

Efeitos de um protocolo de terapia manual no quadro algico, funcionalidade, flexibilidade e atividade eletromiográfica em indivíduos com síndrome da dor patelofemoral

Effects of a manual therapy protocol on pain, functionality, flexibility and electromyographic activity in individuals with patellofemoral pain syndrome

ESTEVEES ER, CASSOL GL, DOS SANTOS L, DHEIN W, BERNARDES C. Efeitos de um protocolo de terapia manual no quadro algico, funcionalidade, flexibilidade e atividade eletromiográfica em indivíduos com síndrome da dor patelofemoral. *R. bras. Ci. e Mov* 2020;28(3):299-314.

RESUMO: O termo síndrome da dor patelofemoral (SDPF) é utilizado em casos de distúrbios algicos na região patelofemoral. As causas são multifatoriais e a terapia manual é um recurso que atua em mecanismos neurofisiológicos e biomecânicos com efeitos positivos em diversos distúrbios musculoesqueléticos. O objetivo do estudo foi verificar o efeito de um protocolo de terapia manual no nível de dor, funcionalidade, flexibilidade e atividade eletromiográfica de indivíduos com SDPF. A amostra foi composta por 10 indivíduos com SDPF selecionados por conveniência, sendo 9 do sexo feminino e 1 do sexo masculino, com idade média de 26 anos ($\pm 5,59$). Inicialmente aplicou-se um questionário para verificar dados gerais (idade, peso, altura, características laborais, níveis de dor lombar, no quadril e no joelho acometido), em seguida foram avaliados os níveis de dor na região patelofemoral utilizando Escala de Distúrbios Patelofemorais, a flexibilidade pelo teste padrão sentar e alcançar, a capacidade funcional dos membros inferiores com o teste mSEBT modificado e a atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial, vasto lateral e glúteo médio. Posteriormente os participantes foram submetidos a um protocolo composto por técnicas de terapia manual, realizados 1 vez por semana, num período de 4 semanas. A análise estatística foi realizada no software SPSS 22.0, sendo que os dados paramétricos foram comparados por meio do teste t de student, enquanto que os dados não paramétricos foram por meio do teste de Wilcoxon. Após o período de intervenção constatou-se redução dos níveis de dor patelofemoral (pré = 71,4; pós = 91,5; $p = 0,001$), aumento da capacidade funcional em membros inferiores (lado direito pré = 182,2 cm; pós = 210 cm; $p = 0,002$ e do lado esquerdo pré = 184,4 cm; pós = 213,1 cm; $p = 0,002$) e aumento da atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial (pré = 48,17%; pós = 56,56%; $z = -2,35$; $p = 0,019$; $r = 0,52$) e vasto lateral (pré = 56,45%; pós = 67,88%; $z = -2,20$; $p = 0,028$; $r = 0,48$). Não houve diferença estatisticamente significativa na avaliação da atividade eletromiográfica do glúteo médio e na flexibilidade.

Palavras-chave: Síndrome da dor patelofemoral; Eletromiografia; Manipulação.

Abstract: The term patellofemoral pain syndrome (PFPS) is used in cases of pain disorders in the patellofemoral region. Even though it is a multifactorial condition, the treatment of PFPS is mainly the strengthening of the hip and knee muscle groups. Manual therapy is a resource that acts on neurophysiological and biomechanical mechanisms with positive effects on various musculoskeletal disorders. However, it lacks studies verifying effects of protocols composed exclusively by manual therapy techniques in this population. The aim of the study was to verify the effect of a manual therapy protocol on pain, functionality, flexibility and electromyographic activity of individuals with PFPS. The sample was composed by 10 individuals with SDPF with a mean age of 26 years (± 5.59), where 9 were female and 1 male. Initially, was applied a questionnaire to check general data (age, weight, height, labor characteristics, levels of low back pain, hip and knee not affected), after that, pain in the patellofemoral region with the Patellofemoral Disorders Scale, flexibility by the standard test, sitting and reaching, the functional capacity of the lower limbs with the modified mSEBT test and the electromyographic activity of the vastus medial, vastus lateralis and gluteus medius muscles. Subsequently, the participants underwent a protocol consisting of manual therapy techniques, performed once a week over a period of 4 weeks. Statistical analysis was performed using the SPSS 22.0 software, and parametric data were compared using Student's t-test, while nonparametric data were compared using the Wilcoxon test. After the intervention period, there was a reduction in patellofemoral pain levels (pre = 71.4; post = 91.5; $p = 0.001$), increased functional capacity in the lower limbs (right side pre = 182.2 cm; post = 210 cm; $p = 0.002$ and on the left pre = 184.4 cm; post = 213.1 cm; $p = 0.002$) and increased electromyographic activity of the vastus medial muscles (pre = 48.17%; post = 56.56%; $z = -2.35$; $p = 0.019$; $r = 0.52$) and vast lateral (pre = 56.45%; post = 67.88%; $z = -2.20$; $p = 0.028$; $r = 0.48$). There was no statistically significant difference in the evaluation of the electromyographic activity of the gluteus medius and in the flexibility.

Key words: Patellofemoral pain syndrome; Electromyography; Manipulation.

Contato: Eduardo Reis Esteves – Eduardo.reis.esteves@gmail.com

Eduardo Reis Esteves¹
Grasieli Lima Cassol¹
Lucas dos Santos¹
William Dhein¹
Caroline Bernardes¹

¹Centro Universitário da Serra Gaúcha (FSG), Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

Introdução

O termo síndrome da dor patelofemoral (SDPF) é utilizado frequentemente para se referir a condições álgicas na região da articulação patelofemoral¹. Essa disfunção é caracterizada por uma dor difusa retropatelar ou peripatelar, de início insidioso, que agrava com a manutenção prolongada da postura sentada e com a realização de atividades de vida diária as quais envolvem movimentos básicos como agachar, correr, pular, subir e descer escadas². A evolução da patologia pode levar a um quadro de degeneração da cartilagem articular do joelho, denominado condromalácia patelar e apontado por alguns autores como um fator precursor para a osteoartrose³.

A SDPF representa cerca de 25% das lesões do complexo do joelho e 5% de todas as lesões esportivas⁴. Acomete em torno de 20% da população geral, demonstrando sua prevalência principalmente em adultos jovens e adolescentes do sexo feminino com idade entre 15 e 25 anos⁵. O diagnóstico da SDPF é essencialmente clínico, determinado pelas manifestações características na região patelofemoral, sendo os exames de imagem apenas complementares para exclusão de outra patologia^{6, 7}. A avaliação da gravidade, bem como a evolução da patologia normalmente é realizada através da aplicação de questionários que abordam aspectos clínicos e funcionais envolvendo a articulação do joelho^{6, 8}. Dentre esses instrumentos de avaliação, o Kujala Scoring é um dos mais aplicados e comumente utilizado na literatura para determinar critérios de inclusão em estudos envolvendo essa população específica⁸⁻¹⁰. O questionário possui uma versão adaptada para a cultura brasileira denominado Escala de Desordens Patelofemorais⁹.

