupos ECR e controle foi de  $0,15$ .

## Discussão

Este experimento controlado, randomizado e duplo-cego, ao submeter os pacientes portadores de OA a 24 sessões de fortalecimento muscular por meio de EENM ou ECR, ou nenhuma forma de tratamento dos pacientes do grupo controle, não encontrou diferença significativa para força extensora do joelho, dor e função motora entre os grupos pós-tratamento, contrariando a hipótese esperada de EENM ou ECR apresentarem diferenças significativas das três variáveis respostas em relação ao controle.

Uma das razões para isso pode ter sido a heterogeneidade entre os pacientes para as três variáveis respostas. Este estudo utilizou como critério de inclusão para homogeneizar os pacientes os critérios clínicos e radiológicos do American College of Rheumatology (ACR) para diagnóstico da OA de joelho (26), utilizado também por três entre seis estudos controlados randomizados que abordaram o fortalecimento muscular no tratamento da OA de joelho selecionados pela qualidade e rigor científico (escore mínimo seis da escala PEDro) (23, 24, 31-34). Contudo, esse critério parece



**Gráfico 1** – Força extensora de joelho antes e após programa de 24 sessões de exercícios de eletroestimulação neuromuscular (EENM), exercícios contrarresistência (ECR) e controle

Legenda: \* P < 0,05 intragrupo.

Fonte: Dados da pesquisa.

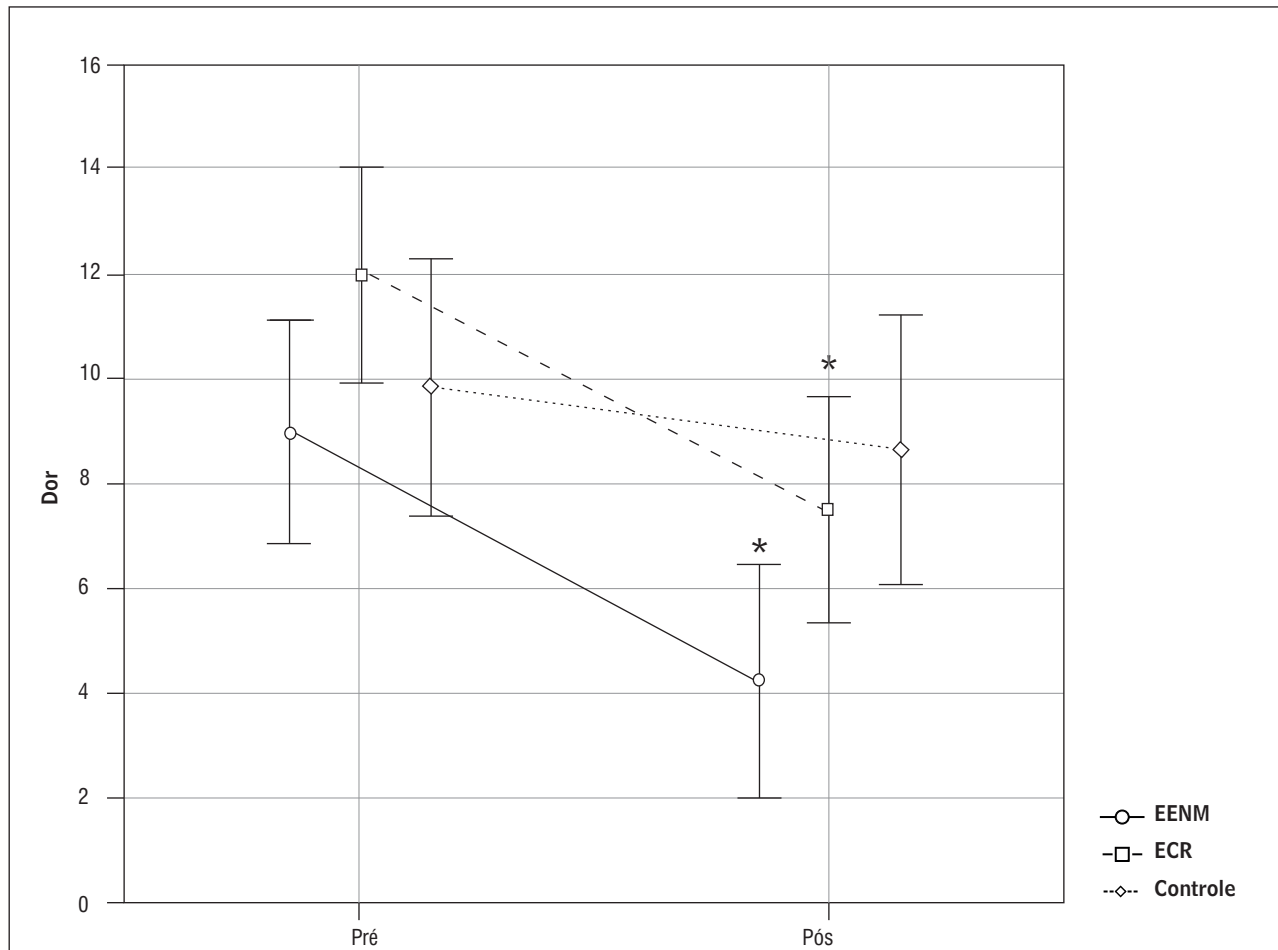
Nota: As barras representam IC 95%.

