

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

PAULO JOSÉ MOTÉ BARBOZA

**ATIVAÇÃO DOS MÚSCULOS DO MEMBRO INFERIOR PELO PROCEDIMENTO DE
IRRADIAÇÃO DO CONCEITO DE FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA**

São Paulo

2022

UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO

PAULO JOSÉ MOTÉ BARBOZA

**ATIVAÇÃO DOS MÚSCULOS DO MEMBRO INFERIOR PELO PROCEDIMENTO DE
IRRADIAÇÃO DO CONCEITO DE FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), como requisito para a obtenção do grau de mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Garcia Lucareli.

São Paulo

2022

Barboza, Paulo José Moté.

Ativação dos músculos do membro inferior pelo procedimento de irradiação do conceito de facilitação neuromuscular proprioceptiva. / Paulo José Moté Barboza. 2022.

52 f.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2022.

Orientador (a): Prof. Dr. Paulo Roberto Garcia Lucareli

1. Facilitação neuromuscular proprioceptiva. 2. Irradiação corporal. 3. Músculos do membro inferior.

I. Lucareli, Paulo Roberto Garcia. II. Título

São Paulo, 19 de dezembro de 2022.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): PAULO JOSÉ MOTÉ BARBOZA

Título da Dissertação: "Ativação dos Músculos do Membro Inferior Pelo Procedimento de Irradiação do Conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva"

Presidente: PROF. DR. PAULO ROBERTO GARCIA LUCARELI



Membro: PROF. DR. FABIANO POLITTI



Membro: PROF. DR. MANSUETO GOMES NETO



AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me colocado neste caminho da fisioterapia que me levou até este momento tão especial do mestrado, apesar de todas as dificuldades. Deus me fez mudar uma história familiar que em muitos momentos pareceu que seria muito difícil.

Agradeço a minha família, minha mulher e minha filha, que aguentaram as ausências que se fizeram necessárias durante a execução deste trabalho, além da ajuda quando tudo travava e a minha dificuldade para se entender com o computador parecia não ter solução.

Agradeço ao meu pai (in memoriam) e minha mãe que sempre me apoiaram em todos os momentos da minha vida de estudante e apesar de não terem tido oportunidade eles mesmo de estudar, sempre fizeram o que podiam para me motivar nos estudos.

Ao meu melhor amigo José Vicente que desde criança esteve comigo e acompanhou todas as minhas conquistas e minhas derrotas, sendo o maior responsável por hoje eu estar na fisioterapia.

A amigos que também encontrei por este caminho da fisioterapia e me incentivaram para estar neste mestrado me ajudando desde a ideia e confecção do projeto inicial até me ouvir em relação aos resultados que estão descritos nesta dissertação.

Agradeço imensamente ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Lucareli. Desde a nossa primeira conversa em uma sala de congresso on line, aonde começamos a conversa sobre uma possível orientação no mestrado, até o fim deste trabalho de conclusão do mestrado. Um exemplo de humildade e dedicação na minha orientação, que reconheço que deve ter sido bem trabalhosa, afinal eu sendo um clínico tive que aprender todos os caminhos para se chegar a esta pesquisa, e ele sempre estava pronto para me orientar no que era necessário e com muita paciência.

Agradeço a Fernanda Colella, Cíntia Elord e Otávio Henrique Leite por todo o apoio nos trabalhos no Napam com os voluntários e as coletas. Otávio em especial pela sua sempre disposição em ajudar também durante todo o curso do mestrado, com sua organização e solicitude, além das sugestões inclusive na literatura pesquisada. Agradecer também ao Robson da Noraxon que nos proporcionou o uso de um aparelho para medição dos dados de altíssima qualidade.

Agradeço a todos os voluntários que apesar do momento crítico de pandemia se mostraram dispostos a participar e contribuir como peça chave da pesquisa.

Agradeço a todos os professores das disciplinas da pós-graduação da UNINOVE.

Agradeço à Universidade Nove de Julho, por possibilitar a obtenção do título de Mestre da Ciência da Reabilitação.

LISTA DE ABREVIações

FNP: Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva EMGS: Eletromiografia de Superfície

PBE: Prática Baseada em Evidências

CIF: Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde IPNFA: Associação

Internacional de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva CIVM: Contração isométrica voluntária máxima

TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido AdLo: Adutor Longo

GMe: Glúteo Médio GMa: Glúteo Máximo VaLa: Vasto Lateral ReFe: Reto Femoral SeTe:

Semitendíneo TiAn: Tibial Anterior

GaMe: Gastrocnêmio Medial

FL. – AD. – ROT. EXT. – EXT.: Flexão – adução – rotação externa com extensão do cotovelo

ÂNT. EL.: Ântero elevação

FL – ABD – ROT. INT. COM FL.: Flexão – abdução – rotação interna com flexão

EXT.: Extensão

SUMÁRIO

1- CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2- OBJETIVOS	16
3- MÉTODOS	17
3.1 DESENHO DO ESTUDO E PROCEDIMENTOS ÉTICOS	
3.2 CASUÍSTICA	
3.3 PROCEDIMENTOS DE COLETA	17
Procedimentos e instrumentação	19
Coleta da contração isométrica voluntária máxima	20
3.4 - DESCRIÇÃO DOS PADRÕES	20
3.5 - PROCESSAMENTO DE DADOS	23
4 - RESULTADOS	25
4.1 – ARTIGO	25
Resumo	25
Introdução	26
Métodos	27
Resultados	32
Discussão	39
Conclusão	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICES	49
Apêndice A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	49
Apêndice B: Questionário Sociodemográfico	54

Resumo

A irradiação é a propagação da contração muscular que se inicia a partir da resistência em um grupo muscular específico e que vai se espalhar até outros grupos musculares sinérgicos, com uma reação funcional de apoio para esta atividade. Fisioterapeutas do mundo inteiro que usam o conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) tem usado o procedimento da irradiação como forma de trabalhar a contração de músculos fracos a partir de músculos fortes em diversos pacientes de fisioterapia de forma empírica, sem muitas vezes terem parâmetros eletromiográficos que mostrem quais seriam os padrões que ativam mais para a irradiação de determinados músculos e se seria mais eficaz usar a técnica de combinação de isotônicas ou apenas o uso de contração concêntrica ou isométrica sem técnica específica do FNP, para irradiar. Assim, o objetivo deste estudo foi responder as seguintes perguntas: Quais padrões de movimentos do FNP são capazes de ativar os músculos do membro inferior e quais tipos de contrações levam a um recrutamento maior destes músculos ?

Dezenove participantes saudáveis com idades entre 18 e 40 anos participaram do estudo observacional com desenho metodológico transversal. Os participantes foram testados sob quatro condições de forma aleatória por sorteio: realizando o padrão de forma ativo assistida com a mão apenas guiando o movimento sem realizar uma resistência , com uma contração concêntrica, uma contração isométrica e realizando a técnica de combinação de isotônicas nos quatro padrões de FNP escolhidos foram utilizados uma resistência manual. Foi utilizado eletromiografia de superfície nos músculos glúteo médio, glúteo máximo, semitendíneo, adutor, reto femoral, vasto lateral, gastrocnêmio medial e tibial anterior e um sistema de captura de movimento e eletromiografia para identificação do movimento e da atividade muscular respectivamente. Para comparação da atividade muscular entre as condições testadas nos 4 padrões foi realizado uma análise de variância (MANOVA), com teste post - hoc de Bonferroni para identificação das diferenças entre as técnicas e padrões de ativação muscular. O nível de significância foi definido como 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Todas os padrões nas diversas formas que foram executados apresentaram diferenças em relação ao movimento ativo assistido. Para comparação dos resultados da EMG, a análise multivariada MANOVA mostrou interação para o padrão de flexão - adução - rotação externa com extensão do cotovelo; para o padrão de ântero elevação da pelve; para o padrão de flexão - abdução - rotação interna com flexão do joelho e para o padrão de extensão do tronco. Para a análise comparativa entre os padrões para cada atividade muscular também apresentou diferença para cada tipo de atividade muscular. **Conclusão:** Pode-se concluir que a resposta EMG está associada ao sinergismo muscular dos padrões realizados; nas contrações com resistência e que esta resposta vai variar conforme o padrão realizado.

Palavras chaves: Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva, irradiação corporal total, músculos do membro inferior.

ABSTRACT

Irradiation is the propagation of muscle contraction that starts from resistance in a specific muscle group and will spread to other synergistic muscle groups, with a functional reaction to support this activity. Physiotherapists from all over the world who use the concept of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) have used the irradiation procedure as a way to work the contraction of weak muscles from strong muscles in several physiotherapy patients in an empirical way, often without having electromyographic parameters that show which would be the most active patterns for the irradiation of certain muscles and whether it would be more effective to use the isotonic combination technique or just the use of concentric or isometric contraction without specific PNF technique, to irradiate. Thus, the aim of this study was to answer the following questions: Which PNF movement patterns can activate lower limb muscles and which types of contractions lead to greater recruitment of these muscles?

Nineteen healthy participants aged between 18 and 40 years participated in the observational study with a cross-sectional methodological design. The participants were tested under four conditions randomly drawn: performing the pattern in an active assisted way with the hand only guiding the movement without resistance, with a concentric contraction, an isometric contraction and performing the isotonic combination technique on the four chosen PNF patterns were used a manual resistance. Surface electromyography was used in the gluteus medius, gluteus maximus, semitendinosus, adductor, rectus femoris, vastus lateralis, medial gastrocnemius and anterior tibialis muscles and a motion capture system and electromyography to identify movement and muscle activity, respectively. To compare the muscular activity between the conditions tested in the 4 patterns, an analysis of variance (MANOVA) was performed, with post-hoc Bonferroni test to identify the differences between the techniques and patterns of muscular activation. The significance level was defined as 5% ($p < 0.05$). Results: All the patterns in the different ways that were performed showed differences in relation to the assisted active movement. For comparison of the EMG results, the multivariate MANOVA analysis showed interaction for the pattern of flexion - adduction - external rotation with elbow extension; for the anterior pelvis elevation pattern; for the flexion - abduction - internal rotation pattern with knee flexion and for the trunk extension pattern. For the comparative analysis between the patterns for each muscle activity, there was also a difference for each type of muscle activity.

Conclusion: It can be concluded that the EMG response is associated with the muscular synergism of the patterns performed; in contractions with resistance and that this response will vary according to the pattern performed.

Keywords: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation, total body irradiation, lower limb muscles.

1- CONTEXTUALIZAÇÃO

A Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) é um tratamento amplamente utilizado por fisioterapeutas e faz parte do currículo da graduação em várias universidades de várias partes do mundo. No entanto, apesar da popularidade desta abordagem na prática clínica, a base científica é pouco investigada e as evidências em grande parte são de estudos heterogêneos e muitas vezes com vários equívocos (1). A partir dos anos 90 com a criação da associação internacional de FNP, o conceito evoluiu para uma abordagem de reabilitação com uma variedade de indicações de doenças de origens neurológicas e/ou musculoesqueléticas. A partir de então certos pontos que fazem parte da filosofia do FNP passaram a ser melhor definidos para o conceito como: FNP é uma abordagem integrada em que cada tratamento se dirige ao ser humano na sua totalidade biopsicosocial, não apenas a um problema específico ou segmento corporal. Desta maneira o fisioterapeuta sempre buscará uma mobilização de reservas de todos os pacientes buscando o potencial existente em todos eles e que muitas vezes é inexplorado, sempre focando em mobilizar as reservas do paciente. A abordagem de tratamento é sempre positiva, reforçando e utilizando o que o paciente pode fazer, a nível físico e psicológico, tendo como o objetivo principal do tratamento ajudar os pacientes a atingir seu nível mais alto de funcionalidade. Para alcançar este nível mais altos de funcionalidade o terapeuta integra princípios de controle motor e aprendizagem motora, além de incluir ao tratamento uma abordagem da Classificação Internacional de Funcionalidade (CIF), no nível das estruturas corporais, no nível da atividade, bem como no nível da participação (CIF, Classificação Internacional de Funcionalidade, OMS 2001) (2).

Desde a década de 1990, há um movimento no sentido de promover a prática baseada em evidências (PBE) na atenção à saúde e educação em saúde. Isso exige que os fisioterapeutas no seu trabalho reflitam sobre suas escolhas quando usam conceitos, métodos e técnicas de tratamento. A base científica para o conceito FNP é pouco pesquisada e faltam evidências de grandes estudos populacionais. Outro problema dos estudos é que muitas vezes as técnicas específicas do FNP são pesquisadas como se fossem o próprio conceito e não só uma parte dele, assim levando a entendimento equivocado do FNP. Apesar disso, no seu conjunto o conceito de FNP continua crescendo, e um dos pontos fortes do conceito de FNP é que ele se enquadra na CIF com seus componentes de deficiências, limitações de atividades e restrições de participação no contexto pessoal e ambiental do paciente envolvido. O Conceito FNP é baseado em três capítulos principais: filosofia do FNP, princípios e procedimentos básicos do FNP e técnicas de FNP em reabilitação. As técnicas de FNP, compreendem 10 técnicas especificamente definidas, são ferramentas para serem aplicadas dentro da abordagem do FNP, não como conceitos separados (4).

O Conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva foi criado em 1945 por Herman Kabat e Margareth Knott e teve uma grande divulgação a partir de 1947 quando eles se mudaram para Vallejo, Califórnia (2). Kabat e Knott ao desenvolverem o conceito se basearam nos trabalhos de Charles Scott Sherrington, neurofisiologista e laureado com o Nobel. A pesquisa de Sherrington estabeleceu que componentes do sistema neuromuscular não operava isoladamente. Ele enfatizou conceitos como somação temporal e espacial, pós-descarga, irradiação, indução sucessiva e inervação e inibição recíproca (2). Kabat (1949) estava convencido de que esses conceitos poderiam ser úteis no desenvolvimento de intervenções para pessoas com distúrbios neuromusculares. Ele descreveu 4 mecanismos essenciais: 1- máxima resistência; 2- reflexos (por exemplo, reflexo de estiramento, reflexo tônico do pescoço, reflexos de endireitamento e redução da espasticidade com pacotes frio - estímulos externos para facilitação); 3- irradiação (uso de contração muscular proprioceptiva e, portanto, um fenômeno gerado internamente e aplicações de terapia usando padrões diagonais e espirais baseados na fisiologia); e 4- indução sucessiva (técnicas baseadas na reversão de antagonistas)(3).

As fisioterapeutas Margareth Knott e Dorothy Voss publicaram o primeiro livro sobre FNP em 1956. Knott e Voss começaram um treinamento para fisioterapeutas de todo o mundo, com um programa de pós-graduação no Centro de Reabilitação da Fundação Kaiser e Hospital, em Vallejo, em 1964. Centenas de fisioterapeutas dos Estados Unidos e exterior são treinados e a teoria e prática do FNP tem sido usada em doenças músculo-esqueléticas e medicina esportiva, além de distúrbios neurológicos em todo o mundo (3).

No primeiro trabalho publicado por Herman Kabat e Margareth Knott, *Principles of Neuromuscular Reeducation*, de 1948, Kabat e Knott descrevem a irradiação como “prevenção de substituição de sinergistas”. A substituição de sinergistas ocorre quando a inervação de um par de sinergistas é mais forte que o de outro, causando uma contração do músculo mais forte do que a contração do mais fraco. Por exemplo na tentativa de dorsiflexão do tornozelo a força realizada pelo indivíduo que está tentando fazer o movimento pode produzir contração dos extensores dos dedos dos pés, mas pouca ou nenhuma contração da região afetada do tibial anterior. A resistência do movimento dos extensores dos dedos dos pés resistindo à força dos dedos ajudará a redirecionar a energia para o tibial anterior e desta forma a utilização de outra porção do mesmo grupo muscular” (7).

O conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva recomenda em sua filosofia, na abordagem positiva entre outras coisas, o tratamento indireto para alguns pacientes que não conseguem mover algum seguimento do corpo ou contrair diversos músculos, pelo procedimento da irradiação. A irradiação é uma reação dos músculos sinergistas em uma parte do corpo a um

movimento do corpo em outra parte. Desta forma indireta a irradiação será uma forma de intervir em uma parte do corpo fraca ou lesionada a partir de outras partes do corpo mais fortes (2). O tratamento com a irradiação se baseia no fato de que a estimulação de músculos fortes e preservados produz ativação dos músculos lesionados e fracos (11, 6). A irradiação foi descrita por Charles Sherrington como “uma disseminação e aumento da força de resposta motora a um movimento”, segundo Sherrington “um estímulo adequado promove uma contração efetiva do músculo alvo, e impulsos emitidos por esse músculo em contração estimulam a atividade de outros músculos sinérgicos distais a um estimulado”. A irradiação é a propagação da contração muscular que se inicia a partir da resistência em um grupo muscular específico e que vai se espalhar até outros grupos musculares sinérgicos, com uma reação funcional de apoio para esta atividade (4).

Sherrington em 1906 publicou “A Ação Integrativa do Sistema Nervoso” em que afirma na sua lei da irradiação: “Um músculo trabalhando duro recruta os músculos vizinhos e, se eles já fazem parte da ação, amplifica sua força. Os impulsos neurais emitidos pelo músculo em contração atingem outros músculos e os ligam como quando uma corrente elétrica aciona um motor”. Um estímulo adequado promove uma contração efetiva do músculo alvo, e impulsos emitidos por esse músculo em contração estimulam a atividade de outros músculos sinérgicos distais a um estimulado (4). Assim como a irradiação para músculos sinérgicos é um resultado natural e automático da contração muscular efetiva, ela também pode ser conseguida por exercícios resistidos (11).

Descrevendo as várias ações de um músculo e o trabalho de seus sinergistas Kabat e Knott, baseados no trabalho do neurofisiologista Charles Scott Sherrington, começam a descrever a atividade da irradiação no FNP e consequentemente na fisioterapia (7). Assim o FNP é uma intervenção fisioterapêutica que geralmente são realizadas primeiro indiretamente em partes mais fortes (mais saudáveis) do corpo a fim de irradiar para as partes mais fracas ou mais prejudicadas do corpo. O efeito do tratamento indireto, baseado na irradiação pode ser uma escolha apropriada quando a ativação voluntária de um membro não é possível. A irradiação pode ter relevância clínica na reabilitação onde condições de saúde como lesões agudas das extremidades, imobilização pós-cirúrgica de membros, dor e certos distúrbios neurológicos como fraqueza muscular principalmente unilateral impedem os pacientes de exercitar um membro (5). Alguns estudos tem verificado o efeito da irradiação usando padrões de FNP, mas nenhum deles verificou o que acontece simultaneamente com grupos musculares antagonistas, deixando em aberto questões sobre o direcionamento da irradiação, se realmente é só para o grupo muscular sinergista, ou se também temos ação de outros músculos que poderiam estar sendo contraídos por exemplo como estabilizadores durante o padrão, agindo de forma a levantar novas questões sobre o uso da irradiação durante o tratamento.

A literatura revelou o fenômeno pelo qual treinar um lado do corpo aumenta a força dos

músculos do outro lado do corpo, que se tornou conhecido como o efeito do treinamento de força contralateral. O mesmo efeito às vezes é chamado de educação cruzada ou treinamento cruzado, embora esses termos tenham um uso mais amplo (14). Um estudo de 1894 já descreve um conjunto de observações a partir de um treinamento de “força muscular e para “controle muscular para treinamento de habilidade”. Este estudo contou com apenas dois participantes, e ambos, o braço treinado e o braço não treinado contralateral melhoraram a força e a precisão em 40% e 25% com treinamento de “força muscular” e treinamento de “controle muscular”, respectivamente. Este trabalho foi o primeiro a identificar formalmente a “educação cruzada”, que é a melhoria bilateral no desempenho com treinamento unilateral (15).

A eletromiografia foi usada por Pink (13) para determinar a presença de atividade elétrica nos músculos latíssimo do dorso, infraespinal e peitoral maior não exercitados enquanto o membro contralateral foi submetido ao padrão de FNP de flexão, abdução, rotação externa com cotovelo estendido e extensão, adução, rotação interna com cotovelo estendido. Neste trabalho o infraespinal foi mais ativo durante o componente flexor, enquanto o latíssimo do dorso foi mais ativo durante o componente extensor. Reznik et al. (16) também usaram a eletromiografia de superfície e encontraram um aumento da atividade no músculo tibial anterior em relação ao nível basal quando fizeram exercícios com resistência aplicado no membro inferior esquerdo. Já o exercício resistido aplicado aos membros superiores direito ou esquerdo, respectivamente, mostraram atividades EMG semelhante no músculo tibial anterior em relação ao seu nível basal, o que os levou a conclusão de que um exercício resistido parece ser eficaz na produção de atividade elétrica nos músculos homólogos contralaterais do membro não exercitado (16)

Em 2015 Abreu et al. (22) realizaram um estudo para explorar o efeito da força de irradiação a partir de exercícios isométricos na diagonal de membro superior sobre as atividades dos músculos do ombro. Durante os exercícios a mais alta atividade muscular ocorreu no trapézio descendente durante a diagonal para flexão. O trapézio descendente e peitoral maior foram mais ativados durante a diagonal para flexão do que a diagonal para a extensão, enquanto valores similares entre ambas as diagonais foram observados para o deltoide acromial. Foi observado que a força da irradiação durante os exercícios de diagonal do membro superior é afetada pela direção da diagonal, intensidade da contração e sexo do participante quando realizados por participantes saudáveis.

Marchese et al. (12) testaram a eficácia dos padrões de FNP do tronco, membros superiores, e membros inferiores na indução de irradiação muscular para os músculos recrutados durante a tarefa do sentar para levantar, e relacionaram a irradiação com a tarefa, aonde concluíram que o FNP pode ser utilizado para induzir a irradiação muscular para manter ou melhorar a atividade muscular nos músculos recrutados durante a tarefa de sentar e levantar.

A eletromiografia é um fenômeno descoberto pelo engenheiro eletricitista, Luigi Galvani, há mais de 100 anos, que estuda as respostas produzidas por fibras musculares e membranas, quando estas são submetidas a atividades elétricas, hoje, um dos principais exames de diagnóstico muscular usados na área da saúde, mas que também é uma forma de avaliar a ativação muscular em diferentes condições. A eletromiografia de superfície além das áreas da saúde é utilizada para diversos fins, principalmente quando o método é usado de forma não invasiva com eletrodos de superfície, para verificar o comportamento neuromuscular em algumas doenças ou lesões que afetam o sistema neuromuscular (17); efeito do desuso no nível de ativação muscular (18) (19) e os efeitos e especificidades do exercício/treinamento físico na função neuromuscular (20). Na eletromiografia de superfície são posicionados eletrodos nos grupos musculares que devem ser analisados a partir de diretrizes gerais já descritas pelo SENIAM (Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles). Com isso, é possível utilizar a EMG quando avaliamos um participante de pesquisa ou paciente com objetivo de avaliar quantitativamente a contração muscular (23), o que o torna um instrumento confiável quando respeitados todos os critérios de uso.

O sistema cinemático é usado para registrar a posição e orientação dos segmentos do corpo, ângulos das articulações, velocidade e aceleração linear e angular correspondente (24). A medição do movimento pode ser usada para avaliar o desempenho funcional dos membros em condições normais e anormais. Além disso, com diferenciação numérica apropriada, velocidade e aceleração podem ser obtidas a partir das informações de deslocamento sendo possível ser usado para determinação mais precisa de eventos específicos de um movimento como seu início e fim. O registro das trajetórias reais de movimento é realizado pelo método fotogramétrico que captam imagem em um conjunto de marcadores reflexivos com formato que permite que a luz seja refletida em todas as direções, não importando a posição, uma vez que ela permaneça no campo de visão do conjunto de câmeras utilizado e, por serem de composição leve não causam incômodo e nem dificultam o movimento (24). R. Michnik et al (21) fizeram uma análise cinemática dos movimentos terapêuticos do membro superior, de acordo com as recomendações do método FNP calculando trajetórias reais dos movimentos dos membros superiores, que foram registrados pelo método fotogramétrico. Trajetórias do modelo analisaram movimentos e valores de translocações angulares relativas e velocidade angular nas articulações individuais do membro.

Vários estudos com o procedimento da irradiação do FNP foram feitos, analisando a existência da irradiação nos músculos, mas com o uso cada vez maior pelos fisioterapeutas do procedimento da irradiação do FNP, existem lacunas que necessitam ser respondidas em relação a diversos músculos e seus antagonistas.

2- OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Avaliar o efeito da irradiação do Conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva na atividade muscular do membro inferior esquerdo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar e comparar a intensidade da atividade muscular com irradiação dos músculos abdutores, extensores e adutores do quadril, os extensores e flexores do joelho e os dorsiflexores e flexores plantares do tornozelo em quatro momentos distintos: (I) A atividade muscular com o padrão de FNP sendo feito de forma ativa assistida. (II) A atividade muscular durante a execução dos padrões de FNP com uma contração concêntrica e uma resistência manual durante toda a amplitude. (III) A atividade muscular no final da amplitude dos padrões de FNP com uma contração isométrica. (IV) A atividade muscular durante a execução dos padrões de FNP associada à técnica específica de combinação de isotônicas (a técnica de combinação de isotônicas consiste na aplicação de uma resistência manual combinando as contrações concêntricas, isométricas e excêntricas para promover diferentes níveis de contração (2) nas angulações finais da amplitude.
- Verificar se a atividade dos músculos irradiados com uma resistência manual é diferente dos padrões de FNP propostos quando comparados ao movimento ativo sem a resistência manual, e quais os padrões que mais irradiam para estes músculos.

3- Métodos:

3.1- DESENHO DO ESTUDO E PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Tratou-se de um estudo transversal conduzido no período de maio e junho de 2022, que foi realizado no Laboratório do Núcleo de Apoio a Pesquisa em Análise do Movimento (NAPAM) localizada na Rua Professora Maria José Barone Fernandes, 300/1º andar Vila Maria, São Paulo – SP, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho – UNINOVE, sob o número de parecer 5.770.398.

