



Acta Ortopédica Brasileira

ISSN: 1413-7852

actaortopedicabrasileira@uol.com.br

Sociedade Brasileira de Ortopedia e

Traumatologia

Brasil

dos Santos, Ricardo Lucas; Leal São Pedro Souza, Márcia; Andrade dos Santos, Fernanda
ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA DISFUNÇÃO PATELOFEMORAL. REVISÃO DE
LITERATURA

Acta Ortopédica Brasileira, vol. 21, núm. 1, 2013, pp. 52-58

Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia

São Paulo, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65725695011>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR NA DISFUNÇÃO PATELOFEMORAL. REVISÃO DE LITERATURA

NEUROMUSCULAR ELECTRIC STIMULATION IN PATELLOFEMORAL DYSFUNCTION: LITERATURE REVIEW

RICARDO LUCAS DOS SANTOS¹, MÁRCIA LEAL SÃO PEDRO SOUZA¹, FERNANDA ANDRADE DOS SANTOS¹

RESUMO

A disfunção femoropatelar é uma deficiência bastante comum entre indivíduos jovens que acomete, principalmente, o sexo feminino e pode ser caracterizada por dor, edema e crepitação retropatellar. Sistematizar o conhecimento em relação ao aumento da força muscular do quadríceps e alívio de dor em pacientes com disfunção femoropatelar, através da utilização da estimulação elétrica neuromuscular e exercícios resistidos. Trata-se de um estudo de revisão narrativa da literatura no período de 2005 a 2011. Os critérios de inclusão foram artigos de intervenção, dos últimos seis anos, nos idiomas inglês, espanhol e português, que utilizaram o fortalecimento muscular e a eletrostimulação neuromuscular para reabilitação obtidos através de buscas nos bancos de dados eletrônicos Medline, Lilacs e na biblioteca Bireme. A busca bibliográfica resultou em 28 referências, destes foram excluídos nove de acordo com os objetivos e critérios de inclusão e foram selecionados 16 artigos para leitura dos resumos e posterior análise. A Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) de média frequência pode ser utilizada associada a exercícios resistidos como coadjuvante no tratamento da disfunção femoropatelar (DFP), tanto para se obter um reequilíbrio muscular quanto para o alívio da dor.

Descritores: Condromalácia da patela. Joelho. Músculo quadríceps.

Citação: Santos RL, Souza MLS. Estimulação elétrica neuromuscular na disfunção patelofemoral: Revisão de literatura. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(1):52-8. Disponível em URL: <http://www.scielo.br/aob>.

ABSTRACT

Patellofemoral dysfunction is a fairly common deficiency among young individuals that primarily affects females and may be characterized by pain, swelling and retropatellar crepitus. The purpose of this review of literature from the period between 2005 and 2011 was to systematize knowledge in relation to the increase in quadriceps muscle strength and pain relief in patients with patellofemoral dysfunction, using neuromuscular electrical stimulation and resistance exercises. The inclusion criteria were intervention articles from the past six years, in English, Spanish and Portuguese, which used muscle strengthening and neuromuscular electrical stimulation for rehabilitation obtained through searches in the electronic databases Medline and Lilacs and in the Bireme library. The bibliographic search yielded 28 references, of which nine were excluded in accordance with the aims and inclusion criteria while 16 articles were selected for reading of the abstracts and subsequent analysis. Medium-frequency Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) can be used in association with resistance exercises as an adjuvant in the treatment of patellofemoral dysfunction (PFD), both to achieve muscle rebalance and for pain relief.

Keywords: Chondromalacia patellae. Knee. Quadriceps muscle.

Citation: Santos RL, Souza MLS. Neuromuscular electric stimulation in patellofemoral dysfunction: Literature review. Acta Ortop Bras. [online]. 2013;21(1):52-8. Available from URL: <http://www.scielo.br/aob>.

INTRODUÇÃO

Os transtornos internos da articulação do joelho são inúmeros e suas consequências comprometem a função e a qualidade de vida do indivíduo.¹ A condromalacia patelar caracteriza-se por dor, edema e crepitação retropatellar,² sendo produzida pela ação compressiva anormal repetida sobre a cartilagem articular. Esta compressão anormal é derivada da não congruência e da diminuição da área de contato da articulação patelofemoral (APF) quando uma subluxação ou deslocamento patelar for causado por um mau relacionamento anatômico ou biomecânico.³

Freire et al.⁴, relatam que a incidência da disfunção patelofemo-

ral aumenta conforme a faixa etária, com maior frequência em pacientes do sexo feminino com obesidade associada. Outros fatores como instabilidade, fratura, subluxação patelar, aumento do ângulo do quadríceps (ângulo Q), músculo vasto medial ineficiente, mau alinhamento pós-traumático, síndrome da pressão lateral excessiva e lesão do ligamento cruzado posterior podem aumentar a incidência. Belchior et al.⁵, relatam que esta patologia constitui 25% das lesões que comprometem o joelho e 5% de todas as lesões esportivas, o que representa queixa comum, em 20% da população e afeta principalmente jovens do sexo feminino com idade entre 15 e 25 anos.