não ter tido poder discriminatório suficiente para a homogeneização pretendida. Na Tabela 1 podemos observar que os desvios padrões das medidas pré e pós-tratamento foram grandes para as três variáveis respostas, gerando um coeficiente de variação de 29% a 50% no grupo EENM e 34% a 38% no grupo ECR, chegando a representar cerca de 1/3 a 1/2 da média. Outro critério que poderia ter sido utilizado no estudo seria a classificação de severidade da OA de grau radiológico de Kellgren e Lawrence (35), usada em quatro de seis estudos com escore mínimo de seis na escala PEDro. Entretanto, essa classificação foi questionada quanto à capacidade de classificar o grau de comprometimento articular, porque apresentou apenas uma correlação moderada com o grau de degeneração da cartilagem ( $r = 0,49$ ;  $P = 0,065$ ) (36).

Uma segunda razão pode ter sido o tamanho pequeno da amostra. Dos seis estudos que apresentaram

diferença significativa de força muscular entre os grupos, cinco tinham no mínimo uma amostra de 79 pacientes, que representa cerca de no mínimo três vezes mais a amostra utilizada neste estudo. Cabe ressaltar a existência de um estudo com uma amostra de 23 pacientes que também obteve diferença significativa de força muscular. Entretanto, esse estudo pode ter cometido o erro tipo I por tê-lo inflacionado ao analisar os dados utilizando vários testes, como o *t - student*, ao invés de uma ANOVA.

Além das duas razões anteriores, os pacientes levaram entre 8 e 13 semanas para cumprir as 24 sessões de tratamento. Somente três pacientes cumpriram rigorosamente as 24 sessões em oito semanas. Quatro pacientes cumpriram as 24 sessões em 12 semanas ou mais. Recuperar a falta do paciente foi uma tentativa de não ter mortalidade experimental, mas isso pode ter contribuído para a rejeição da hipótese citada anteriormente.



**Gráfico 2** – Dor no joelho antes e após programa de 24 sessões de eletroestimulação neuromuscular (EENM), exercícios contrarresistência (ECR) e controle

Legenda: \*P < 0,05 intragrupo.

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: As barras representam IC 95%.