Todos os participantes foram informados sobre a natureza e o objetivo do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), de acordo com a Resolução Ética do CNS 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

3.2- CASUÍSTICA

A amostra deste estudo foi composta por participantes adultos saudáveis dos sexos masculinos e femininos. Especificamente, participaram deste estudo uma amostra de conveniência composta por 19 pessoas, sendo 09 homens e 10 mulheres, com faixa etária entre 18 e 40 anos. Os critérios de inclusão foram: indivíduos de ambos os sexos, idade entre 18 e 40 anos, hígidos, eutróficos e sem queixa de dor osteomuscular nos membros inferiores e membros superiores. Que tivessem força e função muscular com grau 5 segundo Hislop e Montgomery 2008 (26), na técnica de exame manual.

Os critérios de exclusão foram: gestantes, pessoas com doenças neuromusculares e doença do tecido conjuntivo, disfunções osteomusculares em região do membro superior, dor pélvica crônica, síndrome do piriforme, síndrome do impacto acetabular, dor patelofemoral, histórico de fraturas no membro inferior, dores nos membros superiores ou ombro.

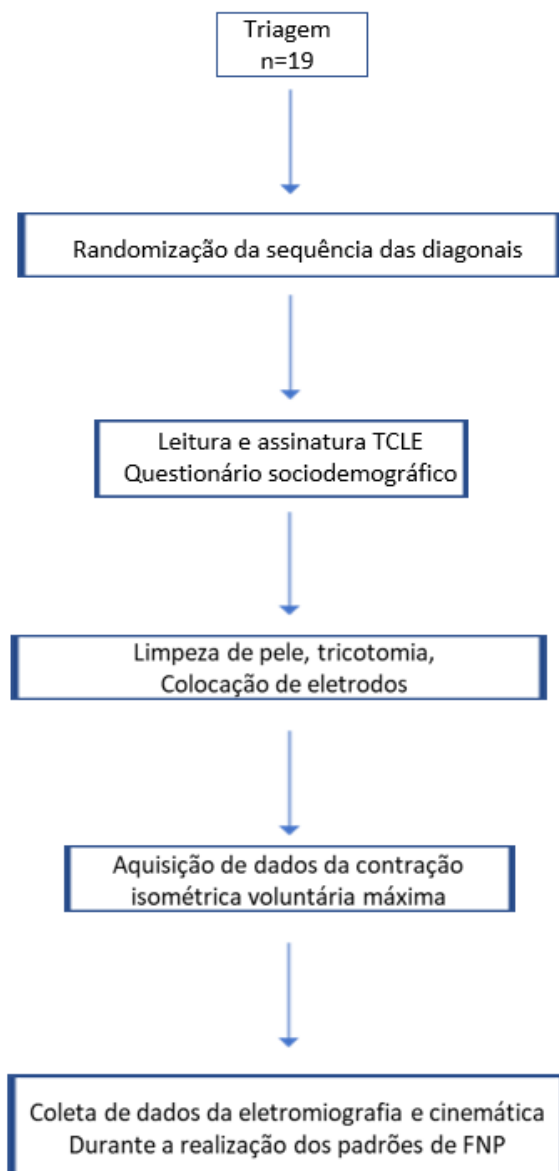
3.3- PROCEDIMENTOS DE COLETA

Inicialmente, todos os participantes responderam a um questionário sociodemográfico (nome, idade, sexo, peso, altura, gravidez, sente alguma dor nas articulações, músculos ou em alguma parte do corpo, tem história de fratura, alguma doença pré-existente, prática de alguma modalidade de atividade física, volume de treino semanal) (APÊNDICE B).

Todos as participantes usavam shorts, top e permaneciam descalças para facilitar a colocação dos marcadores e a leitura dos mesmos pelas câmeras. A pele foi limpa com algodão e álcool 70% para melhor fixação dos marcadores.

Para colocação dos eletrodos de eletromiografia (EMG), realizou a tricotomia prévia do local seguido de limpeza e abrasão da pele com algodão e álcool 70%.

Fluxograma de captura de amostra



Procedimentos e Instrumentação

Os participantes elegíveis ao estudo foram submetidos à avaliação da EMG e cinemática tridimensional durante a realização dos padrões de FNP. A análise cinemática foi realizada sincronicamente à análise da EMG, pelo sistema Vicon® constituído por oito câmeras operando a uma frequência de 240 frames por segundo. Um total de 25 marcadores retrorreflexivos foi fixado à pele de cada voluntária por meio de fita dupla-face hipoalergênica de acordo com o modelo *Plug-in Gait-Full Body* (8).

Para a captação do sinal de EMG, o sistema de aquisição de oito canais (Noraxon DTS Desk Receiver® USA Inc., Scottsdale, AZ, United States) composto por sensores (DTS EMG Research) e eletrodos ativos bipolares com ganho de amplificação de 1000 vezes, filtro analógico passa banda de 20 a 500 Hz e modo comum de rejeição de 100 dB com transmissão de sinal via wireless foi utilizado. Os sinais EMG foram captados com frequência de amostragem de 2400 Hz, digitalizados por uma placa de conversão analógico-digital com 24 bits de resolução. Seguindo as recomendações do SENIAM (9), eletrodos de superfície, autoadesivos duplos, descartáveis de Ag/AgCl (Noraxon®) e distância (centro-à-centro) de 2 cm, foram posicionados sobre a pele paralelos às fibras dos ventres musculares considerando as seguintes localizações: Glúteo mMáximo (Gmax) - 50% na linha entre as vértebras sacrais e o trocanter maior. Adutor Longo (AdLo) – no aspecto medial da coxa, no ponto médio entre a sua origem no tubérculo do púbis e a inserção na linha áspera do fêmur ; Glúteo Médio (GMe) - no ponto médio entre a crista ilíaca e o trocânter maior do fêmur; Vasto Lateral (VaLa) - no terço inferior da distância entre a patela e a espinha ilíaca anterossuperior; Reto Femoral (ReFe) - no ponto médio entre a espinha ilíaca anterossuperior e a parte superior da patela; Vasto Medial (VaMe) - 80% da linha entre a espinha ilíaca anterossuperior e o espaço articular em frente a borda anterior do ligamento medial; Semitendíneo (SeTe) - no ponto médio entre a tuberosidade isquiática e a cabeça da fíbula; Tibial Anterior (TiAn) - no terço superior entre a linha da cabeça da fíbula e o maléolo medial; Gastrocnêmio Medial (GaMe) - na região mais proeminente do ventre muscular da porção medial do músculo gastrocnêmio (9). Antes da colocação dos eletrodos foi realizada a tricotomia dos pelos e a limpeza da pele com álcool 70%.

Os padrões de FNP foram realizados por um instrutor de FNP credenciado segundo as recomendações da IPNFA (associação internacional de FNP). Três movimentos consecutivos foram realizados em cada voluntário: a) movimento ativo- assistido; b) movimento sob resistência manual e contração concêntrica; c) movimento sob resistência manual e contração isométrica e d) movimento sob resistência manual com a técnica do

conceito FNP combinação de isotônicas. A ordem dos padrões realizados de forma aleatória foi: a) flexão, adução, rotação externa com extensão do cotovelo do membro superior direito; b) ântero elevação da pelve esquerda, c) flexão, abdução, rotação interna com flexão do joelho do membro inferior esquerdo e d) extensão do tronco para a esquerda. A aleatorização foi feita por meio de envelope opaco por um pesquisador independente. O padrão foi executado com um intervalo de 30 segundos respeitado.

Coleta da contração isométrica voluntária máxima

Foram realizadas 4 sessões de coleta da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para cada músculo (durante 5 segundos e 1 minuto de repouso entre cada sessão), sendo que a primeira tinha como finalidade a familiarização com a tarefa.

Para a CIVM do GMax a voluntária foi colocada em decúbito ventral com o membro inferior a ser testado a 90° de flexão de joelho e o quadril em posição neutra. O avaliador, então, estabilizou a região do cingulo dos MMII com uma cinta inelástica e à voluntária realizou, contra uma resistência manual fixa na região distal e posterior do fêmur, a extensão do quadril. Em seguida, com o quadril repousando sobre a maca e numa leve rotação lateral, o joelho foi posicionado em 60° de flexão, uma resistência manual fixa foi aplicada na região distal e posterior da tíbia contra o movimento de flexão do joelho, para coleta da CIVM do SeTe.

Para a CIVM do GMed, a voluntária foi posicionada em decúbito lateral, com o membro inferior a ser avaliado acima, joelho estendido e quadril em ligeira extensão e abdução, uma resistência manual fixa foi aplicada contra a abdução do quadril na região distal e lateral da tíbia. Com a voluntária em sedestação, joelho posicionado em 60° de flexão, imprimiu-se uma resistência manual fixa na região distal e anterior da tíbia contra a extensão do joelho, para se obter a CIVM do ReFe e VL. Em decúbito dorsal com os tornozelos posicionados fora da maca e com posição neutra entre a dorsiflexão e flexão plantar, uma resistência manual fixa na região do antepé foi aplicada no sentido da flexão plantar, para se obter a CIVM do TiAn. Para a CIVM do GaMe o voluntário foi posicionado em decúbito ventral com os tornozelos posicionados fora da maca e com posição neutra entre a dorsiflexão e flexão plantar, uma resistência manual fixa na região do antepé foi aplicada no sentido da dorsiflexão.

3.4- DESCRIÇÃO DOS PADRÕES (27)

Segundo o Conceito todos os padrões do FNP têm o seu nome na posição final do

movimento em relação a articulação proximal e intermediária no caso dos apendiculares, ou na posição final do seguimento, em relação a escápula, pelve e tronco (2).

a) Flexão – adução - rotação externa com extensão do cotovelo

Neste padrão do membro superior direito o movimento começa com o braço aduzido ao lado do corpo com o ombro perpendicular ao tronco e rotação interna, o cotovelo com a máxima flexão, o antebraço em máxima pronação e o punho e os dedos em extensão máxima.

O movimento solicitado ao voluntário inicia-se distalmente partindo da flexão dos dedos e punho e supinação do antebraço, a partir do final da amplitude de movimento o ombro começa o movimento de flexão e a extensão do cotovelo ocorre simultaneamente. O ponto de referência para o movimento no momento que o braço cruza a linha média é na altura do nariz, com movimento do membro superior no sentido diagonal ao movimento (27).

O início do movimento foi definidos no instante exato do tempo em que a velocidade do marcador da mão excedeu 50 mm/s e o fim foi definido no instante em que a velocidade for inferior a 50 mm/s.

Posição inicial



Vista frontal

Posição inicial



Vista lateral

Posição final



Vista frontal

Posição final



Vista lateral

b) Ântero elevação da pelve esquerda

Neste padrão o paciente começa o movimento solicitado com a pelve na posição neutra. O movimento solicitado inicia-se elevando a pelve do lado esquerdo com uma leve retroversão e rotação da coluna para a direita. No final do padrão o movimento de flexão de tronco lateral maior que acontece é da flexão lateral do tronco, sendo a rotação da lombar e retroversão da pelve um movimento pequeno (27).

O início do movimento foi definido no instante do tempo em que a velocidade do marcador da espinha ilíaca antero superior excedeu 50 mm/s e o fim foi definido no instante em que a velocidade for inferior a 50 mm/s.



Posição inicial



Posição final

c) Flexão – abdução - rotação interna com a flexão do joelho

Nesta posição o padrão de flexão abdução rotação interna teve a posição inicial do membro inferior próximo ao final do arco de movimento, porque o movimento solicitado ao voluntário inicia-se a partir da perna apoiada na maca e o quadril em flexão, na posição neutra para abdução e rotação, o joelho fletido e o tornozelo na posição neutra.



Posição inicial



Posição final

O movimento solicitado ao voluntário inicia-se distalmente partindo da dorsiflexão e eversão do tornozelo. A partir do final da amplitude do movimento o quadril começa o movimento de flexão, abdução e rotação interna, e a flexão do joelho ocorre simultaneamente (27).

O início do movimento foi definido no instante exato do tempo em que a velocidade do marcador do antepé excedeu 50 mm/s e o fim foi definido no instante em que a velocidade for inferior a 50 mm/s.

d) Extensão do tronco

Neste padrão o movimento solicitado ao voluntário inicia-se com o tronco fletido na altura da torácica em flexão para a direita, rotação para a direita e inclinação lateral do lado direito. A partir desta posição o movimento solicitado ao voluntário foi de extensão e rotação do tronco para a esquerda estendendo o tronco até a posição neutra no sentido diagonal ao movimento (27).

Posição inicial



Posição final



O início do movimento foi definido no instante exato do tempo em que a velocidade do marcador do acromio excedeu 50 mm/s e o fim foi definido no instante em que a velocidade for inferior a 50 mm/s.