Todos os autores declaram não haver nenhum potencial conflito de interesses referente a este artigo.

1. Faculdade Social da Bahia - Salvador, BA, Brasil.

Trabalho realizado na Faculdade da Bahia, Salvador, BA, Brasil.

Correspondência: Rua Lelis Piedade, Barra do Gil S/N, Vera Cruz, BA, Brasil. E-mail – ricardofisio27@hotmail.com

Um estudo realizado por Fonseca et al.⁶, relata que o principal fator que provoca a disfunção patelofemoral é a tração lateral anormal da patela, devido a um desequilíbrio neuromuscular entre os músculos vasto medial oblíquo (VMO) e vasto lateral (VL), sendo assim, o fortalecimento muscular baseado no reequilíbrio do VMO e VL poderia reduzir o desconforto nos pacientes portadores da Síndrome do Desconforto Patelofemoral (SDPF), o que corrobora com os resultados de Cabral et al.⁷, onde demonstraram que o tratamento baseado no fortalecimento do quadríceps possibilita melhora dos sinais e sintomas apresentados pelos pacientes.

A "corrente russa" surgiu em 1976 com o objetivo de obter um maior desempenho muscular, através da utilização de uma corrente alternada de média frequência, com 2.500Hz, em atletas de elite com objetivo de obter um ganho de força muscular de 30 a 40%.⁸⁻¹⁰ Já Bril et al.¹¹ em seu estudo com 15 pacientes saudáveis de ambos os sexos, obteve ganho da força e trofismo muscular ao associar "corrente russa" e exercícios resistidos.

Um estudo realizado por Pelizzari et al.¹² demonstraram que a utilização da estimulação elétrica neuromuscular (EENM) de média frequência ocasionou ganho de massa muscular em cão com atrofia muscular induzida. Já um estudo realizado por Modli et al.¹³, informa que a electroestimulação neuromuscular tem sido utilizada há muitos anos na reabilitação, em especial no tratamento de músculos desnervados, atrofias musculares ou para aumento de força muscular. Este estudo torna-se imprescindível, já que o trabalho para o aumento de força muscular interfere na instabilidade do joelho, levando provavelmente a uma diminuição da dor patelofemoral. O objetivo do presente estudo é sistematizar o conhecimento acerca da utilização da estimulação elétrica neuromuscular no quadríceps associada a exercícios resistidos, para aumento de força muscular e diminuição da dor em pacientes com disfunção patelofemoral.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão narrativa da literatura do período de 2005 a 2011. No primeiro momento foi realizado uma pesquisa bibliográfica utilizando as palavras-chaves: condromalácia da patela, joelho, músculo quadríceps e seus correlatos em inglês e espanhol nos bancos de dados Medline, Lilacs e na biblioteca Bireme. Para a seleção da leitura dos resumos foram incluídos artigos de intervenção, dos últimos seis anos, que utilizaram o fortalecimento muscular e a electroestimulação neuromuscular para reabilitação. Neste momento foram excluídos os artigos de revisão de literatura, artigos que estivessem fora do período de 2005 a 2011 e artigos que apresentassem outras patologias associadas a condromalacia. Após a seleção dos resumos incluídos foi realizada a leitura na íntegra dos artigos para a análise.

RESULTADOS

A busca bibliográfica resultou em 28 referências, obtidas através dos descritores disfunção femoropatelar, joelho, músculo quadríceps, electroestimulação neuromuscular e seus respectivos correlatos em inglês. Destes foram excluídos nove de acordo com os objetivos e critérios de inclusão e foram selecionados 16 artigos para leitura dos resumos. Não foram encontrados estudos na língua espanhola e a metodologia predominante foi de artigos de intervenção controlada. As buscas indicaram um maior número de publicações no ano de 2008. As informações dos resultados encontrados nos artigos estão descritas em síntese na Tabela 1.

Foram incluídos na revisão artigos indexados, escritos em inglês e português, prevalecendo os que abordam os efeitos da EENM e do fortalecimento muscular nos pacientes com Disfunção Femoropatelar (DFP).

DISCUSSÃO

A utilização da "corrente russa" associada a exercícios resistidos em pacientes com disfunção femoropatelar (DFP), proporciona ganho de força e consequentemente alívio da dor. Augusto et al.¹⁴, verificaram que a intensidade de ativação da musculatura aumenta com a utilização da estimulação elétrica neuromuscular (EENM), o que a torna indicada nos casos de DFP, uma vez que a maior incidência desta disfunção está relacionada ao desequilíbrio muscular, o que corrobora com o estudo de Bevilaqua-Grossi et al.¹⁵, onde observa-se uma diferença no tempo da ativação reflexa entre os músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral Oblíquo (VLO), tanto em indivíduos saudáveis quanto em pacientes com DFP. Santos et al.¹⁶ compararam durante uma caminhada na esteira o tempo de ativação dos músculos vasto medial oblíquo (VMO), vasto lateral longo (VLL) e vasto lateral oblíquo em 27 indivíduos, destes 15 eram saudáveis e 12 apresentavam DFP. Ao final do estudo observaram uma diferença entre VMO e VLL, onde nos indivíduos com DFP a ordem de ativação se iniciava com o VLL seguido por VLO e por último o VMO, já nos indivíduos sem DFP a ordem se invertia, iniciando-se pelo VMO, seguido pelo VLO e por último VLL. Este estudo mostra que o desequilíbrio entre a musculatura lateral e medial irá predispor o surgimento da DFP.

