

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA
NEUROMUSCULAR SELETIVA DO MÚSCULO VMO EM PACIENTES
COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR

DENISE DAL'AVA AUGUSTO

Natal
2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO
MÚSCULO VMO EM PACIENTES COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR

DENISE DAL'AVA AUGUSTO

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.
Orientador: Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro.

**Natal
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia:
Prof. Ricardo Oliveira Guerra

Divisão de Serviços Técnicos

Catálogo da Publicação na Fonte. UFRN / Biblioteca Central Zila Mamede

Augusto, Denise Dal'Ava

Efeito imediato da estimulação elétrica neuromuscular seletiva do músculo VMO em pacientes com síndrome da dor femoropatelar / Denise Dal'Ava Augusto – Natal, RN, 2010. 86 f.

Orientador : Jamilson Simões Brasileiro

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

1. Eletromiografia 2. Estimulação Elétrica Neuromuscular 3. Reabilitação 4. Vasto Medial Oblíquo.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO
MÚSCULO VMO EM PACIENTES COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jamilson Simões Brasileiro - Presidente – UFRN

Prof. Dr. Rinaldo Roberto de Jesus Guirro – USP – Ribeirão Preto

Prof. Dr. Heleodório Honorato dos Santos – UFPB

Aprovada em 13/05/2010

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho como um troféu em homenagem aos meus pais Nilson e Lourdes, minha fonte de inspiração e meu porto seguro.

AGRADECIMENTOS

A DEUS por estar sempre presente na minha vida e guiando meus passos, para que eu siga sempre com dignidade e humildade os caminhos que ele determinar.

Ao meu orientador **Jamilson** que ao longo desta caminhada se transformou em muito mais do que isso, se transformou em um verdadeiro amigo. Obrigada por sempre acreditar em mim e me incentivar. Você foi muito além de uma orientação, você me mostrou o verdadeiro papel de um professor e fez com que eu me apaixonasse pela pesquisa e por esta profissão tão importante que eu quero seguir de agora em diante. Espero contar com sua ajuda sempre. Muito obrigada!!!

A minha família, em especial minha irmã **Juliana**, por estar sempre disposta a ajudar nos momentos de problemas operacionais (como o computador etc), na organização da festa e por me apoiar em todos os momentos da minha vida. As brigas de criança nos transformaram em grandes amigas e companheiras. Aos meus pais, **Lourdes e Nilson** que sempre estiveram ao meu lado e me proporcionaram a oportunidade de me dedicar aos estudos, sabendo que esta é a melhor e mais valiosa herança que eles podem me deixar. Ao meu pai que sempre foi também um pesquisador e sempre teve o sonho de fazer um mestrado, e pode ver agora este sonho realizado em mim. A minha mãe e amiga que sempre esteve ao meu lado, me apoiando e me mostrando com sua força que somos capazes de ir adiante e realizar nossos sonhos. Esta conquista é parte do que ele me ensinou. E a minha avó, **Tereza** também sempre presente e mesmo com todas as dificuldades impostas pela idade, sempre se preocupou com meu bem-estar.

Ao meu noivo **Marcus**, pelo amor e companheirismo que construímos ao longo destes vários anos. Sempre me apoiou na minha vida profissional e sempre aceitou e compreendeu as minhas ausências, principalmente nos últimos meses, com sua extrema paciência peculiar. E também pelo apoio durante toda a construção deste trabalho. Obrigada por fazer parte da minha vida. Te amo!!!

A amiga **Nícia**, companheira de mestrado e eterna amiga. Ahh quase uma irmã siamesa. Amiga eu poderia dispensar os comentários sobre você, pois todos aqui lhe conhecem, mas não poderia deixar de dizer o quanto você foi importante nesta etapa da minha vida. Não conheci uma pessoa tão disposta e tão pronta para ajudar a todos em qualquer momento, como você. Estamos sendo separadas fisicamente com o término do mestrado, mas nossa amizade permanecerá mesmo com a distância. Obrigada por tudo, pelos momentos no laboratório, pelas viagens e até pela brigas, pois acredito que crescemos muito juntas.

Aos amigos da base que contribuíram muito com meu trabalho por meio das discussões de quinta – feira à noite na nossa base de pesquisa. Em especial as amigas Rafaela e Ivy por estarem presentes nas minhas coletas e também pela amizade que construímos. Ao Caio, pela amizade desde a época da faculdade e pela imensa contribuição científica. Ao novo amigo Francisco que participou da fase final deste trabalho, mas que também contribuiu muito com o resultado final. As amigas Ariane, Liane, Amanda, Paulinha e Angélica por estarem sempre disponíveis a me ajudar nas coletas.

Não poderia deixar de agradecer a todas as voluntárias que participaram do estudo, sem as quais não poderia ser realizado. O meu muito obrigado pela ajuda e disponibilidade de todas.

Aos amigos de trabalho: Lidiane, Kelly, Demétrius e Renato. Sempre me substituindo nos meus momentos de ausência. Em especial a Kelly e Lidiane por se mostrarem tão amigas e presentes nesta fase da minha vida.

Ao Dr. Manuel Genn – Trauma Center pelos pacientes encaminhados para a realização da pesquisa e por todo apoio oferecido a mim.

Aos amigos da turma paw de Fisioterapia, por sempre me apoiarem e terem construído comigo um conhecimento sólido. Amigos presentes em todos os momentos que mesmo distante sempre torceram e acreditaram no meu sucesso.

Em especial as amigas Ana Tereza e Aline, as próximas vítimas deste tão maravilhoso momento.

Aos colegas da turma de mestrado, por toda ajuda e por momentos agradáveis juntos. A conquista de cada um significa muito pra todos nós.

Aos professores da banca de qualificação: Fábio Serrão e Túlio Souza por suas excelentes contribuições no processo de construção deste resultado final. Responsáveis também pelo êxito final.

Aos professores da banca de defesa: Rinaldo Guirro e Heleodório Santos. Por aceitarem vir de longe para contribuir com meu crescimento científico. Muito obrigada pelas contribuições.

Aos professores Ricardo Guerra, Ana Raquel, Selma Bruno e Gardênia, por contribuírem com minha formação na pós graduação.

A todos os professores da UFRN que participaram da minha formação na graduação. Todos contribuíram para o meu crescimento acadêmico e pessoal e ajudaram a me colocar neste caminho tão prazeroso da pesquisa e docência.

Aos funcionários do departamento Marcos, João, Patrícia e as meninas da segurança que contribuíram e permitiram que eu estivesse mais tempo na Universidade do na minha própria casa realizando este trabalho.

SUMÁRIO

Dedicatória	v
Agradecimentos	vi
Listas	x
Resumo	xiv
Abstract	xv
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Revisão de literatura.....	3
1.2 Justificativa.....	8
1.3 Objetivos.....	9
1.4 Hipóteses.....	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1 Caracterização da pesquisa.....	11
2.2 População e amostra.....	11
2.3 Instrumentos.....	12
2.4 Procedimentos de coleta de dados.....	14
2.5 Protocolo de Estimulação Elétrica Neuromuscular.....	17
2.6 Análise dos dados.....	18
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
3.1 Anexação dos artigos.....	21
4. REFERÊNCIAS.....	58
5. ANEXOS.....	65
APÊNDICES.....	70

Listas

Lista de figuras

Figura 01: Eletromiógrafo de 8 canais e eletrodo ativo diferencial simples de superfície utilizados no experimento (EMG System do Brasil Ltda.).

Figura 02: Sistema de Dinamometria Isocinética utilizado no experimento (modelo *Multi-joint System 3 Pro* da marca *Biodex*).

Figura 03: Eletroestimulador utilizado no experimento (*Ibramed, Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos, Brasil*).

Figura 04: Posicionamento da voluntária na cadeira do dinamômetro isocinético.

Figura 05: Posicionamento dos eletrodos para registro eletromiográfico nos músculos VMO e VL.

Figura 06: Posicionamento dos eletrodos para estimulação elétrica neuromuscular seletiva do músculo VMO.

Artigo 01: - AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E ISOCINÉTICA EM MULHERES COM SDFP COMPARADAS AO GRUPO CONTROLE.

Figura 01: Média dos valores brutos (DP) da relação VMO/VL.

Artigo 02: - EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO VMO EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR.

Figura 01: Posicionamento dos eletrodos para estimulação elétrica neuromuscular seletiva do músculo VMO.

Figura 02: Média e desvio-padrão dos valores da razão VMO/VL, durante as contrações concêntrica e excêntrica, em ambos os grupos, antes e após a eletroestimulação.

Lista de tabelas:

Tabela 01: Caracterização da amostra. Valores da média \pm desvio padrão da idade (em anos), do índice de massa corporal (IMC, em Kg/m²) e do Kujala Patelofemoral Pain Score, nos grupos controle e SDFP.

Artigo 01: - AVALIAÇÃO ISOCINÉTICA E DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA EM MULHERES COM SDFP COMPARADAS AO GRUPO CONTROLE.

Tabela 01: Média e desvio-padrão dos valores da diferença no tempo de início da ativação entre os músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL), nos dois grupos de estudo, durante a contração concêntrica e excêntrica.

Tabela 02: Média e desvio-padrão dos valores do Pico de Torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc) e da Potência (P) nos dois grupos de estudo, durante a contração concêntrica e excêntrica.

Artigo 02: - EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO VMO EM MULHERES COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR.

Tabela 01: Caracterização da amostra. Valores da média \pm desvio padrão da idade (em anos), do índice de massa corporal (IMC, em Kg/m²) nos grupos controle e SDFP.

Tabela 02: Média (\pm DP) da intensidade de ativação (RMS) normalizada pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM), do músculo Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL) durante as contrações concêntrica e excêntrica, antes e após a eletroestimulação, para ambos os grupos.

Tabela 03: Média (\pm DP) dos valores do tempo de início da ativação muscular (*onset*) do Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL), durante as contrações

concêntrica e excêntrica em extensão isocinética do joelho, antes e após a estimulação elétrica em ambos os grupos de estudo.

Tabela 04: Média (\pm DP) dos valores do pico de torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc), e potência (P) do músculo quadríceps durante a extensão isocinética concêntrica e excêntrica do joelho, no grupo controle.

Tabela 05: Média dos valores (DP) do pico de torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc) e potência (P) do músculo quadríceps durante a extensão isocinética do joelho, durante as contrações concêntrica e excêntrica do grupo com SDFP.

Resumo

Introdução: A Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP) é frequentemente associada à disfunção do Vasto Medial Oblíquo (VMO). Diversos estudos têm demonstrado a impossibilidade de ativar seletivamente este músculo por meio de exercícios.

Objetivo: Avaliar os efeitos de uma única sessão de Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) seletiva do músculo VMO, em sujeitos com SDFP.

Métodos: Foram avaliadas 38 mulheres sendo 20 pertencentes ao grupo controle ($24,15 \pm 2,60$ anos) e 18 com diagnóstico de SDFP ($25,56 \pm 3,55$ anos). Ambos avaliados antes e após um protocolo de eletroestimulação. Para medida de comparação dos grupos antes e depois do tratamento, foram avaliados, o desempenho isocinético, a intensidade de ativação muscular (*Root Mean Square – RMS*) e o início da ativação (*onset*) do VMO comparado ao vasto lateral (VL). Para análise estatística foi utilizado o programa SPSS 15.0, com um nível de significância de 5%. **Resultados:** Nossos dados mostraram um aumento na intensidade de ativação (RMS) do músculo VMO após a EENM, em ambos os grupos de estudo. Durante a contração concêntrica o RMS do VMO antes da EENM foi $105,69 \pm 32,26$ μ V e depois de uma única intervenção foi de $122,10 \pm 39,62$ μ V ($p=0,048$) para o grupo controle. No grupo com SDFP, encontramos um comportamento semelhante, com RMS do VMO antes da EENM de $96,25 \pm 18,83$ μ V e $139,80 \pm 65,88$ μ V depois da intervenção ($p=0,0001$). Entretanto, não foi evidenciada alteração no valor RMS do músculo VL. O *onset* foi calculado através da subtração do *onset* do VL pelo *onset* do VMO. Para o grupo com SDFP, o *onset* antes da intervenção foi de $-0,007 \pm 0,14$ ms, evidenciando um atraso do VMO em relação ao VL, e após a EENM foi $0,074 \pm 0,09$ ms ($p=0,016$), mostrando uma ativação do VMO anterior ao VL. O mesmo ocorreu para o grupo controle. Observamos também que a EENM aumentou a potência extensora do joelho, durante a contração concêntrica em ambos os grupos. Antes da intervenção a média da potência era de $28,97 \pm 9,01$ W para o grupo SDFP e depois da EENM foi de $34,38 \pm 7,61$ W ($p=0,0001$). **Conclusão:** Observou-se um aumento na atividade eletromiográfica do VMO após a eletroestimulação, além de um efeito antecipatório deste músculo

Palavras-chave: Eletromiografia, Estimulação Elétrica Neuromuscular, Reabilitação, Vasto Medial Oblíquo.

Abstract:

Introduction: Patellofemoral pain syndrome (PFPS) is described as anterior or retro-patellar pain knee in the absence of other pathologies and is frequently associated with dysfunction of the vastus medialis oblique (VMO). However, several studies have demonstrated the inability to selectively activate this muscle through exercise.

Objective: To evaluate the effect of Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) selective VMO in women with syndrome. **Methods:** We evaluated thirty-eight women: twenty in the control group (24.15 ± 2.60 years) and eighteen diagnosed with

PFPS (25.56 ± 3.55 years). Both groups were evaluated before and after a protocol of electro stimulation. To measure for comparing groups before and after treatment, we assessed the extensor torque concentric and eccentric knee through an isokinetic dynamometer, the intensity (Root Mean Square - RMS) and the onset of activation (*onset*) of VMO compared to the vastus lateralis (VL) in two types of exercise: open and closed kinetic chain. . Statistical analysis was performed using SPSS 15.0, with a significance level of 5%. **Results:** Our data showed an increase in the intensity of

activation (RMS) of the VMO muscle after NMES in both study groups. During concentric contraction the RMS of the VMO before the NMES was $105.69 \pm 32.26 \mu\text{V}$ and after a single intervention was $122.10 \pm 39.62 \mu\text{V}$ ($p = 0.048$) for the control group. In the group with PPS, we found a similar behavior, with RMS of the VMO before NMES of $96.25 \pm 18.83 \mu\text{V}$ and $139.80 \pm 65.88 \mu\text{V}$ after the intervention ($p = 0.0001$). However, there was no evidence in the RMS value of VL muscle. The *onset* was calculated by subtracting the *onset* of VL by the *onset* of VMO. For the group with PFPS, the *onset* before the intervention was -0.007 ± 0.14 ms, indicating a delay of the VMO relative to VL, and after NMES was 0.074 ± 0.09 ms ($p = 0.016$), showing an activation previous VMO to VL. The same occurred for the control group. We also observed that NMES increased knee extensor power during the concentric contraction in both groups. Before the intervention the mean power was 28.97 ± 9.01 W for the PPS group and after NMES was 34.38 ± 7.61 W ($p = 0.0001$). **Conclusion:** We observed an increase in electromyographic activity of the VMO and also an anticipatory effect of this muscle.

Keywords: Electromyography, Neuromuscular Electrical Stimulation, Rehabilitation, Vastus Medialis Oblique

1- INTRODUÇÃO

A Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP) é descrita como uma dor anterior ou retro-patelar do joelho na ausência de outras patologias associadas¹. O quadro doloroso pode ser intensificado após a realização de atividades como: correr, agachar-se, subir e descer escadas ou ladeiras, permanecer muito tempo sentado ou levantar-se da posição sentada². Estas atividades aumentam as forças de compressão femoropatelar provocando dor nestes pacientes³.

Embora os fatores etiológicos da SDFP ainda sejam incertos, alguns autores^{1,4} apontam alterações biomecânicas do membro inferior como a principal causa.

Na SDFP a atividade relativa do músculo Vasto Medial Oblíquo (VMO) e do Vasto Lateral (VL) tem sido comumente estudada⁵. Na população assintomática, o VMO deve ser ativado antes do VL para evitar a prevalência de força lateral exercida pela ação deste músculo². Alguns estudos têm mostrado um desequilíbrio no tempo de ativação do VMO e do VL em sujeitos com SDFP^{1,2,6,7}.

Tratamentos conservadores para tal patologia normalmente consistem em uma variedade de componentes desenvolvidos para melhorar o alinhamento patelar⁸, sendo o tratamento cirúrgico indicado somente quando não há melhora do quadro com o tratamento conservador⁹.

As metas da reabilitação da SDFP são maximizar a força do quadríceps enquanto se minimiza a força de reação e estresse na articulação femoropatelar⁴. Assim, a reabilitação visa melhorar a trajetória patelar dentro da tróclea do fêmur e conseqüentemente aliviar a dor na articulação femoropatelar².

Recentemente, a Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) no músculo quadríceps tem sido estudada como forma de tratamento na SDFP^{10,11}, principalmente pelo insucesso em se encontrar exercícios que fortaleçam o músculo VMO de forma seletiva. Além disso, esta técnica não causa irritação na articulação femoropatelar, conseqüentemente, não piora os sintomas relacionados aos exercícios físicos¹¹.