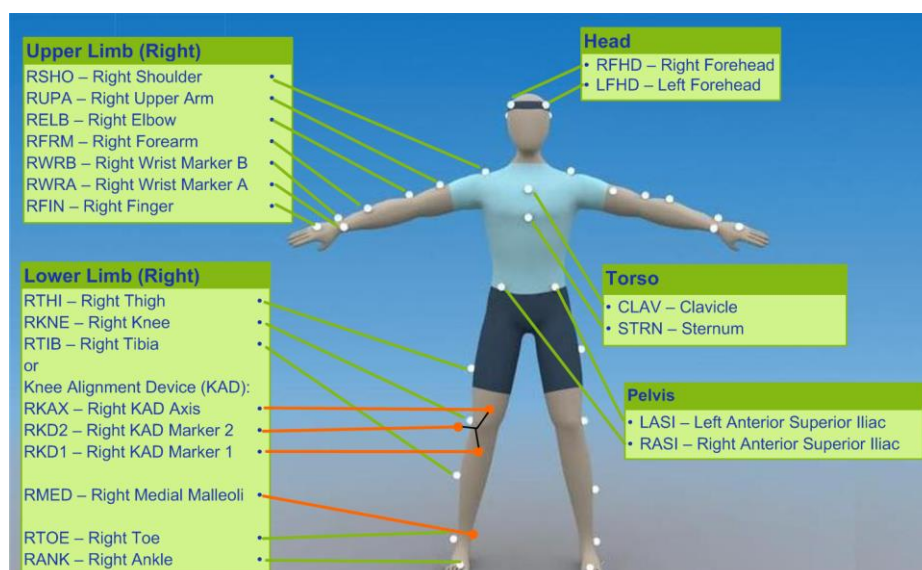
3.5 - PROCESSAMENTO DE DADOS

Para este estudo os dados de cinemática tridimensional, foram usados com intuito de definir o início e fim de cada padrão.

Cinemática

O membro considerado para análise foi o membro direito. Os dados cinemáticos foram processados no software Vicon Nexus 2.8® e após reconstrução e nomeação foi aplicado o modelo biomecânico para construção dos segmentos e estimativa dos centros articulares (8). A marcação dos ciclos de movimento de cada padrão foi realizada de acordo com a descrição de Adler et al. (2). O filtro *Woltring* foi aplicado com 2 erros quadráticos médios (2 MSE) às trajetórias dos marcadores, para reduzir os ruídos devido à movimentação de tecidos moles durante o movimento.

Os dados processados da fase de preparação das 3 coletas foram exportados para uma planilha do programa *Excel*® (Microsoft).



https://docs.vicon.com/download/attachments/50888852/MarkerPlacement_FullBody_Front.png

Eletromiografia

Todos os dados sEMG foram processados no software myoRESEARCH (Noraxon®). O sinal da sEMG, de cada músculo avaliado, foi tratado utilizando um filtro de quarta ordem *Butterworth*, passa banda entre 20-400 Hz e atraso de fase zero. O sinal foi calculado através da *root mean square* (RMS) com uma janela móvel de 150 ms, em seguida, o sinal foi cortado referente a cada movimento. O valor obtido foi normalizado pela média do pico de 3 RMSs calculadas a partir da CIVM e então os dados foram integrados (%CIVM).

Análise Estatística

Para verificar se os dados apresentavam distribuição normal foi utilizado o teste Shapiro – Wilk e em seguida os dados foram expressos em média e intervalo de confiança (IC 95%). De acordo com a distribuição da normalidade dos dados, as variáveis foram comparadas por meio de uma análise multivariada para verificar a interação entre os padrões e músculos e entre as atividades musculares em cada padrão com o teste post hoc de Bonferroni, considerando $p < 0,05$.

O software estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science) versão 22 para Mac foi utilizado em todas as análises deste estudo.

4. Resultados

Os resultados da presente dissertação, intitulada “Ativação dos músculos do membro inferior pelo procedimento de irradiação do conceito de facilitação neuromuscular proprioceptiva” serão apresentados no formato de artigo.

4.1 Artigo: “AVALIAÇÃO DA ATIVAÇÃO DOS MÚSCULOS DO MEMBRO INFERIOR PELO PROCEDIMENTO DE IRRADIAÇÃO DO CONCEITO DE FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA”

Resumo

Irradiação é propagação da contração em um grupo muscular específico se espalhando até grupos musculares sinérgicos, como uma reação funcional. A Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) usa irradiação para trabalhar contração de músculos fracos a partir de músculos fortes. O objetivo deste estudo responder as seguintes perguntas: Quais padrões de movimento do FNP são capazes de ativar indiretamente os músculos do membro inferior e quais músculos são mais ativados em cada padrão testado?

Métodos: Estudo transversal com 19 participantes que foram testados com eletromiografia de superfície e um sistema de capturas de movimento realizando quatro padrões de FNP de forma ativo assistida; resistência manual realizando contração concêntrica, contração isométrica e a técnica de combinação de isotônicas. Para comparação foi realizada uma análise de variância (MANOVA), com teste post - hoc de Bonferroni para identificação das diferenças entre as técnicas e padrões de ativação muscular. O nível de significância foi definido como 5% ($p < 0,05$). **Resultados:** Os padrões apresentaram diferenças em relação ao movimento ativo assistido. Para comparação dos resultados da EMG, análise multivariada MANOVA mostrou interação no padrão de flexão - adução - rotação externa com extensão do cotovelo ($\lambda = 0.03$, $F = 17.684$, $p < 0.001$); no padrão de ântero elevação da pelve ($\lambda = 0.36$, $F = 3.268$, $p < 0.001$); no padrão de flexão - abdução - rotação interna com flexão do joelho ($\lambda = 0.12$, $F = 8.094$, $p < 0.001$) e no padrão de extensão do tronco ($\lambda = 0.07$, $F = 11.322$, $p < 0.001$). Para a análise comparativa entre os padrões para cada atividade muscular também apresentou interação sendo: ativo assistido ($\lambda = 0.035$, $F = 17.070$, $p < 0.001$); concêntrico ($\lambda = 0.035$, $F = 17.068$, $p < 0.001$); isométrico ($\lambda = 0.085$, $F = 10.559$, $p < 0.001$); combinações de isotônicas ($\lambda = 0.035$, $F = 17.273$, $p < 0.001$). **Conclusão:** Há maior resposta EMG da irradiação em músculos sinérgicos dos padrões realizados, nas contrações com resistência e esta resposta vai variar conforme o padrão realizado.

Palavras chaves: Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva, irradiação corporal

total, músculos do membro inferior.

Introdução:

O conceito Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) é um tratamento amplamente utilizado por fisioterapeutas e faz parte do currículo da graduação em várias universidades de várias partes do mundo. No entanto, apesar da popularidade desta abordagem na prática clínica, a base científica é pouco investigada e as evidências em grande parte são de estudos heterogêneos e muitas vezes com vários equívocos (1). O FNP foi criado em 1945 por Herman Kabat e Margareth Knott e teve uma grande divulgação a partir de 1947 quando eles se mudaram para Vallejo, Califórnia (2). Kabat e Knott ao desenvolverem o conceito se basearam nos trabalhos do neurofisiologista Charles Scott Sherrington. As pesquisas de Sherrington estabeleceram que componentes do sistema neuromuscular não operava isoladamente. Ele enfatizou conceitos como somação temporal e espacial, pós-descarga, irradiação, indução sucessiva e inervação e inibição recíproca (2). Kabat (1949) estava convencido de que esses conceitos poderiam ser úteis no desenvolvimento de intervenções para pessoas com distúrbios neuromusculares e a partir daí ele descreveu 4 mecanismos essenciais que deveriam existir nestas intervenções: 1- máxima resistência; 2- reflexos (por exemplo, reflexo de estiramento, reflexo tônico do pescoço, reflexos de endireitamento e redução da espasticidade com pacotes frio - estímulos externos para facilitação); 3- irradiação (uso de contração muscular proprioceptiva e, portanto, um fenômeno gerado internamente e aplicações de terapia usando padrões diagonais e espirais baseados na fisiologia); e 4- indução sucessiva (técnicas baseadas na reversão de antagonistas)(3).

Sherrington em 1906 publicou "A Ação Integrativa do Sistema Nervoso" em que afirma na sua lei da irradiação: "Um músculo trabalhando duro recruta os músculos vizinhos e, se eles já fazem parte da ação, amplifica sua força". Os impulsos neurais emitidos pelo músculo em contração atingem outros músculos e os ligam como quando uma corrente elétrica aciona um motor". Um estímulo adequado promove uma contração efetiva do músculo alvo, e impulsos emitidos por esse músculo em contração estimulam a atividade de outros músculos sinérgicos distais a um estimulado (4). Assim como a irradiação para músculos sinérgicos é um resultado natural e automático da contração muscular efetiva, ela também pode ser conseguida por exercícios resistidos (11). Descrevendo as várias ações de um músculo e o trabalho de seus sinergistas Kabat e Knott, baseados no trabalho do neurofisiologista Charles Scott Sherrington, começam a descrever a atividade da irradiação no FNP e conseqüentemente na fisioterapia (7).

A EMG foi usada por Pink (13) para determinar a presença de atividade elétrica nos músculos latíssimo do dorso, infraespal e peitoral maior não exercitados enquanto o membro contralateral foi submetido ao padrão de FNP de flexão, abdução, rotação externa com cotovelo estendido e extensão, adução, rotação interna com cotovelo estendido. Reznik et al. (16) usaram a EMG de superfície e concluíram que um exercício resistido parece ser eficaz na produção de atividade elétrica nos músculos homólogos contralaterais do membro não exercitado (16). Em 2015 Abreu et al. (22) realizaram um estudo para explorar o efeito da força de irradiação a partir de exercícios isométricos na diagonal de membro superior sobre as atividades dos músculos do ombro, e observaram através da EMG que a força da irradiação durante os exercícios de diagonal do membro superior é afetada pela direção da diagonal, intensidade da contração e sexo do participante quando realizados por participantes saudáveis. Marchese et al. (12) testaram com EMG a eficácia dos padrões de FNP do tronco, membros superiores, e membros inferiores com irradiação muscular para os músculos recrutados durante a tarefa do sentar para levantar, e relacionaram a irradiação com a tarefa.

Existe uma relação intuitiva entre a irradiação e a contração muscular consequente disso, e a literatura apresenta um consenso em relação a esta associação. Logo, se faz necessário compreender melhor como estas irradiações acontecem, e seu verdadeiro potencial que podem estar associadas à direção dos movimentos dos padrões de FNP, a resistência aplicada aos padrões de FNP, aos diferentes tipos de contrações aplicadas durante a execução dos padrões de FNP e se estes padrões podem interferir na contração muscular de forma a tornar a contração mais ou menos intensa.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi avaliar quais padrões de movimento do FNP são capazes de ativar os músculos do membro inferior contralateral e quais músculos são mais ativados em cada padrão testado. Foi hipotetizado que os padrões de FNP levam a uma irradiação para músculos de outra parte do corpo, de maneira que seja possível trabalhar a contração destes músculos sem necessariamente movimentar a parte do corpo que estes músculos estão inseridos e que existe uma diferença entre os padrões e entre os músculos em cada padrão na hora de irradiar para a contração muscular desta parte alvo do corpo.

Métodos

Tratou-se de um estudo transversal conduzido entre o período de maio e junho de 2022, que foi realizado em um Laboratório de Análise do Movimento após aprovação do Comitê de Ética da mesma instituição, sob o número de parecer 5.770.398.

Todos os participantes foram informados sobre a natureza e o objetivo do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), de acordo com a Resolução Ética do CNS 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.

Participantes:

A amostra deste estudo foi composta por participantes adultos saudáveis composta por uma amostra de conveniência de 19 pessoas, sendo 09 homens e 10 mulheres, com faixa etária entre 18 e 40 anos.

Os critérios de inclusão foram: indivíduos de ambos os sexos, idade entre 18 e 40 anos, hígidos, eutróficos e sem queixa de dor osteomuscular nos membros inferiores e membros superiores. Que tivessem força e função muscular com grau 5 segundo Hislop e Montgomery 2008 (26), na técnica de exame manual. Os critérios de exclusão foram: gestantes, pessoas com doenças neuromusculares e doença do tecido conjuntivo, disfunções osteomusculares em região do membro superior, dor pélvica crônica, síndrome do piriforme, síndrome do impacto acetabular, dor patelofemoral, histórico de fraturas no membro inferior, dores nos membros superiores ou ombro.

Instrumentação e Procedimentos

Inicialmente, todos os participantes responderam a um questionário sociodemográfico composto por questões relacionadas a informações pessoais e/ou relativas a saúde em geral principalmente a existência de dores nos membros superiores e inferiores. Em seguida foram submetidos de forma simultânea a uma avaliação eletromiográfica dos músculos do membro inferior da contração isométrica voluntária máxima e a partir daí a uma avaliação eletromiográfica destes músculos a partir da irradiação causada pelos padrões de FNP.

Eletromiografia e processamentos de dados

Foram realizadas 4 sessões de coleta da contração isométrica voluntária máxima (CIVM) para cada músculo (durante 5 segundos e 1 minuto de repouso entre cada sessão), sendo que a primeira tinha como finalidade a familiarização com a tarefa.

Para a captação do sinal de EMG, o sistema de aquisição de oito canais (Noraxon DTS Desk Receiver® USA Inc., Scottsdale, AZ, United States) composto por sensores (DTS EMG Research) e eletrodos ativos bipolares com ganho de amplificação de 1000 vezes, filtro analógico passa banda de 20 a 500 Hz e modo comum de rejeição de 100 dB com

transmissão de sinal via wireless foi utilizado.