Cabral et al.¹⁷, através de um estudo controlado, com um total de oito sessões, verificaram que os exercícios de cadeia cinética aberta (CCA) e fechada (CCF) proporcionam melhorias importantes nos principais sinais e sintomas apresentados pelos pacientes com DFP. Nakagawa et al.¹⁸, realizaram um estudo em 14 pacientes de ambos os性es com DFP. O grupo de intervenção (G1) realizou fortalecimento adicional dos abdutores e rotadores laterais do quadril associado ao reforço do quadríceps e o grupo controle (G2) realizou apenas o reforço do quadríceps. Ao final do estudo eles constataram que o (G1) obteve melhora no torque durante a extensão do joelho, na atividade eletromiográfica do glúteo médio e na sintomatologia da dor percebida, enquanto que o (G2) obteve melhora apenas no torque para extensão do joelho. Sendo assim, estes estudos mostram a grande importância do fortalecimento muscular para se obter um maior equilíbrio entre patela e fêmur, diminuindo os processos degenerativos e consequentemente a sintomatologia da dor.

Jennifer et al.¹⁹, realizaram um estudo com 19 mulheres com DFP e observaram que o fortalecimento em oito semanas da musculatura proximal do quadril melhora a estabilidade do joelho reduzindo a dor e melhorando a capacidade funcional.

Belchior et al.²⁰, comparando a diferença entre o ângulo quadríciptal em 20 indivíduos do sexo feminino alocados em dois grupos, um com 10 indivíduos sintomáticos e, outro com 10 assintomáticos, em dois momentos, primeiro com o quadríceps relaxado e depois em contração isométrica voluntária máxima (CIVM), verificaram que os valores médios do ângulo Q para os assintomáticos foram de 17,15° em relaxamento e de 14,5° em CIVM, enquanto os sintomáticos apresentaram 21,45° e 15,8°, respectivamente. Estes resultados mostram que em estado de relaxamento há diferença significativa entre o valor do ângulo Q entre indivíduos sintomáticos e assintomáticos e que esta diferença não está presente em estado de contração isométrica máxima do músculo quadríciptal, sendo assim acreditado-se que este associado a exercício realizado com a elevação da perna estendida (EPE) poderá minimizar o术al realignment.

O desequilíbrio muscular é considerado um dos fatores de risco para o mau alinhamento patelar.¹ Bevilaqua-Grossi et al.²¹, avaliaram a atividade elétrica dos músculos vasto medial oblíquo,

Tabela 1 – Características metodológicas e evidências observadas para a determinação da utilização da Estimulação Elétrica Neuromuscular para o ganho de força e diminuição da dor em pacientes com disfunção patelofemoral.