Desta forma, o estudo pretende avaliar os efeitos imediatos de uma única sessão de eletroestimulação nos valores da amplitude e *onset* eletromiográficos dos músculos VMO e VL e nos valores isocinéticos de extensão concêntrica e excêntrica do joelho. Para a avaliação foram utilizados um eletromiógrafo de 8 canais (EMG System do Brasil) além de um dinamômetro isocinético computadorizado (Biodex Multi Joint System 3 Pro).

1.1 Revisão de Literatura

1.1.1 Características Clínicas e Biomecânicas da Síndrome da Dor Femoropatelar:

A SDFP é uma das mais freqüentes desordens do joelho, incluindo aproximadamente 25% dos diagnósticos ortopédicos, sendo a dor caracterizada pela hiperpressão patelar, resultante de alterações estruturais e biomecânicas do membro inferior. Esta disfunção afeta freqüentemente atletas e mulheres jovens sedentárias¹². Embora a incidência exata da SDFP não esteja bem documentada, estudos revelam que esta patologia afeta pessoas com faixa etária entre 10 e 35 anos, numa ocorrência de três a quatro vezes mais em mulheres do que em homens¹³.

Um grande número de fatores mecânicos contribui para o desenvolvimento da SDFP. Estes fatores podem estar localizados no joelho, como a retração das estruturas laterais, a variação na forma e no tamanho da patela, instabilidade patelar e também insuficiência do VMO. Além disso, podemos identificar fatores etiológicos na articulação do quadril, como a anteversão pélvica, aumento do ângulo Q, rotação femoral exacerbada e fraqueza dos músculos do quadril. Por fim, alterações na articulação do tornozelo também podem contribuir para o desenvolvimento da SDFP, como a excessiva pronação do pé¹⁴. Pelo caráter multifatorial desta patologia, a causa da dor não é a mesma para todos os pacientes¹⁵.

Segundo Fonseca e colaboradores¹⁶, a tração lateral anormal da patela é a hipótese mais aceita para o desenvolvimento da SDFP, devido a um desequilíbrio neuromuscular entre o VMO e VL, causado por uma diminuição na ativação muscular do VMO. Esse desequilíbrio poderia ser causado por distúrbios do mecanismo neurofisiológico, por atrofia do VMO ou ainda por inserção inadequada do VMO e VL.

O músculo VMO tem um importante papel na estabilização patelar. A fraqueza deste músculo em relação a outras porções do quadríceps e o padrão inadequado de ativação do mesmo em relação ao VL tem sido demonstrada em pacientes com a síndrome¹⁷. Thomée e colaboradores¹⁸ argumentaram que a combinação do mau alinhamento e do déficit da função muscular pode aumentar o risco de sobrecarga e conseqüentemente da SDFP.

No caso dos músculos estabilizadores da patela, existe consenso de que, a ação equilibrada do VMO e VL resulta em uma cinemática adequada da patela movimentando-se no sulco troclear do fêmur durante o movimento de flexão e extensão do joelho. Assim, o momento de ativação muscular tem importante papel no equilíbrio das forças musculares resultantes ao iniciar o movimento de extensão do joelho, e a análise da diferença no *onset* entre esses dois músculos tem sido o parâmetro eletromiográfico mais utilizado^{1,13,15,17}.

Além das alterações em parâmetros eletromiográficos, alguns estudos também têm demonstrado uma redução significativa na força e na produção de torque excêntrico máximo em sujeitos com SDFP comparado a sujeitos sem a patologia^{11,19}.

Desta forma, de acordo com a literatura, indivíduos com SDFP apresentam fraqueza e uma ativação atrasada do VMO, assim como uma redução global na força do quadríceps, o que resulta em uma tração lateral anormal da patela, desencadeando dor nestes indivíduos.

1.1.2 Programas de Reabilitação na Síndrome da Dor Femoropatelar:

O tratamento conservador é sempre a primeira escolha para indivíduos com SDFP e os exercícios têm sido amplamente aceitos e rotineiramente aplicados como principal método de tratamento²⁰.

Os protocolos de reabilitação para estes indivíduos têm objetivado o fortalecimento seletivo do músculo VMO para restabelecer a função normal da articulação femoropatelar¹². Estes programas de reabilitação são normalmente baseados em exercícios em cadeia cinética aberta e fechada^{1,4,21,22}.

Numerosos estudos examinaram diferentes exercícios para diminuir a dor e aumentar a atividade do VMO em pacientes com SDFP^{4,23,24,25}. No entanto, os estudos têm mostrado que não há ativação seletiva do VMO em exercícios de fortalecimento do quadríceps^{25,26}, em exercícios incorporando adução do quadril^{22,27,28} ou em exercícios com rotação medial da tibia²⁹.

Cerny e colaboradores²³ avaliaram a relação entre os músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral através da eletromiografia de superfície, em sujeitos com SDFP. Foram comparados os valores de sujeitos saudáveis (n=21) e sujeitos com SDFP (n=10) em diversos exercícios propostos para o tratamento e o uso do *tapping* patelar, não observando alteração da relação na ativação dos músculos entre os

grupos. Eles concluíram que nenhum exercício realizado foi capaz de ativar seletivamente o músculo VMO.

Outros estudos objetivaram avaliar o efeito da adução e rotação do quadril associadas aos exercícios de fortalecimento do quadríceps. Coqueiro e colaboradores²⁷ avaliaram 20 mulheres (10 saudáveis e 10 com SDFP) em exercícios de agachamento associado à contração isométrica máxima de adução do quadril. Os resultados mostraram que apesar de não haver uma ativação seletiva do VMO em relação ao VL, o agachamento associado à adução do quadril aumentou a ativação de ambos os músculos VMO e VL.

Earl e colaboradores²², também avaliaram o efeito da adução do quadril associada ao semi-agachamento em sujeitos sem história de SDFP e concluíram, assim como o estudo de Coqueiro e colaboradores²⁷, que não houve ativação seletiva do VMO, mas sim um aumento em ambos, na ativação do VMO e do VL.

Hertel e colaboradores³⁰ avaliaram 80 sujeitos sem história de dor ou lesão no joelho. Eles avaliaram os dados eletromiográficos do VMO, VL e glúteo médio em exercícios de agachamento unipodal simples e associados com adução e abdução de quadril. Os resultados mostraram que os exercícios associando adução ou abdução do quadril não melhoraram a razão VMO/VL, não ocorrendo ativação seletiva do VMO em nenhum dos casos estudados.

Gramani-Say e colaboradores³¹ avaliaram o efeito da rotação do quadril na atividade elétrica dos músculos VMO, Vasto Lateral Oblíquo (VLO) e Vasto Lateral Longo (VLL) no agachamento a 45° de flexão do joelho associado à posição neutra, à 45° de rotação lateral e à 15° e 30° de rotação medial de quadril. Eles compararam um grupo controle saudável e um grupo com SDFP e os resultados mostraram que a rotação do quadril assim como a adução, não alterou a atividade elétrica das porções do quadríceps em nenhum dos grupos.

Lam e Ng²⁴ analisaram a atividade eletromiográfica da razão VMO/VL de 16 sujeitos com SDFP, comparando diferentes posições de rotação do quadril associado ao agachamento. Elas observaram a razão VMO/VL em dois ângulos de flexão do joelho (20° e 40°) e três posições do quadril (30° rotação medial, posição neutra e 45° rotação lateral). Os resultados não mostraram diferença entre as posições do quadril a 20° de flexão do joelho, no entanto a 40° de flexão do joelho, o exercício associado com rotação medial mostrou uma maior razão VMO/VL, evidenciando uma maior ativação do músculo VMO nestas condições.

O estudo realizado por Serrão e colaboradores²⁹, não identificou influência da rotação da tíbia sobre a amplitude de ativação do músculo VMO, observando, ao contrário, uma maior ativação do VL com a tíbia em rotação medial. Eles avaliaram a rotação tibial associada ao exercício de *leg press* horizontal.

Outros estudos foram conduzidos com o objetivo de encontrar exercícios capazes de aumentar a intensidade de ativação do músculo VMO e diminuir o desequilíbrio muscular entre as porções medial e lateral do quadríceps. Ribeiro e colaboradores²⁵ avaliaram a atividade eletromiográfica das diferentes porções do quadríceps em duas velocidades de extensão do joelho (60º/seg. e 120º/seg.). O estudo não encontrou nenhuma atividade seletiva do VMO.

Tang e colaboradores⁴ observaram que a máxima razão VMO/VL foi a 60º de flexão do joelho em cadeia cinética fechada, ocorrendo uma maior ativação seletiva do VMO nesta posição.

Witvrouw e colaboradores³² sugeriram em seu estudo que o tempo de resposta reflexa dos músculos vastos não foi alterado, após um programa de exercícios em cadeia cinética aberta e fechada de cinco semanas, no entanto houve redução da dor neste período de acompanhamento. Estes autores avaliaram a dor, por meio da escala visual analógica.

Mirzabeigi e colaboradores²⁶ avaliaram a atividade eletromiográfica das porções do quadríceps em nove diferentes exercícios. No entanto, também não verificaram nenhuma ativação seletiva do VMO em relação aos outros componentes do quadríceps.

De acordo com a literatura, ainda não encontramos um consenso quanto à melhor forma de ativar seletivamente o músculo VMO e conseqüentemente reduzir as forças de compressão lateral na articulação femoropatelar.

1.1.3 Eletroestimulação na Síndrome da Dor Femoropatelar:

A EENM tem sido prescrita como parte de programas de reabilitação do quadríceps para várias patologias do joelho, assim como para treinamentos esportivos³³. Os protocolos de estimulação elétrica com o objetivo de aumentar o desempenho de músculos com disfunção são amplamente aceitos e demonstrados, tanto em pesquisas científicas, como na prática clínica³⁴.

Tem sido mostrado que a EENM (isolada ou em associação com exercícios) é capaz de aumentar a ativação neural e as propriedades funcionais dos músculos do

mecanismo extensor do joelho e flexores plantares em esportistas e pacientes com osteoartrite do joelho²⁰.

Embora o uso da EENM na reabilitação do joelho e na atrofia generalizada do quadríceps se encontra bem estabelecido, isto é menos conhecido para o tratamento da SDFP³³.

Levando-se em consideração a etiologia da síndrome, a EENM poderia ser utilizada com o objetivo de aumentar o recrutamento do músculo VMO e, além disso, favorecer uma resposta antecipatória deste em relação ao VL. De acordo com Bohannon³⁵, a aplicação de estimulação elétrica no Vasto Medial (VM) poderia prevenir o deslocamento lateral patelar durante a extensão do joelho. Esta prevenção ocorreria devido à produção de uma força medial igual e oposta no VMO reduzindo a força lateral da patela em outros componentes do quadríceps.

Calaghan e Oldham³³ avaliaram o efeito de duas formas de eletroestimulação em dois grupos de sujeitos com diagnóstico da SDFP. Um grupo foi estimulado com corrente contínua de 35 Hz enquanto outro grupo teve uma corrente pulsada, modulada em cinco frequências (125, 83, 50, 2,5 e 2 Hz). Os autores observaram uma melhora significativa nos parâmetros avaliados, tais como: torque isométrico e isocinético, área de secção transversa do quadríceps e função, em ambos os grupos de eletroestimulação.

Werner e colaboradores¹⁰ realizaram EENM seletiva no músculo vasto medial oblíquo associado ao alongamento das estruturas laterais em 30 indivíduos com SDFP, durante um período de 10 semanas com frequência de duas vezes semanais. Eles observaram que após o programa de tratamento, 2/3 dos pacientes tiveram aumento significativo no torque do músculo quadríceps e na área de secção transversa do VMO, não observando alterações na área de secção transversa do VL e nem na posição patelar.

Já o estudo de Billy e colaboradores²⁰ avaliou o efeito adicional de um protocolo de eletroestimulação de oito semanas do quadríceps associado a fisioterapia convencional. Eles não encontraram efeito adicional da eletroestimulação, no entanto, eles estimularam todo o músculo quadríceps, não priorizando o VMO.

A EENM do quadríceps tem sido utilizada principalmente em protocolos que avaliam parâmetros como força, por meio da produção de torque isométrico e isocinético^{10,11,33} e atrofia muscular, por meio da área de secção transversa do

músculo^{11,33}. No entanto, poucos estudos têm avaliado o efeito desta técnica nos parâmetros de intensidade e *onset* eletromiográficos.

O estudo realizado por Garcia e colaboradores³⁶ avaliou o efeito de um programa de treinamento com EENM seletiva do VMO em 10 sujeitos portadores da SDFP. Eles avaliaram os parâmetros eletromiográficos intensidade e *onset* dos músculos VMO e VL após um período de seis semanas de eletroestimulação do quadríceps. O protocolo de EENM utilizado foi o seguinte: corrente bipolar assimétrica, com largura de pulso de 0,5 milissegundos e frequência de 50 Hz, três vezes por semana; a duração inicial de cada sessão de estimulação foi de 7 minutos (seis repetições, com tempo *ON* de 6 segundos por 12 segundos de tempo *OFF*), progredindo até 30 minutos (onze repetições, com tempo *ON* de 10 segundos por 20 segundos de tempo *OFF*) ao final do programa de estimulação. Os resultados mostraram diferença estatisticamente significativa para a razão VMO/VL, mas não para os valores de *onset*. O estudo de Augusto e colaboradores³⁷ avaliou o efeito imediato da estimulação elétrica em 18 mulheres saudáveis e também verificou aumento na razão VMO/VL imediatamente após a eletroestimulação.

1.2 Justificativa

Considerando as idéias acima expostas, originou-se o seguinte questionamento que serviu como direcionamento para esta pesquisa:

A EENM seletiva do músculo VMO altera os valores eletromiográficos deste músculo quando comparado ao músculo VL e altera também o desempenho isocinético de extensão do joelho em sujeitos com SDFP?

O tratamento da SDFP ainda é incerto, pois diversos estudos ainda não encontraram exercícios específicos de fortalecimento seletivo do VMO, sem fortalecer também o VL^{12,24,25,27}. Sendo assim, é necessário encontrar outra técnica dentro da Fisioterapia que consiga priorizar o fortalecimento do VMO.

Baseado na idéia de que a SDFP resulta de um padrão inadequado da atividade neural, apontado freqüentemente na literatura¹⁶, a EENM tem surgido como uma nova possibilidade para a ativação seletiva do VMO, na qual a reabilitação se basearia não apenas na hipertrofia ou fortalecimento do VMO, mas também em uma alteração no tempo de ativação deste músculo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Geral

- Avaliar os efeitos imediatos da EENM seletiva do VMO nos parâmetros eletromiográficos dos músculos VMO e VL e na avaliação do desempenho isocinético durante contrações concêntrica e excêntrica do joelho, em portadores da SDFP.

1.3.2 Específicos

- Analisar o RMS (*Root Mean Square*) e o *onset* dos músculos VL e VMO, durante as contrações concêntrica e excêntrica em sujeitos com síndrome e compará-los com sujeitos saudáveis;
- Comparar as variáveis isocinéticas durante as contrações concêntrica e excêntrica do quadríceps em sujeitos com SDFP e sujeitos saudáveis.

1.4 Hipóteses

H0 → A EENM seletiva do VMO não altera os parâmetros eletromiográficos deste músculo e o desempenho isocinético do quadríceps em mulheres com SDFP.

H1 → A EENM seletiva do VMO altera os parâmetros eletromiográficos deste músculo e o desempenho isocinético do quadríceps em mulheres com SDFP.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Caracterização do estudo:

Esse é um estudo experimental, considerando a análise da atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VL e variáveis do desempenho isocinético, antes e após a realização de uma única sessão de EENM. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Hospital Universitário Onofre Lopes (HUOL) sob parecer 386/09 e está de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

2.2 População e amostra:

Para o estudo foram recrutadas 38 voluntárias, com idade entre 18 e 30 anos, sendo divididas em dois grupos: 20 mulheres no grupo controle e 18 no grupo com SDFP. O grupo experimental foi composto por mulheres com diagnóstico clínico de SDFP e o grupo controle, por mulheres sem a patologia e sem história de dor no joelho. A tabela 01 apresenta a caracterização da amostra, sem diferença entre os grupos.

Tabela 01: Caracterização da amostra. Valores da média \pm desvio padrão da idade (em anos), do índice de massa corporal (IMC, em Kg/m^2) e do Kujala Patellofemoral Pain Score, nos grupos controle e SDFP.

	CONTROLE n=20	SDFP n=18	p
Idade (anos)	24,15 \pm 2,60	25,56 \pm 3,55	0,170
IMC (kg/m^2)	21,23 \pm 1,70	21,80 \pm 1,72	0,315
Kujala Patellofemoral Pain Score	98,90 \pm 2,20	83,78 \pm 10,75	0,0001 *

Teste t Student utilizado para pareamento da amostra. $p \leq 0,05$.

2.2.1. Critérios de amostragem:

As voluntárias selecionadas foram apenas do sexo feminino devido às grandes diferenças biomecânicas que ocorrem entre os gêneros³⁸ e a maior incidência desta patologia neste gênero¹².

As voluntárias com SDFP foram recrutadas em clínicas de Ortopedia local, encaminhadas com diagnóstico clínico da patologia feita por um médico ortopedista. Os critérios de inclusão no estudo foram baseados no estudo de Cowan e colaboradores¹: diagnóstico clínico de SDFP, na ausência de outras patologias

associadas no joelho. Dor de início insidioso e de origem não traumática sendo freqüentes por pelo menos um mês. Além disso, deveriam referir dor em pelo menos duas das seguintes atividades: permanecer sentado por tempo prolongado, agachar, ajoelhar-se e subir ou descer degraus. Elas deveriam também demonstrar aceitação ao uso da corrente elétrica. Não foram incluídas no estudo mulheres com história de cirurgia no membro inferior, subluxação ou deslocamento patelar, evidência clínica de lesão meniscal, patelar e/ou ligamentar ou ter realizado tratamento fisioterapêutico no último semestre.