A instalação de um quadro álgico em pacientes com SDPF pode surgir em qualquer uma das estruturas que compõem o complexo articular do joelho, porém, quando o comprometimento é somente na cartilagem, o quadro doloroso não é manifestado¹¹. Isso é justificado pelo fato de a cartilagem ser aneural, ou seja, incapaz de captar estímulos dolorosos¹². Dentre as estruturas adjacentes inervadas possíveis de acometimento destacam-se o osso subcondral, a sinóvia, os retináculos, os ligamentos, os coxins gordurosos, o tendão quadricipital e o tendão patelar¹¹. Entretanto, a etiologia da SDPF não é bem definida, sendo considerada multifatorial^{1, 13}. Fatores como recurvatum de joelho, aumento do ângulo Q, valgismo de joelho, superiorização da patela, anteversão femoral, torção externa da tibia e diminuição de flexibilidade podem predispor o indivíduo a desenvolver SDPF^{4, 5}. Além destes fatores, déficits de força em rotadores laterais e abdutores do quadril, bem como desequilíbrio da musculatura do quadríceps são comumente descritos na literatura como um fator importante para o desenvolvimento da SDPF^{13, 14}.

Alterações neuromusculares também são fatores que merecem ser observados quando se trata de indivíduos com SDPF¹⁵. Esse fato é justificado neurofisiologicamente devido a inervação comum das estruturas que compõem o complexo do quadril e joelho¹⁶. Tal inervação é originária

das fibras nervosas que saem da medula por meio dos forames vertebrais lombares, as quais são responsáveis tanto pelo controle motor quanto sensitivo de todo membro inferior¹⁷. Estudos apontam um recrutamento diferente dos músculos do core, do quadril e do joelho em sujeitos com SDPF quando submetidos a uma análise de atividade elétrica por meio da eletromiografia de superfície (EMG), sugerindo então uma abordagem visando o equilíbrio neuromuscular como parte da estratégia de reabilitação nesses indivíduos^{15, 16}.

A terapia manual é um recurso evidenciado na literatura que atua nos mecanismos neurofisiológicos e biomecânicos, promovendo melhora funcional e diminuição do quadro álgico em distúrbios como lombalgia, osteoartrose de quadril e joelho e síndrome do túnel do carpo¹⁸. Alguns modelos terapêuticos, como a Osteopatia, se apropriam exclusivamente de técnicas de terapia manual nos seus tratamentos, com objetivo de solucionar a causa primária do desequilíbrio fisiológico, não se restringindo somente a questões musculoesqueléticas, mas sim qualquer alteração tecidual que possa exercer influência anormal nas funções e estruturas do corpo¹⁹⁻²¹.

Porém, mesmo sendo a SDPF multifatorial, as abordagens e protocolos mais utilizados para o tratamento ainda são os programas de exercícios para fortalecimento dos grupos musculares do quadril e joelho²²⁻²⁴. Abordagens essas que apresentam resultados mais satisfatórios em relação a diminuição do quadro álgico e melhora da funcionalidade a longo prazo^{11, 25, 26}. O uso de técnicas de terapia manual relacionada com aspectos clínicos e funcionais em pacientes com SDPF carecem de estudos quando comparados com pesquisas envolvendo o reforço muscular¹⁶. Alterações imediatas da atividade EMG dos músculos do quadril e joelho bem como maior capacidade funcional e diminuição do quadro álgico são evidenciadas em estudos que utilizaram técnicas de terapia manual de forma isolada ou associado com outros recursos terapêuticos em sujeitos com dor patelofemoral^{16, 27}. Contudo, é notória a escassez na literatura a respeito dos efeitos de um protocolo composto apenas por um conjunto de técnicas envolvendo somente recursos manuais na SDPF.

Partindo dos seguintes pressupostos: (1) a SDPF é multifatorial e várias abordagens são utilizadas para seu tratamento; (2) os focos nos tratamentos atuais são realizados principalmente com exercícios de fortalecimento da musculatura do quadril e joelho com resultados no quadro álgico e funcionalidade a longo prazo; (3) a literatura carece de protocolos de intervenção exclusivamente de terapia manual na SDPF; (4) nota-se uma escassez na literatura relacionada aos efeitos de um tratamento exclusivo de terapia manual no quadro álgico, funcionalidade, flexibilidade e atividade EMG de músculos envolvidos na SDPF; o presente estudo tem como objetivo verificar o efeito de um protocolo de terapia manual no nível de dor, funcionalidade, flexibilidade e atividade elétrica muscular de indivíduos com SDPF. Como hipótese especula-se que

ocorra diminuição do quadro algico, aumento da funcionalidade, flexibilidade e atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial, vasto lateral e glúteo médio.

Método

Delineamento do estudo

O presente estudo caracteriza-se com um desenho metodológico do tipo semi-experimental, aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa do Centro Universitário da Serra Gaúcha sob o parecer nº 3.049.679.

Amostra

A amostra do estudo foi composta por 10 indivíduos com diagnóstico de SDPF, selecionados por conveniência, sendo 9 do sexo feminino e 1 do sexo masculino, com idade média de 26 anos ($\pm 5,59$), todos apresentaram SDPF no membro dominante. Os critérios de exclusão estabelecidos foram históricos de fratura ou procedimento cirúrgico em membro inferior, presença de patologia ortopédica de origem traumática ou sistêmica que comprometa o complexo articular do joelho, indivíduos com distúrbios neurológicos e alterações cognitivas e mulheres em período de gestação. Todos os participantes fisicamente ativos foram orientados a pausarem seus exercícios físicos e/ou terapêuticos no período da pesquisa, afim de não interferir nos resultados obtidos com a aplicação do protocolo de terapia manual, sendo o não cumprimento desta orientação um critério de exclusão automática do estudo.