Autores Ano de publicação	Delineamento do estudo	População do estudo/Local	Identificação	Resultados	Discussão	Comentários
Jennifer et al. ¹⁹ , em 2011	Intervenção	19 mulheres com DFP.	Um programa de fortalecimento muscular, durante 8 semanas em mulheres com DFP.	O fortalecimento da musculatura do quadril, melhora a estabilidade do joelho reduzindo a dor e melhorando a capacidade funcional.	Um programa de reabilitação durante 8 semanas, melhora o controle neuromuscular da musculatura do quadril e diminui os sintomas da DFP.	O fortalecimento muscular está associado a melhora da DFP.
Santos et al. ¹⁶ , em 2011	Intervenção controlado	27 indivíduos do sexo feminino estudantes da UFSCAR	15 sem DFP e 12 apresentavam DFP.	Ocorre diferença na ordem de ativação na musculatura do quadril em indivíduos com e sem DFP.	Nos indivíduos com DFP a ordem de ativação se iniciava com o VLL seguido por VLO e VMO, já nos indivíduos sem DFP a ordem se invertia, iniciando-se pelo VMO, seguido pelo VLO e por último VLL.	Este estudo mostra que o desequilíbrio entre a musculatura lateral e medial irá predispor o surgimento da DFP.
Billot et al ²⁷ , 2010	Intervenção controlado	20 jogadores de futebol, alocados em 2 grupos. O (G1) realizou apenas treinamento de futebol enquanto o (G2) treinamento de futebol mais eletroestimulação 3 vezes por semana durante 12 minutos.	Jogadores de futebol da Faculdade de Ciências do Esporte Federação Francesa de Futebol.	Houve aumento do torque excêntrico na terceira semana (+ 11,5 + 10,4%, p <0,01) e na quinta semana (22,1 + 16,4% p <0,001). Houve aumento na contração isométrica na terceira e quinta semanas (16,3 + 21,3, p <0,01 e 27,1 + 22,6% p <0,001, respectivamente).	Os resultados do presente estudo mostraram um aumento menor na força do que a observada anteriormente em jogadores de hóquei no gelo em condições excêntricas (12 vs 24% em jogadores de futebol e jogadores de hóquei no gelo, respectivamente).	Um programa de treinamento de EENM de 3 a 5 semanas parece melhorar a força e as funções específicas do futebol na pré-temporada e durante a temporada, bem como atenuar ou eliminar os efeitos de destreinamento dos atletas lesionados.
Duarte et al ²³ , 2009	Intervenção controlado	30 pacientes do sexo feminino que apresentassem encurtamento dos isquios tibiais.	Acadêmicas do sexo feminino, da Universidade Estadual de Goiás	Em relação à flexão do quadril no MID, o grupo controle teve um ganho relativo de 0,25 %, o alongamento passivo manual obteve um ganho relativo de 29,65 %, o alongamento associado à EENM, teve um ganho relativo de 61,89 %.	Comprova-se que o aumento na amplitude de movimento de uma articulação só é possível mediante a aplicação de um programa de exercícios planejados e regulares e o método de alongamento muscular associado à eletroestimulação, oferece vantagens em relação aos demais métodos.	Apesar dos resultados interessantes, 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.
Bily et al ²⁵ , 2008	Intervenção controlado	38 pacientes com DFP (14 homens e 24 mulheres), divididos em 2 grupos. O (G1) realizou apenas exercícios e o (G2) Exercícios + EENM	Tratamento supervisionado em casa	Ambos os grupos obtiveram diminuição da dor e aumento do torque do quadríceps, não havendo diferença estatisticamente entre G1 e G2.	As melhorias observadas em condições isométricas corroboraram com Gondin et al. que observaram um incremento de 15% na contração voluntária máxima isométrica dos músculos do quadríceps após 4 semanas de treinamento de EENM que pode ser explicada pelo fato de que a posição angular durante as sessões de EENM foi a mesma que a posição de teste isométrico (ie, 60º)	Novas investigações devem incidir em aspectos diferentes de exercícios de treinamento, incluindo medidas para descobrir potenciais efeitos neurofisiológicos do exercício e EMS.
Cabral et al ¹⁷ , 2008	Intervenção controlado	20 pacientes do sexo feminino com DFP (10 realizaram FM do quadríceps em CCA e 10 em CCF).	Trabalho realizado no Laboratório de Investigação Fisioterapêutica Clínica e Eletroniografia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP	A análise dos dados demográficos não evidenciou diferença estatisticamente significante entre os grupos. O G1 e G2 tiveram diferença estatisticamente significante P<0,05 na maioria das variáveis após o tratamento.	Sacco et al. estudaram os desalinhamentos de pacientes com SFP, obtendo resultados semelhantes a este estudo antes do tratamento e observaram que após o tratamento a uma diminuição das alterações.	O fortalecimento do músculo quadríceps possibilitou melhorias nos principais sinais e sintomas. Porém em relação ao realinhamento do membro inferior, os tratamentos não se mostraram eficientes.

UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil.

UFSCar: Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil.

FMRP-USP: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, São Paulo, Brasil.

Tabela 1 – Características metodológicas e evidências observadas para a determinação da utilização da Estimulação Elétrica Neuromuscular para o ganho de força e diminuição da dor em pacientes com disfunção patelofemoral.