O grupo controle foi formado por estudantes da Universidade local, com idade, índice de massa corporal e membro avaliado pareados ao grupo SDFP. Os critérios de inclusão para o grupo controle foram: não apresentar dor no joelho e ausência de cirurgias ou outras patologias no membro inferior. Qualquer voluntária poderia deixar o estudo caso apresentasse dor durante os procedimentos de coleta ou caso não suportassem o protocolo de estimulação elétrica. Seriam excluídas, caso o protocolo de avaliação não fosse executado corretamente.

2.3 Instrumentos:

Para a avaliação da atividade eletromiográfica, foi utilizado um Módulo Condicionador de sinais de 08 canais (EMG System do Brasil Ltda., Figura 01) interfaciado com um microcomputador, e um software para análise digital de sinais, AqDados (versão 5.0). Os sinais foram captados numa freqüência de aquisição de 1000 Hz e filtrados numa freqüência entre 20 e 500 Hz, conforme recomendado por DeLuca³⁹. Foram utilizados para captação da atividade elétrica dos músculos, eletrodos ativos diferenciais simples de superfície (EMG System do Brasil Ltda.), composto por duas barras paralelas de Ag/AgCl com distância intereletrodo de 1 cm (Figura 01) e um eletrodo de referência oval. Os eletrodos possuem um índice de rejeição superior a 80 dB e um ganho interno de 20 vezes. Como o ganho programado no conversor A/D é de 50 vezes, o sinal foi amplificado 1000 vezes.



Figura 01: Eletromiógrafo de 8 canais e eletrodo ativo diferencial simples de superfície utilizados no experimento (EMG System do Brasil Ltda.).

Para a avaliação do torque extensor concêntrico e excêntrico foi utilizado um Dinamômetro Isocinético Computadorizado (*Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Biomedical System Inc, New York, Figura 02*).



Figura 02 – Sistema de Dinamometria Isocinética utilizado no experimento (modelo *Multi-joint System 3 Pro* da marca *Biodex*).

Foi utilizado um eletroestimulador *Neurodin®* (*Ibramed, Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos, Brasil, Figura 03*), com forma de pulso retangular, bifásico simétrico, com freqüência de onda portadora de 2500 Hz, modulada em 50 *bursts* por segundo, duração de pulso de 200 μ s, intervalo *interburst* de 10 ms (configuração conhecida como “corrente russa”).



Figura 03: Eletroestimulador utilizado no experimento (*Ibramed, Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos, Brasil*).

2.4 Procedimentos de coleta:

No início da avaliação, as voluntárias foram informadas a respeito da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a resolução 196/96 do CNS (Anexo 01). Após a assinatura do termo, as voluntárias preencheram uma ficha de avaliação contendo identificação, dados antropométricos, como peso e altura, membro dominante e informações da patologia (Anexo 02).

Após a avaliação inicial, as voluntárias responderam um questionário para dor anterior no joelho (Kujala Patellofemoral Score) para avaliação subjetiva da patologia. O questionário é subdividido em 13 domínios e a pontuação final varia de 0 a 100, onde uma maior pontuação significa melhor função do indivíduo. Este questionário não foi utilizado para efeito de avaliação, mas apenas para diferenciação dos grupos experimental e controle.

Antes do início das avaliações, para ambos os grupos, as voluntárias realizaram um aquecimento de cinco minutos em uma bicicleta estacionária com resistência de 25 watts (selim na altura do trocânter maior do fêmur, na posição ortostática).

Os testes foram realizados antes e imediatamente após o protocolo de EENM seletiva do músculo VMO, para ambos os grupos.

2.4.1- Avaliação do torque isocinético:

Para a avaliação isocinética, as voluntárias foram posicionadas na cadeira do dinamômetro com o encosto reclinado em 5° em relação à posição vertical, com o quadril a 85° de flexão, e com a parte superior do tórax estabilizada por dois cintos em “X”, enquanto uma cinta transversa fixava a pelve. O apoio do braço de alavanca do dinamômetro foi posicionado na região distal da perna, 5 cm acima do maléolo medial, de forma a permitir um arco completo de dorsiflexão do tornozelo. O eixo mecânico de rotação do dinamômetro foi alinhado com o epicôndilo lateral do fêmur (eixo de rotação da articulação do joelho, Figura 04). O joelho foi posicionado a 90° de flexão e a voluntária foi orientada a realizar o arco de movimento completo do joelho, de 90° a 0° (contração concêntrica do quadríceps) e de 15° a 90° (contração excêntrica do quadríceps), em uma velocidade de 30°/seg. A velocidade mais baixa foi selecionada por gerar menos dor durante a realização dos testes e por esta velocidade minimizar o risco de lesões no joelho, principalmente nos meniscos.

Cada voluntária realizou uma série de cinco repetições nesta velocidade, para cada modo de contração, iniciando com a contração concêntrica seguida da excêntrica. Durante o movimento, as voluntárias receberam o mesmo comando verbal de incentivo, fornecido sempre pelo mesmo avaliador. As variáveis estudadas na dinamometria foram o Pico de Torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc), a Potência (P), o Tempo (T) e o Ângulo do pico de torque (A).

O dinamômetro isocinético também foi utilizado para a realização da normalização do sinal eletromiográfico. Desta forma, após o posicionamento da voluntária na cadeira do dinamômetro, a mesma foi orientada a realizar uma contração isométrica de extensão do joelho a 60° de flexão, por um período de 10 segundos. Durante a extensão isométrica máxima, foi captada a amplitude eletromiográfica de ativação dos músculos VMO e VL, que foram utilizadas como parâmetros de normalização, a fim de possibilitar a comparação entre os sujeitos. Os testes no dinamômetro isocinético foram realizados no membro com diagnóstico de SDFP no grupo experimental e no membro dominante ou não dominante do grupo controle, guardando um pareamento com o grupo SDFP. Para as voluntárias com

diagnóstico de SDFP bilateral, o membro com maior dor referida pela mesma foi avaliado. Antes do início dos testes, as voluntárias realizaram uma familiarização com os exercícios, realizando três contrações submáximas na velocidade determinada.



Figura 04: Posicionamento da voluntária na cadeira do dinamômetro isocinético.

2.4.2- Avaliação da atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VL:

Para registro da atividade eletromiográfica, a pele onde foram fixados os eletrodos foi tricotomizada e higienizada com álcool a 70%. Os eletrodos foram posicionados de acordo com o *SENIAM*⁴⁰. O eletrodo para o VMO foi posicionado a 80% da linha entre a Espinha Íliaca Antero-Superior (EIAS) e a linha articular do joelho, face da borda anterior do ligamento medial. O eletrodo do VL foi posicionado a 2/3 da linha que vai da EIAS ao bordo lateral da patela. O eletrodo de referência, por sua vez, foi posicionado sobre o maléolo medial do membro contralateral (Figura 05). Os eletrodos foram posicionados de modo que as superfícies de detecção estivessem orientadas perpendicularmente ao comprimento das fibras musculares⁴⁰.

O registro eletromiográfico foi realizado durante as avaliações do torque extensor isocinético concêntrico e excêntrico, no dinamômetro isocinético, e foram registrados a intensidade de ativação (RMS), o início de ativação (*onset*) e a razão VMO/VL (RMS). Bogla e colaboradores⁴¹ apontam que existe uma grande divergência de estudos mostrando o *onset* dos músculos VMO e VL na SDFP.

Alguns investigadores⁴² têm reportado ativação simultânea do VMO e VL, enquanto outros^{1,43} tem encontrado ativação atrasada do VMO. Para Bogla e colaboradores⁴¹, esta discrepância nos resultados pode ser causada entre outras razões pela identificação do *onset* muscular e do processamento do sinal.

Para avaliação do *onset*, utilizamos o protocolo determinado por Cowan e colaboradores⁴⁴, onde o *onset* é determinado pelo ponto no qual o sinal eletromiográfico ultrapassa mais de três vezes o desvio padrão por um mínimo de 25 ms, acima da linha de repouso. O *onset* final foi calculado por meio da subtração do *onset* entre os músculos VL e VMO, onde um valor negativo significa atraso do VMO em relação ao VL.

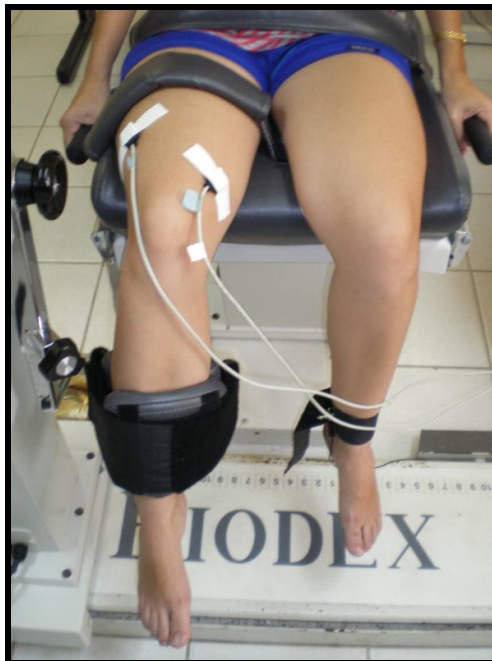


Figura 05: Posicionamento dos eletrodos para registro eletromiográfico nos músculos VMO e VL.

2.5- Protocolo de EENM:

Após a realização das avaliações pré-intervenção, as voluntárias foram encaminhadas para a EENM seletiva do músculo VMO.

O protocolo de EENM foi realizado em uma única sessão, caracterizado por 30 contrações eletricamente induzidas, onde as voluntárias foram orientadas a permanecer com o quadríceps totalmente relaxado. Os eletrodos eram de uso único e foram posicionados sobre o VMO: o eletrodo proximal no terço médio da face ântero - medial da coxa e o distal cerca de 3 cm acima do bordo supero - medial da patela (Figura 06).

O tempo de estimulação foi de seis segundos para cada contração com uma rampa de subida de dois segundos e um tempo off de doze segundos, completando um tempo de 03 minutos de estimulação, em uma sessão total de 09 minutos. A intensidade da estimulação foi determinada de acordo com cada voluntária, sendo a máxima suportada por cada uma delas e suficiente para causar uma contração intensa do músculo VMO. Durante a EENM, a voluntária permaneceu sentada na cadeira do dinamômetro com o membro avaliado fixo, para evitar a movimentação do membro com a EENM, caracterizando uma contração isométrica.



Figura 06: Posicionamento dos eletrodos para estimulação elétrica neuromuscular seletiva do músculo VMO.

2.6- Análise dos dados:

A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico *Statistical Package for the Social Science 15.0 (SPSS)*. Antes da análise de cada grupo, a normalidade na distribuição dos dados foi verificada por meio dos procedimentos da estatística descritiva e do teste Kolmogorov-Smirnov (K-S).

Na comparação entre os grupos SDFP e controle, intensidade de ativação do músculo VMO na contração concêntrica e do VL na contração concêntrica e excêntrica, pico de torque normalizado pelo peso corporal na contração concêntrica e potência na contração concêntrica, apresentaram distribuição normal, desta forma foi utilizado o teste *t* Student para amostras independentes. Já as variáveis, intensidade de ativação muscular do VMO na contração excêntrica, *onset* eletromiográfico concêntrico e excêntrico, pico de torque normalizado pelo peso corporal na contração excêntrica e potência na contração excêntrica não

apresentaram distribuição normal e foram comparadas por meio do teste de Mann-Whitney-U.

Para a comparação dos dados antes e após a EENM, as variáveis com distribuição normal foram: intensidade de ativação muscular do VL nas contrações concêntrica e excêntrica de ambos os grupos, *onset* eletromiográfico das contrações concêntrica e excêntrica do grupo com SDFP, pico de torque normalizado pelo peso corporal das contrações concêntrica e excêntrica do grupo com SDFP e na contração concêntrica do grupo controle e a potência das contrações concêntrica e excêntrica do grupo controle e da contração concêntrica do grupo com SDFP, e foram comparadas por meio do testes *t* Student pareado. As variáveis intensidade de ativação muscular do VMO nas contrações concêntrica e excêntrica de ambos os grupos, o *onset* eletromiográfico da contração concêntrica e excêntrica no grupo controle, pico de torque normalizado pelo peso corporal da contração excêntrica do grupo controle e a potência da contração excêntrica do grupo com SDFP não apresentaram distribuição normal e foram comparadas por meio do teste de Wilcoxon. Em todas as situações atribuiu-se um nível de significância de 5%.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Anexações dos artigos

Os resultados e discussões a respeito dos achados desse estudo estão apresentados nos dois seguintes artigos:

- AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E ISOCINÉTICA EM MULHERES COM SDFP COMPARADAS AO GRUPO CONTROLE.

- EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO VMO EM MULHERES COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR.

AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA E ISOCINÉTICA EM MULHERES COM SDFP COMPARADAS AO GRUPO CONTROLE

Resumo

Introdução: A Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP) é descrita como uma dor anterior ou retropatelar do joelho na ausência de outras patologias. Alguns estudos apontam o desequilíbrio entre o Vasto Lateral (VL) e Vasto Medial Oblíquo (VMO) como um dos fatores etiológicos desta síndrome, entretanto outros trabalhos não identificaram este desequilíbrio. **Objetivo:** Comparar a intensidade de ativação (RMS – *Root Mean Square*) e *onset* do sinal eletromiográfico dos músculos VMO e VL, pico de torque pelo peso corporal (PT/pc) e potência (P) durante contrações concêntrica e excêntrica entre mulheres com diagnóstico e sem diagnóstico de SDFP. **Métodos:** Foram avaliadas 38 mulheres sendo 20 pertencentes ao grupo controle ($24,15 \pm 2,60$ anos) e 18 com diagnóstico de SDFP ($25,56 \pm 3,55$ anos). Ambos os grupos realizaram: avaliação isocinética concêntrica e excêntrica em cadeia cinética aberta, simultânea ao registro eletromiográfico dos músculos VL e VMO. A análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS 15.0, atribuindo-se um nível de significância de 5%. **Resultados:** Não se observou desequilíbrio muscular entre o VL e o VMO de mulheres com SDFP comparadas a um grupo controle, nem na contração concêntrica e nem na excêntrica. Entretanto, encontrou-se um menor Pico de Torque normalizado pelo peso corporal nas mulheres com SDFP, comparadas ao controle ($185 \pm 64\%$ e $233 \pm 56\%$ respectivamente, $p=0,02$) e uma menor potência (29 ± 7 W e 38 ± 8 W, respectivamente, 0,003). **Conclusão:** Os resultados mostraram não existir um desequilíbrio muscular entre o VMO e VL em mulheres com SDFP, comparadas a controles, entretanto, observamos uma menor produção de torque e potência nesta amostra.

Palavras – chave: Eletromiografia, Joelho, Dor.

EVALUATION ISOKINETIC AND ELECTROMYOGRAPHIC ACTIVITY IN WOMEN WITH PFPS COMPARED TO THE CONTROL GROUP

Abstract:

Introduction: The patellofemoral pain syndrome (PFPS) is described as anterior or retro-patellar pain knee in the absence of other pathologies. Several studies showed the imbalance between the vastus lateralis (VL) and vastus medialis oblique (VMO) as one of the etiologic factors of this syndrome, although other studies not identified this imbalance. **Objective:** Compare the intensity of activation (RMS - Root Mean Square) and onset of the electromyographic signal of the VMO and VL, peak torque (PT) and power (P) during concentric and eccentric contractions in women with diagnosis and no diagnosis of PPS. **Methods:** We evaluated thirty-eight women: twenty in the control group (mean age 24.15 ± 2.60 years) and eighteen diagnosed with PFPS (mean age 25.56 ± 3.55 years). Both groups performed: concentric and eccentric isokinetic open kinetic chain simultaneous recording of EMG VMO and VL muscles. Statistical analysis was performed using SPSS 15.0, assigning a significance level 5%. **Results:** We found no muscle imbalance between the VMO and VL in women with syndrome compared to a control group, in the concentric contraction and eccentric. However, we found a lower peak torque normalized to body weight in women with PFPS compared with controls ($185 \pm 64\%$ and $233 \pm 56\%$ respectively, $p = 0.02$) and a lower power (29 ± 7 W and 38 ± 8 W, respectively, 0.003). **Conclusion:** The results showed there is a muscle imbalance between the VMO and VL in women with PFPS compared to controls, however, we observed a lower production of torque and power in this sample.

Keywords: Electromyography, Knee, Pain.

1. INTRODUÇÃO:

Uma das mais freqüentes desordens do joelho é a Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP), incluindo aproximadamente 25% dos diagnósticos ortopédicos, sendo definida como dor anterior ou retropatelar do joelho como resultado de alterações estruturais e biomecânicas do membro inferior^{1,3}. Esta disfunção afeta freqüentemente atletas e mulheres jovens sedentárias^{1,2}.