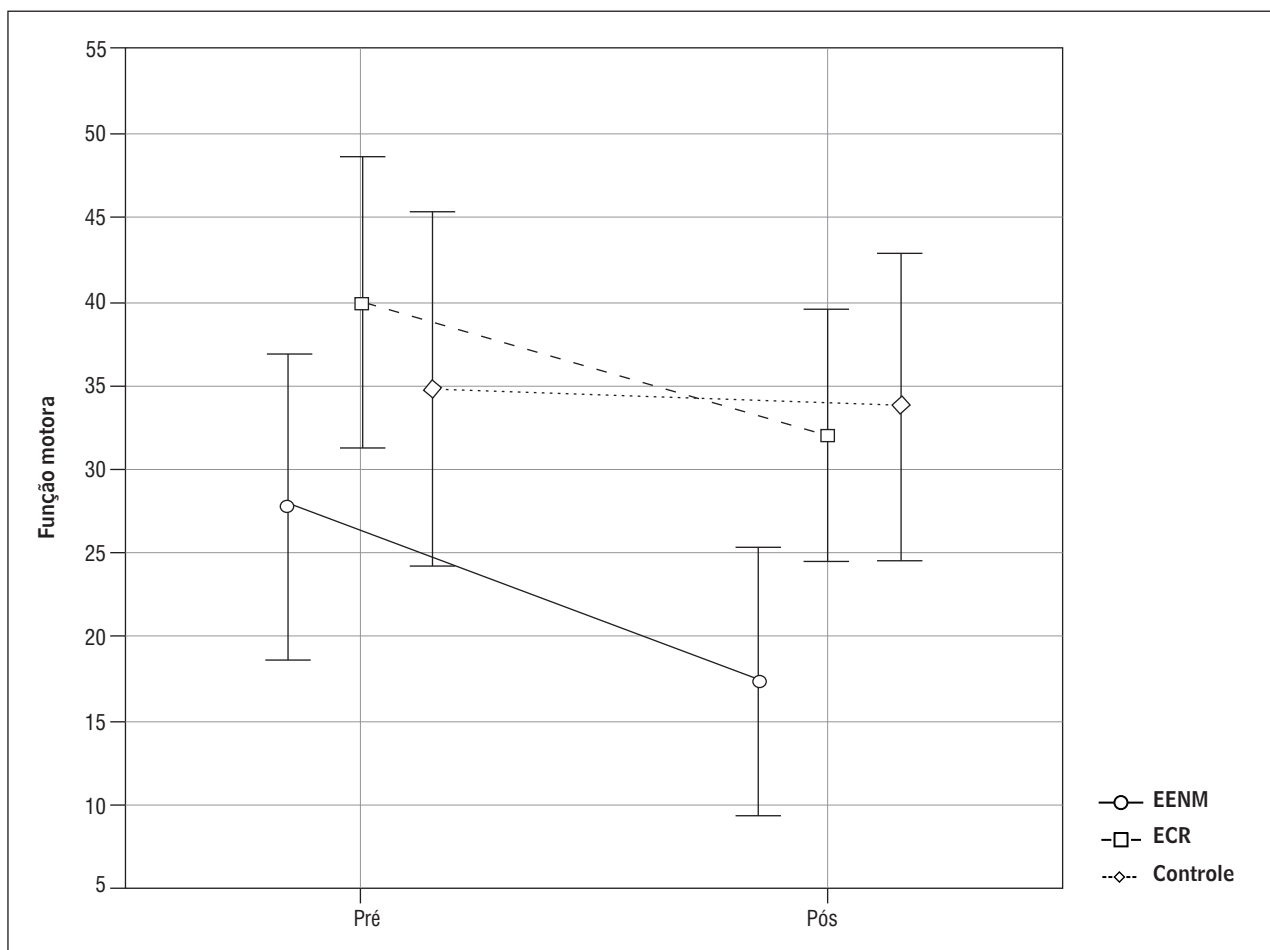
Se entre os grupos este estudo aceitou a hipótese nula, intragrupos o resultado foi diferente. A força extensora do joelho foi significativamente maior no grupo tratado com EENM. A estimulação muscular periférica feita pela EENM aumenta a excitabilidade das vias espinhais (37), muda o padrão de ativação cortical (38), melhora o recrutamento de fibras musculares tanto responsáveis pela força, mais difíceis de recrutar com a contração voluntária, como pela resistência à fadiga (39) e faz adaptações neurais que aumentam a capacidade de contração muscular voluntária (40), comprometida nos pacientes com osteoartrite do joelho (41).