Todos os dados sEMG foram processados no software myoRESEARCH (Noraxon®). O sinal da sEMG, de cada músculo avaliado, foi tratado utilizando um filtro de quarta ordem *Butterworth*, passa banda entre 20-400 Hz e atraso de fase zero. O sinal foi calculado através da *root mean square* (RMS) com uma janela móvel de 150 ms, em seguida, o sinal foi cortado referente a cada movimento. O valor obtido foi normalizado pela média do pico de 3 RMSs calculadas a partir da CIVM e então os dados foram integrados (%CIVM).

Seguindo as recomendações do SENIAM (9), eletrodos de superfície, autoadesivos duplos, descartáveis de Ag/AgCl (Noraxon®) e distância (centro-à-centro) de 2 cm, foram posicionados sobre a pele paralelos às fibras dos ventres musculares considerando as seguintes localizações: Glúteo mMáximo (Gmax) - 50% na linha entre as vértebras sacrais e o trocater maior. Adutor Longo (AdLo) – no aspecto medial da coxa, no ponto médio entre a sua origem no tubérculo do púbis e a inserção na linha áspera do fêmur ; Glúteo Médio (GMe) - no ponto médio entre a crista ilíaca e o trocater maior do fêmur; Vasto Lateral (VaLa) - no terço inferior da distância entre a patela e a espinha ilíaca anterossuperior; Reto Femoral (ReFe) - no ponto médio entre a espinha ilíaca anterossuperior e a parte superior da patela; Vasto Medial (VaMe) - 80% da linha entre a espinha ilíaca anterossuperior e o espaço articular em frente a borda anterior do ligamento medial; Semitendíneo (SeTe) - no ponto médio entre a tuberosidade isquiática e a cabeça da fíbula; Tibial Anterior (TiAn) - no terço superior entre a linha da cabeça da fíbula e o maléolo medial; Gastrocnêmio Medial (GaMe) - na região mais proeminente do ventre muscular da porção medial do músculo gastrocnêmio (9). Antes da colocação dos eletrodos foi realizada a tricotomia dos pelos e a limpeza da pele com álcool 70%.

Avaliação Cinemática dos padrões e processamentos de dados

Para este estudo os dados de cinemática tridimensional, foram usados com intuito de definir o início e fim de cada padrão. A marcação dos ciclos de movimento de cada padrão foi realizada de acordo com a descrição de Adler et al. (2). A análise cinemática foi realizada sincronicamente à análise da EMG, pelo sistema Vicon® constituído por oito câmeras operando a uma frequência de 240 frames por segundo. Um total de 25 marcadores retrorreflexivos foi fixado à pele de cada voluntária por meio de fita dupla-face hipoalergênica de acordo com o modelo Plug-in Gait-Full Body (8). O membro considerado para análise foi o membro direito. Os dados cinemáticos foram processados no software Vicon Nexus 2.8® e após reconstrução e nomeação foi aplicado o modelo biomecânico para construção dos segmentos e estimativa dos centros articulares (8). O filtro Woltring foi

aplicado com 2 erros quadráticos médios (2 MSE) às trajetórias dos marcadores, para reduzir os ruídos devido à movimentação de tecidos moles durante o movimento.

Padrões (27)

Segundo o Conceito todos os padrões do FNP têm o seu nome na posição final do movimento em relação a articulação proximal e intermediária no caso dos apendiculares, ou na posição final do seguimento, em relação a escápula, pelve e tronco (2).

a) Flexão – adução - rotação externa com extensão do cotovelo

Neste padrão do membro superior direito o movimento começa com o braço aduzido ao lado do corpo com o ombro perpendicular ao tronco e rotação interna, o cotovelo com a máxima flexão, o antebraço em máxima pronação e o punho e os dedos em extensão máxima. O movimento solicitado ao voluntário inicia-se distalmente partindo da flexão dos dedos e punho e supinação do antebraço, a partir do final da amplitude de movimento o ombro começa o movimento de flexão e a extensão do cotovelo ocorre simultaneamente. O ponto de referência para o movimento no momento que o braço cruza a linha média é na altura do nariz, com movimento do membro superior no sentido diagonal ao movimento (27).

b) Ântero elevação da pelve esquerda

Neste padrão o paciente começa o movimento solicitado com a pelve na posição neutra. O movimento solicitado inicia-se elevando a pelve do lado esquerdo com uma leve retroversão e rotação da coluna para a direita. No final do padrão o movimento de flexão de tronco lateral maior que acontece é da flexão lateral do tronco, sendo a rotação da lombar e retroversão da pelve um movimento pequeno (27).

c) Flexão – abdução - rotação interna com a flexão do joelho

Nesta posição o padrão de flexão abdução rotação interna teve a posição inicial do membro inferior próximo ao final do arco de movimento, porque o movimento solicitado ao voluntário inicia-se a partir da perna apoiada na maca e o quadril em flexão, na posição neutra para abdução e rotação, o joelho fletido e o tornozelo na posição neutra. O movimento solicitado ao voluntário inicia-se distalmente partindo da dorsiflexão e eversão do tornozelo. A partir do final da amplitude do movimento o quadril começa o movimento de flexão, abdução e rotação interna, e a flexão do joelho ocorre simultaneamente (27).

d) Extensão do tronco

Neste padrão o movimento solicitado ao voluntário inicia-se com o tronco fletido na altura da torácica em flexão para a direita, rotação para a direita e inclinação lateral do lado direito. A partir desta posição o movimento solicitado ao voluntário foi de extensão e

rotação do tronco para a esquerda estendendo o tronco até a posição neutra no sentido diagonal ao movimento (27).

O início dos movimentos foram definido pelo instante do tempo em que a velocidade dos marcadores da mão, da espinha ilíaca ântero superior, do antepé e do acrômio, respectivamente para cada padrão, excederam 50 mm/s e o fim foi definido no instante em que a velocidade for inferior a 50 mm/s.

Resistência

O ativo assistido apesar de ser feito com um contato manual, o avaliador não usou resistência, já que o objetivo foi fazer para que tivesse uma ideia do basal da pessoa realizando este movimento sem a resistência, para servir como um grupo controle sendo possível comparar os demais tipos de contrações com ela. As mãos foram usadas apenas para guiar o movimento.

Nas contrações isotônicas concêntricas, isométricas e na técnica de combinações de isotônicas o contato manual é feito com uma resistência manual chamada de ótima resistência pelo conceito, que é uma resistência adequada a cada indivíduo segundo a capacidade do indivíduo e o objetivo que a resistência está sendo usada. O conceito de FNP usa a resistência e o estímulo tátil, que pode ser o estímulo do contato manual, como princípios para o tratamento, sendo a resistência com o contato manual a maneira utilizada quando o terapeuta usa o procedimento da irradiação no tratamento (2). Como não foi usado nenhum aparelho para mensuração da resistência nestes padrões de movimento, a resistência foi realizada apenas por uma pessoa que é um fisioterapeuta instrutor do conceito de FNP, assim diminuindo o viés de pesquisa que poderia existir se não fosse um pesquisador único e treinado no conceito.

Análise Estatística

Para verificar se os dados apresentavam distribuição normal foi utilizado o teste Shapiro – Wilk e em seguida os dados foram expressos em média e intervalo de confiança (IC 95%). De acordo com a distribuição da normalidade dos dados, as variáveis foram comparadas por meio de uma análise multivariada para verificar a interação entre os padrões e músculos e entre as atividades musculares em cada padrão com o teste post hoc de Bonferroni, considerando $p < 0,05$.

O software estatístico SPSS (Statistical Package for Social Science) versão 22 para Mac foi utilizado em todas as análises deste estudo.

Resultados

Participaram desta pesquisa, 19 voluntários de ambos os sexos. Os dados demográficos dos participantes do estudo, além do IMC durante as avaliações dos participantes são demonstrados na tabela 1

Caracterização da Amostra	Média	Desvio padrão
Idade (anos)	28,2	5,70
Altura média (cm)	168	0,08
Peso médio (kg)	68,36	11,46
IMC médio (kg/m ²)	22,33	2,38

Tabela 1: Dados demográficos e IMC médio durante as avaliações com o desvio padrão.

Para comparação dos resultados da EMG, a análise multivariada MANOVA mostrou interação para o padrão de flexão - adução - rotação externa com extensão do cotovelo ($\lambda=0.03$, $F=17.684$, $p<0.001$); para o padrão de ântero elevação da pelve ($\lambda=0.36$, $F=3.268$, $p<0.001$); para o padrão de flexão - abdução - rotação interna com flexão do joelho ($\lambda=0.12$, $F=8.094$, $p<0.001$) e para o padrão de extensão do tronco ($\lambda=0.07$, $F=11.322$, $p<0.001$) em relação às técnicas de contração.

Para a análise comparativa entre os padrões para cada atividade muscular também apresentou interação sendo: ativo assistido ($\lambda=0.035$, $F=17.070$, $p<0.001$); concêntrico ($\lambda=0.035$, $F=17.068$, $p<0.001$); isométrico ($\lambda=0.085$, $F=10.559$, $p<0.001$); combinações de isotônicas ($\lambda=0.035$, $F=17.273$, $p<0.001$). Estes resultados são apresentados nas tabelas 6, 7, 8 e 9 respectivamente.

A tabela 2 mostra que houve diferença ao comparar as contrações concêntricas, isométricas e a técnica de combinações de isotônicas com o movimento ativo assistido (controle) nos músculos glúteo médio, glúteo máximo, semitendíneo e gastrocnêmio, no padrão de flexão - adução - rotação externa com extensão do cotovelo. No músculo reto femoral houve diferença na técnica de combinação de isotônicas; e no músculo vasto lateral houve diferença na contração isométrica e combinações de isotônicas. No músculo adutor longo foi observado diferença na contração isométrica.

Tabela 2. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre o movimento ativo-assistido e as contrações concêntricas, isométricas e combinações de isotônicas no padrão de flexão - adução - rotação externa com extensão do cotovelo.

MÚSCULOS	ATIVO ASSISTIDO	CONCÊNTRICO	ISOMÉTRICO	COMBINAÇÕES DE ISOTÔNICAS
Glúteo Médio *\$&	3,51 (2.27-4,74)	14.74 (13.51-15.97)	17.62 (16.39-18.86)	14.42 (13.618-15.65)
Glúteo Máximo *\$&	2.79 (1.33-4.25)	13.13 (11.67-14.58)	17.49 (16.03-18.94)	18.48 (17.02-19.93)
Semitendíneo *\$&	2.79 (12.17-18.87)	5.99 (4.83-7.16)	6.01 (4.85-7.18)	5.26 (4.10-6.43)
Adutor Longo *\$	3.85 (2.43-5.28)	4.91 (3.48-6.33)	7.39 (5.97-8.82)	5.01 (3.58-6.43)
Reto Femoral *\$&	4.33 (3.01-5.66)	4.60 (3.27-5.93)	7.09 (5.76-8.42)	12.09 (10.76-13.42)
Vasto Lateral *\$&	3.48 (1.49-5.48)	4.23 (2.24-6.23)	11.61 (9.61-13.61)	9.10 (9.61-13.62)
Gastrocnêmio *\$&	6.07 (2.23-9.90)	17.55 (13.71–21.38)	22.08 (18.25–25.92)	20.16 (16.33–22.03)
Tibial Anterior *\$	1.72 (0.80-2.64)	2.78 (1.86-3.69)	4.18 (3.26-5.10)	3.37 (2.45-4.28)

*Diferença entre os grupos por músculo $p < 0.01$; # Diferença entre Ativo e Concêntrico; \$ Diferença entre Ativo e Isométrico; & Diferença entre Ativo e Combinações

No padrão de flexão - adução - rotação externa com extensão do cotovelo, na tabela 2, foi encontrado diferença entre o controle e a contração concêntrica. No glúteo médio foi de 11,23%, no glúteo máximo foi de 10,34% e no gastrocnêmio foi de 11,48%. A diferença entre o controle e a contração isométrica, no final da amplitude, no glúteo médio é de 14,11%, no glúteo máximo 14,7%, no vasto lateral 8,13% e no gastrocnêmio 16,01%. Na técnica de combinação de isotônicas a diferença no glúteo médio foi de 10,91%, no glúteo máximo de 15,69%, no reto femoral de 7,77%, no vasto lateral de 5,62% e no gastrocnêmio de 14,09%. No adutor longo a diferença aparece entre o controle e a contração isométrica de 3,54%.

Na tabela 3 houve diferença ao comparar as contrações concêntricas, isométricas e a técnica de combinações de isotônicas com o controle nos músculos glúteo médio, glúteo máximo, semitendíneo, vasto lateral e gastrocnêmio, no padrão de ântero elevação da pelve, mas proporcionalmente menor já que estes músculos no padrão já tem uma contração muscular maior também no controle. Para o semitendíneo, vasto lateral, gastrocnêmio percebemos uma contração maior no controle.

No padrão de ântero elevação da pelve, na tabela 3, encontramos diferenças entre o controle e a contração concêntrica no glúteo médio de 6,61%, no glúteo máximo de 8,06%, no reto femoral de 5,2% e no gastrocnêmio de 5,78%. Esta diferença entre o controle e a

contração isométrica no glúteo médio é de 3,76%, no glúteo máximo de 8,2%, no reto femoral de 3,37%, no vasto lateral de 6,8%, no gastrocnêmio de 6,54% e no tibial anterior de 6,38%. Na técnica de combinações de isotônicas a diferença no glúteo máximo é de 6,9%, no vasto lateral é de 5,28%, no gastrocnêmio é de 6,62% e no tibial anterior é de 6,77%.