Dentre os fatores biomecânicos mais freqüentemente relacionados ao desenvolvimento da SDFP, destaca-se o desequilíbrio muscular dinâmico entre os componentes medial e lateral do quadríceps^{1,2} favorecendo uma tração lateral anormal da patela.

McConnel⁴ sugere que a causa primária da tração anormal da patela seja uma alteração na força ou no início da ativação muscular (*onset*) dos estabilizadores dinâmicos da patela. Alguns autores têm acreditado que ocorre um desequilíbrio entre a força de contração do vasto medial oblíquo (VMO) e do vasto lateral (VL), com o VL gerando mais força e causando uma tração lateral na patela, aumentando assim o contato com a tróclea do fêmur e provocando estresse anormal⁴.

Entretanto, Bevilaqua-grossi e colaboradores⁵ não encontraram diferenças na intensidade de ativação entre os músculos vasto lateral longo (VLL), vasto lateral oblíquo (VLO) e VMO nos agachamentos a 45° e a 60°, não evidenciando nenhum desequilíbrio muscular nesta síndrome.

Além da menor intensidade de ativação do VMO, acredita-se também em uma ativação assíncrona entre os músculos VMO e VL, com *onset* atrasado do VMO em pacientes com SDFP¹.

Como o componente medial do grupo quadríceps (VMO) tem uma área de secção transversa menor do que o compartimento lateral, tem sido sugerido que, na população assintomática, pode ser necessário que o VMO seja ativado antes do VL, para controlar a grande tração lateral⁶. O início atrasado do VMO relativo ao VL, avaliado através da eletromiografia (EMG) tem despertado muito interesse entre os terapeutas⁷. Pesquisas prévias têm demonstrado uma diferença no *onset* do VMO e VL em sujeitos com SDFP em testes reflexos, em testes de extensão resistida do joelho, marcha e subida e descida de degraus^{2,8,9,10}.

Tem sido postulado, também, que pacientes com SDFP têm uma menor razão VMO/VL do que sujeitos saudáveis^{11,12} e isto pode ser um fator

desencadeante da dor. Um aumento na razão VMO/VL implica que existe uma maior tração medial sobre a patela.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi comparar a atividade eletromiográfica, no que diz respeito à intensidade de ativação (RMS), a razão da atividade VMO/VL e o tempo de início de ativação (*onset*) entre um grupo de indivíduos com e sem SDFP e ainda comparar a avaliação do desempenho isocinético de extensão concêntrica e excêntrica do joelho entre os mesmos grupos citados anteriormente.

2. METODOS

2.1. Sujeitos

Foram avaliadas 38 mulheres, sendo 20 sem queixa de dor anterior no joelho, pertencentes ao grupo controle ($24,15 \pm 2,60$ anos) e 18 mulheres com diagnóstico clínico de SDFP ($25,56 \pm 3,55$ anos). As voluntárias do grupo com SDFP foram recrutadas em clínicas de ortopedia local, encaminhadas com diagnóstico clínico da patologia feita por um médico. Os critérios de inclusão do estudo são baseados no estudo de Cowan e colaboradores¹: diagnóstico clínico de SDFP, na ausência de outras patologias associadas no joelho, dor de início insidioso e de origem não traumática sendo freqüentes por pelo menos um mês e desencadeadas por pelo menos duas das seguintes atividades: permanecer sentado por tempo prolongado, agachar, ajoelhar-se e subir ou descer degraus. Não foram incluídas no estudo mulheres com história de cirurgia no membro inferior, subluxação ou deslocamento patelar, evidência clínica de lesão meniscal, patelar e/ou ligamentar ou ter realizado tratamento fisioterapêutico no último semestre. As voluntárias do grupo controle foram recrutadas entre estudantes da Universidade local, com idade, índice de massa corporal e membro avaliado pareados ao do outro grupo. Os critérios de inclusão para o grupo controle foram: não apresentar dor no joelho, ausência de cirurgias ou outras patologias no membro inferior. As voluntárias poderiam deixar o estudo caso apresentassem dor ou desconforto durante os procedimentos de coleta, ou caso os sinais da eletromiografia não fossem possíveis de ser analisados. Desta forma, duas voluntárias foram excluídas do grupo SDFP, por problemas no registro eletromiográfico.

2.2. Instrumentos

Para a avaliação da atividade eletromiográfica, foi utilizado um Módulo Condicionador de sinais de 08 canais (EMG System do Brasil Ltda.) e um software para análise digital de sinais, AqDados (versão 5.0). Os sinais foram captados numa frequência de aquisição de 1000 Hz e filtrados numa frequência entre 20 e 500 Hz, conforme recomendado por DeLuca¹³. Foram utilizados para captação da atividade elétrica dos músculos, eletrodos ativos diferenciais simples de superfície (EMG System do Brasil Ltda.), com um índice de rejeição superior a 80 dB e um ganho interno de 20 vezes. O sinal foi amplificado em mil vezes.

Para a avaliação do torque extensor concêntrico e excêntrico foi utilizado um Dinamômetro Isocinético Computadorizado (*Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Biomedical System Inc, New York*).

2.3. Procedimentos

Inicialmente as voluntárias preencheram uma ficha de avaliação contendo identificação, dados antropométricos e informações da patologia. Em seguida, responderam um questionário para dor anterior no joelho (*Kujala Patellofemoral Score*) para a avaliação subjetiva da patologia. Este questionário possui uma pontuação que varia entre 0 e 100, composto por 13 domínios referentes a sinais e sintomas do joelho, com uma maior pontuação significando melhor quadro clínico. Este questionário não foi utilizado para efeito de avaliação, mas apenas para diferenciação dos grupos experimental e controle.

O grupo controle apresentou uma pontuação de $98,9 \pm 2,20$ e o grupo com SDFP de $83,78 \pm 10,75$, revelando diferença significativa entre os grupos ($p=0,0001$).

Antes do início das avaliações, para ambos os grupos, as voluntárias realizaram um aquecimento de cinco minutos em uma bicicleta estacionária com resistência de 25 watts.

2.3.1. Avaliação do torque isocinético:

Para o torque isocinético, as voluntárias foram posicionadas na cadeira do dinamômetro. O joelho foi posicionado a 90° de flexão e a voluntária foi orientada a realizar o arco de movimento completo do joelho, de 90° a 0° (contração concêntrica do quadríceps) e de 15° a 90° (contração excêntrica do quadríceps), em uma

velocidade de 30°/seg. Cada voluntária realizou uma série de cinco repetições nesta velocidade para cada modo de contração. Durante o movimento, as voluntárias receberam um comando verbal de incentivo, fornecido sempre pelo mesmo avaliador. O dinamômetro isocinético também foi utilizado para a realização da normalização do sinal eletromiográfico, onde foi realizada a contração isométrica voluntária máxima a 60° de flexão do joelho durante 10 segundos. O membro avaliado foi o diagnosticado com SDFP no grupo experimental e no grupo controle foi pareado com o outro grupo. Antes do início dos testes, as voluntárias realizaram uma familiarização com os exercícios, realizando três contrações submáximas.

2.3.2. Avaliação da atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VL:

Para o registro da atividade eletromiográfica, a pele onde foram fixados os eletrodos foi tricotomizada e higienizada com álcool a 70%. Os eletrodos foram posicionados de acordo com o *SENIAM – Project*¹⁴. Os eletrodos foram posicionados de modo que as superfícies de detecção estivessem orientadas perpendicularmente ao comprimento das fibras musculares¹³. O registro eletromiográfico foi realizado durante as avaliações do torque extensor isocinético concêntrico e excêntrico no dinamômetro isocinético. O início da atividade eletromiográfica (*onset*) foi determinado segundo Cowan e colaboradores², como o ponto no qual o sinal eletromiográfico ultrapassa mais de 3 vezes o desvio padrão por um mínimo de 25 ms acima da linha de repouso. A intensidade de ativação muscular (RMS) foi dada pela média do RMS das cinco contrações em cada modo de contração.

2.4. Análise Estatística

A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico SPSS versão 15.0. A análise descritiva é apresentada através das médias e desvios-padrão das variáveis e a verificação da normalidade dos dados foi realizada por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S).

As variáveis que apresentaram distribuição normal foram as seguintes: intensidade de ativação do músculo VMO na contração concêntrica e do músculo VL na contração concêntrica e excêntrica, pico de torque normalizado pelo peso corporal na contração concêntrica e potência na contração concêntrica. As variáveis sem distribuição normal foram: intensidade de ativação do VMO na contração

excêntrica, *onset* eletromiográfico concêntrico e excêntrico, pico de torque normalizado pelo peso corporal na contração excêntrica e potência na contração excêntrica.

Na comparação entre os grupos controle e com SDFP utilizamos o teste *t Student* para amostras independentes para as variáveis com distribuição normal e o teste de Mann-Whitney U para as variáveis sem distribuição normal. Foi atribuído um nível de significância de 5%.

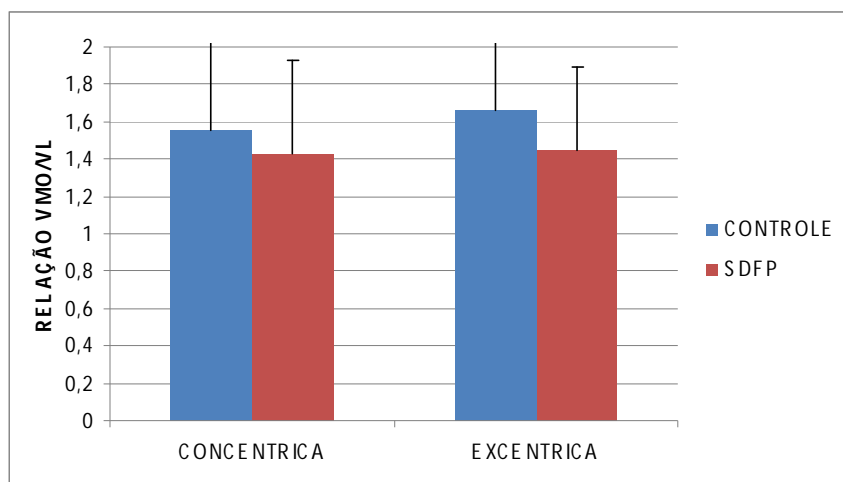
3. RESULTADOS

Atividade Eletromiográfica:

Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na comparação da análise eletromiográfica, entre os dois grupos de estudos, controle e com SDFP. No que diz respeito à intensidade de ativação (RMS), não se encontrou desequilíbrio muscular entre o VMO e o VL, tanto durante a contração concêntrica como na excêntrica, em nenhum dos grupos estudados. O RMS do músculo VMO durante a contração concêntrica, no grupo controle foi de $105,69 \text{ uV} \pm 32,26$ e o RMS do VL foi de $107,71 \text{ uV} \pm 47,85$ ($p=0,830$). Para o grupo SDFP o RMS da contração concêntrica do VMO foi de $96,25 \text{ uV} \pm 18,83$ e para o VL foi de $91,88 \text{ uV} \pm 23,891$ ($p=0,295$). A comparação da intensidade de ativação do músculo VMO na contração concêntrica entre os grupos também não foi significativa ($p=0,285$).

Durante a contração excêntrica, o RMS do músculo VMO no grupo controle foi de $112,35 \text{ uV} \pm 31,40$ e o RMS do VL foi de $102,17 \text{ uV} \pm 33,89$ ($p=0,135$). Já o grupo SDFP apresentou na contração excêntrica, RMS do VMO de $107,77 \text{ uV} \pm 32,94$ e RMS do VL de $98,98 \text{ uV} \pm 27,02$ ($p=0,220$).

Além disso, também não encontramos diferença significativa na razão entre estes dois músculos (VMO/VL), entre os dois grupos de estudo, como mostra a Figura 01.

Figura 01: Média dos valores brutos RMS (DP) da razão VMO/VL.

Teste t Studente na contração concêntrica, $p = 0,52$.

Teste de Mann-Whitney – U na contração excêntrica, $p = 0,29$.

Com relação ao início de ativação muscular (*onset*) também não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, não evidenciando nenhuma assincronia entre estes dois músculos, nem na contração concêntrica e nem na excêntrica em cadeia cinética aberta. Ao contrário, os dados mostram que a ativação muscular ocorreu simultaneamente entre os dois músculos, não importando o modo de contração. Os dados referentes à análise do tempo de início de ativação muscular dos músculos VMO e VL estão apresentadas na tabela 01.

Tabela 01: Média e desvio-padrão dos valores da diferença no tempo de início da ativação entre os músculos Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL), nos dois grupos de estudo, durante a contração concêntrica e excêntrica.

ONSET CONCÊNTRICO	MÉDIA VL – VMO ms	DP	Valor p
CONTROLE	- 0,029	0,14	0,724
SDFP	- 0,008	0,14	
ONSET EXCÊNTRICO	MÉDIA VL – VMO ms	DP	Valor p
CONTROLE	0,002	0,17	0,191
SDFP	- 0,060	0,15	

Nota: A diferença é representada pela fórmula $VMO - VL$, com valores negativos significando atraso do VMO em relação ao VL. Para a análise do *onset* concêntrico e excêntrico foi utilizado o teste de Mann-Whitney-U.

Avaliação Isocinética:

Na análise isocinética, houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos controle e SDFP nas variáveis de Pico de Torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc) e na potência (P), onde o grupo SDFP apresentou valores significativamente menores do que o grupo controle, tanto na contração concêntrica como na excêntrica (Tabela 02). No entanto, quanto aos valores de tempo do PT (T) e ângulo do PT (A), não encontramos diferença entre os grupos estudados.

Durante a contração concêntrica o grupo controle apresentou um tempo de pico de torque de $762,95 \pm 200,23$ ms e o grupo SDFP apresentou valor de $738,89 \pm 239,33$ ms ($p= 0,738$). Durante a contração excêntrica, o grupo controle apresentou $3653,50 \pm 104,59$ ms e o SDFP apresentou $3962,22 \pm 1448,44$ ms ($p= 0,373$).

O ângulo durante a contração concêntrica foi de $67,20 \pm 5,83$ graus no grupo controle e $68,33 \pm 7,60$ graus no grupo SDFP ($p= 0,607$). Durante a contração excêntrica, o ângulo do pico de torque no grupo controle foi de $69,70 \pm 4,88$ graus e no grupo SDFP foi de $69,28 \pm 5,72$ graus ($p= 0,807$).

Tabela 02: Média e desvio-padrão dos valores do Pico de Torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc) e da Potência (P) nos dois grupos de estudo, durante a contração concêntrica e excêntrica.

Pico de Torque (PT/pc)	MÉDIA	DP	Valor p
	%		
CONCÊNTRICO			
CONTROLE	233,03	56,83	
SDFP	185,68	64,71	0,022 *
EXCÊNTRICO			
CONTROLE	311,95	66,36	
SDFP	244,58	93,04	0,009*
Potência (P)	MÉDIA	DP	Valor p
	Watts		
CONCÊNTRICO			
CONTROLE	38,41	8,87	
SDFP	28,97	7,39	0,003 *
EXCÊNTRICO			
CONTROLE	28,56	7,59	
SDFP	22,67	7,39	0,016*

Nota: Na análise do PT/pc e P na contração concêntrica foram utilizados o teste t Student. Na análise do PT/pc e P na contração excêntrica foram utilizados o teste de Mann-Whitney-U.

DISCUSSÃO

Nossos resultados mostraram que não existe diferença significativa entre o padrão de recrutamento nos músculos VMO e VL de indivíduos com síndrome comparados a indivíduos controle, tanto no que diz respeito à intensidade de ativação muscular e ao tempo de ativação muscular (*onset*).

Atividade Eletromiográfica – RMS:

McConnell⁴ sugeriu que a razão VMO/VL deveria ser de 1, na população assintomática, demonstrando relativo equilíbrio destes músculos. Este equilíbrio muscular seria responsável por manter alinhada a posição da patela dentro da tróclea femoral. Entretanto no que diz respeito a indivíduos com SDFP esta relação não está totalmente clara. Alguns estudos^{15,16} apontam a presença de um desequilíbrio entre o VMO e VL, enquanto outros autores não evidenciaram tal fato.

Esta falta de consenso na literatura pode ser devido a diversos fatores metodológicos, como tipo de exercício utilizado na avaliação, tamanho da amostra, método de captar a atividade eletromiográfica e até os músculos analisados durante os exercícios.

O trabalho de Herrington e Pearson¹⁶ avaliou a atividade dos músculos VMO e VL em diferentes agachamentos com diferentes descargas de peso e encontraram que o VL apresentou uma atividade significativamente maior que o VMO nos agachamentos com 75% e 25% de sobrecarga, mas não encontraram diferenças significativas no agachamento com 50% de sobrecarga. Em nosso estudo, a descarga de peso foi apenas caracterizada pelo próprio peso corporal de cada voluntária, já que não utilizamos nenhum dispositivo de carga adicional durante o agachamento. Desta forma, não evidenciamos desequilíbrio muscular e nem assincronia entre os músculos VMO e VL, possivelmente porque a carga imposta era relativamente leve e o desequilíbrio e assincronia entre estes músculos podem aparecer somente em casos de necessidade de recrutamento adicional, em cargas impostas maiores do que o próprio peso corporal.