Autores Ano de publicação	Delineamento do estudo	População do estudo/Local	Identificação	Resultados	Discussão	Comentários
Nakagawa et al ¹⁸ , 2008	Intervenção controlado cego	14 pacientes (10mulheres e 4 homens) com diagnóstico de síndrome da dor femoropatelar.	Durante a semana uma sessão era realizada na clínica de reabilitação e quatro sessões em casa.	O grupo de intervenção obteve uma melhora no torque durante a extensão do joelho, na atividade eletroniográfica do glúteo médio durante a contração isométrica máxima e na sintomatologia da dor percebida, enquanto o grupo controle obteve melhora apenas no torque para extensão do joelho.	Estudos recentes têm relatado prejuízos significativos na abdução do quadril e na força de rotação lateral, e sugerem que exercícios de fortalecimento para a musculatura do quadril pode ser um fator importante na gestão da dor.	Deve ser realizados novas pesquisas com maior número de amostra e um período maior de <i>follow-up</i> .
Augusto et al ¹⁴ , 2008	Intervenção controlado cego	18 voluntárias do sexo feminino, saudáveis, onde se analisou a ativada do VMO em relação ou VL, antes e após estimulação elétrica neuromuscular.	Estudo foi realizado em sujeitos saudáveis na UFRN no Departamento de Fisioterapia	Os resultados mostraram um aumento da ativação do músculo VMO de 458uV para 580uV após a utilização da EENM.	A literatura traz que um dos fatores para a DFP é o mau alinhamento patelar. Bohannon et al, mostraram que EENM, previu deslocamento lateral da patela.	A EENM, vem sendo uma importante técnica, no tratamento da SDPF, desde que esta seja secundário ao desequilíbrio muscular.
Avila et al ²⁴ , 2008	Intervenção controlado	20 estudantes saudáveis de ambos os sexos	Estudo realizado no Laboratório de Plasticidade Muscular no Departamento de Fisioterapia (UFSCar) e no Departamento de Fisioterapia da (UFRN).	Homens e mulheres aumentaram seu pico de torque em ambos os membros não tendo diferença entre o Ex e Ex + EENM.	O estudo mostrou que a EENM associado a exercícios concêntricos do joelho não forneceu qualquer aumento de torque adicional, em comparação com apenas exercícios concêntricos em homens e mulheres saudáveis.	Novos estudos devem ser realizados com uma maior população e diferentes velocidades.
Pelizzari et al ¹² , 2008	Intervenção controlado	8 cães com atrofia muscular induzida	Estudo realizado nos cães do Biotério Central da Universidade Federal de Santa Maria	Quanto à morfometria das fibras do músculo vasto lateral, notou-se um maior valor no grupo tratado, em relação ao controle.	Sugere-se que a presença de adipócitos nas láminas histológicas possa explicar o aumento da perimetria, quando avaliados dessa forma tornando este método subjetivo.	A EENM de média frequência ocasiona ganho de massa muscular em cão com atrofia muscular induzida.
Santos et al ¹⁶ , 2008	Intervenção controlado	20 mulheres sedentárias, dividida em 2 grupos, grupo (A) realizaram apenas eletroestimulação passiva, o grupo (B) realizou exercícios resistidos.	Mulheres sedentárias, voluntárias, destras, em Maceió, no estado de Alagoas	O grupo A não obteve aumento significativo na força nem na perimetria da musculatura do quadríceps, o grupo B obteve aumento significativo na força e na perimetria do quadríceps.	O estudo mostrou que o exercício resistido de flexo-extensão dos joelhos é eficaz em promover melhora de massa e força muscular, ao contrário da eletroestimulação por meio de um aparelho de uso doméstico, que não alcançou os mesmos resultados.	Os resultados sugerem que a eletroestimulação poderia ter sido efetiva em aumentar a força muscular medida pelo dinamômetro caso os números das sessões fossem aumentados.
Bevilacqua-Grossi et al. ¹⁵ , 2008	Intervenção controlado	24 pacientes sedentárias do sexo feminino, sendo que 12 saudáveis (controle) e 12 eram portadoras da SDPF, onde se avaliou o tempo de resposta reflexa do VMO, VLO e VLL.	Estudo realizado na FMRP-USP, Campus Universitário.	Não houve diferença entre indivíduos saudáveis e com SDPF, porém houve diferença significativa entre tempo de ativação do VLO e VMO.	Na discussão os autores trazem que, nos indivíduos com SDPF, o músculo VL apresenta um tempo de resposta reflexo, pois tanto indivíduos saudáveis quanto com SDPF, apresentam desequilíbrio entre VMO e VLO.	Não se pode tomar decisão em cima do tempo de resposta reflexo, pois tanto indivíduos saudáveis quanto com SDPF, apresentam desequilíbrio entre VMO e VLO.

UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil.

UFSCar: Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil.

FMRP-USP: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, São Paulo, Brasil.

Tabela 1 – Características metodológicas e evidências observadas para a determinação da utilização da Estimulação Elétrica Neuromuscular para o ganho de força e diminuição da dor em pacientes com disfunção patelofemoral.