Procedimentos

As coletas de dados e as intervenções foram realizadas no Centro Universitário da Serra Gaúcha. Sendo que um sujeito foi responsável pela realização das avaliações e reavaliações e outro pela execução do protocolo de terapia manual. Ambos os indivíduos eram treinados para realização das tarefas. Foi realizado um agendamento prévio com cada participante, onde no primeiro encontro os detalhes do estudo foram esclarecidos e a assinatura do TCLE foi efetuada. Em seguida, os indivíduos eram submetidos a uma anamnese através de uma ficha de avaliação inicial abordando aspectos físicos (sexo, idade, peso, altura, nível de atividade física), clínicos (nível de dor lombar, no quadril e no joelho acometido) e laborais (postura ao trabalhar), além de responder a Escala de Desordens Patelofemorais. Ainda no primeiro encontro todos os participantes passaram por uma bateria de testes composto pelo teste padrão de sentar e alcançar, Star Excursion Balance Test Modificado (mSEBT) e avaliação da atividade elétrica dos músculos vasto medial, vasto lateral e glúteo médio por meio da eletromiografia de superfície (EMG).

O teste padrão de sentar e alcançar tem como objetivo avaliar a flexibilidade dos isquiotibiais e da musculatura da região lombar. O teste foi executado com o auxílio de um

equipamento denominado Banco de Wells da marca Sanny®. Durante a execução o sujeito foi instruído a permanecer descalço, com os pés afastados numa distância de 15 cm, os braços alongados em direção a régua, as mãos paralelas com as palmas voltadas para baixo e os joelhos completamente estendidos. Partindo dessa posição, o indivíduo deslocou seu tronco e braços a frente visando alcançar a maior distância, sem que haja compensações posturais e/ou movimentos bruscos. Foram realizadas três tentativas, conforme orientação da literatura, sendo a maior distância obtida o score final do teste²⁸.

O Star Excursion Balance Test Modificado (mSEBT) é um teste utilizado para avaliar o membro inferior que engloba componentes de estabilidade dinâmica, controle neuromuscular, força, coordenação, equilíbrio e flexibilidade²⁹. Para execução do teste, com o auxílio de uma fita, foram traçadas três linhas no solo. Essas linhas foram direcionadas no sentido anterior, pósterolateral e pósteromedial, a partir de um ponto central, onde foi posicionado um dos pés do indivíduo avaliado^{29, 30}. Após corretamente posicionado, o participante foi instruído a movimentar o membro contralateral ao do apoio central nas três direções demarcadas pela fita, de modo a tocar o solo com o hálux na maior distância conseguida^{29, 30}. Para uma melhor aprendizagem e performance no teste os indivíduos realizaram seis tentativas em cada direção antes do teste formal³⁰. Em casos onde ocorreu um descanso do pé enquanto o indivíduo tocava ao solo, bem como elevação ou deslocamento do pé de apoio o teste era desconsiderado e repetido novamente^{29, 30}. Os resultados foram descritos através de um índice na soma dos resultados de todas as distâncias alcançadas²⁹. Sendo assim, quanto maior a distância, maior o indicativo de controle postural dinâmico²⁹. O teste foi realizado nos dois membros inferiores.

Para a coleta de dados eletromiográficos foi utilizado o equipamento EMG Miotec de quatro canais dotados de um conversor A/D de 32bits conectado a um notebook da marca Lenovo. Foi utilizado o software Miotec Suite com uma taxa de amostragem de 2.000Hz. Após preparação da pele do sujeito, através de tricotomia e limpeza com álcool, foi realizada a fixação dos eletrodos de superfície (Ag/AgCl) no membro inferior correspondente a SDPF, conforme orientação da literatura³¹. Com base nessa informação, no músculo vasto medial os eletrodos foram posicionados a 80% da linha entre a espinha ilíaca anterossuperior e o espaço articular em frente ao ligamento colateral medial. No músculo vasto lateral os eletrodos foram posicionados a 2/3 da linha entre a espinha ilíaca anterossuperior e a borda lateral da patela e no músculo glúteo médio os eletrodos posicionados na linha média entre a crista ilíaca e o trocanter do fêmur. Em seguida, o participante foi orientado a deitar em uma maca com apoios fixos e realizou-se o teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos vasto medial e vasto lateral através de uma extensão isométrica com o sujeito em decúbito dorsal, com um coxim posicionado na região posterior do joelho e resistência aplicada na região anterior do tornozelo. Já no músculo glúteo médio a CIVM

foi obtida por meio de uma abdução isométrica com o sujeito em decúbito lateral e resistência imposta na porção distal do fêmur. Foram realizadas duas repetições de CIVM para cada músculo avaliado, mantendo a contração por 8 segundos com intervalo de 3 minutos entre cada repetição. Posteriormente, com prévia familiarização com o movimento, o indivíduo foi posicionado em frente a webcam do computador para realização de duas séries de cinco repetições cada do exercício de agachamento e captação dos sinais eletromiográficos durante a execução dessa tarefa. As orientações foram de realizar o movimento com os pés descalços, alinhados ao quadril e de que a fase excêntrica do agachamento atingisse uma amplitude de 90° adotando uma velocidade lenta e ritmo autoselecionado em todas as repetições do exercício e com uma pausa de 3 minutos entre uma série e outra. Durante a execução não houve ajuste do movimento, dando liberdade ao participante para executar o movimento naturalmente. Após a execução dos movimentos os eletrodos foram desconectados, a pele do sujeito foi limpa e a avaliação encerrada.

Em um segundo encontro, os participantes foram submetidos ao protocolo de terapia manual composto pelas técnicas de manipulação lombar, manipulação de íliaco em anterioridade ou posterioridade, grande manobra abdominal, manipulação da membrana obturatória, manipulação do nervo femoral, manipulação do nervo safeno e liberação miofascial da fossa poplíteia.

A manipulação lombar foi realizada com o sujeito em decúbito lateral, membro inferior em contato com a maca estendido e o contralateral em flexão de quadril e joelho, com o antepé posicionado na fossa poplíteia do membro inferior estendido de modo que o joelho flexionado fique pendente para fora da maca. O terapeuta posicionou o cotovelo sobre o sulco deltopeitoral do indivíduo exercendo uma pressão sobre a cintura escapular em direção a maca, fazendo com que gere uma tração no eixo vertebral. O joelho e o quadril do indivíduo foram estabilizados respectivamente pelo joelho e antebraço do terapeuta. As mãos do terapeuta foram posicionadas no processo espinhoso da vértebra em disfunção e da vértebra subjacente. A manobra de normalização foi executada através de uma pressão no sentido da extensão e rotação da vértebra em disfunção, com um movimento de alta velocidade e baixa amplitude aumentando simultaneamente a rotação de tronco e quadril ³².