Apesar do teste de força muscular em aparelho isocinético apresentar alta confiabilidade teste-reteste em pacientes com OA do joelho (42, 43), e de um estudo

recente com pacientes com OA moderada e severa (graus 2, 3 e 4 de Kellgren e Lawrence) ter encontrado ETM absoluto de 14,6 Nm e relativo 4,7%, e diferença mínima de força muscular detectável intragrupo entre os testes de 33,9 Nm e relativa de 6,6%, o presente estudo foi cuidadoso ao medir também o ETM de força extensora de joelho. Neste estudo o ETM absoluto e relativo foram de 7 Nm e 12%, respectivamente. As diferenças de força extensora de joelho encontradas neste estudo foram de 16 Nm no grupo EENM, 7 Nm no grupo ECR e 5 Nm no controle. Pode-se ver que a diferença de força extensora do joelho obtida pelo grupo EENM foi 9 Nm maior, enquanto que no grupo ECR foi igual e no controle 2 Nm menor do que o ETM, respectivamente.

O aumento significativo da força extensora de joelho no grupo EENM fez com que ocorresse também





**Gráfico 3** – Função motora antes e após programa de 24 sessões de eletroestimulação neuromuscular (EENM), exercícios contrarresistência (ECR) e controle

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: As barras representam IC 95%.

uma diminuição significativa da dor, ratificando achados de outros estudos, que mostraram que o fortalecimento muscular dos extensores do joelho pode diminuir a dor causada pela OA (23, 24, 31-34). Em outro estudo que comparou um grupo que fez EENM associada ao *core training* com outro grupo que fez somente o *core training* no tratamento da dor lombar, a dor no grupo EENM associada ao *core training* foi significativamente menor que no outro grupo ( $P = 0,03$ ), ratificando o papel da EENM na diminuição da dor discutida neste estudo (44). As variáveis dor e função motora se comportaram de forma parecida nos grupos EENM e ECR, o que pode ser observado na semelhança entre os Gráficos 1 e 2. Essas duas variáveis se relacionam e são influenciadas uma pela outra. Em dois estudos, um com 544 sujeitos e outro com 2940, a presença de dor foi

associada à diminuição da função motora em homens e mulheres (45, 46). A OA é caracterizada por uma dor mecânica, dor que aparece ao movimento e que causa alterações motoras influenciando a execução das atividades funcionais (8).

No grupo ECR ocorreu a diminuição significativa da dor sem que houvesse aumento significativo da força extensora de joelho. Isso pode ser explicado porque existem também evidências de que a cartilagem articular responde positivamente ao estímulo físico de atividades de intensidade moderada (47, 48) e que a atividade física eleve os níveis de interleucina-10, uma citocina anti-inflamatória, e diminua os níveis da proteína oligomérica protetora de cartilagem no líquido sinovial, um marcador do metabolismo da cartilagem (49, 50), podendo isso ter interferido no mecanismo da dor do grupo ECR.

De forma contrária à associação entre as variáveis dor e função motora supracitada, nos grupos EENM e ECR ocorreu diminuição significativa da dor, mas não a melhora significativa da função motora. Isso pode ser explicado pelos grandes coeficientes de variação de 29 e 34%, respectivamente, nos resultados de função motora decorrentes, provavelmente, da heterogeneidade já explicada.

A inatividade física pode ser maléfica para pacientes com OA (51). Isso pode ser observado no grupo controle que não obteve diferenças significativas em nenhuma das variáveis respostas, explicadas pelo fato de os pacientes não terem sido submetidos a nenhuma forma de fortalecimento muscular ou atividade física durante o período de oito semanas. O exercício é benéfico aos portadores de OA do joelho pela relação do aumento da força muscular com a diminuição da dor e melhora da função motora (45).