Autores Ano de publicação	Delineamento do estudo	População do estudo/Local	Identificação	Resultados	Discussão	Comentários
Matheus et al ¹⁰ , 2007	Intervenção controlado	60 ratos do sexo feminino, divididas em 6 grupos, G1- controle, G2 - eletroestimuladas, G3 - imobilizadas em encurtamento, G4 - imobilizadas em alongamento, G5-imobilizadas em encurtamento e eletroestimuladas G6 - imobilizadas em alongamento e eletroestimuladas.	Realizado no Biotério do Laboratório de Bioengenharia da FMRP-USP.	Resultados do ALP observaram diferenças significativas do G1 para os grupos imobilizados, comparando G3 e G5, também foram observadas diferenças significativas. Resultados do CLP foram observadas diferenças significativas dos grupos G1 e G2 para os grupos imobilizados, comparando os grupos G3 e G5 também pode observar diferenças significativas, o que não ocorreu entre G4 e G6.	Neste estudo, assim como no estudo de Järvinen et al, os músculos gastrocnêmios imobilizados em encurtamento (SP) tiveram redução maior das propriedades que os imobilizados em alongamento (LP).	O estudo sugere que a imobilização dos músculos em alongamento retarda o processo de atrofia e que a estimulação elétrica, realizada durante a imobilização, contribui para a prevenção das propriedades mecânicas durante o período de imobilismo.
Silva et al ¹² , 2007	Intervenção controlado	9 indivíduos do sexo masculino, praticante de musculação há mais de 2 anos, sendo que 5 eram do Batalhão de Operações Especiais e 4 frequentadores de uma academia).	Realizado no Batalhão de Operações Especial (BOE) de Passo Fundo, Rio Grande do Sul e na academia da zona sul de Porto Alegre.	O grupo que associou treinamento de força a EENM obteve um aumento significativo de força e na perimetria da coxa quando comparado com o grupo que realizou apenas exercícios.	Grillo et al, informam que muitos protocolos utilizados nos programas de eletroestimulação trazem divergências. Alonso et al, relata que a aplicação da EENM na musculatura da coxa proporciona um aumento de força muscular, bem como um aumento na perimetria da coxa.	Verificou-se que a aplicação da eletroestimulação neuromuscular é um método eficiente no auxílio ao fortalecimento muscular. Entretanto mais estudos são necessários.
Belchior et al ²⁰ , 2006	Intervenção controlado	20 indivíduos do sexo feminino (10 sintomáticos e 10 assintomáticos) onde se verificou a diferença do ângulo quadripcital destes 2 grupos.		Os valores médios do ângulo Q para os assintomáticos foram de 17,15° em relaxamento e de 14,5° em CIVM, enquanto os sintomáticos apresentaram 21,45° e 15,8° respectivamente.	Acompanhando a análise dos resultados, é possível visualizar a diferença da magnitude do ângulo Q entre indivíduos sintomáticos e assintomáticos, em estado de relaxamento ($p = 0,004$).	Acredita-se que a Contração Isométrica Voluntária Máxima (CIVM), associado a exercício realizado com a Elevação da Perna em Linha Reta (SLR), poderá minimizar o mau alinhamento patelar.
Bevilacqua-Grossi et al. ²¹ , 2005	Intervenção controlado	30 pacientes do sexo feminino (15 clinicamente normais e 15 com síndrome do desconforto patelofemoral)	O estudo foi realizado na FMRP-USP, Campus Universitário	O grupo controle a 45° obteve maior atividade eletromiográfica do músculo VLL quando comparado com o VMO e VLO. A 60° não houve diferença. No grupo com SDFP, durante os exercícios a 45° e 60° não obteve diferença entre o VMO, VLO e VL.	Exercícios isométricos na angulação de 45° e 60° ativam igualmente a musculatura, vasto medial oblíquo, vasto lateral e o vasto lateral oblíquo.	Deve-se realizar novos estudos que comparem a atividade elétrica dos músculos VMO, VLL e VLO de modo que favoreçam a elaboração de protocolos fisioterapêuticos.

UFRN: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte, Brasil.

UFSCar: Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, Brasil.

FMRP-USP: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da USP, São Paulo, Brasil.

vasto lateral e o vasto lateral longo a 45° e 60° de flexão isométrica em 30 pacientes do sexo feminino (15 clinicamente saudáveis e 15 com síndrome da dor patelofemoral), e foi observado que não houve diferença na ativação dos músculos. Desta forma, acredita-se que os exercícios de agachamento nas angulações estudadas proporcionam equilíbrio entre as porções medial e lateral dos estabilizadores dinâmicos da patela, principalmente nos pacientes com DPF, e que podem ser indicados durante o programa de reabilitação.

A associação da EENM com o exercício resistido demonstra resultados significativos na recuperação de indivíduos com DPF. Silva et al.²², realizaram um estudo com nove indivíduos do sexo masculino durante oito semanas, comparando os efeitos do uso de eletroestimulação neuromuscular associada ao treinamento de força com exercício para membros inferiores com Leg Press e cadeira extensora, sendo verificado uma maior efetividade com o treinamento de força associado à eletroestimulação, tornando este modo mais eficiente no auxílio ao fortalecimento muscular, tanto para fins estéticos quanto para fins de reabilitação nos membros inferiores. Duarte et al.²³, realizaram um estudo sobre o efeito do alongamento dos isquiotibiais associado à eletroestimulação neuromuscular para o ganho da flexão de quadril. Ao final do tratamento constataram que no grupo controle não houve aumento significativo na amplitude de movimento e ao comparar o (G2) grupo que realizou alongamento passivo com o (G3) que realizou alongamento passivo associado à corrente russa, concluíram que o G3 contribuiu para um maior aumento na amplitude do movimento de flexão de quadril. Este resultado sugere que em uma disfunção femoropatelar ocasionada por um encurtamento muscular a "corrente russa" pode ser um recurso terapêutico coadjuvante neste tratamento. Já Avila et al.²⁴, verificaram o efeito da estimulação elétrica neuromuscular associada a um programa de treinamento isocinético (Ex) com um dinamômetro em homens e mulheres. Ao final do estudo observaram que ambos os gêneros aumentaram seu pico de torque, não tendo diferença entre o Ex e Ex + EENM, e afirmaram que a EENM associado a contração excêntrica do quadríceps não obtém nenhuma vantagem adicional no torque sobre a contração excêntrica isolada. Enquanto que Bily et al.²⁵, realizaram um estudo durante um ano com 38 pacientes portadores de DPF alocados em dois grupos. O (G1) realizou apenas exercícios e o (G2) exercícios + EENM com 40 Hz. Ao final observaram uma diminuição da dor e aumento no torque do quadríceps em ambos os grupos, não havendo diferença estatisticamente significativa entre G1 e G2. Estes resultados podem ser decorrentes da frequência utilizada, visto que 50Hz poderia mostrar melhor resultado por selecionar de forma proporcional tanto as