Para a técnica de manipulação do íliaco foi realizado uma avaliação prévia para identificar se a disfunção de íliaco estava em anterioridade ou posterioridade. Em caso de disfunção do íliaco em anterioridade a técnica foi realizada com o sujeito em decúbito dorsal, com as mãos atrás da cabeça, dedos cruzados e tornozelos sobrepostos. O terapeuta ficou de pé, no lado contralateral ao íliaco com disfunção. A partir desse posicionamento o terapeuta movimentou a cintura escapular do indivíduo em uma direção perpendicular a maca, exercendo uma tração leve no eixo vertebral, fixando essa posição com ajuda da mão e antebraço. Com a mão oposta, o terapeuta movimentou o

quadril com disfunção em contato com a maca, por meio de um ponto fixo na espinha íliaca ântero-superior. A manobra de normalização foi executada através de uma pressão sobre o íliaco no sentido para traz e para fora, em um movimento de alta velocidade e baixa amplitude³². Já nos casos de disfunção do íliaco em posterioridade, o sujeito se posicionou em decúbito lateral, com o membro inferior que não está em contato com a maca em flexão de quadril e joelho de forma que o antepé fique em contato com a fossa poplíteia do joelho oposto. A partir dessa posição, o terapeuta exerceu uma leve tração no eixo vertebral, movimentando a cintura escapular e mantendo essa tração com a ajuda da mão sobre o ombro do indivíduo. Em seguida o terapeuta posicionou o joelho flexionado do sujeito entre suas pernas e espalmou sua mão sobre a espinha íliaca póstero-superior. A manobra de normalização foi realizada através de uma pressão sobre o íliaco do sujeito para frente e para dentro, em direção ao joelho flexionado, com um movimento de alta velocidade e baixa amplitude³².

Durante a técnica da grande manobra abdominal o indivíduo ficou em decúbito dorsal com a pelve e os membros inferiores levemente elevados, joelhos flexionados e braços relaxados ao longo do corpo. O terapeuta se posicionou em pé, atrás do paciente, com suas mãos espalmadas na região inferior do abdome do sujeito. Solicitou ao indivíduo a realização de movimentos respiratórios mais amplos que o normal, mas sem exageros. Durante a fase de expiração, o terapeuta efetuou uma leve supinação com ambas as mãos atingindo o mais profundamente possível os tecidos e as vísceras, tracionando-as na sua direção. Na fase inspiratória, deixou as mãos descenderem para região inferior do abdome do indivíduo, realizando uma leve pronação com ambas as mãos. Repetiu essa sequência em 5 tempos respiratórios e no último movimento de expiração realizou movimentos vibratórios utilizando as duas mãos. Após finalizar esse processo, deixou o sujeito repousar um tempo igual ao levado para realizar a manobra e repetiu toda a sequência por mais duas vezes³³.

A técnica de manipulação da membrana obturatória foi realizada com indivíduo em decúbito dorsal, membro inferior a ser abordado flexionado e o contralateral estendido. O terapeuta se posicionou do lado a ser abordado, na altura da pelve do sujeito. Em seguida colocou o polegar da mão proximal na região da corda dos adutores, até localizar a membrana obturatória. A mão distal segurou o joelho flexionado do sujeito levando em um movimento de adução e rotação interna e após abdução e rotação externa, para possibilitar que o polegar possa adentrar mais facilmente a região. Após realizou uma série de movimentos pressóricos até sentir o relaxamento dos tecidos locais³³.

A liberação miofascial da fossa poplíteia foi realizada com o sujeito em decúbito dorsal com o membro inferior relaxado. O terapeuta colocou a ponta dos dedos, ligeiramente flexionados, de ambas as mãos na região da fossa poplíteia do indivíduo. Segurou os tecidos da região sob as pontas dos dedos, tracionando inferiormente em direção ao pé do indivíduo. Ao encontrar uma resistência,

o terapeuta manteve a tensão dos dedos equilibrada tanto no sentido inferior quanto anterior, até o momento em que os dedos deslizassem inferiormente com maior facilidade³⁴.

Para a realização da manipulação do nervo femoral o sujeito permaneceu em decúbito dorsal, com a parte posterior da perna sob o ombro do terapeuta. O terapeuta palpou a região topográfica correspondente ao nervo femoral, que está localizado próxima ao ligamento inguinal, músculo sartório e arterial femoral. Sob a região do nervo, o terapeuta exerceu uma leve pressão, com os dedos indicador e médio de ambas as mãos no sentido caudal, que foi mantida até o momento em que a tensão sob o local fosse minimizada³⁵.

A manipulação do nervo safeno foi realizada com o sujeito em decúbito dorsal e joelho levemente flexionado. O terapeuta identificou uma área sensível, de maior tensão, localizada cerca de quatro a cinco dedos acima da articulação do joelho, na região medial do membro inferior e próximo a passagem do músculo sartório, que corresponde a localização topográfica do nervo safeno. Em seguida, o terapeuta posicionou seus dedos indicadores de ambas as mãos nessa região, levemente afastados um do outro, exerceu uma força sutil para afastar os dedos em direções opostas, sendo o dedo distal em direção caudal e o dedo proximal em direção cranial até sentir diminuição da tensão local³⁵.

As intervenções tinham duração média de 45 minutos e eram realizadas uma vez por semana em um período de quatro semanas. Após o término da última intervenção os participantes foram reavaliados com o mesmo protocolo de testes, exceto a ficha de avaliação inicial que foi substituída por um questionário final. Um fluxograma do estudo pode ser visualizado na Figura 1.

Análise dos dados eletromiográficos

As análises dos sinais eletromiográficos foram feitas através do software BIOMECH SAS. Primeiramente os sinais coletados durante as CIVMs e na execução dos movimentos de agachamento foram submetidos a um procedimento de filtragem digital, utilizando um filtro Butterworth passa banda de 4º ordem, com banda de frequência entre 20 e 400 Hz. Após o procedimento de filtragem foi realizado um recorte do sinal elétrico de cada repetição do agachamento levando em conta o início da fase excêntrica e o fim da fase concêntrica do movimento. Este recorte foi baseado com dados cinemáticos obtidos pela webcam do computador. Já nas CIVMs foi utilizado o valor de pico do envelope RMS de cada músculo coletado. O sinal eletromiográfico foi processado no domínio do tempo a partir do cálculo de envelope RMS (root mean square) com janelamento Hamming de 1 segundo. O valor RMS de cada músculo estudado foi normalizado pela razão entre o valor RMS e o valor de pico da CIVM.