O tamanho do efeito intragrupo EENM, classificado como moderado para força extensora de joelho, muito grande para dor e grande para função motora (31), foi maior para todas as variáveis respostas quando comparado aos grupos ECR e controle. Isso ocorreu também no tamanho do efeito entre grupos. No grupo EENM, os pacientes foram submetidos ao estímulo elétrico que causava a contração muscular passiva e realizavam contração isométrica voluntária associada da mesma musculatura. A contração passiva do quadríceps associada à contração voluntária com ausência de movimento articular permitiu o aumento da força extensora de joelho e a consequente melhora da estabilidade ativa, sem submeter a articulação despreparada ao *stress* compressivo e de cisalhamento.

Seis estudos controlados e randomizados, dos quais quatro realizaram avaliação cega, selecionados pela qualidade e rigor científico, que abordaram o fortalecimento muscular por exercício físico como tratamento da OA de joelho, com desenho semelhante a este estudo, ou seja, com dois grupos de tratamento e um grupo controle, com medidas pré e pós-tratamento, com oito semanas de tratamento e frequência de três vezes na semana, sendo a força muscular medida em aparelho isocinético, apresentaram aumento significativo da força muscular intra e entregrupos (23, 24, 31, 32, 34), exceto em um grupo que realizou exercícios aquáticos (33). Nesse estudo foi encontrada diferença significativa de força muscular apenas nas medidas pré e pós-tratamento do grupo submetido ao fortalecimento muscular por EENM.

Quatro desses estudos apresentaram também diminuição significativa da dor intra e intergrupos,

exceto o estudo de Jan et al. (23), que não avaliou a dor, e o de Lund et al. (33), que não encontrou diminuição da dor ao comparar exercícios de solo e exercícios aquáticos em relação ao controle. Os mesmos seis estudos, ao avaliarem a função motora, também encontraram diferença significativa intra e entre grupos, com exceção de Lund et al. (33), que não apresentou melhora significativa da função motora. Para avaliar dor e função motora, três desses seis estudos utilizaram o Questionário Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) (23, 32, 34), também utilizado neste estudo, que encontrou diminuição significativa da dor e melhora significativa da função motora intra-grupo de EENM.

Três estudos anteriores a este abordaram o fortalecimento muscular pelo uso da EENM no tratamento da OA do joelho. Talbot et al. (52) e Durmus et al. (53), em estudos não controlados e não cegos, encontraram aumento significativo da força muscular do quadríceps inter e intragrupos tratados com EENM, sem melhora da dor ou da função motora. Palmieri-Smith et al. (54) realizaram um estudo controlado randomizado sem cegamento do avaliador em relação aos grupos, de desenho semelhante ao deste estudo, no qual compararam um grupo submetido à EENM do quadríceps por quatro semanas, três vezes por semana, a um grupo controle sem tratamento. O protocolo de aplicação da EENM se assemelhou ao utilizado por este estudo, diferenciando-se por um maior tempo desligado (50s) em um ciclo de contração, pelo posicionamento do paciente sentado em uma cadeira e por desencorajar a contração voluntária associada à contração muscular passiva causada pelo estímulo elétrico. Esse estudo não apresentou diferença significativa inter ou intragrupos para força muscular, dor ou função motora. Diferentemente, o presente estudo encontrou aumento significativo para força extensora de joelho e diminuição significativa da dor no grupo EENM, com avaliação e análise cegas dos resultados. Talvez o fato de Palmieri-Smith et al. (54) terem utilizado somente quatro semanas, ou seja, metade das sessões de tratamento utilizadas no presente estudo e não terem associado a contração isométrica de quadríceps tenha contribuído para os resultados encontrados naquele estudo.

Os resultados do presente estudo foram limitados por uma amostra de tamanho reduzido pela falta de homogeneidade dos pacientes na avaliação pré e pós-tratamento, que pode ter sido causada por falta de

poder discriminatório nos critérios clínicos e radiológicos do American College of Rheumatology (ACR) para diagnóstico da OA de joelho (26). O que nos faz acreditar que uma classificação clínica funcional seria a melhor escolha para selecionar uma amostra mais homogênea do que os critérios citados anteriormente ou a classificação de severidade da OA de grau radiológico de Kellgren e Lawrence (35), uma vez que as variáveis respostas estudadas são de características clínicas funcionais.