fibras fáscicas quanto tónicas e pelo auto tempo de *follow-up* que pode ter ocorrido adaptação neural.

Santos et al.²⁶, com a intenção de observar o condicionamento muscular realizaram um estudo comparando eletroestimulação domiciliar passiva versus exercícios resistidos. Porém seus resultados mostraram que o grupo que realizou eletroestimulação passiva não obteve aumento significativo na força nem na perimetria da musculatura do quadríceps, em contrapartida o grupo que realizou exercícios resistidos obteve aumento significativo na força e na perimetria do quadríceps. Acredita-se que a estimulação elétrica só tem seus efeitos potencializados para o ganho de força quando associada a exercícios resistidos.

Pelizzari et al.¹², realizaram um estudo com oito cães onde se propôs observar o efeito da EENM na atrofia induzida do quadríceps e ao final do estudo observaram que a EENM associada a atividades proporciona aumento de massa muscular em cães com atrofia muscular induzida. Já um estudo realizado com 20 jogadores de futebol, por Billot et al.²⁷, constataram que a estimulação elétrica do quadríceps associado ao treinamento (isométrico, concêntrico e excêntrico), resulta em uma melhor força muscular, um melhor torque concêntrico e uma melhor velocidade do chute. Estes resultados também sugerem que a EENM pode ser usada para atletas lesionados para diminuir ou eliminar os efeitos de desreinamento. Matheus et al.¹⁰, com o objetivo de verificar os efeitos da EENM na atrofia muscular realizaram um estudo com 60 ratos para analisar os efeitos da estimulação elétrica neuromuscular durante a imobilização do músculo gastrocnêmio em posições de alongamento e encurtamento e após analisar os resultados do estudo, notaram que a imobilização dos músculos em alongamento, retarda o processo de atrofia e que a estimulação elétrica realizada durante este período irá contribuir para a prevenção das propriedades mecânicas. Uma possível explicação para os efeitos da EENM na atrofia muscular em humanos, estar na presença do afastamento dos sarcômeros associado a estimulação das unidades motoras que levam a um retardamento da atrofia.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O resultado desta revisão permite observar que quando a DPF for ocasionada por um desequilíbrio muscular, a utilização da EENM de média frequência pode ser utilizada associada a exercícios resistidos como coadjuvante ao tratamento, tanto para se obter um reequilíbrio muscular quanto para o alívio da dor. Além disso pode ser utilizada tanto para o fortalecimento muscular quanto para estética. Por fim, torna-se necessário a realização de novos estudos de intervenção para uma melhor compreensão desta modalidade terapêutica.

REFERÊNCIAS

1. Peccin M, Ciconelli R, Cohen M. Questionário específico para sintomas do joelho "Lysholm Knee Scoring Scale" – tradução e validação para a língua portuguesa. Acta Ortop. Bras. 2006;14 (5):268-72.
2. Asplund C, Pierre PS. Knee pain and bicycling: fitting concepts for clinicians. Phys Sportsmed. 2004;32(4):1-10
3. Paar O, Riel KA. [Patella dislocation with special reference to cartilage damage]. Chirurg. 1982;53(8):508-13.
4. Freire M, Fernandes A, Juliano Y, Novo N, Filho M, Filho E et al. Condromalacia de patela: comparação entre os achados em aparelhos de ressonância magnética de alto e baixo campo magnético. Radiol Bras. 2006;39(3):167-74.
5. Belchior A, Arakaki J, Bevílaqua-Grossi D, Reis F, Carvalho P. Efeitos na medida do ângulo Q com a contração isométrica voluntária máxima do músculo quadríceps. Rev Bras Med Esporte. 2006;12(1):6-10.
6. Fonseca ST, Cruz ABC, Lima SS, Seixas AFAM. Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral em exercícios usados no tratamento da síndrome da dor patelofemoral. Rev Fisiot Univers SP. 2001;8(1): 1-10.
7. Cabral CMN, Melim AMO, Sacco ICN, Marques AP. Fisioterapia em pacientes com síndrome femoropatelar: comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. Acta Ortop Bras. 2008;16(3):180-5.