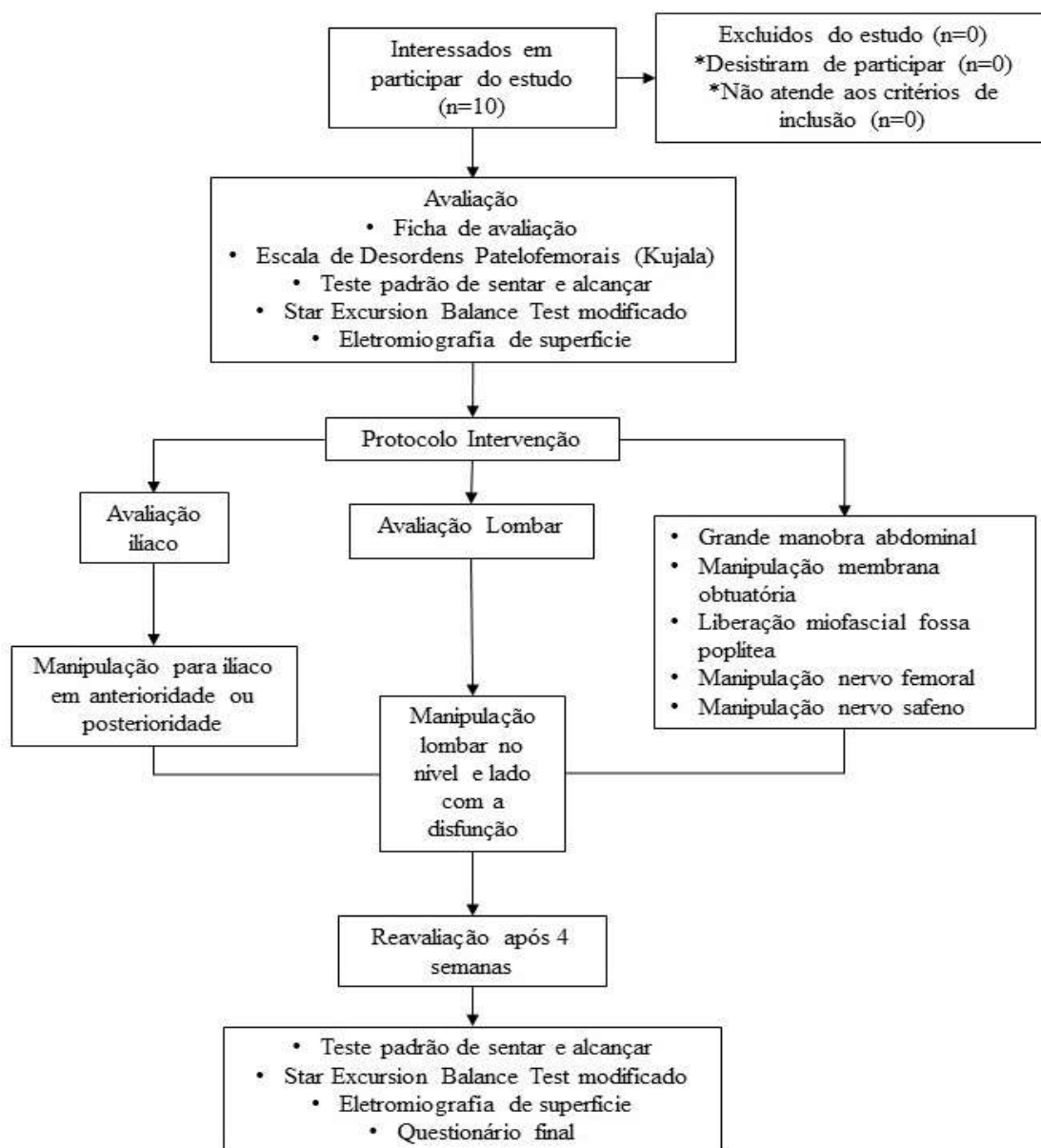


Figura 1. Fluxograma do estudo.

Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software SPSS 22.0 onde inicialmente foram verificadas as normalidades e homogeneidade dos dados pelo teste de Shapiro Wilk e Levene. Os dados escalares (médias [M]) classificados como paramétricos (Kujala, mSEBT, teste padrão de sentar e alcançar, escalas de dor) foram comparados por meio do teste t de student para amostras pareadas, enquanto que os dados escalares classificados como não-paramétricos (atividade eletromiográfica) foram classificados por meio do teste de Wilcoxon. Em todas as análises foram apresentados os tamanhos de efeito (r), o valor da estatística teste (t ou Z) e o nível de significância (p). Para todos os testes foi assumido $p < 0,05$.

Resultados

Participaram do estudo 10 indivíduos com diagnóstico de SDPF, sendo 9 do sexo feminino e 1 do sexo masculino. As características da amostra podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características demográficas da amostra.

Características	Média (Desvio Padrão)
Idade (anos)	26 ($\pm 5,59$)
Peso (kg)	68,4 ($\pm 14,06$)
Altura (m)	1,62 ($\pm 0,057$)
IMC (kg/m ²)	26,07 ($\pm 5,58$)

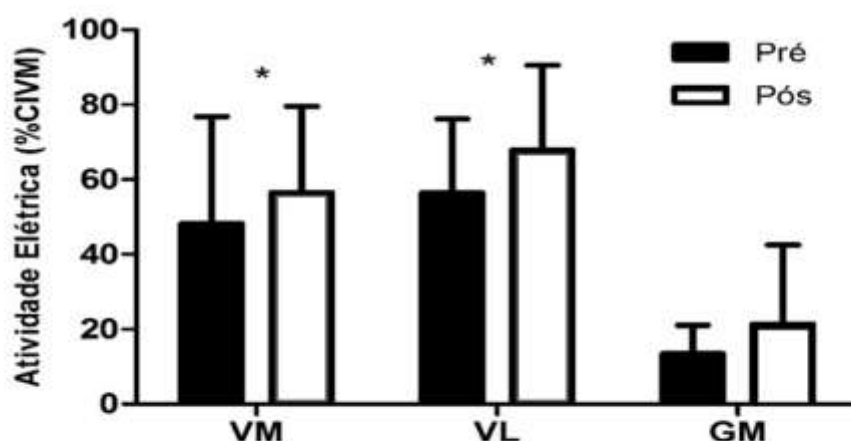
No teste de alcance funcional mSEBT (Tabela 2) os valores obtidos na avaliação pós intervenção foram significativamente maiores do lado direito (Mpré = 182,2 cm; Mpós = 210 cm; $p = 0,002$) e do lado esquerdo (Mpré = 184,4 cm; Mpós = 213,1 cm; $p = 0,002$). A avaliação de flexibilidade (Tabela 2) não demonstrou diferença significativa ($p = 0,447$). Para níveis de dor (Tabela 2), não houve diferença significativa na dor lombar (Mpré = 2,6; Mpós = 1,4; $p = 0,22$) e no quadril (Mpré = 1; Mpós = 0,4; $p = 0,343$), porém, a dor no joelho demonstrou significativa redução (Mpré = 6,7; Mpós = 1,8; $p = 0,001$). Já a avaliação de desordens patelofemorais de Kujala (Tabela 2) comprovou mudanças significativas no quadro clínico dos avaliados (Mpré = 71,4; Mpós = 91,5; $p = 0,001$).