Tabela 3. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre o movimento ativo-assistido e as contrações concêntricas, isométricas e combinações de isotônicas no padrão de ântero elevação da pelve.

MÚSCULOS	ATIVO ASSISTIDO	CONCÊNTRICO	ISOMÉTRICO	COMBINAÇÕES DE ISOTÔNICAS
Glúteo Médio ^{##}	24.93 (21.66-28.20)	31.54 (28.27-34.81)	28.69 (25.42-31.96)	24.87 (21.60-28.14)
Glúteo Máximo ^{##\$&}	20.37 (17.17-23.56)	28.43 (25.24-31.62)	28.57 (25.38-31.77)	27.27 (24.07-30.46)
Semitendíneo	15.52 (12.17-18.87)	18.33 (14.98-21.68)	16.84 (13.49-20.19)	15.52 (12.17-18.87)
Adutor Longo	6.01 (4.02-7.98)	6.71 (4.73-8.69)	6.90 (4.91-8.67)	7.32 (5.34-9.30)
Reto Femoral ^{##}	8.76 (6.29-11.24)	13.96 (11.48-16.43)	12.13 (9.66-14.61)	7.56 (5.09-10.04)
Vasto Lateral ^{##}	13.12 (10.29-15.95)	15.94 (13.11-18.77)	19.92 (17.09-22.75)	18.40 (15.57-21.23)
Gastrocnêmio	21.36 (16.91-25.81)	27.14 (22.69-31.60)	27.90 (23.44-32.35)	27.98 (23.52-32.43)
Tibial Anterior ^{##\$&}	12.24 (9.43-15.04)	19.14 (16.33-21.95)	18.62 (15.81-21.42)	19.01 (16.21-21.82)

*Diferença entre os grupos por músculo $p < 0.05$; [#] Diferença entre Ativo e Concêntrico; ^{\$} Diferença entre Ativo e Isométrico; [&] Diferença entre Ativo e Combinações

Na tabela 4 no padrão de flexão abdução rotação interna com flexão do joelho não houve diferença ao comparar as contrações concêntricas, isométricas e a técnica de combinações de isotônicas com o controle no músculo adutor longo. No músculo vasto lateral foi observado diferença entre a combinação de isotônicas e o controle. Nos demais músculos neste padrão foram encontradas diferenças.

Na contração concêntrica a diferença para o controle no glúteo médio foi de 12,93%, no glúteo máximo foi de 11,33%, no semitendíneo foi de 5,86%, no reto femoral foi de 7,1%, no gastrocnêmio foi de 5,61%, no tibial anterior é de 4,27%. Esta diferença na contração isométrica no glúteo médio foi de 10,61%, no glúteo máximo foi de 12,11%, no semitendíneo foi de 9,67%, no reto femoral foi de 5,26%, no gastrocnêmio é de 5,83%, no tibial anterior foi de 4,29%. Na técnica de combinação de isotônicas a diferença no glúteo médio foi de 8,97%, no glúteo máximo foi de 7,04%, no semitendíneo foi de 9,67%, no reto femoral foi de 5,73%, no vasto lateral foi de 4,34 e no gastrocnêmio foi de 7,19.

Tabela 4. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre o movimento ativo-assistido e as contrações concêntricas, isométricas e combinações de isotônicas no padrão de flexão abdução e rotação interna com flexão do joelho.

MÚSCULOS	ATIVO ASSISTIDO	CONCÊNTRICO	ISOMÉTRICO	COMBINAÇÕES DE ISOTÔNICAS
Glúteo Médio *#&	17,56 (15.07-20,06)	30.49 (28.01-32.98)	28.17 (25.67-30.66)	26.53 (24.04-29.02)
Glúteo Máximo *#&	15.94 (13.43-18.46)	27.27 (24.76-29.79)	28.05 (25.54-30.56)	22.98 (20.46-25.49)
Semitendíneo *#&	8.26 (6.80-9.75)	14.12 (12.66-15.57)	17.93 (14.38-17.30)	17.93 (16.47-19.39)
Adutor Longo	5.21 (3.72-6.70)	7.08 (5.58-8.57)	6.27 (4.77-7.76)	4.54 (3.05-6.04)
Reto Femoral *#&	8.45 (5.88-6.04)	15.55 (12.97-18.10)	13.71 (11.14-16.28)	14.18 (11.61-16.74)
Vasto Lateral *&	15.78 (13.45-16.87)	15.22 (13.57-16.87)	16.76 (18.47-21.77)	20.12 (18.47-21.77)
Gastrocnêmio *#&	15.75 (13.45-18.11)	21.36 (19.02–23.69)	21.58 (19.25–23.92)	22.94 (20.61–25.27)
Tibial Anterior *#&	13.29 (11.18-15.38)	17.56 (15.47-19.66)	17.58 (15.26-20.46)	3.37 (2.45-4.28)

*Diferença entre os grupos por músculo $p < 0.05$; # Diferença entre Ativo e Concêntrico [§]
Diferença entre Ativo e Isométrico; & Diferença entre Ativo e Combinações

Na tabela 5 houve diferença ao comparar as contrações concêntricas, isométricas e a técnica de combinações de isotônicas com o controle nos músculos glúteo médio, glúteo máximo e gastrocnêmio, no padrão de extensão do tronco. O músculo semitendíneo apresentou diferença na contração isométrico e na combinação de isotônicas.

Na técnica combinação de isotônicas a diferença para o controle no glúteo médio foi de 13,34%, no glúteo máximo foi de 16,53%. Na contração isométrica a diferença para o controle do gastrocnêmio foi de 17,96%. Na contração isométrica a diferença para o controle no glúteo médio foi de 7,85%, no glúteo máximo foi de 14,1%, no semitendíneo foi de 3,05% e no gastrocnêmio foi de 17,96%. Interessante observar que o reto femoral neste padrão o grupo controle apresenta maior contração do que com as contrações concêntricas, isométricas e a técnica específica de combinação de isotônicas.

Na tabela 6 observa-se diferença da atividade muscular na comparação entre os padrões de flexão – adução – rotação externa com extensão do cotovelo com a ântero elevação da pelve com a flexão abdução rotação interna com flexão do joelho e com a extensão do tronco no movimento ativo assistido.

Tabela 5. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre o movimento ativo-assistido e as contrações concêntricas, isométricas e combinações de isotônicas no padrão de extensão de tronco.

MÚSCULOS	ATIVO ASSISTIDO	CONCÊNTRICO	ISOMÉTRICO	COMBINAÇÕES DE ISOTÔNICAS
Glúteo Médio *\$&	3,64 (1.94-5,33)	10.47 (8.77-12.16)	11.49 (9.79-13.18)	16.98 (15.29-18.68)
Glúteo Máximo *\$&	3.46 (1.32-5.61)	10.36 (8.21-12.05)	17.56 (15.42-19.71)	19.99 (17.85-22.14)
Semitendíneo *\$&	4.52 (3.18-5.85)	5.93 (4.60-7.27)	7.57 (6.23-8.90)	7.99 (6.65-9.32)
Adutor Longo *#	2.65 (1.74-3.56)	4.43 (3.52-5.34)	3.92 (3.01-4.83)	4.18 (3.27-5.09)
Reto Femoral	4.09 (3.26-4.92)	3.98 (3.15-4.81)	3.49 (2.66-4.32)	3.16 (2.33-3.99)
Vasto Lateral	4.94 (3.54-6.35)	5.73 (4.33-7.14)	6.08 (4.67-7.48)	6.28 (4.88-7.69)
Gastrocnêmio *\$&	6.31 (4.49-8.12)	15.85 (14.03–17.66)	24.27 (22.45–26.09)	20.53 (18.71–22.35)
Tibial Anterior *&	2.70 (1.82-3.58)	4.06 (3.18-4.94)	4.20 (3.32-5.09)	4.28 (3.40-5.17)

*Diferença entre os grupos por músculo $p < 0.05$; # Diferença entre Ativo e Concêntrico [§] Diferença entre Ativo e Isométrico; & Diferença entre Ativo e Combinações

Tabela 6. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre os padrões de flexão – adução – rotação externa com extensão do cotovelo, ântero elevação da pelve, flexão – abdução – rotação interna com flexão do joelho e extensão do tronco durante o MOVIMENTO ATIVO-ASSISTIDO.

MÚSCULOS	FL. – AD. – ROT. EXT. EXT. DO COTOVELO	ÂNT. EL. DA PELVE	FL – ABD – ROT. INT. COM FL DO JOELHO	EXT. DO TRONCO
Glúteo Médio *# \$♦♦▲	14.74 (13.51-15.97)	31.54 (28.27-34.81)	30.49 (28.01-32.98)	10.47 (8.77-12.16)
Glúteo Máximo *# \$♦▲	13.13 (11.67-14.58)	28.43 (25.24-31.62)	27.27 (24.76-29.79)	10.36 (8.21-12.05)
Semitendíneo *# \$♦▲	5.99 (4.83-7.16)	18.33 (14.98-21.68)	14.12 (12.66-15.57)	5.93 (4.60-7.27)
Adutor Longo	4.91 (3.48-6.33)	6.71 (4.73-8.69)	7.08 (5.58-8.57)	4.43 (3.52-5.34)
Reto Femoral *# \$♦▲	4.60 (3.27-5.93)	13.96 (11.48-16.43)	15.55 (12.97-18.10)	3.98 (3.15-4.81)
Vasto Lateral *# \$♦▲	4.23 (2.24-6.23)	15.94 (13.11-18.77)	15.22 (13.57-16.87)	5.73 (4.33-7.14)
Gastrocnêmio *# ♦♦▲	17.55 (13.71–21.38)	27.14 (22.69–31.60)	21.36 (19.02–23.69)	15.85 (14.03–17.66)
Tibial Anterior *# ♦♦▲	2.78 (1.86-3.69)	19.14 (16.33-21.95)	17.56 (15.47-19.66)	4.06 (3.18-4.94)

* Diferença entre os padrões por músculo $p < 0.01$; # Diferença entre Braço e Pelve; \$ Diferença entre Braço e Perna; & Diferença entre Braço e Tronco; ♦ Diferença entre Pelve e Perna; ♦ Diferença entre Pelve e Tronco; ▲ Diferença entre Perna e Tronco

Na comparação entre a contração isotônica concêntrica os padrões de flexão –

adução – rotação externa com extensão do cotovelo e o padrão de extensão do tronco, tem uma irradiação em que as contrações musculares comparadas com a CIVM nos músculos testados não são os mais significativos. Os músculos glúteo médio com 31,54%, glúteo máximo com 28,43%, semitendíneo com 18,33%, vasto lateral com 15,94% , gastrocnêmio com 27,14% e tibial anterior com 19,14% são mais recrutados no padrão de ântero elevação da pelve. Os músculos adutor longo 7,08% e reto femoral 15,55% tem mais irradiação na contração isotônica concêntrica no padrão de flexão abdução e rotação interna com flexão do joelho (tabela 7).

Tabela 7. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre os padrões de flexão – adução – rotação externa com extensão do cotovelo, ântero elevação da pelve, flexão – abdução – rotação interna com flexão do joelho e extensão do tronco durante a CONTRAÇÃO ISOTÔNICA CONCÊNTRICA.

MÚSCULOS	FL. – AD. – ROT. EXT. - EXT. DO COTOVELO	ÂNT. EL. DA PELVE	FL – ABD – ROT. INT. COM FL DO JOELHO	EXT. DO TRONCO
Glúteo Médio *\$♦♦	3,51 (2.27-4,74)	24.93 (21.66-28.20)	17,56 (15.07-20,06)	3,64 (1.94-5,33)
Glúteo Máximo *\$♦♦	2.79 (1.33-4.25)	20.37 (17.17-23.56)	15.94 (13.43-18.46)	3.46 (1.32-5.61)
Semitendíneo *\$♦♦	2.79 (12.17-18.87)	15.52 (12.17-18.87)	8.26 (6.80-9.75)	4.52 (3.18-5.85)
Adutor Longo *	3.85 (2.43-5.28)	6.01 (4.02-7.98)	5.21 (3.72-6.70)	2.65 (1.74-3.56)
Reto Femoral *\$♦	4.33 (3.01-5.66)	8.76 (6.29-11.24)	8.45 (5.88-6.04)	4.09 (3.26-4.92)
Vasto Lateral *\$♦	3.48 (1.49-5.48)	13.12 (10.29-15.95)	15.78 (13.45-16.87)	4.94 (3.54-6.35)
Gastrocnêmio *\$♦	6.07 (2.23-9.90)	21.36 (16.91-25.81)	15.75 (13.45-18.11)	6.31 (4.49-8.12)
Tibial Anterior *\$♦	1.72 (0.80-2.64)	12.24 (9.43-15.04)	13.29 (11.18-15.38)	2.70 (1.82-3.58)

* Diferença entre os padrões por músculo $p < 0.01$; # Diferença entre Braço e Pelve; \$ Diferença entre Braço e Perna; & Diferença entre Braço e Tronco; • Diferença entre Pelve e Perna; ♦ Diferença entre Pelve e Tronco; ♦ Diferença entre Perna e Tronco.