Bevilaqua-Grossi e colaboradores⁵ incluíram a avaliação eletromiográfica do Vasto Lateral Oblíquo (VLO), juntamente com o Vasto Lateral Longo (VLL) e o VMO. Segundo estes autores, o VLL estaria mais relacionado com o movimento de extensão do joelho, enquanto que o VLO, pela disposição de suas fibras, estaria mais relacionado com a função estabilizadora da patela, antagonista ao VMO. No

estudo em questão, os autores avaliaram o comportamento eletromiográfico dos músculos VMO, VLO e VLL, em dois tipos de agachamentos, em uma população assintomática e em uma população com a SDFP. Observaram para o grupo com SDFP que durante o agachamento a 45° e 60° nenhuma diferença foi encontrada entre os músculos VMO, VLL e VLO. Estes resultados concordam com nossos resultados, pois apesar de não avaliarmos o músculo VLO, também não evidenciamos desequilíbrio muscular entre os músculos VMO e VL durante o agachamento a 45°.

Outros estudos^{17,18} também avaliaram as razões VMO/VLL e VMO/VLO, encontrando também alteração apenas na relação VMO/VLO. O estudo de Santos e colaboradores¹⁷ avaliou um grupo de mulheres com síndrome femoropatelar e um grupo controle, sem a patologia, em 11 atividades funcionais. Eles também observaram que não existiu diferença significativa na razão VMO/VLL entre os grupos estudados, assim como nosso estudo. Entretanto, o grupo controle apresentou uma média na razão VMO/VLO de 0,79 enquanto que o grupo com SDFP apresentou uma média de 0,66.

Bessa e colaboradores¹⁸ avaliaram um grupo de mulheres com síndrome e compararam a um grupo controle em 10 exercícios comumente realizados no processo de reabilitação destes pacientes. Os resultados são semelhantes com o estudo de Santos e colaboradores¹⁷, não evidenciando diferença na razão VMO/VLL entre os grupos, no entanto encontrou uma diferença significativa na razão VMO/VLO entre os grupos. As médias da razão VMO/VLO foram 0,82 e 0,63, para o grupo controle e com SDFP, respectivamente.

Bevilaqua-Grossi e colaboradores¹⁹ avaliaram 21 indivíduos sem história de dor no joelho em dois exercícios de extensão voluntária máxima do joelho, a 15° e a 90°. A análise eletromiográfica foi realizada nos músculos VMO, VLL e no VLO. Eles não encontraram diferença significativa na atividade dos três músculos na extensão a 15° do joelho, no entanto, na extensão do joelho a 90°, os músculos VMO e VLO foram significativamente mais ativos do que o músculo VLL. Eles concluíram que o VLL é mais ativo durante a extensão terminal do joelho e está menos envolvido na estabilização da patela. Cerny²⁰ também não encontrou diferenças significativas entre os músculos VMO e VL nos grupos com e sem SDFP, corroborando com Bevilaqua-Grossi e colaboradores⁵ e com nossos achados.

Nossos resultados mostraram não existir desequilíbrio muscular entre o VMO e o VL, em mulheres com SDFP. No entanto não avaliamos a atividade eletromiográfica do VLO, como um possível antagonista ao VMO.

Além disso, diversos autores apontam outros fatores predisponentes da SDFP, proximais ao joelho, como a fraqueza dos abdutores e rotadores laterais do quadril¹². Desta forma, de acordo com os nossos resultados o desequilíbrio muscular entre o VMO e o VL pode não ser um fator predisponente da SDFP, já que não encontramos diferença na atividade eletromiográfica destes músculos. Desta forma, nossa amostra, apesar de ser composta de indivíduos com SDFP, comprovado por meio do questionário *Kujala Patellofemoral Pain*, não apresentava este desequilíbrio muscular, podendo ter o fator desencadeante da síndrome em outro componente proximal ou distal ao joelho. O grau de comprometimento da SDFP pode também ter interferido nos nossos resultados, uma vez que nossa amostra foi composta por mulheres com grau leve da síndrome ($83,78 \pm 10,75$).

Atividade Eletromiográfica – Onset:

Com relação ao início da atividade (*onset*) dos músculos VMO e VL, também não existe consenso na literatura quanto ao relativo atraso do VMO em pacientes com SDFP ou a sua antecipação em sujeitos saudáveis. De acordo com Wong⁷, esta discrepância se deve principalmente ao fato da grande variabilidade no método de detecção do início da atividade muscular (*onset*) utilizada pelos pesquisadores da área. Seis métodos foram encontrados na literatura, entre eles, o *onset* determinado pela inspeção visual, o uso de um desvio-padrão acima da linha de repouso, três e cinco desvios-padrão, o *onset* sendo o ponto de pico da amplitude normalizada RMS e o *onset* como o ponto onde atinge 5% da contração isométrica voluntária máxima.

Uma revisão realizada por Wong⁷ encontrou 12 artigos avaliando o *onset* entre os músculos VMO e VL em indivíduos com SDFP. Este autor encontrou seis trabalhos evidenciando atividade sincronizada entre os vastos^{21,12,22,23,24,25}. Entretanto, os outros seis trabalhos evidenciaram uma atividade assíncrona entre o VMO e VL nos pacientes com síndrome^{1,2,9,10,17,26}, mostrando uma ativação atrasada do músculo VMO em relação ao VL.

Na população assintomática, parece consenso que ocorre um disparo simultâneo entre os músculos VMO e VL^{12,21} o que foi evidenciado também em nosso estudo. De acordo com Cowan *et al.*² o recrutamento coincidente do VMO e

VL na população assintomática é consistente com resultados prévios e concorda com a opinião de que o *onset* dos músculos VMO e VL é relativamente equilibrado em pessoas sem nenhuma história de dor femoropatelar. Embora o VMO e o VL possam ter ações antagonistas, para o controle médio-lateral da patela, o recrutamento do VMO e do VL deve ocorrer aproximadamente no mesmo tempo para uma melhor função biomecânica do joelho, onde podem agir de forma sinérgica entre si e com o restante do quadríceps em qualquer atividade funcional.

Um recente trabalho de Bevilaqua-Grossi e colaboradores²⁷ avaliou a porcentagem de disparo inicial dos músculos VMO, VLL e VLO em sujeitos com e sem a síndrome femoropatelar. Os autores encontraram que para ambos os grupos e exercícios não foi observada diferença significativa entre os músculos VMO e VLO. Desta maneira, o estudo mostra um sincronismo entre os músculos VMO e VLO em ambos os grupos durante as atividades em CCA e CCF, confirmando os resultados de um trabalho anterior dos mesmos autores que por meio da análise da atividade eletromiográfica sugeriram que estes músculos agem em sincronia.

De acordo com nossos resultados, não foi evidenciada uma atividade assincrônica dos músculos VMO e VL, pelo contrário, os dois músculos agem de forma sincronizada durante exercícios de extensão concêntrica e excêntrica do joelho. Isto também pode ser explicado devido ao caráter multifatorial da síndrome, ou seja, nossa amostra, recrutada de forma aleatória, não apresentou diferença no *onset* dos músculos, podendo não ser este o fator desencadeante da síndrome em nossas voluntárias. Além disso, podemos supor que o tempo de exposição à síndrome pode ter algum efeito determinante nestas variáveis eletromiográficas. O tempo médio de diagnóstico das nossas voluntárias foi de 28 meses, ou seja, pode ter ocorrido um mecanismo de adaptação nestas pacientes, com o objetivo de proteger a articulação femoropatelar.

Análise Dinamométrica – Pico de Torque normalizado pelo peso corporal e Potência:

Na análise dinamométrica, observamos que os indivíduos com a SDFP apresentaram menores valores significativos para o torque normalizado pelo peso corporal e para a potência, tanto na contração concêntrica como na excêntrica.

Callaghan e Oldham²⁸ avaliaram a área de secção transversa e o pico de torque de indivíduos com SDFP e indivíduos controle, sem a patologia. Eles encontraram uma hipotrofia significativa do músculo quadríceps associada a uma

redução no pico de torque do grupo com a SDFP. Estes resultados concordam com os nossos achados, onde também encontramos um pico de torque normalizado pelo peso corporal menor no grupo com síndrome comparado ao grupo controle. Em nosso estudo, atribuímos esta redução no pico de torque e também na potência, a possível influência da dor nestes pacientes. Apesar de não mensurarmos a dor durante os testes, ela pode ter atuado num mecanismo compensatório, já que todas as voluntárias se encontravam num estágio crônico da patologia. A redução do torque e da potência nos indivíduos com SDFP pode ser um mecanismo compensatório e protetor, da articulação femoropatelar contra um aumento na pressão e conseqüentemente na dor articular.

Uma limitação do nosso estudo foi o fato de não avaliarmos o músculo VLO, como possível antagonista ao VMO. Desta forma, para estudos posteriores, sugerimos uma avaliação das três porções VMO, VLL e VLO, além da seleção de uma amostra maior.

4. CONCLUSÃO

Nosso estudo observou que não existem diferenças significativas entre os grupos controle e com SDFP quanto à análise eletromiográfica da intensidade de ativação e do início da ativação entre os músculos VMO e VL, evidenciando que em sujeitos com SDFP não se confirmou a hipótese da atividade desequilibrada e assíncrona entre estes músculos. Isto reforça a idéia do comportamento multifatorial da síndrome, evidenciando que em nossa amostra o fator desencadeante da síndrome pode ser outro componente proximal ou distal ao joelho.

Entretanto, observamos um menor pico de torque normalizado pelo peso corporal e uma menor geração de potência no grupo com SDFP comparado com o grupo controle.

5. REFERÊNCIAS

1- Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. **Altered Vastii Recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task.** Arch Phys Med Rehabil 2002; 83:989-95.

- 2- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. **Delayed onset of eletromyographic activity of vastus medialis oblique relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome.** Arch Phys Med Rehabil 2001; 82:183-9.
- 3- Tunay VB, Ergun N, Baltaci, G, Tunay S, Erden Z. **Treatment of patellar tracking and pain in patellofemoral malalignment: conservative versus surgery** Pain Clin 2003; 15(2):185-92.
- 4- McConnell J. **Management of patellofemoral problems.** Manual Therapy 1996; 1;60–6.
- 5- Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro-Pedro 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):155-8.
- 6- Grabiner M D, Koh T J, Miller G . **Fatigue rates of vastus medialis oblique and vastus lateralis during static and dynamic knee extension.** J Ortho Res 1991; 9:391-7.
- 7-Wong, Y. **Recording the vastii muscle onset timing as a diagnostic parameter for patellofemoral pain syndrome: fact or fad?** Phys Ther in Sport 2009; 10:71–4.
- 8- Grabiner M D, Koh T J, Draganich L F. **Neuromechanics of the patellofemoral joint.** Med Sci Sports and Exerc 1994; 26:10-21.
- 9- Voight M, Weider D. **Comparative reflex response times of the vastus medialis and the vastus lateralis in normal subjects and subjects with extensor mechanism dysfunction.** Am J Sports Med 1991; 10:131-7.
- 10-Witvrouw E, Sneyers C, Lysens R, Victor J, Bellemans. **Reflex response times of vastus medialis oblique and vastus lateralis in normal subjects with patellofemoral pain syndrome.** J Ortho Sports Phys Ther 1996; 24:160-5.

- 11- Souza DR, Gross MT. **Comparison of vastus medialis obliquus: vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios between healthy Subjects and patients with patellofemoral pain.** Phys Ther 1991; 71(4):310-20.
- 12- Powers CM. *Patellar Kinematics*, Part: **The influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain.** Phys Ther 2000; 80(10):956-64.
- 13- DeLuca CJ. **The use of surface electromyographic in biomechanics. Wartenweiler Conference.** Inter Soc Eletromyogr Kinesiol. Boston, 1993.
- 14- **SENIAM - project – Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles.** European Union. 1999.
- 15- Ng GYF, Zhang AQ, Li CK. **Biofeedback exercise improved the EMG activity ratio of the medial and lateral vasti muscles in subjects with patellofemoral pain syndrome.** J Electro and Kinesiol 2008; 18; 128–33.
- 16- Herrington L e Pearson S. **Does level of load affect relative activation levels of vastus medialis oblique and vastus lateralis?** J Electro and Kinesiol 2006; 16:379–83.
- 17- Santos EP, Bessa SNF, Lins CAA, Marinho AMF, Silva KMP & Brasileiro JS. **Electromyographic activity of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscles during functional activities in subjects with patellofemoral pain syndrome.** Braz J Phys Ther 2008; 12:304 10.
- 18- Bessa SNF, Santos EP, Silveira RAG, Maia PHB, Brasileiro JS. **Atividade eletromiográfica do vasto medial oblíquo em portadoras da síndrome da dor patelofemoral.** Fisio e Pesq 2008; 15(2): 157-63.
- 19- Bevilaqua-Grossi D, Pedro VM, Bérzin F. **Análise funcional dos estabilizadores patelares.** Acta Ortop Bras 2004; 12(2):99-104.

- 20- Cerny K. **Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in person with and without patellofemoral pain syndrome.** Phys Ther 1995; 75:672-83
- 21- Karst G & Willett G. **Onset timing of electromyographic activity in the vastus medialis oblique and vastus lateralis muscles in subjects with and without patellofemoral pain syndrome.** Physi Ther 1995; 75: 813–23.
- 22- Sheehy P, Burdett RG, Irrgang JJ & VanSwearingen J. **An electromyographic study of vastus medialis oblique and vastus lateralis activity while ascending and descending steps.** J Orthop & Sports Phys Ther 1998; 27:423–9.
- 23- Hinman RS, Bennell KL, Metcalf BR & Crossley KM. **Temporal activity of vastus medialis obliquus and vastus lateralis in symptomatic knee osteoarthritis.** Ame J Phys Med & Rehabil 2002; 81:684–90.
- 24- Brindle TJ, Mattacola C & McCrory J. **Electromyographic changes in the gluteus medius during stair ascent and descent in subjects with anterior knee pain. Knee Surgery.** Sports Traumatol Arthros 2003; 11: 244–51.
- 25- Bevilaqua-Grossi D, Felício LR & Leocádio LP. **Analysis of the reflex response time of the patellar stabilizer muscles in individuals with patellofemoral pain syndrome.** Braz J Phys Ther 2008; 12:26–30.
- 26- Crossley KM, Cowan S M, Bennell KL & McConnell J. **Knee flexion during stair ambulation is altered in individuals with patellofemoral pain.** J Orthop Res 2004; 22:267–74.
- 27- Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Silvério GWP. **Início da atividade elétrica dos músculos estabilizadores da patela em indivíduos com SDFP.** Acta Ortop Bras 2009; 17(5):297-9.
- 28- Callaghan MJ, Oldham JA. **Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome?** Br J Sports Med 2004; 38(3):295–9.

EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO VMO EM MULHERES COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR

Resumo:

Introdução: A Síndrome do Dor Femoropatelar (SDFP) é uma patologia caracterizada por dor anterior no joelho e o desequilíbrio muscular entre o Vasto Lateral (VL) e o Vasto Medial Oblíquo (VMO) tem sido apontado com um dos fatores etiológicos. O tratamento conservador é o mais indicado, entretanto não há na literatura registro de exercícios que fortaleçam seletivamente o VMO. **Objetivo:** Avaliar os efeitos imediatos da Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) seletiva do VMO nos parâmetros eletromiográficos deste músculo comparado ao VL e nas variáveis isocinéticas em mulheres com SDFP. **Métodos:** Foram avaliadas 38 mulheres sendo 20 pertencentes ao grupo controle ($24,15 \pm 2,60$ anos) e 18 com diagnóstico de SDFP ($25,56 \pm 3,55$ anos). Ambos os grupos realizaram o mesmo protocolo de avaliação: isocinética concêntrica e excêntrica em cadeia cinética aberta simultânea ao registro eletromiográfico dos músculos VL e VMO, antes e imediatamente após a EENM. A análise estatística foi realizada por meio do programa SPSS 15.0, atribuindo-se um nível de significância de 5%. **Resultados:** Nossos dados mostraram um aumento na intensidade de ativação (RMS) do músculo VMO após a EENM, em ambos os grupos de estudo. Durante a contração concêntrica o RMS do VMO foi de $105,69 \pm 32,26 \mu\text{V}$ para $122,10 \pm 39,62 \mu\text{V}$ ($p=0,048$) após a EENM. No grupo com SDFP, encontramos um comportamento semelhante, onde o RMS do VMO foi de $96,25 \pm 18,83 \mu\text{V}$ para $139,80 \pm 65,88 \mu\text{V}$ ($p=0,0001$) depois da intervenção. Nossos resultados também apontaram um efeito antecipatório do VMO em relação ao VL após a EENM. O *onset* (dado por VL-VMO) foi de $-0,029 \pm 0,14$ ms para $0,061 \pm 0,07$ ms ($p=0,003$) após a EENM para o grupo controle e para o grupo com SDFP foi de $-0,007 \pm 0,14$ ms para $0,074 \pm 0,09$ ms ($p=0,016$). **Conclusão:** A EENM promoveu um aumento no recrutamento de unidades motoras do VMO, somado a um efeito antecipatório na contração, além de um aumento na potência durante a contração concêntrica em ambos os grupos de estudo.

Palavras-chave: Eletromiografia, Músculo, Tratamento.