Tabela 2. Efeitos pré e pós do tratamento no teste funcional mSEBT, flexibilidade, dor e escala de desordens patelofemorais – Kujala.

Variável	Pré (Média)	Pós (Média)	r (t; p)
mSebt D	182,2	210	0,81 (-4,33; 0,002)
mSebt E	184,4	213,1	0,80 (-4,16; 0,002)
Flexibilidade	22,4	23,3	0,24 (-0,77; 0,447)
Dor Lombar	2,6	1,4	0,38 (1,31; 0,221)
Dor Quadril	1	0,4	0,31 (1; 0,343)
Dor Joelho	6,7	1,8	0,92 (7,45; 0,001)
Escala de Kujala	71,4	91,5	0,72 (-5,11; 0,001)

r, tamanho de efeito. t, valor da estatística. P, significância.

Considerando os efeitos do protocolo de terapia manual sobre a atividade eletromiográfica (Figura 2) pode-se constatar aumento nas atividades dos músculos vasto medial (Mpré = 48,17%; Mpós = 56,56% ; $z = -2,35$; $p = 0,019$; $r = 0,52$) e vasto lateral (Mpré = 56,45%; Mpós = 67,88%; $z = -2,20$; $p = 0,028$; $r = 0,48$). Não houve diferença na atividade eletromiográfica do músculo glúteo médio (Mpré = 13,45%; Mpós = 21,40%; $z = -1,49$; $p = 0,135$; $r = 0,33$).



*Atividade elétrica de Vasto Medial ($p = 0,019$) e Vasto Lateral ($p=0,028$).

Figura 2. Média e desvio padrão da atividade eletromiográfica em percentual da CIVM dos músculos vasto medial (VM), vasto lateral (VL) e glúteo médio (GM) durante o agachamento pré e pós protocolo de intervenção

Discussão

O objetivo do estudo foi verificar os efeitos de um protocolo exclusivo de terapia manual no nível de dor, funcionalidade, flexibilidade e atividade elétrica muscular de indivíduos com SDPF. Após o período de intervenção foram observados principalmente diminuição nos níveis de dor na região do joelho, aumento dos valores obtidos no teste mSEBT, melhora do quadro clínico de acordo com a escala de distúrbios patelofemorais e aumento da atividade eletromiográfica dos músculos vasto medial e vasto lateral. Dessa forma, nossa hipótese de pesquisa foi parcialmente concretizada, visto que não tivemos aumento de flexibilidade e atividade elétrica do glúteo médio.

A percepção de dor está intimamente ligada a processos neurofisiológicos¹⁷. Nesse sentido, alterações biomecânicas ou redução de mobilidade de um nível vertebral específico da coluna lombar pode gerar sintomas álgicos para o joelho visto que a inervação motora e sensitiva de todo o membro inferior é originária das fibras nervosas que saem da medula por meio dos forames vertebrais lombares¹⁷. Com a instalação desse quadro disfuncional poderá ocorrer um aumento do limiar excitatório no metâmero corresponde a essa rede neural e por vias reflexas, todas as estruturas que recebem essa mesma inervação estarão afetadas²⁰. A partir do momento que este ciclo é quebrado, com a aplicação de uma técnica de manipulação lombar como a utilizada no estudo, a percepção dolorosa que envolve a região do joelho consequentemente pode ser reduzida, corroborando com os resultados pós período de intervenção do presente estudo.

A abordagem visceral por meio da técnica abdominal também pode ter contribuído com a diminuição do quadro álgico na região do joelho relatado pelos participantes da amostra. As fáscias e tecidos abdominais se relacionam com a

coluna, e quando aderidos podem levar a um prejuízo na biomecânica lombar e acarretar indiretamente um desequilíbrio para todo o membro inferior favorecendo a instalação de quadros algicos^{36,37}. Uma vez que essas estruturas abdominais tenham sua mobilidade otimizada um efeito cascata para o membro inferior pode ser minimizado e com isso colaborar com a diminuição de dor para essa região.

O desempenho em testes funcionais como o mSEBT está muito relacionado com o equilíbrio muscular e biomecânico do complexo do quadril e joelho³⁸. Nesse sentido é importante considerarmos as restrições de mobilidade do quadril e suas repercussões para a região patelofemoral. Um exemplo disso é uma disfunção de íliaco em anterioridade que poderá acarretar uma anteversão da pelve, um aumento de tensão nos isquiotibiais e como consequência uma hiperextensão do joelho com predisposição a recurvatum, ocasionando uma instabilidade patelar³⁹. Já o oposto disso, um íliaco em posterioridade terá a tendência a provocar uma retroversão pélvica, fazendo com que o corpo possa adotar uma posição de semiflexão de joelho, aumentando a tensão sobre o quadríceps e a patela, predispondo a instalação de quadros de tendinopatias patelares e até mesmo degeneração da cartilagem patelar³⁹. Associado a isso a retração ou contração de músculos que atuam no quadril podem gerar alterações em valgo no joelho bem como lateralização da patela^{38,39}. Com base nessas informações, o uso das técnicas de manipulação do íliaco e da membrana obturatória foram aplicadas no intuito de normalizar possíveis alterações que estivessem acometendo a região do quadril minimizando compensações para a região patelofemoral. Fato este que pode justificar os maiores scores obtidos na realização do teste mSEBT pós período de intervenção, partindo do princípio de que o equilíbrio do complexo do quadril contribuirá com um melhor desempenho em testes que envolvam o membro inferior.

O aumento da atividade elétrica percebida na EMG dos músculos vasto medial e vasto lateral ao final do período de intervenção com o protocolo de terapia manual pode ser justificado pela abordagem sobre o nervo femoral e safeno utilizada no protocolo do estudo. Os nervos femoral e safeno desempenham funções importantes na articulação patelofemoral, sendo que o primeiro inerva a musculatura do quadríceps e o outro a face anterior do joelho^{40,41}. De uma forma geral, para que o nervo exerça sua função de maneira adequada, ou seja, com uma boa capacidade de propagação do potencial elétrico é necessário que ele seja capaz de se movimentar livremente⁴¹. Quando por algum motivo ocorre uma fixação neural, acarretando em uma perda de capacidade de deslizamento desse nervo, um aumento drástico do nível de pressão intra ou perineural é percebido interferindo na sua condutividade elétrica⁴¹. Dessa forma, os estímulos mecânicos produzidos por uma manipulação neural, como as utilizadas no presente estudo, são capazes de devolver a liberdade necessária para a estrutura nervosa otimizando sua função⁴¹. O fato do protocolo não contemplar uma técnica que aborde diretamente o nervo glúteo superior, que é responsável pela inervação do glúteo médio⁴², pode ter sido um fator para o não aumento da atividade elétrica deste músculo após o período de intervenção.