Na tabela 8 a comparação é entre os padrões realizando uma contração isométrica no final da amplitude do padrão com uma resistência manual, para ver o que irradia mais mostrando uma contração muscular maior a partir da porcentagem da CIVM; e vimos que também houve diferença entre os padrões. Na contração isométrica no padrão de flexão – adução – rotação externa com extensão do cotovelo o músculo adutor longo 7,39% tem uma contração maior por irradiação. No padrão de ântero elevação da pelve a irradiação que leva a uma contração maior são para os músculos glúteo médio 28.69%, glúteo máximo

28.57%, vasto lateral 19,92%, gastrocnêmio 27,90% e tibial anterior 18.62%. Os músculos semitendíneo 17,93% e reto femoral 13,71% tem uma maior contração com a isometria no padrão de flexão – abdução - rotação interna com flexão do joelho. No padrão de extensão de tronco com isometria no final do padrão não chega a ter uma irradiação maior que as do outros padrões.

Tabela 8. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre os padrões de flexão – adução – rotação externa com extensão do cotovelo, ântero elevação da pelve, flexão – abdução – rotação interna com flexão do joelho e extensão do tronco durante a CONTRAÇÃO ISOMÉTRICA.

MÚSCULOS	FL. – AD. – ROT. EXT. – EXT. DO COTOVELO	ÂNT. EL. DA PELVE	FL – ABD – ROT. INT. COM FL DO JOELHO	EXT. DO TRONCO
Glúteo Médio *\$&•▲	17.62 (16.39-18.86)	28.69 (25.42-31.96)	28.17 (25.67-30.66)	16.98 (15.29-18.68)
Glúteo Máximo *\$•▲	17.49 (16.03-18.94)	28.57 (25.38-31.77)	28.05 (25.54-30.56)	19.99 (17.85-22.14)
Semitendíneo *\$•▲	6.01 (4.85-7.18)	16.84 (13.49-20.19)	17.93 (14.38-17.30)	7.99 (6.65-9.32)
Adutor Longo *&	7.39 (5.97-8.82)	6.90 (4.91-8.67)	6.27 (4.77-7.76)	4.18 (3.27-5.09)
Reto Femoral *\$•▲	7.09 (5.76-8.42)	12.13 (9.66-14.61)	13.71 (11.14-16.28)	3.16 (2.33-3.99)
Vasto Lateral *\$&•▲	11.61 (9.61-13.61)	19.92 (17.09-22.75)	16.76 (18.47-21.77)	6.28 (4.88-7.69)
Gastrocnêmio *♦	22.08 (18.25–25.92)	27.90 (23.44–32.35)	21.58 (19.25–23.92)	20.53 (18.71–22.35)
Tibial Anterior *\$•▲	4.18 (3.26-5.10)	18.62 (15.81-21.42)	17.58 (15.26-20.46)	4.28 (3.40-5.17)

* Diferença entre os padrões por músculo $p < 0.01$; # Diferença entre Braço e Pelve; \$ Diferença entre Braço e Perna; & Diferença entre Braço e Tronco; • Diferença entre Pelve e Perna; ♦ Diferença entre Pelve e Tronco; ▢ Diferença entre Perna e Tronco

Na tabela 9 a comparação é entre os padrões realizando a técnica específica da FNP combinação de isotônicas com uma resistência manual, para ver qual o padrão que irradia mais em cada músculo testado, que terá uma contração muscular maior a partir da porcentagem da CIVM; vimos que também há diferenças entre os padrões. Com a combinação de isotônicas no padrão de flexão – abdução- rotação interna com flexão do joelho o resultado da irradiação será maior contração dos músculos glúteo médio 26,53%, semitendíneo 17,93%, reto femoral 14,18% e vasto lateral 20,12%. Na ântero elevação da pelve o resultado da irradiação será maior contração dos músculos glúteo máximo 27,27%, adutor longo 7,32%, gastrocnêmio 27,98% e tibial anterior 19,01%. No padrão de flexão – adução - rotação externa com extensão do cotovelo e extensão do tronco existem

contrações importantes de vários grupos musculares, mas não são as maiores contrações em nenhum momento do uso da técnica de combinação de isotônicas.

Tabela 9. Comparação da atividade muscular (% CIVM) entre os padrões de flexão – adução – rotação externa com extensão do cotovelo, ântero elevação da pelve, flexão – abdução – rotação interna com flexão do joelho e extensão do tronco durante a COMBINAÇÃO DE ISOTÔNICAS.

MÚSCULOS	FL. – AD. – ROT. EXT.- EXT. DO COTOVELO	ANTERO ELEVÇÃO DA PELVE	FL. – ABD. – ROT. INT. -FL. DO JOELHO	EXTENSÃO DO TRONCO
Glúteo Médio *# \$• ▲	14.42 (13.61-15.65)	24.87 (21.60-28.14)	26.53 (24.04-29.02)	16.98 (15.29-18.68)
Glúteo Máximo *#•	18.48 (17.02-19.93)	27.27 (24.07-30.46)	22.98 (20.46-25.49)	19.99 (17.85-22.14)
Semitendíneo *# \$• ▲	5.26 (4.10-6.43)	15.52 (12.17-18.87)	17.93 (16.47-19.39)	7.99 (6.65-9.32)
Adutor Longo **	5.01 (3.58-6.43)	7.32 (5.34-9.30)	4.54 (3.05-6.04)	4.18 (3.27-5.09)
Reto Femoral *#&•	12.09 (10.76-13.42)	7.56 (5.09-10.04)	14.18 (11.61-16.74)	3.16 (2.33-3.99)
Vasto Lateral *# \$• ▲	9.10 (9.61-13.62)	18.40 (15.57-21.23)	20.12 (18.47-21.77)	6.28 (4.88-7.69)
Gastrocnêmio *\$	20.16 (16.33–22.03)	27.98 (23.52–32.43)	22.94 (20.61– 25.27)	20.53 (18.71–22.35)
Tibial Anterior *# \$• ▲	3.37 (2.45-4.28)	19.01 (16.21-21.82)	3.37 (2.45-4.28)	4.28 (3.40-5.17)

* Diferença entre os padrões por músculo $p < 0.01$; # Diferença entre Braço e Pelve; \$ Diferença entre Braço e Perna; & Diferença entre Braço e Tronco; • Diferença entre Pelve e Perna; • Diferença entre Pelve e Tronco; ▲ Diferença entre Perna e Tronco

DISCUSSÃO: O presente estudo se propôs a utilizar a eletromiografia de superfície na tentativa de descobrir se existe diferença na contração muscular por irradiação usando quatro padrões de FNP e nos movimentos ativo assistido, nas contrações isotônicas concêntricas, isométricas e na técnica do FNP de combinação de isotônicas. Além de identificar dentre os quatro padrões escolhidos qual o que leva à ativação muscular mais significativa com a irradiação nos músculos selecionados. A hipótese de que a irradiação é capaz de levar a uma contração muscular maior em determinados grupos musculares durante a realização dos padrões de FNP foi aceita, e com os resultados foi possível diferenciar dentre estes padrões, o que levam a contração maior destes músculos.

Apesar do número de participantes não ser um número grande, este estudo tem relevância ao mostrar que existe uma irradiação nos participantes da pesquisa que pode levar a uma maior atividade muscular quando aplicado uma resistência manual no trabalho

isotônico concêntrico, isométrico ou na técnica de combinação de isotônicas nos padrões de FNP, nos músculos do quadril e membro inferior, sendo que a atividade muscular acontece através da ativação de outras partes do corpo, como membro superior, tronco, pelve e o outro membro inferior, o que abre possibilidades de trabalho para pacientes que por alguma razão não pode mover o membro inferior que necessita ser trabalhado. A partir destes resultados foi possível observar que dependendo do padrão alguns músculos podem ser mais ativados quando comparados a outros padrões, e alguns músculos são mais ativados também dependendo do tipo de contração que é pedida.

A irradiação no conceito de facilitação neuromuscular proprioceptiva é referenciada na literatura (12,13,14,22), sendo recomendado como um tratamento de pessoas com alterações no nível de atividade como o passar de pé para sentado, já que induz a irradiação muscular para manter ou melhorar a atividade muscular nos músculos recrutados durante a tarefa de sentar e levantar como foi feito por Marchese et al., 2021, que neste estudo avaliaram com eletromiografia o glúteo máximo, glúteo médio, vasto medial, vasto lateral e sóleo (12). Pink, 1981, usa a eletromiografia para determinar a presença de atividade elétrica nos músculos grande dorsal, infraespinhoso e peitoral maior não exercitados enquanto o membro contralateral foi submetido ao padrão de facilitação neuromuscular proprioceptiva de flexão, abdução, rotação externa com cotovelo estendido e extensão, adução, rotação interna com cotovelo estendido, e a atividade se mostrou presente em todos esses músculos durante ambos os componentes do padrão (13).

Embora este estudo tenha utilizado essencialmente dados da eletromiografia de superfície, o uso da cinemática para marcação do início e término dos movimentos parece ser um procedimento que aumenta a confiabilidade da medida, uma vez que se torna mais precisa a análise dos dados. Foi feito também a avaliação da eletromiografia dos músculos antagonistas que percebemos tendo uma menor contração muscular. A literatura não é específica sobre a irradiação acontecer apenas em músculos sinergistas como descrito por Sherrington, quando descreve a irradiação, entretanto Adler et al., 2008, escrevem que a reposta motora da irradiação pode ser vista de forma mais intensa nos músculos sinergistas (2). Embora as evidências sejam inconsistentes sobre a irradiação para músculos não sinergistas, com os achados neste trabalho é possível observar por meio dos resultados que esta ação muscular não sinergista a partir da irradiação também existe e que o trabalho com irradiação pode ser ainda mais abrangente do que é mostrado na literatura até hoje.

A literatura mostra que quando um exercício resistido é aplicado em ordem aleatória a três dos quatro membros, transbordamento da atividade de EMG é observada

predominantemente nos músculos contralaterais homólogos em indivíduos jovens e saudáveis. Este espalhar de atividade muscular contralateral mediado por FNP apoiam a teoria que o membro contralateral não exercitado torna-se ativo durante o exercício. Embora o fenômeno de transbordamento esteja presente em todo o corpo, a estimulação de um membro inferior irá aumentar predominantemente a atividade muscular no membro inferior contralateral (16), desta forma tivemos a oportunidade de testar nesta pesquisa esta irradiação contralateral comparando com a irradiação por outras partes do corpo.

Nos últimos anos, a literatura tem demonstrado uma possível associação de variáveis fisiológicas relacionadas com a irradiação sendo um aspecto útil para pacientes com fraqueza muscular em áreas que não podem ser trabalhadas diretamente. Esta abordagem é baseada no fato que a estimulação de grupos musculares fortes e preservados produz forte ativação de músculos lesionados e fracos, facilitando a contração muscular. Então estes músculos fracos podem desenvolver um aumento na intensidade da contração muscular pelo efeito sinérgico destes músculos (28). Gontijo et al., afirmam que o controle motor dos membros superiores e inferiores ocorrem a partir do tronco e quando ocorre uma lesão do sistema nervoso, como um acidente vascular cerebral por exemplo, este controle motor pode ser perturbado e não permitir movimentos efetivos nos membros. Desta forma usar o tronco indiretamente para ganhar a dorsiflexão do tornozelo e a plantiflexão através da irradiação é possível, e valores de força pós trabalho com irradiação do tronco podem ser medidos em indivíduos saudáveis mas sedentários, o que possibilita acreditar que a ativação muscular dos músculos dorsais e flexores plantares que não podem ser trabalhados diretamente por causa das suas fraquezas, como dos pacientes com hemiparesia pós acidente vascular encefálico, podem ser trabalhados indiretamente através da irradiação (28).

A partir da observação das atividades eletromiográficas da ativação muscular entre os 4 padrões da FNP e entre as contrações isotônicas concêntricas, isométricas e a técnica combinação de isotônicas, quando avaliadas a partir da irradiação, tendo um recrutamento muscular maior do que na atividade basal, é possível que um trabalho fisioterapêutico possa ser feito para a ativação muscular com irradiação beneficiando pessoas com as mesmas características dos participantes deste estudo, melhorando o desempenho destes músculos após o trabalho.

A hipótese de que a irradiação é capaz de levar a uma contração muscular maior em determinados grupos musculares durante a realização dos padrões de FNP foi aceita, e com

os resultados foi possível diferenciar dentre estes padrões, qual contração ou técnica que leva a contração maior destes músculos. Estudos similares ao nosso, em termos de irradiação, na literatura como Marchese et al., 2021, mostraram que a irradiação é recomendada como um tratamento de pessoas com alterações no nível de atividade como o passar de pé para sentado, já que induz a irradiação nos músculos recrutados durante a tarefa e Gontijo et al., 2012 mostraram que é possível usar o tronco para irradiar e ganhar a dorsiflexão e a plantiflexão do tornozelo. Desta forma mostramos também no nosso trabalho que a hipótese de que a irradiação é capaz de levar a uma contração muscular maior em determinados grupos musculares durante a realização dos padrões de FNP é aceita, e com os resultados foi possível diferenciar dentre estes padrões, qual contração ou técnica que leva a contração maior destes músculos.