## Conclusão

Face aos resultados obtidos, concluiu-se que o fortalecimento da musculatura extensora de joelho pode auxiliar na diminuição da dor de pacientes com OA. A EENM, quando aplicada por 24 sessões, três vezes na semana, de acordo com o protocolo utilizado neste estudo, pode ser uma terapia interessante para a melhoria do quadro clínico por proteger a articulação do *stress* compressivo e do cisalhamento produzido pelo movimento articular.

## Referências

1. Camargo OPA, Avanzi O, Mercadante MT, Miyazaki AN, organizadores. Ortopedia e traumatologia: conceitos básicos, diagnóstico e tratamento. 2. ed. São Paulo: Roca; 2009.
2. Hebert SK, Barros TEP Filho, Xavier R, Pardini AG Junior, organizadores. Ortopedia e traumatologia: princípios e prática. 4. ed. Porto Alegre: Artmed; 2009.
3. Huter-Becker A, Dölken M, organizadores. Fisioterapia em ortopedia. São Paulo: Santos; 2008.
4. Kellgren JH. Osteoarthritis in Patients and Populations. *Br Med J*. 1961;2(5243):1-6.
5. Arden N, Cooper C. Osteoarthritis Handbook. Oxon: Taylor and Francis; 2006.
6. Felson DT. The epidemiology of knee osteoarthritis: results from the Framingham Osteoarthritis Study. *Semin Arthritis Rheum*. 1990;20(3):40-50.
7. Vasconcelos KSS, Dias JMD, Dias RC. Relação entre intensidade de dor e capacidade funcional em indivíduos obesos com osteoartrite de joelho. *Rev Bras Fisioter*. 2006;10(2):213-8.
8. Gabriel MRS, Petit JD, Carril MLS. Fisioterapia em traumatologia, ortopedia e reumatologia. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.
9. Michael JW, Schlüter-Brust KU, Peer E. The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the knee. *Dtsch Arztebl Int*. 2010;107(9):152-62.
10. Coimbra IB, Pastor EH, Greve JMDA, Puccinelli MLC, Fuller R, Cavalcanti FS, et al. Consenso brasileiro para o tratamento da osteoartrite. *Rev Bras Reumatol*. 2002;42(6):371-4.
11. Zhang W, Moskowitz RW, Nuki G, Abramson S, Altman RD, et al. OARSI recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis, Part II: OARSI evidence-based, expert consensus guidelines. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008;16:137-62.
12. Low J, Reed A. Eletroterapia explicada. 3. ed. Barueri: Manole; 2001.
13. McClurg D, Ashe RG, Marshall K, Lowe-Strong AS. Comparison of pelvic floor muscle training, electromyography biofeedback, and neuromuscular electrical stimulation for bladder dysfunction in people with multiple sclerosis: a randomized pilot study. *Neuro-Urol Urodyn*. 2006;25(4):337-48.
14. Carnaby-Mann GD, Crary MA. Examining the evidence on neuromuscular electrical stimulation for swallowing: a meta-analysis. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007; 133(6):564-71.
15. Renzenbrink GJ, IJzerman MJ. Percutaneous neuromuscular electrical stimulation (P-NMES) for treating shoulder pain in chronic hemiplegia. Effects on shoulder pain and quality of life. *Clin Rehabil*. 2004; 18(4):359-65.
16. Moore SR, Shurman J. Combined neuromuscular electrical stimulation and transcutaneous electrical nerve stimulation for treatment of chronic back pain: a double-blind, repeated measures comparison. *Arch Phys Med Rehabil*. 1997; 78(1):55-60.
17. Tagesson S, Öberg B, Good L, Kvist J. A comprehensive rehabilitation program with quadriceps strengthening in closed versus open kinetic chain exercise in patients with anterior cruciate ligament deficiency: a randomized clinical trial evaluating dynamic tibial translation and muscle function. *Am J Sports Med*. 2008;36(2):298-307.
18. Gondin J, Duclay J, Martin A. Neural drive preservation after detraining following neuromuscular electrical stimulation training. *Neurosci Lett*. 2006;409(3):210-4.