Além disso, as abordagens envolvendo quadril e joelho também podem ter contribuído para o aumento da atividade elétrica, devido as repercussões biomecânicas e neuromusculares provocadas pela aplicação dessas técnicas nos indivíduos com SDPF. Fato este que corrobora com os achados de Motealleh *et al*¹⁶ onde imediatamente após a execução de uma manipulação lombopélvica constatou alterações na atividade elétrica do vasto medial e vasto lateral.

Os indivíduos da amostra não apresentaram melhora da flexibilidade de acordo com o teste padrão de sentar e alcançar após o período de intervenção. Alguns fatores podem esclarecer o ocorrido, mesmo que os mecanismos envolvidos na manutenção do ganho de flexibilidade ainda não são bem claros⁴³. Sabe-se que para que isso aconteça é necessária uma alteração nas propriedades elásticas das unidades musculotendíneas além do depósito de sarcômeros em série⁴⁴. Segundo Mueller e Maluf⁴⁵, a aplicação regular de forças de tensão induz os tecidos a uma adaptação positiva favorecendo o ganho de flexibilidade, fato esse que não vai de encontro com os efeitos produzidos pelas técnicas de terapia manual empregadas nos indivíduos da amostra. Ainda, de acordo com Lopez-Miñarro e Rodríguez-García o teste

de sentar e alcançar pode ter seu uso restringido como medida de extensibilidade dos músculos isquiotibiais, principalmente em sujeitos com extensibilidade limitada⁴⁶. Neste contexto, os scores podem sofrer influência da amplitude de movimento do quadril e da coluna vertebral.

O estudo apresenta uma nova perspectiva para reabilitação de indivíduos com SDPF a partir dos resultados obtidos com a amostra estudada. Porém, algumas limitações devem ser pontuadas, como é o caso dos dados eletromiográficos. A avaliação somente dos músculos vasto medial, vasto lateral e glúteo médio nos proporciona uma visão limitada dos efeitos produzidos pelo protocolo de terapia manual, uma vez que as técnicas aplicadas atuam em todo o complexo lombopélvico e na articulação do joelho. Além disso, o controle subjetivo relacionado a velocidade e ritmo da execução do exercício agachamento durante a captação dos dados eletromiográficos pode ter interferido nos resultados obtidos. Outro fato a ser mencionado é que o protocolo foi aplicado na íntegra em todos os participantes durante todo o período de intervenção do estudo, ou seja, mesmo que no decorrer das intervenções a disfunção a ser corrigida por uma determinada técnica já tivesse sido normalizada a técnica era empregada da mesma forma tomando como base as alterações observadas na intervenção anterior. Estudos com maior tempo de acompanhamento também são necessários para verificar a manutenção a longo prazo dos efeitos obtidos com a aplicação do protocolo adotado em indivíduos com SDPF.

Conclusão

Pode-se constatar que após o período de 4 semanas de intervenção com o protocolo de terapia manual proposto neste estudo os participantes com SDPF obtiveram redução do quadro algico na região patelofemoral, melhora da funcionalidade envolvendo os membros inferiores e aumento da atividade eletromiográfica do vasto medial e vasto lateral. Com base nestes achados o protocolo de terapia manual pode ser uma alternativa de tratamento empregue na fase inicial da reabilitação da SDPF, visando um reequilíbrio biomecânico e neuromuscular e como consequência uma redução do quadro algico e aumento da capacidade funcional, preparando então o indivíduo para um posterior trabalho de reforço muscular.

Referências

1. Vora M, Curry E, Chipman A, Matzkin E, Li X. Patellofemoral pain syndrome in female athletes: a review of diagnoses, etiology and treatment options. *Orthopedic reviews*. 2017;9(4).
2. Brechter JH, Powers CM. Patellofemoral joint stress during stair ascent and descent in persons with and without patellofemoral pain. *Gait & posture*. 2002;16(2):115-23.
3. Fernández-Cuadros ME, del Ánsar C. Patellofemoral Pain Syndrome and Chondromalacia: The Effect of Ozone on Pain, Function and Quality of Life. A Non-Randomized Control-Trial. *JSM Physical Med Rehabil*. 2016.
4. Nakagawa TH, Muniz TB, de Marche Baldon R, Serrão FV. A abordagem funcional dos músculos do quadril no tratamento da síndrome da dor femoro-patelar. *Fisioterapia em Movimento*. 2017;21(1).
5. Campos I, Sales A, Martins A, Santos D, Barbosa D, Aguiar J, et al. Tratamento fisioterapêutico na síndrome da dor patelofemoral: uma revisão da literatura. *Rev Mov ISSN*. 2013;6(3):543-50.
6. Jin JJ, E. Patellofemoral Pain. *JAMA*, v.319, n.4, 2018.
7. Roush JR, Bay RC. Prevalence of anterior knee pain in 18–35 year-old females. *International journal of sports physical therapy*. 2012;7(4):396.
8. Motealleh A, Mohamadi M, Moghaddam MB, Nejati N, Arjang N, Ebrahimi N. Effects of Core Neuromuscular Training on Pain, Balance, and Functional Performance in Women With Patellofemoral Pain Syndrome: A Clinical Trial. *Journal of chiropractic medicine*. 2019;18(1):9-18.
9. da Silva Aquino V, Falcon SFM, Neves LMT, Rodrigues RC, Sendín FA. Tradução e adaptação cultural para a língua portuguesa do questionário scoring of patellofemoral disorders: estudo preliminar. *Acta Ortopédica Brasileira*. 2011;19(5):273-9.
10. Kujala UM, Jaakkola LH, Koskinen SK, Taimela S, Hurme M, Nelimarkka O. Scoring of patellofemoral disorders. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 1993;9(2):159-63.
11. de Sousa Neto LC, Cavalcante IC, Júnior MdJM. Abordagens fisioterapêuticas na síndrome da dor patelofemoral: revisão de literatura. *ConScientiae Saúde*. 2014;13(3):471-9.
12. José FF. Osteoartrite: fisiopatologia e tratamento medicamentoso. *J bras med*. 2013;101(02):47-52.
13. Roque V, Macedo I, Rocha I, Barroso I. Síndrome Femoro-Patelar Patellofemoral Syndrome. *Rev da Soc Port Med Física e Reabil*. 2012;22(3):53-61.
14. de Oliveira LV, Saad MC, Felício LR, Grossi DB. Análise da força muscular dos estabilizadores do quadril e joelho em indivíduos com Síndrome da Dor Femoropatelar. *Fisioterapia e Pesquisa*. 2014;21(4):327-32.
15. Shirazi ZR, Moghaddam MB, Motealleh A. Comparative evaluation of core muscle recruitment pattern in response to sudden external perturbations in patients with patellofemoral pain syndrome and healthy subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014;95(7):1383-9.
16. Motealleh A, Gheysari E, Shokri E, Sobhani S. The immediate effect of lumbopelvic manipulation on EMG of vasti and gluteus medius in athletes with patellofemoral pain syndrome: A randomized controlled trial. *Manual Therapy*. 2016;22:16-21.
17. Gondim FT, FP; Graça, JRV. Lesões medulares clínicas e experimentais. Fortaleza: Imprensa Universitária. 2016.