IMMEDIATE EFFECT OF SELECTIVE OF NEUROMUSCULAR ELECTRICAL STIMULATION OF THE VMO IN WOMEN WITH PATELLOFEMORAL PAIN SYNDROME

Abstract:

Introduction: Patellofemoral Pain Syndrome (PFPS) is a disease characterized by anterior knee pain and muscle imbalance between the vastus lateralis (VL) and vastus medialis oblique (VMO) has been appointed to one of the etiologic factors. Conservative treatment is the most suitable; however there is no record in the literature of exercises that selectively strengthen the VMO. **Purpose:** To evaluate the immediate effects of Neuromuscular Electrical Stimulation (NMES) selective VMO electromyographic parameters in this muscle compared to the VL muscle and in isokinetic variables in women with PFPS. **Methods:** We evaluated thirty-eight women: twenty in the control group (24.15 ± 2.60 years) and eighteen diagnosed with PFPS (25.56 ± 3.55 years). Both groups performed the same evaluation protocol: concentric and eccentric isokinetic open kinetic chain and squat to record simultaneous EMG of VMO and VL muscles, before and immediately after the NMES. Statistical analysis was performed using SPSS 15.0, assigning a significance level of 0.05. **Results:** Our data showed an increase in the intensity of activation (RMS) of the VMO muscle after NMES in both study groups. During concentric contraction the RMS of the VMO was $105.69 \pm 32.26 \mu\text{V}$ to $122.10 \pm 39.62 \mu\text{V}$ ($p = 0.048$) after NMES. In the group with PPS, we found a similar behavior, where the RMS of the VMO was $96.25 \pm 18.83 \mu\text{V}$ to $139.80 \pm 65.88 \mu\text{V}$ ($p = 0.0001$) after intervention Our results also showed an anticipatory effect of the VMO relative to VL after NMES. The *onset* (given by VL-VMO) was $-0.029 \pm 0.061 \text{ ms} \pm 0.14$ to 0.07 ms ($p = 0.003$) after the NMES in the control group and the group with PFPS was $-0.007 \pm 0.074 \text{ ms} \pm 0.14$ for $0, 09 \text{ ms}$ ($p = 0.016$). **Conclusion:** NMES promoted an increase in motor unit recruitment of the VMO, added to an anticipatory effect in the contraction, as well as an increase in power during the concentric contraction in both groups.

Keywords: Electromyography, Muscle Treatment.

1. INTRODUÇÃO

Uma das mais freqüentes desordens do joelho é a síndrome da dor femoropatelar, incluindo aproximadamente 25% dos diagnósticos ortopédicos. Esta síndrome é definida como dor anterior ou retropatelar do joelho, sendo resultado de alterações estruturais e biomecânicas do membro inferior^{1,2}.

Apesar dos fatores etiológicos da SDFP não estarem bem definidos, alguns autores destacam o desequilíbrio muscular dinâmico entre os componentes medial e lateral do quadríceps^{1,3} como um fator de favorecimento para o desenvolvimento da síndrome, por meio de uma tração lateral anormal da patela.

O tratamento conservador é sempre a primeira escolha para indivíduos com SDFP e a terapia por meio de exercícios tem sido amplamente aceita e rotineiramente aplicada como principal método de tratamento⁴. Os protocolos de reabilitação para estes indivíduos têm objetivado o fortalecimento seletivo do músculo VMO para restabelecer a função normal da articulação femoropatelar⁵. No entanto, os estudos têm mostrado que não há ativação seletiva do VMO em exercícios de fortalecimento do quadríceps^{6,7}, em exercícios incorporando adução do quadril^{8,9,10}, ou em exercícios com rotação medial da tibia¹¹.

Embora, o uso da estimulação elétrica na reabilitação do joelho e na atrofia generalizada do quadríceps encontra-se bem estabelecida, isto é menos conhecido para o tratamento da síndrome da dor femoropatelar¹².

Alguns estudos avaliaram o efeito da EENM do quadríceps em pacientes com SDFP e obtiveram resultados positivos, principalmente no que diz respeito ao aumento do torque isométrico e isocinético, a resistência à fadiga, a área de secção transversa do músculo e outros parâmetros clínicos, como dor e função^{12,13,14}.

Há certa escassez de estudos avaliando o efeito da EENM sobre os parâmetros eletromiográficos de pacientes com SDFP e também de estudos que realizem uma eletroestimulação seletiva do VMO, ao invés de estimular todo o grupo muscular do quadríceps.

Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos imediatos da EENM seletiva do músculo VMO nos parâmetros eletromiográficos deste músculo comparado ao músculo VL e nas variáveis do desempenho isocinético em portadores da SDFP.

2. MÉTODOS

Foram avaliadas 38 mulheres, sendo 20 sem queixa de dor anterior no joelho, pertencentes ao grupo controle ($24,15 \pm 2,60$ anos) e 18 mulheres com diagnóstico clínico de SDFP ($25,56 \pm 3,55$ anos). A caracterização da amostra está apresentada na tabela 01. As voluntárias do grupo com SDFP foram recrutadas em clínicas de ortopedia local, encaminhadas com diagnóstico clínico da patologia feita por um médico ortopedista. Os critérios de inclusão do estudo são baseados no estudo de Cowan e colaboradores¹: diagnóstico clínico de SDFP, na ausência de outras patologias associadas no joelho; dor de início insidioso e de origem não traumática sendo freqüentes por pelo menos um mês. Além disso, as voluntárias deveriam referir dor em pelo menos duas das seguintes atividades: permanecer sentado por tempo prolongado, agachar, ajoelhar-se e subir ou descer degraus. Não foram incluídas no estudo mulheres com história de cirurgia no membro inferior, subluxação ou deslocamento patelar, evidência clínica de lesão meniscal, patelar e/ou ligamentar ou aquelas que realizaram tratamento fisioterapêutico no último semestre.

As voluntárias do grupo controle foram recrutadas entre estudantes da Universidade local, com idade, índice de massa corporal e membro avaliado, pareados ao outro grupo. Os critérios de inclusão para o grupo controle foram: não apresentar dor no joelho, ausência de cirurgias ou outras patologias no membro inferior. As voluntárias poderiam deixar o estudo caso apresentassem dor ou desconforto durante os procedimentos de coleta, ou caso os sinais da eletromiografia não fossem possíveis de ser analisados. Desta forma, duas voluntárias foram excluídas do grupo SDFP, por problemas no registro eletromiográfico.

Tabela 01: Caracterização da amostra. Valores da média \pm desvio padrão da idade (em anos), do índice de massa corporal (IMC, em Kg/m^2) nos grupos controle e SDFP.

	CONTROLE n=20	SDFP n=18	p
Idade (anos)	24,15 \pm 2,60	25,56 \pm 3,55	0,170
IMC (kg/m^2)	21,23 \pm 1,70	21,80 \pm 1,72	0,315

Teste t Student utilizado para pareamento da amostra. $p \leq 0,05$.

2.1. INSTRUMENTOS:

Para a avaliação da atividade eletromiográfica, foi utilizado um Módulo Condicionador de sinais de 08 canais e eletrodos ativos diferenciais simples (EMG System do Brasil Ltda.), composto por duas barras paralelas de Ag/AgCl e um eletrodo de referência oval. Os eletrodos possuem um índice de rejeição superior a 80 dB e um ganho interno de 20 vezes, totalizando um ganho de mil vezes.

Para a avaliação do torque extensor concêntrico e excêntrico foi utilizado um Dinamômetro Isocinético Computadorizado (*Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Biomedical System Inc, New York*).

Foi utilizado um eletroestimulador *Neurodin® (Ibramed, Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos, Brasil)*, com forma de pulso retangular, bifásico simétrico com frequência de onda portadora de 2500 Hz, modulada em 50 *bursts* por segundo, duração de pulso de 200 μ s, intervalo *interburst* de 10 ms (configuração conhecida como “corrente russa”).

2.2. PROCEDIMENTOS

Inicialmente as voluntárias preencheram uma ficha de avaliação contendo dados de identificação, dados antropométricos e informações sobre a síndrome.

Antes do início das avaliações, para ambos os grupos, as voluntárias realizaram um aquecimento de cinco minutos em uma bicicleta estacionária com resistência de 25 watts (selim na altura do trocânter maior do fêmur em posição ortostática).

2.2.1. Avaliação do torque isocinético:

Para a avaliação isocinética, as voluntárias foram posicionadas na cadeira do dinamômetro. O joelho foi posicionado a 90° de flexão e a voluntária foi orientada a realizar o arco de movimento completo do joelho, de 90° a 0° (contração concêntrica) e de 15° a 90° (contração excêntrica), em uma velocidade de 30°/seg. Cada voluntária realizou uma série de cinco repetições nesta velocidade para cada modo de contração, inicialmente na contração concêntrica seguida da contração excêntrica.

Durante o movimento, as voluntárias receberam um comando verbal de incentivo, fornecido sempre pelo mesmo avaliador. O dinamômetro isocinético também foi utilizado para a realização da normalização do sinal eletromiográfico,

onde foi utilizada a contração isométrica voluntária máxima a 60° de flexão do joelho durante 10 segundos.

Os testes no dinamômetro isocinético foram realizados no membro com diagnóstico de SDFP no grupo experimental e no membro dominante ou não dominante do grupo controle, guardando um pareamento com o grupo SDFP. Antes do início dos testes, as voluntárias realizaram uma familiarização com os exercícios, realizando três contrações submáximas na velocidade determinada.

2.2.2. Avaliação da atividade eletromiográfica dos músculos VMO e VL:

Para registro da atividade eletromiográfica (EMG), a pele onde foram fixados os eletrodos foi tricotomizada e higienizada com álcool a 70%. Os eletrodos foram posicionados de acordo com o *SENIAM*¹⁵. O eletrodo de referência foi posicionado sobre o maléolo medial do membro contralateral. Os eletrodos foram posicionados de modo que as superfícies de detecção estivessem orientadas perpendicularmente ao comprimento das fibras musculares¹⁶. O registro eletromiográfico foi realizado durante as avaliações do torque extensor isocinético concêntrico e excêntrico no dinamômetro isocinético. O início da atividade eletromiográfica (*onset*) foi determinado segundo Cowan e colaboradores³, como o ponto no qual o sinal eletromiográfico ultrapassa três vezes o desvio padrão por um mínimo de 25 ms, acima da linha de repouso. A intensidade de ativação muscular foi dada pela média RMS das cinco repetições em cada modo de contração.

2.2.3. Protocolo de EENM

O protocolo de EENM foi realizado em uma única sessão, caracterizado por 30 contrações eletricamente induzidas, onde as voluntárias foram orientadas a permanecer com o quadríceps totalmente relaxado. Os eletrodos utilizados eram da marca Axelgaard (Valutrode)[®], com dimensões 5 X 9 cm e foram posicionados sobre o VMO, com o eletrodo proximal no terço médio da face ântero - medial da coxa e o distal cerca de três centímetros acima do bordo supero - medial da patela (Figura 01).

A corrente utilizada foi a corrente russa, com forma de pulso retangular, bifásico simétrico, com frequência de onda portadora de 2500 Hz, modulada em 50 *bursts* por segundo, duração de pulso de 200 μ s, intervalo *interburst* de 10 ms e o

equipamento foi o eletroestimulador *Neurodin®* (*Ibramed, Indústria Brasileira de Equipamentos Médicos*).

O tempo de estimulação foi de seis segundos para cada contração com uma rampa de subida de dois segundos (tempo on + rampa de subida - 6 segundos) e um tempo off de doze segundos. Foram realizadas 30 contrações eletricamente induzidas, completando um tempo de 03 minutos de estimulação, em uma sessão total de 09 minutos. A intensidade da estimulação foi determinada de acordo com cada voluntária, sendo a máxima suportada por cada uma e suficiente para causar uma contração vigorosa do músculo VMO.



Figura 01: Posicionamento dos eletrodos para estimulação elétrica neuromuscular seletiva do músculo VMO.

2.3. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada por meio do programa estatístico SPSS versão 15.0. A análise descritiva foi apresentada pelas médias e desvios-padrão das variáveis. O teste de normalidade da distribuição dos dados utilizado no estudo foi o teste de Kolmogorov-Smirnov (K-S).

Na comparação entre as avaliações antes e depois da intervenção com eletroestimulação para ambos os grupos (controle e SDFP), utilizamos o teste *t Student* pareado para as variáveis com distribuição normal e o teste de Wilcoxon para as variáveis sem distribuição normal.

As variáveis que apresentaram distribuição normal foram às seguintes: intensidade de ativação muscular do VL nas contrações concêntrica e excêntrica de ambos os grupos, *onset* eletromiográfico das contrações concêntrica e excêntrica do

grupo com SDFP, pico de torque normalizado pelo peso corporal das contrações concêntrica e excêntrica do grupo com SDFP e na contração concêntrica do grupo controle e a potência das contrações concêntrica e excêntrica do grupo controle e da contração concêntrica do grupo com SDFP.

As seguintes variáveis não apresentaram distribuição normal: intensidade de ativação muscular do VMO nas contrações concêntrica e excêntrica de ambos os grupos, o *onset* eletromiográfico da contração concêntrica e excêntrica no grupo controle, pico de torque normalizado pelo peso corporal da contração excêntrica do grupo controle e a potência da contração excêntrica do grupo com SDFP.

3. RESULTADOS

Atividade Eletromiográfica – RMS:

Na análise da intensidade de ativação muscular (RMS) do VMO e do VL, observou-se uma maior ativação do VMO após a intervenção de EENM seletiva, em ambos os grupos de estudo (controle e SDFP). No entanto, esta diferença não foi encontrada para o músculo VL em nenhum dos grupos avaliados, tanto na contração concêntrica como na contração excêntrica, durante exercícios em cadeia cinética aberta (Tabela 02).

Tabela 02: Média (\pm DP) da intensidade de ativação (RMS) normalizada pela contração isométrica voluntária máxima (CIVM), do músculo Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL) durante as contrações concêntrica e excêntrica, antes e após a eletroestimulação, para ambos os grupos.

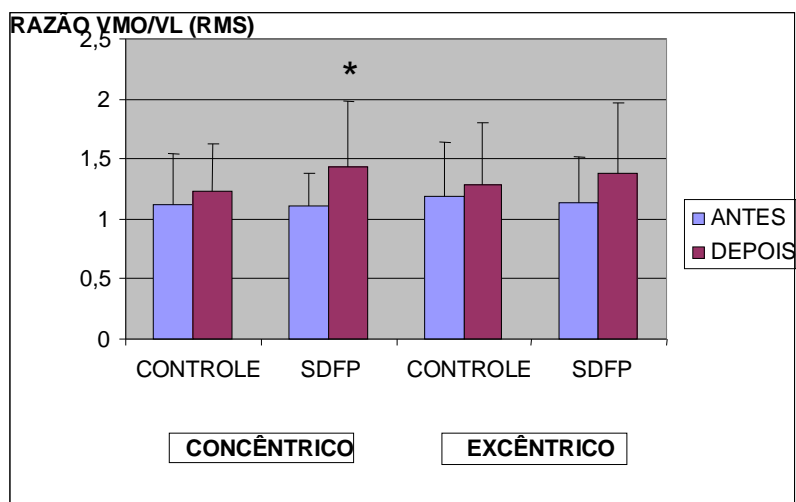
CONTRAÇÃO CONCÊNTRICO	MÚSCULOS	ANTES %	DEPOIS %	Valor p
CONTROLE	VMO	105,69 (32,26)	122,10 (39,62)	0,048 *
CONTROLE	VL	107,71 (47,85)	107,70 (42,65)	0,996
SDFP	VMO	96,25 (18,83)	139,80 (65,88)	0,000 *
SDFP	VL	91,88 (23,81)	102,30 (36,23)	0,198
EXCÊNTRICO				
CONTROLE	VMO	112,35 (31,40)	123,69 (34,14)	0,021 *
CONTROLE	VL	102,17 (33,89)	106,55 (37,96)	0,378
SDFP	VMO	107,77 (32,94)	132,07 (63,34)	0,029 *
SDFP	VL	98,98 (27,03)	99,39 (30,00)	0,960

Obs: Foi utilizado o teste t Student para a intensidade de ativação do músculo VL e para o músculo VMO foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Na análise da razão da intensidade de ativação entre os músculos VMO/VL, verificou-se uma diferença significativa apenas na comparação concêntrica do grupo

com SDFP, antes e após a eletroestimulação. Entretanto, as razões concêntrica do grupo controle e excêntrica em ambos os grupos, não se alterou (Figura 02).

Figura 02: Média e desvio-padrão dos valores da razão VMO/VL, durante as contrações concêntrica e excêntrica, em ambos os grupos, antes e após a eletroestimulação.



Atividade Eletromiográfica – Onset

Na análise do tempo de início de ativação muscular (*onset*) dos músculos VMO e VL, observou-se que houve uma ativação antecipada do músculo VMO após a intervenção no grupo com SDFP, tanto durante a contração concêntrica como na excêntrica. No entanto, no grupo controle, os resultados mostraram uma antecipação do músculo VMO somente durante a contração concêntrica, enquanto na excêntrica não houve alteração significativa no *onset* deste músculo (Tabela 03).

Tabela 03: Média (\pm DP) dos valores do tempo de início da ativação muscular (*onset*) do Vasto Medial Oblíquo (VMO) e Vasto Lateral (VL), durante as contrações concêntrica e excêntrica em extensão isocinética do joelho, antes e após a estimulação elétrica em ambos os grupos de estudo.