19. Gondin J, Duclay J, Martin A. Soleus-and gastrocnemii-evoked V-wave responses increase after neuromuscular electrical stimulation training. *J Neurophysiol*. 2005;95(6):3328-35.
20. Lagerquist O. *Neromuscular Electrical stimulation and the central nervous system*. Edmonton: University of Alberta; 2009.
21. Thomas KS, Muir KR, Doherty M, Jones AC, O'Reilly SC, Bassey EJ. Home Based exercise programme for knee pain and knee osteoarthritis: randomised controlled trial. *Primary Care*. 2002;325(5):1-5.
22. Topp R, Woolley S, Hornyak J III, Khuder S, Kahaleh B. The effect of dynamic versus isometric resistance training on pain and functioning among adults with osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002; 83(9):1187-95.
23. Jan MH, Lin CH, Lin YF, Lin JJ, Lin DH. Effects of weight-bearing versus nonweight-bearing exercise on function, walking speed, and position sense in participants with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arch Phys Med Rehabil*. 2009; 90(6): 897-904.
24. Gür H, Cakin N, Akova B, Okay E. Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training: effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthrosis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002; 83(3):308-16.
25. Mikesky AE, Mazzuca SA, Brandt KD, Perkins SM, Damush T, Lane KA. Effects of strength training on the incidence and progression of knee osteoarthritis. *Arthritis Rheum*. 2006;55(5):690-9.
26. Wu CW, Morrell MR, Heinze E, Concoff AL, Wollaston SJ, Arnold EL, et al. Validation of American College of Rheumatology classification criteria for knee osteoarthritis using arthroscopically defined cartilage damage scores. *Semin Arthritis Rheum*. 2005; 35:197-201.
27. Salaffi F, Leardini G, Canesi B, Mannoni C, Fioravanti A, Caporali R, et al. R Reliability and validity of the Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) Osteoarthritis Index in Italian patients with osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage*. 2003;11(8):551-60.
28. Hopkins WG. Measures of reliability in sports medicine and science. *Sports Med*. 2000;30(1):1-15.
29. Hamilton C, Lewis S. The importance of using the correct bounds on the Bland-Altman limits of agreement when multiple measurements are recorded per patient. *J Clin Monit Comput*. 2010; 24(3):173-5.
30. Hopkins WG. A new view of statistics. 2000 [acesso 19 nov 2013]. Disponível em: <http://www.sportsci.org/resource/stats>.
31. Huang MH, Lin YS, Yang RC, Lee CL. A comparison of various therapeutic exercises on the functional status of patients with knee osteoarthritis. *Semin Arthritis Rheum*. 2003;32(6):398-406.
32. Jan MH, Lin JJ, Liau JJ, Lin YF, Lin DH. Investigation of clinical effects of high- and low-resistance training for patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Phys Ther*. 2008;88(4):427-36.
33. Lund H, Weile U, Christensen R, Rostock B, Downey A, Bartels EM, et al. A randomized controlled trial of aquatic and land-based exercise in patients with knee osteoarthritis. *J Rehabil Med*. 2007; 40(2):137-44.
34. Lin DH, Lin CH, Lin YF, Jan MH. Efficacy of 2 non-weight-bearing interventions, proprioception training versus strength training, for patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2009;39(6):450-7.
35. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. *Ann Rheum Dis*. 1957;16(4):494-502.
36. Kijowski R, Blankenbaker D, Stanton P, Fine J, De Smet A. Arthroscopic validation of radiographic grading scales of osteoarthritis of the tibiofemoral joint. *AJR Am J Roentgenol*. 2006;187(3):794-9.
37. Mang C, Clair J, Collins D. Neuromuscular electrical stimulation has a global effect on corticospinal excitability for leg muscles and a focused effect for hand muscles. *Exp Brain Res*. 2011;209(3): 355-63.
38. Shin HK, Cho SH, Jeon HS, Lee YH, Song JC, Jang SH, et al. Cortical effect and functional recovery by the electromyography-triggered neuromuscular stimulation in chronic stroke patients. *Neurosci Lett*. 2008;442(3):174-9.
39. Gondin J, Brocca L, Bellinzona E, D'Antona G, Maffiuletti NA, Miotti D, et al. Neuromuscular electrical stimulation training induces atypical adaptations of the human skeletal muscle phenotype: a functional and proteomic analysis. *J Appl Physiol*. 2011;110(2):433-50.