18. Bialosky JE, Bishop MD, Price DD, Robinson ME, George SZ. The mechanisms of manual therapy in the treatment of musculoskeletal pain: a comprehensive model. *Manual Therapy*. 2009;14(5):531-8.
19. Rezende RPDB, Gabriel A. Relações entre clínica e osteopatia. *Rev Soc Bras Clín Méd*. 2008;6(5):194-6.
20. Korr I. Bases fisiológicas de la osteopatia: Mandala Ediciones S.A.; 2008.
21. Roques MToadWGSDOp, interpretações e descrições. Rio de Janeiro. 2013.
22. Khayambashi K, Mohammadkhani Z, Ghaznavi K, Lyle MA, Powers CM. The effects of isolated hip abductor and external rotator muscle strengthening on pain, health status, and hip strength in females with patellofemoral pain: a randomized controlled trial. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012;42(1):22-9.
23. Fukuda TY, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, Garcia Lucareli PR, de Almeida Carvalho NA. Short-term effects of hip abductors and lateral rotators strengthening in females with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2010;40(11):736-42.
24. Khayambashi K, Fallah A, Movahedi A, Bagwell J, Powers C. Posterolateral hip muscle strengthening versus quadriceps strengthening for patellofemoral pain: a comparative control trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*. 2014;95(5):900-7.
25. Fukuda TY, Melo WP, Zaffalon BM, Rossetto FM, Magalhães E, Bryk FF, et al. Hip posterolateral musculature strengthening in sedentary women with patellofemoral pain syndrome: a randomized controlled clinical trial with 1-year follow-up. *Journal of orthopaedic & sports physical therapy*. 2012;42(10):823-30.
26. Harvie D, O'Leary T, Kumar S. A systematic review of randomized controlled trials on exercise parameters in the treatment of patellofemoral pain: what works? *Journal of multidisciplinary healthcare*. 2011;4:383.
27. Miller J, Westrick R, Diebal A, Marks C, Gerber JP. Immediate effects of lumbopelvic manipulation and lateral gluteal kinesio taping on unilateral patellofemoral pain syndrome: a pilot study. *Sports health*. 2013;5(3):214-9.
28. Santiago RD, ACMB; Catuanda, FN; Feitosa, WG. Banco de Wells e Dillon e sua funcionalidade na obtenção de medidas do componente físico flexibilidade. *Fiep Bulletin*, v.82, n.1. 2012.
29. Gribble PA, Hertel J, Plisky P. Using the Star Excursion Balance Test to assess dynamic postural-control deficits and outcomes in lower extremity injury: a literature and systematic review. *Journal of athletic training*. 2012;47(3):339-57.
30. Hertel J, Miller SJ, Denegar CR. Intratester and intertester reliability during the Star Excursion Balance Tests. *Journal of sport rehabilitation*. 2000;9(2):104-16.
31. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 2000;10(5):361-74. doi:[https://doi.org/10.1016/S1050-6411\(00\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S1050-6411(00)00027-4).
32. Quef, B; Pailhous, P. Osteopatia. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, 2003.
33. Quef, B. Técnicas osteopáticas viscerais. São Paulo, SP: Livraria Santos Editora, 2008.
34. Speece, CA; Crow, WT; Simmons, SL. Ligamentous articular strain. Osteopathic manipulative techniques for the body. Seattle, USA: Eastland Press, 2009.
35. Barral, JP; Croibier, A. Manual therapy for the peripheral nerves. Philadelphia, USA: Elsevier, 2007.
36. Cervero F. Visceral versus somatic pain: similarities and differences. *Digestive Diseases*. 2009;27:3-10.
37. Fernandes WVB, Blanco CR, Politti F, de Cordoba Lanza F, Lucareli PRG, Corrêa JCF. The effect of a six-week osteopathic visceral manipulation in patients with non-specific chronic low back pain and functional constipation: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2018;19(1):151.

38. Hollman JH, Ginos BE, Kozuchowski J, Vaughn AS, Krause DA, Youdas JW. Relationships between knee valgus, hip-muscle strength, and hip-muscle recruitment during a single-limb step-down. *Journal of sport rehabilitation*. 2009;18(1):104-17.
39. Busquet L. *Cadenas Musculares, LAS (Tomo IV). Miembros inferiores (Bicolor)*: Editorial Paidotribo; 2007.
40. Tifford CD, Spero L, Luke T, Plancher KD. The relationship of the infrapatellar branches of the saphenous nerve to arthroscopy portals and incisions for anterior cruciate ligament surgery: An anatomic study. *The American journal of sports medicine*. 2000;28(4):562-7.
41. Barral J-P, Barral J, Croibier A. *Manual therapy for the peripheral nerves*: Elsevier Health Sciences; 2007.
42. Sá M, Graça R, Reis H, Cardoso JM, Sampaio J, Pinheiro C, Machado D. Nervo glúteo superior: um novo bloqueio a caminho? *Rev. Bras. Anesthesiol*. 2018;68(4): 400-403.
43. Ben M, Harvey L. Regular stretch does not increase muscle extensibility: a randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. 2010;20(1):136-44.
44. Ferreira GNT, Teixeira-Salmela LF, Guimaraes CQ. Gains in flexibility related to measures of muscular performance: impact of flexibility on muscular performance. *Clinical Journal of Sport Medicine*. 2007;17(4):276-81.
45. Mueller MJ, Maluf, KS. Tissue adaptation to physical stress: a proposed “Physical Stress Theory” to guide physical therapist practice, education, and research. *Physical therapy*. 2002;82(4):383-403.
46. López-Miñarro, PA; Rodríguez-García, PL. Hamstring muscle extensibility influences the criterion-related validity of sit-and-reach and toe-touch tests. *J. Strength Cond. Res*. 2010; 24(4): 1013–1018.