MODO DE CONTRAÇÃO	GRUPOS	ANTES VL – VMO ms	DEPOIS VL – VMO ms	Valor p
CONCENTRICO	CONTROLE	- 0,029 (0,14)	0,061 (0,07)	0,003 *
	SDFP	- 0,007 (0,14)	0,074 (0,09)	0,016 *
EXCÊNTRICO	CONTROLE	0,001 (0,17)	0,024 (0,19)	0,952
	SDFP	- 0,060 (0,15)	0,046 (0,15)	0,028 *

Obs: O teste utilizado para análise do onset no grupo SDFP foi o teste t Student e para análise do grupo controle foi o de Wilcoxon.

Dinamometria:

Avaliando o efeito da EENM nos grupos de estudo, observou-se que não houve alteração no pico de torque normalizado pelo peso corporal, entretanto aumentou a potência, tanto no grupo controle como no grupo experimental, apenas durante a contração concêntrica (Tabelas 04 e 05).

Com relação às variáveis tempo do pico de torque e ângulo do pico de torque, também não se observou diferença em ambos os grupos antes e após a estimulação elétrica.

Para a variável tempo do pico de torque, durante a contração concêntrica no grupo controle, o tempo foi de $762,95 \pm 200,23$ ms antes da estimulação elétrica e $830 \pm 183,22$ ms após a estimulação ($p= 0,076$). O grupo SDFP, durante a contração concêntrica apresentou um tempo de $738,89 \pm 239,33$ ms antes da intervenção e $758,33 \pm 217,83$ ms após ($p= 0,725$). Durante a contração excêntrica, o grupo controle apresentou $3653,50 \pm 104,59$ ms e $3477 \pm 751,32$ ms, antes e após a estimulação elétrica, respectivamente ($p= 0,444$). O grupo SDFP, durante a contração excêntrica apresentou um tempo do pico de torque de $3962,22 \pm 1448,44$ ms antes da intervenção e $4059,44 \pm 2016,76$ ms após a intervenção ($p= 0,420$).

Já para a variável ângulo do pico de torque, o grupo controle durante a contração concêntrica apresentou $67,20 \pm 5,83$ graus e $64,85 \pm 5,50$ graus, antes e após a intervenção, respectivamente ($p= 0,055$) e na contração excêntrica apresentou $69,70 \pm 4,88$ graus antes e $67,45 \pm 5,26$ graus depois ($p= 0,057$). Durante a contração concêntrica, o grupo SDFP apresentou ângulo de $68,33 \pm 7,60$ graus e $66,55 \pm 6,18$ graus, antes e depois, respectivamente ($p= 0,245$) e durante a contração excêntrica apresentou $69,28 \pm 5,72$ graus antes e $67,28 \pm 6,64$ graus depois da intervenção ($p= 0,156$).

Tabela 04: Média (\pm DP) dos valores do pico de torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc), e potência (P) do músculo quadríceps durante a extensão isocinética concêntrica e excêntrica do joelho, no grupo controle.

DINAMOMETRIA	CONTROLE	ANTES	DEPOIS	VALOR p
CONCÊNTRICA	PT/pc (%)	233,03 (56,8)	232,44 (61,44)	0,928
EXCÊNTRICA	PT/pc (%)	311,95 (66,36)	304,49 (69,52)	0,360
CONCÊNTRICA	POTÊNCIA (W)	38,41 (8,87)	41,89 (9,32)	0,019*
EXCÊNTRICA	POTÊNCIA (W)	28,56 (7,59)	27,46 (6,49)	0,248

Tabela 05: Média dos valores (DP) do pico de torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc) e potência (P) do músculo quadríceps durante a extensão isocinética do joelho, durante as contrações concêntrica e excêntrica do grupo com SDFP.

DINAMOMETRIA	SDFP	ANTES	DEPOIS	VALOR p
CONCÊNTRICA	PT/pc (%)	185,68 (64,71)	187,97 (55,61)	0,725
EXCÊNTRICA	PT/pc (%)	244,58 (93,04)	230,01 (81,40)	0,131
CONCÊNTRICA	POTÊNCIA (W)	28,97 (9,01)	34,38 (7,61)	0,000*
EXCÊNTRICA	POTÊNCIA (W)	22,67 (7,39)	21,15 (7,79)	0,191

Obs: O teste utilizado para análise do tempo do pico de torque para os grupos controle e SDFP na contração concêntrica, tempo do pico de torque no grupo SDFP na contração excêntrica, potência de ambos os grupos na contração concêntrica e grupo controle na contração excêntrica foi o teste t Student e para as outras variáveis foi utilizado o teste de Wilcoxon.

4. DISCUSSÃO

Atividade Eletromiográfica – RMS e Onset

Poucos estudos têm avaliado o efeito da EENM do VMO sobre os parâmetros eletromiográficos de intensidade de ativação e início da ativação dos músculos VMO e VL em pacientes com SDFP. O estudo realizado por Garcia e colaboradores¹⁷ avaliou o efeito de um programa de treinamento com eletroestimulação seletiva do VMO em 10 sujeitos portadores da SDFP. Eles analisaram os parâmetros eletromiográficos intensidade e *onset* dos músculos VMO e VL após um período de seis semanas de eletroestimulação. Os resultados mostraram diferença estatisticamente significativa para a razão VMO/VL, mas não para os valores de *onset*. Cabe ressaltar que, segundo os autores, durante o programa de eletroestimulação ocorreu forte contração muscular isométrica, existindo participação voluntária durante o treinamento, o que pode justificar a ausência de efeito sobre o tempo de ativação muscular.

O estudo de Augusto e colaboradores¹⁸ avaliou o efeito imediato da estimulação elétrica em 18 mulheres saudáveis e também verificou aumento na razão VMO/VL imediatamente após a eletroestimulação, no entanto estes autores não avaliaram o efeito da EENM sobre o *onset* muscular.

A comparação dos resultados de estudos que avaliaram o *onset* muscular é extremamente difícil pela grande variedade de métodos para se calcular esta variável.

Os trabalhos acima citados^{17,18} estão de acordo com nossos resultados no que diz respeito à intensidade de ativação dos músculos VMO e VL, ou seja, a eletroestimulação seletiva de músculo VMO é capaz de aumentar a intensidade de ativação deste músculo em relação ao músculo vasto lateral, tanto em sujeitos saudáveis como no grupo com SDFP. Isto pode ter ocorrido como resultado da alteração no controle motor relativo ao aumento de unidades motoras recrutadas. Quanto à capacidade de geração de força, isto não foi evidenciado pela análise do pico de torque, possivelmente porque o aumento no recrutamento de unidades motoras do músculo VMO não foi suficiente para aumentar a produção de torque do músculo quadríceps, formado também pelas porções do vasto lateral, vasto intermédio e reto femoral. Desta forma, podemos dizer que a EENM seletiva do músculo VMO alterou o controle motor, aumentando o recrutamento de unidades motoras deste músculo.

Além disso, o presente estudo mostrou que a intensidade de ativação do músculo vasto lateral não se alterou, ou seja, a EENM produziu um efeito benéfico de forma seletiva, apenas no músculo que foi estimulado. Este fato tem muitas implicações clínicas, uma vez que diversas patologias ou condições clínicas, como pós-cirúrgicos, por exemplo, apresentam o desequilíbrio muscular como fator preponderante. Desta forma, a utilização deste recurso pode ser de extrema importância para corrigir o desequilíbrio muscular presente em diversas condições clínicas.

Segundo Bisciotti e colaboradores¹⁹, a razão VMO/VL encontra-se diminuída em pacientes após lesão de ligamento cruzado anterior submetidos à reconstrução cirúrgica. Além disso, ocorre uma grande hipotrofia do músculo quadríceps, principalmente do VMO após este tipo de lesão, resultando também em um padrão inadequado de ativação muscular. Durante a reabilitação destes pacientes, o retorno do VMO ao seu trofismo e ao seu recrutamento normais, não é algo fácil de ser adquirido. Desta forma, segundo a ação seletiva da EENM sobre o VMO mostrada em nosso estudo, esta técnica também poderia ter uma grande aplicabilidade clínica nesta área, recuperando precocemente o padrão de recrutamento normal deste músculo.

Muellner e colaboradores²⁰ sugeriram que a reconstrução do ligamento cruzado anterior altera o alinhamento normal da patela. Desta forma, esta lesão poderia predispor a SDFP e a EENM estaria indicada com o objetivo de prevenir

tanto a alteração no padrão de recrutamento muscular entre os componentes do quadríceps como também evitar alteração no alinhamento patelar.

Levando em consideração o efeito antecipatório que a EENM mostrou neste estudo, esta técnica poderia ser útil também em atividades objetivando o treinamento feed-forward dos músculos. Neste tipo de recrutamento, o músculo alvo pode ser ativado antes do próprio movimento, com a finalidade de promover ajustes antecipatórios ou ajustes posturais.

De acordo com Gregory e Bickel²¹ apesar da eletroestimulação ser comumente aceita no tratamento de diversas condições que incluem disfunção do músculo esquelético, os mecanismos associados aos efeitos fisiológicos não tem um consenso e ainda permanecem incertos. Segundo estes autores, uma explicação possível para o aumento do recrutamento muscular após a EENM seria um recrutamento adicional de unidades motoras para conter uma possível fadiga. No recrutamento de uma contração induzida eletricamente não ocorre o padrão alternado de recrutamento, mecanismo fisiológico da contração voluntária para evitar a fadiga. Desta forma, a maneira do organismo conter uma possível fadiga, seria por meio do aumento no recrutamento de unidades motoras.

Além do efeito positivo da EENM sobre a intensidade de ativação do músculo VMO, também foi observado em nossos resultados uma ação antecipatória deste músculo após a intervenção. Isto também nos mostra uma adaptação neural, onde a eletroestimulação é capaz de alterar o tempo de início da ativação dos músculos. Este fato pode ter uma grande importância clínica, pois a EENM pode ser utilizada em associação com exercícios terapêuticos ou com atividades funcionais. Sendo assim, este recurso terapêutico pode ser utilizado antes de exercícios ou atividades funcionais, atuando como um mecanismo de feed-forward, promovendo uma resposta antecipatória do músculo avaliado. Entretanto, pelo fato de nosso estudo ter analisado apenas as respostas imediatas da EENM, não sabemos o efeito residual deste recurso.

Dinamometria

Nossos dados mostraram que a EENM seletiva do VMO não apresentou nenhum efeito imediato sobre o pico de torque normalizado pelo peso corporal, sobre o tempo do pico de torque nem sobre o ângulo do pico de torque. Entretanto,

a EENM produziu um aumento na potência, avaliada imediatamente após o protocolo de eletroestimulação.

O estudo de Billy e colaboradores⁴ avaliou o efeito adicional de um protocolo de eletroestimulação do quadríceps associado à fisioterapia convencional. Eles não encontraram efeito adicional da eletroestimulação, após um período de três meses de tratamento.

Calaghan e colaboradores¹² avaliaram o efeito de duas formas de eletroestimulação em dois grupos de sujeitos com diagnóstico da SDFP. Um modo de contração era composto de um dispositivo de baixa frequência, enquanto o outro dispositivo fornecia simultaneamente pulsos de baixa (até 2,5 Hz) e alta frequência (até 100 Hz). Os autores observaram um aumento significativo nos parâmetros avaliados, tais como torque isométrico e isocinético, área de secção transversa do quadríceps e função em ambos os grupos de eletroestimulação.

Werner e colaboradores¹³ realizaram EENM seletiva no músculo VMO associado ao alongamento das estruturas laterais em 30 indivíduos com SDFP, durante um período de 10 semanas, com frequência de duas vezes semanais. Eles observaram que após o programa de tratamento, 2/3 dos pacientes tiveram aumento significativo no torque do músculo quadríceps e na área de secção transversa do VMO, não observando melhora na área de secção transversa do VL e nem alteração na posição patelar.

Calaghan e Oldhan¹⁴ avaliaram 80 sujeitos com SDFP e aplicaram duas formas de eletroestimulação. Eles encontraram aumento nos parâmetros como a força muscular, torque isométrico e isocinético, área de secção transversal do quadríceps e função, além de uma redução na fadiga muscular e na dor. Todos estes trabalhos avaliaram o efeito em longo prazo da EENM.

Entretanto, o presente estudo realizou a EENM seletiva do músculo VMO, enquanto a maioria dos outros trabalhos realizou a estimulação do quadríceps como um todo. Este pode ser outro fator para justificar nossos resultados, ou seja, a eletroestimulação apenas do músculo VMO, não é capaz de alterar o torque isocinético que é avaliado pela função de todo o músculo quadríceps. Este fato reforça a idéia apontada na literatura de que o VMO estaria mais relacionado com a função de estabilizar a patela e menos relacionado com a extensão do joelho, e a produção de torque deste movimento.

Não foram encontrados trabalhos avaliando o efeito imediato da EENM sobre a potência do músculo quadríceps em exercícios de extensão isocinética do joelho. O presente estudo observou um aumento da potência após a EENM seletiva do VMO em ambos os grupos. Segundo o trabalho de Gregory e Bickel²¹ a EENM apresenta um padrão de recrutamento não seletivo das unidades motoras, espacialmente combinado e temporariamente sincronizado. Segundo os autores, é importante notar que o recrutamento não seletivo das unidades motoras pode ter vantagens clínicas, pois todas as fibras, independente do tipo e tamanho podem ser potencialmente ativadas com intensidades relativamente baixas de estimulação. A habilidade de recrutar fibras rápidas, que tipicamente não seriam recrutadas em atividades diárias, poderia ser benéfica. Este fato poderia explicar os ganhos na potência demonstrado utilizando protocolos de eletroestimulação. Além disso, de acordo com os mesmos autores, a frequência de estimulação utilizada na contração eletricamente induzida (50 Hz, geralmente), favoreceria o recrutamento de fibras rápidas.

Apesar de não ter encontrado diferença significativa no pico de torque normalizado pelo peso corporal (PT/pc) das voluntárias após a EENM, foi evidenciado um aumento na potência. Segundo Dvir²², a potência é dada pela razão entre o trabalho total pelo tempo na realização do gesto ou movimento. Sendo assim, mesmo não encontrando alteração no PT/pc, encontramos uma antecipação no *onset* muscular, o que resultou numa diminuição do tempo, justificando um aumento na potência.

Durante a EENM seletiva do VMO em nosso estudo, é possível que a porção do Vasto Medial Longo (VML) também tenha sido estimulada, devido ao tamanho dos eletrodos utilizados (e a própria área estimulada). Desta forma, este músculo, com função extensora do joelho teria contribuído também para o aumento da potência de extensão do quadríceps, muito mais do que o VMO, com função principal de estabilizar a patela.

O aumento na potência foi observado apenas durante a contração concêntrica, para ambos os grupos. Isto pode ser explicado pelo fato da contração concêntrica estar mais relacionada aos componentes contráteis do músculo, enquanto a contração excêntrica envolve além dos componentes contráteis, os componentes elásticos do músculo. Desta forma, a EENM seletiva do VMO realizada em nosso estudo, promoveu um aumento no recrutamento de unidades motoras do

músculo estimulado, aumentando a potência apenas durante a contração concêntrica.

No presente estudo avaliamos apenas o efeito imediato da EENM seletiva do VMO, desta forma não podemos dizer se os efeitos encontrados permanecem por mais tempo e por quanto tempo, caracterizando uma limitação do nosso estudo.

4. CONCLUSÃO

Nosso estudo sugere que a EENM é capaz de promover um recrutamento seletivo do músculo VMO, tanto em indivíduos com SDFP quanto em indivíduos assintomáticos. Esse efeito refere-se a uma maior intensidade de ativação e também produziu um efeito antecipatório do músculo VMO, quando comparado ao VL. Observou-se também que a EENM produziu um aumento na potência de extensão isocinética do joelho. Desta forma, sugerimos a EENM com um recurso indicado no tratamento de disfunções neuromusculares que envolvem o desequilíbrio muscular, tanto em relação à intensidade quanto no tempo de ativação destes músculos.

Como sugestões para estudos posteriores, propomos a avaliação de outros parâmetros clínicos como a dor e testes funcionais, além também de realizar um protocolo de eletroestimulação mais prolongado, avaliando o efeito residual desta técnica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. **Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task.** Arch Phys Med Rehabil 2002; 83:989-95.
- 2- Tunay VB, Ergun N, Baltaci, G, Tunay S, Erden Z. **Treatment of patellar tracking and pain in patellofemoral malalignment: conservative versus surgery.** Pain Clin. 2003; 15 (2):185-92.
- 3- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. **Delayed onset of eletromyographic activity of vastus medialis oblique relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome.** Arch Phys Med Rehabil 2001; 82:183-9.

4- Billy W, Trimmel L, Modlin M, Kaider A, Kern H. **Training program and additional electric muscle stimulation for patellofemoral pain syndrome: A pilot study.** Arch Phys Med Rehabil 2008, 89:1230-6.

5- Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro-Pedro 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): 155-8.

6 - Ribeiro DC, Loss JF, Caneiro JPT, Lima CS, Martinez FG. **Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades.** Acta Ortop Bras 2005;13 (4):189-93.

7- Mirzabeigi E, Jordan C, Gronley JK, Rockowitz NL, Perry J. **Isolation of the vastus medialis oblique muscle during exercise.** Am J Sports Med 1999; 27 (1):50-3.

8- Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. **Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction.** J Electromyogr Kinesiol 2001; 11:381–6.

9 - Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. **Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome.** J Electromyogr Kinesiol 2005;15: 596–603.