40. Martin L, Cometti G, Pousson M, Morlon B. The influence of electrostimulation on mechanical and morphological characteristics of the triceps surae. *J Sports Sci.* 1994;12(4):377-81.
41. Petterson SC, Barrance P, Buchanan T, Binder-Macleod S, Snyder-Mackler L. Mechanisms underlying quadriceps weakness in knee osteoarthritis. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(3):422-7.
42. Kean CO, Birmingham TB, Garland SJ, Bryant DM, Giffin JR. Minimal detectable change in quadriceps strength and voluntary muscle activation in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2010;91(9):1447-51.
43. Carpenter MR, Carpenter RL, Peel J, Zukley LM, Angelopoulou KM, Fisher I, et al The reliability of isokinetic and isometric leg strength measures among individuals with symptoms of mild osteoarthritis. *J Sports Med Phys Fitness.* 2006;46(4):585-9.
44. Campbell FR. Eletroestimulação neuromuscular e core-training no tratamento da dor e arco de movimento de pacientes com lombalgia inespecífica [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Gama Filho; 2011.
45. Al Snih S, Raji MA, Peek MK, Ottenbacher KJ. Pain, lower-extremity muscle strength, and physical function among older Mexican Americans. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005;86(7):1394-400.
46. Neogi T, Nevitt MC, Yang M, Curtis JR, Torner J, Felson DT. Consistency of knee pain: correlates and association with function. *Osteoarthritis Cartilage.* 2010;18(10):1250-5.
47. Foley S, Ding C, Cicuttini F, Jones G. Physical activity and knee structural change: a longitudinal study using MRI. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39(3):426-34.
48. Roos EM, Dahlberg L. Physical activity as medication against arthrosis – training has a positive effect on the cartilage. *Lakartidningen.* 2004;101(25):2178-81.
49. Helmark IC, Mikkelsen UR, Borglum J, Rothe A, Petersen MCH, Andersen O, et al. Exercise increases interleukin-10 levels both intraarticularly and peri-synovially in patients with knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Arthritis Res Ther.* 2010;12(4):R126.
50. Helmark IC, Petersen MC, Christensen HE, Kjaer M, Langberg H. Moderate loading of the human osteoarthritic knee joint leads to lowering of intraarticular cartilage oligomeric matrix protein. *Rheumatol Int.* 2012;32(4):1009-14.
51. Vanwanseele B, Eckstein F, Knecht H, Spaepen A, Stüssi E. Longitudinal analysis of cartilage atrophy in the knees of patients with spinal cord injury. *Arthritis Rheum.* 2003;48(12): :3377-81.
52. Talbot LA, Gaines JM, Ling SM, Metter EJ. A home-based protocol of electrical muscle stimulation for quadriceps muscle strength in older adults with osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol.* 2003;30(7):1571-8.
53. Durmus D, Alayli G, Canturk F. Effects of quadriceps electrical stimulation program on clinical parameters in the patients with knee osteoarthritis. *Clinical Rheumatology.* 2007; 26(5):674-8.
54. Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Karvonen-Gutierrez C, Sowers M. A clinical trial of neuromuscular electrical stimulation in improving quadriceps muscle strength and activation among women with mild and moderate osteoarthritis. *Phys Ther.* 2010;90(10):1441-52.

Recebido: 22/06/2012

Received: 06/22/2012

Aprovado: 29/07/2012

Approved: 07/29/2012