8. Borges FS, Valentim EC. Tratamento da flacidez e diástase do reto-abdominal no puerpério de parto normal com o uso de eletroestimulação muscular com corrente de média freqüência – estudo de caso. *Rev Bras Fisioter Dermato-Funcional*. 2002;1(1):1-8.
9. Grillo DE, Simões AC. Atividade física convencional (musculação) e aparelho eletroestimulador: um estudo da contração muscular. *Estimulação elétrica: mito ou verdade?* Rev Mackenzie Educ Fis Esporte. 2003;2(2):31-43.
10. Matheus JPC, Gomide LB, Oliveira JGP, Volpon JB, Shirmano AC. Efeitos da estimulação elétrica neuromuscular durante a imobilização nas propriedades mecânicas do músculo esquelético. *Rev Bras Med Esporte*. 2007;13(1): 55-9.
11. Briel AF, Pinheiro MF, Lopes L G. Influência da corrente russa no ganho de força e trofismo muscular dos flexores do antebraço não dominante. *Arq Cienc Saúde Unipar*. 2003;7(3):205-10.
12. Pelizzari C, Mazzanti A, Raiser A, Lopes A, Graça D, Salbego F et al. Estimulação elétrica neuromuscular de média freqüência (russa) em cães com atrofia muscular induzida. *Ciênc Rural*. 2008;38(3):736-42.
13. Modlin M, Forstner C, Hofer C, Mayr W, Richter W, Carraro U et al. Electrical stimulation of denervated muscles: first results of a clinical study. *Artif Organs*. 2005;29 (3):203-6.
14. Augusto DDA, Ventura PP, Nogueira JFS, Brasileiro JS. Efeito imediato da estimulação elétrica neuromuscular seletiva na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*. 2008;10(2):155-60.
15. Beviláqua-Grossi D, Felicio LR, Leocádio LP. Análise do tempo de resposta reflexa dos músculos estabilizadores patelares em indivíduos com síndrome da dor patelofemoral. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(1):26-30.
16. Santos GM, Ries LGK, Sperandio FF, Say KG, Pulzatto F, Pedro VM. Tempo de início da atividade elétrica dos estabilizadores patelares na marcha em sujeitos com e sem síndrome de dor femoropatelar. *Fisioter Mov*. 2011;24(1):125-32.
17. Cabral CMN, Melin AMO, Neves Sacco ICN, Marques AP. Fisioterapia em pacientes com Síndrome Femoropatelar: Comparação de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada. *Acta Ortop Bras*. 2008;16(3):180-5.
18. Nakagawa TH, Muniz TB, Baldon RM, Maciel CD, Reiff RB, Serrão FV. The effect of additional strengthening of hip abductor and lateral rotator muscles in patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled pilot study. *Clin Rehabil*. 2008;22(12):1051-60.
19. Jennifer E, Anne Z. A Proximal Strengthening Program Improves Pain, Function, and Biomechanics in Women With Patellofemoral Pain Syndrome. *Am J Sports Med*. 2011;39(1):154-63.
20. Belchior ACG, Arakaki JC, Beviláqua-Grossi D, Reis FA, Carvalho PTC. Efeitos na medida do ângulo Q com a contração isométrica voluntária máxima do músculo quadríceps. *Rev Bras Med Esporte*. 2006 ;12(1): 6-10.
21. Beviláqua-Grossi D, Felicio LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro V. Avaliação eletromiográfica dos músculos estabilizadores da patela durante exercício isométrico de agachamento em indivíduos com síndrome da dor femoropatelar. *Rev Bras Med Esporte*. 2005;11(3):159-63.
22. Silva RT, Knorr LF, Lopes RF, Knorr L, Navarro F. Comparação entre os efeitos do uso de Eletroestimulação Neuromuscular associada ao treinamento de força com somente treinamento de força em exercício de membros inferiores durante oito semanas. *Rev Bras Prescr Fisiol Exerc*. 2007;1(5):1-10.
23. Duarte MG, Silva TCD. O alongamento dos isquiotibiais associado à eletroestimulação neuromuscular visando maior amplitude de movimento de flexão de quadril. *Rev Movimenta*. 2009;2(3):67-73.
24. Ávila MA, Brasileiro JS, Salvini TF. Electrical stimulation and isokinetic training: effects on strength and neuromuscular properties of healthy young adults. *Rev Bras Fisioter*. 2008;12(6):435-40.
25. Bily W, Trimmel L, Mödlin M, Kaider A, Kern H. Training program and additional electric muscle stimulation for patellofemoral pain syndrome: a pilot study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2008;89(7):1230-6.
26. Santos FM, Rodrigues RGS, Trindade-Filho EM. Exercício físico versus programa de exercício pela eletroestimulação com aparelhos de uso doméstico. *Rev Saúde Pública*. 2008;42(1):117-22.
27. Billot M, Martin A, Paizis C, Cometti C, Babault N. Effects of an electrostimulation training program on strength, jumping, and kicking capacities in soccer players. *J Strength Cond Res*. 2010;24(5):1407-14.