10 - Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Vasconcelos RA, Arakaki JC, Bérzin F. **The effect of hip abduction on the EMG activity of vastus medialis obliquus, vasto lateralis longus and vastus lateralis obliquus in health subjects.** Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation 2006; 3(13):1-8.

11 - Serrão FV, Cabral CMN, Bérzin F, Candolo C, Monteiro-Pedro V. **Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and**

vastus lateralis longus muscles during isometric leg press. Phys Ther Sport 2005; 6:15–23.

12 - Callaghan MJ, Oldham JA and Winstanley J. **A comparison of two types of electrical stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain syndrome. A pilot study.** Clinical Rehabilitation 2001; 15: 637–46

13 - Werner S, Arvidsson H, Arvidsson I, Eriksson E. **Electrical stimulation of vastus medialis and stretching of lateral thigh muscles in patients with patellofemoral symptoms.** Knee Sur Sports Traumatol Arthros, 1993; 1:85-92.

14 - Callaghan MJ, Oldham JA. **Electric muscle stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain.** Arch Phys Med Rehabil 2004;85:956-62.

15 - **SENIAM - *project* – Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles.** European Union. 1999.

16 - DeLuca CJ. **The use of surface electromyographic in biomechanics.** Wartenweiler Conference. Inter Soc Eletromyogr Kinesiol. Boston, 1993.

17 - Garcia FR, Lorente DAG e Negrão RF. **Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral após eletroestimulação em indivíduos com síndrome de dor fêmoro-patelar.** Projeto de Monografia, Presidente Prudente 2006.

18 – Augusto DD, Ventura PP, Nogueira JFS e Brasileiro JS. **Efeito imediato da Estimulação elétrica neuromuscular Seletiva na atividade eletromiográfica do músculo vasto medial oblíquo.** Rev Bras Cineatrpom Desempenho Hum 2008 10 (2) 155-160.

19- Bisciotti GN, Bertocco R, Ribolla PP, Sagnol JM. **Electromyographic analysis in the reconstruction of anterior cruciate ligament - A new control and prevention method.** Medicina dello Sport 2001 54 (4) 295-304.

20- Muellner T, Kaltenbrunner W, Nikolic A, Mittlboeck M, Schabus R, Većsei V. **Anterior cruciate ligament reconstruction alters the patellar alignment.** Arthroscopy: The J of Arthros and Rel Sur 1999 15 (2) 165-8.

21 - Gregory CM, Bickel CS. **Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation.** Phys Ther .2005; 85 (4).

22- Dvir Z. **Isocinética – avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas.** Editora Manole Biomedicina. 201p.

4- REFERÊNCIAS

- 1- Cowan SM, Hodges PW, Bennell KL, Crossley KM. **Altered vastii recruitment when people with patellofemoral pain syndrome complete a postural task.** Arch Phys Med Rehabil 2002; 83:989-95.
- 2- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnell J. **Delayed onset of eletromyographic activity of vastus medialis oblique relative to vastus lateralis in subjects with patellofemoral pain syndrome.** Arch Phys Med Rehabil 2001; 82:183-9.
- 3- Tunay VB, Ergun N, Baltaci, G, Tunay S, Erden Z. **Treatment of patellar tracking and pain in patellofemoral malalignment: conservative versus surgery.** Pain Clin. 2003;15(2):185-92.
- 4- Tang SF, Chen CK, Hsu R, Chou SW, Hong WH, Lew HL. **Vastus medialis obliquus and vastus lateralis activity in open and closed kinetic chain exercises in patients with patellofemoral pain syndrome: an electromyographic study.** Arch Phys Med Rehabil, 2001; 82:1441–5.
- 5- Wong Y. **Surface electrode placement affects the EMG recordings of the quadriceps muscles.** Phys Ther Sport 2006; 7:122–7.
- 6- MacGregor K, Gerlach S, Mellor R, Hodges PW. **Cutaneous stimulation from patella tape causes a differential increase in vasti muscle activity in people with patellofemoral pain.** J Orthop Res 2004; 23:351–8.
- 7- Souza DR, Gross MT. **Comparison of vastus medialis obliquus:vastus lateralis muscle integrated electromyographic ratios Between healthy subjects and patients with patellofemoral pain.** Phys Ther 1991; 71(4):310-20.
- 8- Mcconnell, J. **Management of patellofemoral problems.** Manual Ther 1996, 1:60-6.
- 9- Fulkerson, JP. **Diagnosis and treatment of patients with patellofemoral pain.** Am Orthop Soc Sports Med 2002, 30:447- 56.

- 10- Werner S, Arvidsson H, Arvidsson I, Eriksson E. **Electrical stimulation of vastus medialis and stretching of lateral thigh muscles in patients with patellofemoral symptoms.** Knee Sur Sports Traumatol Arthros 1993; 1:85-92.
- 11- Callaghan MJ, Oldham JA. **Quadriceps atrophy: to what extent does it exist in patellofemoral pain syndrome?** Br J Sports Med 2004; 38(3):295–9.
- 12- Bevilaqua-Grossi D, Felício LR, Simões R, Coqueiro KRR, Monteiro-Pedro 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):155-8.
- 13- Crossley KM, Cowan SM, Bennel KL, McConnel J. **Knee flexion during stair ambulation in individuals with patellofemoral pain.** J Orthop Res 2004; 22:267-74.
- 14- Fairbank JC, Pynsent PB, Van Poortvliet JA, Philips H. **Mechanical factors in the incidence of knee pain in adolescents and young adults.** J Bone Joint Surg Br 1984; 66:685-93.
- 15- Crossley K, Bennel K, Green S, McConnel J. **A systematic review of physical interventions for patellofemoral pain syndrome.** Clin J Sports Med, 2001;11:103-10.
- 16- 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 Universidade de São Paulo. 2001; 8(1):1-10.
- 17- Gilleard W, McConnell J, Parsons D. **The effect of patellar taping on the onset of vastus medialis obliquus and vastus lateralis muscle activity in persons with patellofemoral pain.** Phys Ther 1998; 78:25-32.

- 18- Thomée R, Augustsson J, Karlsson J. **Patellofemoral pain syndrome: a review of current issues.** Sports Med 1999; 28:245-62.
- 19- Liebensteiner, MC et al. **Frontal plane leg alignment and muscular activity during maximum eccentric contractions in individuals with and without patellofemoral pain syndrome.** The Knee 2008; 15:180-6.
- 20- Billy W, Trimmel L, Modlin 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: 1230-6.
- 21- Cowan SM, Bennel KL, Hodges PW, Crossley KM, McConnel J. **Simultaneous feedforward recruitment of the vasti in postural tasks can be restored by physical therapy.** J Ortho Res 2003; 21:553-8.
- 22- Earl JE, Schmitz RJ, Arnold BL. **Activation of the VMO and VL during dynamic mini-squat exercises with and without isometric hip adduction.** J Electromyogr Kinesiol 2001; 11:381-6.
- 23- Cerny K. **Vastus medialis oblique/vastus lateralis muscle activity ratios for selected exercises in persons with and without patellofemoral pain syndrome.** Phys Ther 1995; 75(8):672-83.
- 24- Lam PL, Ng GYF. **Activation of the quadriceps muscle during semisquatting with different hip and knee positions in patients with anterior knee pain.** Am J Phys Med Rehabil 2001; 80(11):804-8.
- 25- Ribeiro DC, Loss JF, Caneiro JPT, Lima CS, Martinez FG. **Análise eletromiográfica do quadríceps durante a extensão do joelho em diferentes velocidades.** Acta Ortop Bras 2005;13(4):189-93.

- 26- Mirzabeigi E, Jordan C, Gronley JK, Rockowitz NL, Perry J. **Isolation of the vastus medialis oblique muscle during exercise.** Am J Sports Med 1999; 27(1):50-3.
- 27- Coqueiro KRR, Bevilaqua-Grossi D, Bérzin F, Soares AB, Candolo C, Monteiro-Pedro V. **Analysis on the activation of the VMO and VLL muscles during semisquat exercises with and without hip adduction in individuals with patellofemoral pain syndrome.** J Electromyogr Kinesiol 2005;15: 596–603.
- 28- Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V, Vasconcelos RA, Arakaki JC, Bérzin F. **The effect of hip abduction on the EMG activity of vastus medialis obliquus, vasto lateralis longus and vastus lateralis obliquus in health subjects.** J NeuroEng and Rehabil 2006; 3(13):1-8.
- 29- Serrão FV, Cabral CMN, Bérzin F, Candolo C, Monteiro-Pedro V. **Effect of tibia rotation on the electromyographical activity of the vastus medialis oblique and vastus lateralis longus muscles during isometric leg press.** Phys Ther Sport 2005; 6:15–23.
- 30- Hertel J, Earl JE, Tsang KKW, Miller SJ. **Combining isometric knee extension exercises with hip adduction or abduction does increase quadriceps EMG activity.** 2004; 38:210-3.
- 31- Gramany-Say K, Pulzzato F, Santos GM, Vassimon-Barroso V, Siriani de Oliveira A, Bevilaqua-Grossi D, Monteiro-Pedro V. **Efeito da rotação do quadril na síndrome da dor femoropatelar.** Rev Bras Fisioter 2006; 10:75-81.
- 32- Witvrow E, Cambier D, Danneels L, Bellemans J, Werner S, Almqvist F, Verdonk R. **The effect of exercise regimens on reflex response time of the vasti muscles in patients with anterior knee pain: a prospective randomized intervention study.** Scan J Med Sci Sports 2003; 13:251-8.

- 33- Callaghan, MJ, Oldham, JA and Winstanley, J. **A comparison of two types of electrical stimulation of the quadriceps in the treatment of patellofemoral pain syndrome.** a pilot study. Clin Rehabil 2001; 15: 637–46.
- 34- Gregory CM, Bickel CS. **Recruitment patterns in human skeletal muscle during electrical stimulation.** Phys Ther 2005; 85 .(4):358-64.
- 35- Bohannon RW. **Effect of electrical stimulation to the vastus medialis muscle in a patient with chronically dislocating patellar.** Phys Ther 1983; 63:1445-7.
- 36- Garcia FR, Lorente DAG e Negrão RF. **Análise eletromiográfica dos músculos vasto medial oblíquo e vasto lateral após eletroestimulação em indivíduos com síndrome de dor fêmoro-patelar.** Projeto de Monografia, Presidente Prudente 2006.
- 37- Augusto DD, Ventura PP, Nogueira JFS, Brasileiro JS. **Efeito imediato da Estimulação elétrica neuromuscular Seletiva na atividade eletromiográfica do músculo Vasto Medial oblíquo.** Rev Bras Cineatrpom Desempenho Hum 2008 10 (2):155-60.
- 38- Powers CM. *Patellar Kinematics*, Part: **The Influence of vastus muscle activity in subjects with and without patellofemoral pain.** Phys Ther 2000; 80(10): 956-64.
- 39- DeLuca CJ. **The use of surface electromyographic in biomechanics. Wartenweiler Conference.** Inter Soc Eletromyogr Kinesiol. Boston, 1993.
- 40- SENIAM - *project* – **Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles.** European Union. 1999.
- 41- Bogla LA, Malone TR, Umberger BR, Ugl TL. **Reliability of eletromyographic methods used for assessing hip and knee neuromuscular activity in females diagnosed with patellofemoral pain syndrome.** J Eletromyo Kinesiol 2008.

42- Brindle TJ, Mattacola CG, McCrory JL. **Electromyographic changes in the gluteus medius during stair ascent and descent in subjects with anterior knee pain.** Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 2003; 11:244–51.

43- Boling MC, Bolgla LA, Mattacola CG, Uhl TL, Hosey RG. **Outcomes of a weightbearing rehabilitation program for patients diagnosed with patellofemoral pain syndrome.** Arch Phys Med Rehabil 2006; 87(11):1428–35.

44- Cowan SM, Bennell KL, Hodges PW. **The test–retest reliability of the onset of concentric and eccentric vastus medialis obliquus and vastus lateralis electromyographic activity in a stair stepping task.** Phys Ther Sport 2000; 1:129–36.

5- ANEXOS

Anexo 01

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TÍTULO DA PESQUISA: EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO MÚSCULO VMO EM PACIENTES COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR

INVESTIGADORES: Prof-Dr. Jamílson Simões Brasileiro
Mestranda: Denise Dal'Ava Augusto

NOME _____

OBJETIVO DO ESTUDO:

O objetivo deste estudo é verificar se existe alteração no tempo e/ou na intensidade de ativação do músculo Vasto Medial Oblíquo (VMO) e/ou alteração na produção de torque isocinético concêntrico e excêntrico do Quadríceps após a Estimulação Elétrica Neuromuscular (EENM) seletiva do VMO em mulheres com Síndrome da Dor Femoropatelar (SDFP).

PROCEDIMENTOS:

Inicialmente faremos uma tricotomização na sua pele, no local de colocação dos eletrodos e limparemos com álcool a fim de melhorar a captação da atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral (VL) e vasto medial oblíquo (VMO) antes e após a estimulação elétrica neuromuscular do VMO, durante a realização da extensão isocinética concêntrica e excêntrica do joelho em cadeia cinética aberta e durante o agachamento.

DESENHO DO ESTUDO

Neste estudo serão selecionadas mulheres saudáveis e portadoras de SDFP com idade entre 18 e 30 anos. As mulheres do grupo saudável serão recrutadas entre as alunas dos cursos de graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte e as voluntárias com SDFP serão recrutadas em clínicas de ortopedia da cidade de Natal.

RISCOS

Os testes não são de natureza invasiva, desta forma, o único risco potencial para você pode ser um leve dolorimento tardio da musculatura utilizada no exercício. Além disso, o procedimento de tricotomização da pele pode causar lesões tais como cortes ou arranhões, no entanto, a lâmina de barbear utilizada neste procedimento é descartável e de uso individual.

BENEFÍCIOS

Os benefícios da pesquisa são globais e contribuem para melhorar a eficácia do tratamento fisioterapêutico para a síndrome da dor femoropatelar. Além disso, cada voluntária tem a

oportunidade de realizar uma avaliação de seu desempenho muscular, através dos testes isocinético e eletromiográfico.

RESSARCIMENTO E INDENIZAÇÃO

A participação na pesquisa é totalmente voluntária, desta forma os gastos referentes a transporte para os dias de coleta são responsabilidade das voluntárias, não havendo ressarcimento destes gastos. Em caso de lesões musculares ou articulares decorrentes dos exercícios da pesquisa, a voluntária receberá tratamento adequado e gratuito de fisioterapia, no departamento de fisioterapia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, não havendo também indenização em dinheiro para a voluntária.

CONFIDENCIALIDADE

Serão realizados todos os esforços para manter a confidencialidade durante este estudo. Somente suas iniciais identificarão as informações coletadas. Os registros que lhe identifica e este termo de consentimento poderá ser inspecionado pela Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da UFRN além, do Comitê de Ética em Pesquisa da UFRN. Os resultados da pesquisa serão divulgados sem a identificação dos indivíduos e serão cumpridas as exigências da Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde que trata sobre bioética e poderão vir a ser apresentados em congressos e/ou publicados.

PARTICIPAÇÃO/RETIRADA VOLUNTÁRIA DO ESTUDO

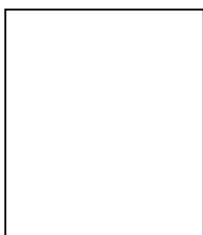
A sua participação neste estudo é voluntária. Você é livre para aceitar participar deste estudo ou poderá retirar-se do estudo a qualquer momento.

AUTORIZAÇÃO:

Eu, _____ declaro estar ciente e informado (a) sobre os procedimentos de realização da pesquisa, conforme explicados acima, e aceito participar voluntariamente da mesma.

Assinatura _____ Natal, ___/___/___.

Assinatura dactiloscópica



Em caso de dúvida ou necessidade de entrar em contato com os pesquisadores:

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Jamilson Simões Brasileiro. End:Av Ayrtonn Senna nº1100, BI 09 Apt 503, Nova Parnamirim Natal – RN CEP 59150-000. CONTATO: tel 3208 3316 / 91129515.; e-mail: brasileiro@ufrnet.br

Dados dos outros pesquisadores:

Denise Dal'Ava Augusto

Rua Clementino Faria nº 1827 apto 302 Morro Branco Natal - RN

[CEP](#) 59056-485, Telefone: 3201-6930/9921-2651 denisedalava@yahoo.com.br

Contatos do Comitê de Ética e Pesquisa do HUOL (CEP-HUOL)

Av. Nilo Peçanha nº 620 Petrópolis Natal – RN

e-mail: cep_huol@yahoo.com.br

Anexo 02

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

FICHA DE AVALIAÇÃO

Estudo: "EFEITO IMEDIATO DA ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA NEUROMUSCULAR SELETIVA DO MÚSCULO VMO EM PACIENTES COM SÍNDROME DA DOR FEMOROPATELAR

1- IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____ Idade: _____

Endereço: _____

Telefone: _____ e-mail: _____

Data da Avaliação: _____

2- DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Peso: _____

Altura: _____

IMC: _____

Membro Dominante: Direito () Esquerdo ()

Membro sintomático SDFP: Direito () Esquerdo ()

Início dos Sintomas: _____

Tempo de Diagnóstico: _____

Médico responsável: _____

3- NÍVEL DE ATIVIDADE FÍSICA

() Sedentário

() 2 a 3 vezes por semana

() 4 a 5 vezes por semana

() Mais de 5 vezes por semana

APÊNDICES

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)