Resultados das maiores irradiações na comparação por tipo de atividade muscular nos padrões de FNP escolhidos, a partir da contração isométrica voluntária máxima:

Flexão – adução - rotação externa com extensão do cotovelo: Contração isométrica: Glúteo médio (17,62%), vasto lateral (11,61%) e gastrocnêmio (22,08%). Combinações de isotônicas: Glúteo máximo (18.48%) e reto femoral (12,09%). Ântero elevação da pelve: Contração isotônica concêntrica: Semitendíneo (18.33%) reto femoral (13.96%) e tibial anterior (19.14%). Contração isométrica: Vasto lateral (19.92%). Combinações de isotônicas: Gastrocnêmio (27.98% apesar de não ser tão diferente do ativo assistido). Flexão – abdução – rotação interna com flexão do joelho: Contração isotônica concêntrica: Glúteo médio (30.49%) e reto femoral (15.55%). Contração isométrica: Glúteo máximo (28.05), Semitendíneo (17.93%) e tibial anterior (17.58). Combinações de isotônicas: Gastrocnêmio (22.94%) e semitendíneo (17.93%) Extensão do tronco: Contração isométrica: Gastrocnêmio (24,27). Combinações de isotônicas: Glúteo médio (16.98) e glúteo máximo (19.99%).

A hipótese de que a irradiação é capaz de levar a uma contração muscular maior em determinados grupos musculares durante a realização dos padrões de FNP foi aceita, e com os resultados foi possível diferenciar dentre estas contrações ou técnicas, qual o padrão que leva a contração maior destes músculos. Com isso podemos concluir que embora todos os padrões apresentem uma porcentagem de contração muscular a partir da contração isométrica voluntária máxima, dependendo do músculo que queira a contração temos determinado padrão e/ou trabalho que pode ser que apresente melhor resultado, sendo encontrado resultados inclusive no movimento ativo assistido, que não teve uma resistência manual, trabalhando apenas com o peso do seguimento corporal que fez o

padrão.

Movimento ativo assistido: Ântero elevação da pelve: Semitendíneo (18.33%), vasto lateral (15.94%), gastrocnêmio (27.14%) e tibial anterior (19.14%). Flexão - abdução - rotação interna com flexão do joelho: Reto femoral (15.55%). Contração isotônica concêntrica: Ântero elevação da pelve: Semitendíneo (15.52%) e reto femoral (8.76%). Flexão – abdução - rotação interna com flexão do joelho: Vasto lateral (15.78%), gastrocnêmio (15.75%), tibial anterior (13.29%). Contração isométrica: Ântero elevação da pelve: Vasto lateral (19.92%), gastrocnêmio (27.90%) e tibial anterior (18.62%). Flexão – abdução - rotação interna com flexão do joelho: Semitendíneo (17.93%) e reto femoral (13.71%). Combinação de isotônicas: Ântero elevação da pelve: Gastrocnêmio (27.98%) e tibial anterior (19.01%). Flexão – abdução - rotação interna com flexão do joelho: Glúteo médio (26.53%), semitendíneo (17.93%), reto femoral (14.18%) e vasto lateral (20.12%).

Entretanto, algumas limitações devem ser reconhecidas neste estudo. Por exemplo, trata-se de um estudo transversal realizado por um instrutor de FNP, o que pode causar determinada interferência e se faz necessário que pessoas tenham treinamento no FNP para alcançar o mesmo resultado para este perfil de participantes avaliados. Os participantes aqui avaliados fazem parte de uma amostra homogênea, consequentemente, os resultados aqui apresentados não podem ser extrapolados para pacientes com as mais diversas patologias em membros inferiores, mas servem como sugestão para futuros estudos, com os mais diversos pacientes tanto da neurofuncional quanto da musculoesquelética com disfunções nos membros inferiores, para reiterar ou refutar estes achados para o uso dos fisioterapeutas, aprimorando o uso na clínica dos mesmos. Desta maneira outros estudos se fazem necessários a continuação deste estudo com pessoas que tenham alguma limitação em quadril ou membros inferiores para confirmar se podemos extrapolar o uso desta irradiação para os pacientes, de maneira a confirmarmos benefícios para eles.

Conclusão:

De acordo com os resultados do presente estudo, pode-se concluir que na posição semisentada em uma maca, com o pé apoiado no chão, a irradiação a partir dos padrões de flexão – adução - rotação externa com extensão do cotovelo, ântero elevação da pelve, flexão - abdução – rotação interna com flexão do joelho e extensão do tronco da facilitação neuromuscular proprioceptiva com uma resistência manual faz com que os músculos glúteo máximo, glúteo médio, adutor longo, vasto lateral, reto femoral, semitendíneo, tibial

anterior, gastrocnêmio medial, tenham um aumento da contração muscular. E cada padrão, assim como cada tipo de contração no padrão utilizado pode levar a uma contração de um músculo diferente fazendo com que dependendo do músculo que queremos ativar o fisioterapeuta deverá usar um determinado padrão, com um determinado tipo de trabalho não sendo uniforme esta irradiação entre todos os padrões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Westwater-Wood S; Adams, Nicola; Kerry Roger The use of proprioceptive neuromuscular facilitation in physiotherapy practice. Physical Therapy Reviews. 2010.
- 2- Adler, Susan S.; Beckers, Dominiek; Buck, Math. PNF in practice – An illustred guide. 3° Edition. Springer Medizin Verlag. Germany. 2008.
- 3- Sandel, M. Elizabeth. Dr. Herman Kabat: Neuroscience in Translation ... From Bench to Bedside. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation 1934-1482. Vol. 5, 453-461, June 2013.
- 4- Sherrington, Charles S. The integrative action of the nervous system. New Haven, CT: Yale University Press; 1906.p. 150–80.
- 5- Smedes F, Heidmann M, Schäfer C, Fischer N, Stępień A. The proprioceptive neuromuscular facilitation-concept; the state of the evidence, a narrative review. Phys Therapy Rev. 2016; 21 (1): 17-31. doi: 10.1080 / 10833196 .2016.1216764.
- 6- Voss DE, Jonta MK, Meyers BJ. Proprioceptive neuromuscular facilitation – patterns and techniques. 3rd ed. New York: Harper & Row publishers; 1985.
- 7- Kabat, HermanM.D., Ph.D.; Knott, Margaret, R.P.T. Principles of Neuromuscular Reeducation. Physical Therapy, Volume 28, Issue 3, May 1948, Pages 107–111.
- 8- <https://docs.vicon.com/display/Nexus28/Full+body+modeling+with+Plug-in+Gait>
- 9- Hermes HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. J Eletromyogr Kinesiol 2000;10(5):361-74.
- 10- Delmore RJ, Laudner KG, Torry MR. Adductor longus activation during common hip exercises. J Sport Rehabil. 2014;23(2):79–87.

- 11- Kabat, Herman; Knott, Margareth. Proprioceptive facilitation technics for treatment of paralysis. *Phys Ther Rev.* 1953 Feb; 33(2): 53-64.7.
- 12- Marchese, Ritchele Redivo; et all. Proprioceptive neuromuscular facilitation induces muscle irradiation to the lower limbs e A cross-sectional study with healthy individual. *Journal of Bodywork & Movement Therapies* 27 (2021) 440 – 446.
- 13- Pink, Marilyn. Contralateral Effects of Upper Extremity Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Patterns. *Physical therapy Rev.* August 1981; 61(8):1158-62.
- 14- Carroll, Timothy J., Robert D. Herbert, Joanne Munn, Michael Lee and Simon C. Gandevia. Contralateral effects of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. *J Appl Physiol* 101: 1514–1522, 2006.
- 15- Pearcey, Gregory E. P.; Smith, Lauren A.; Sun, Yao; Zehr, E. Paul. 1894 revisited: Cross-education of skilled muscular control in women and the importance of representation. *PLOS ONE journal* March 17, 2022.
- 16- Reznik, J. E. BappS; Biros, E.; Bartur, G. An electromyographic investigation of the pattern of overflow facilitated by manual resistive proprioceptive neuromuscular facilitation in young healthy individuals: a preliminary study. *Physiotherapy Theory and Practice An International Journal of Physiotherapy.* 2015.
- 17- Almeida, Carlos Leite de; Teixeira, Cauê Vazquez La Scala. Beneficios del entrenamiento de la fuerza en el envejecimiento. *EFDeportes.com, Revista Digital.* Buenos Aires, Año 19, Nº 196, Septiembre de 2014.
- 18- Häkkinen, Keijo; Pakarinen, Arto; Kraemer, William J.; Häkkinen, Arja; Valkeinen, Heli; Alen, Markku. Selective muscle hypertrophy, changes in EMG and force, and serum hormones during strength training in older women. *Journal Applied Physiology.* 569–580, 2001.
- 19- Mujika, I; Padilla, S. Muscular characteristics of detraining in humans. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 1297-303. 2001.
- 20- Marx, James O.; Ratamess, Nicholas A.; Nindl, Bradley C.; Gotshalk, Lincoln A.; Volek,

- Gotshalk Jeff S.; Dohi, Keiichiro; Bush Jill A.; Mez, Ana L. Go; Mazzetti, Scott A.; Fleck Steven J.; KKinien Keijo Ha"; Newton, Robert U.; Kraemer, William J. Low-volume circuit versus high-volume periodized resistance training in women. *Medicine and Science in sports and exercise*. 2001.
- 21- Michnik, R.; Jurkoj'c, J.; Rak, Z.; Mezyk, A.; Paszenda, Z.; Rycerski, W.; J. Janota, J; Brandt, J. Kinematic Analysis of Complex Therapeutic Movements of the Upper Limb. *Information Technologies in Biomedicine*, pp 551–558, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2008.
- 22- Abreu, Rosa; Lopes, Alfredo Alexandre; Souza, Andreia S.P.; Pereira, Soraia; Castro, Marcelo P. Force irradiation effects during upper limb diagonal exercises on contralateral muscle activation. *Journal of Electromyography and Kinesiology*. 292–297. 2015.
- 23- Hermens, Hermie J; Freriks, Bart; Disselhorst-Klug, Catherine; Raub, Günter. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology* Volume 10, Issue 5, October 2000, Pages 361-374.
- 24- Abbas, Sadiq Jafer; Abdulrahman Ghaidaa. Kinematic analysis of human gait cycle. *Nahrain University, College of Engineering Journal (NUCEJ)* Vol.16 No.2, 2014 pp.208-222.
- 25- An, KN; Chao; EY. Kinematic analysis of human movement. *Ann Biomed Eng*. 1984;12(6):585-97. doi: 10.1007/BF02371451. PMID: 6534225.
- 26- Hislop, Helen; Montgomery, Jacqueline. *Provas de função muscular -técnicas de exame manual*. Editora Lusodidacta. 8ª Ed. 2008.
- 27- International Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association [Internet]. Available from: <http://www.ipnfa.org>.
- 28- Gontijo, Luciana Bahia; Pereira, Polianna Delfino; Neves, Camila Danielle Cunha; Santos, Ana Paula; Machado, Dionis de Castro Dutra; Bastos, Victor Hugo do Vale.. Evaluation of Strength and Irradiated Movement Pattern Resulting from Trunk Motions of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation. Hindawi Publishing

Corporation Rehabilitation Research and Practice. Volume 2012.

APÊNDICES

APÊNDICE A: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TCLE - Termo de Consentimento livre e esclarecido para Participação em Pesquisa Clínica:

Nome do participante: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____ Cidade: _____ CEP: _____

Lado dominante (é destro ou canhoto) _____

Dor: _____

E-mail: _____

1. Título do Trabalho Experimental: “Ativação dos músculos do membro inferior (verificar o quanto os músculos da perna e quadril) pelo procedimento de irradiação (contração muscular que acontece em uma parte do corpo em resposta a um movimento em outra parte) do Conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (conceito de tratamento fisioterapêutico)”: estudo transversal (estudo onde será realizado apenas uma avaliação da contração muscular do participante em 5 momentos).

2. Objetivo: Avaliar a atividade muscular (contração muscular) do membro inferior esquerdo através da eletromiografia de superfície (aparelho que mede através de eletrodos de superfície a atividade muscular) com o procedimento da irradiação (contração muscular que acontece em uma parte do corpo em resposta a um movimento em outra parte) do conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (conceito de tratamento fisioterapêutico) em pessoas saudáveis.

3. Justificativa: Apesar de ser um conceito preconizado desde a década de 40 do século passado, o conceito de FNP vem sendo atualizado pela sua associação internacional (IPNFA) desde a década de 90, recebendo correções e melhorias na sua forma de execução em encontros anuais dos seus instrutores devidamente formados pela IPNFA em cursos que vão do básico até o curso de qualificação e assistências com diversos instrutores, todos eles cadastrados na IPNFA. Por estar atualizado, este conceito é aceito e usado pela comunidade de fisioterapeutas em todo o mundo, inclusive o procedimento de irradiação, apesar de não existir marcadores biológicos durante esta atividade. Testando da maneira proposta neste trabalho poderemos entender melhor a irradiação e o contexto da contração muscular, abrindo espaço para trabalhos futuros testando em condições clínicas.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Você está sendo convidado(a) a participar deste estudo

no qual será realizada uma avaliação que durará cerca de 2 horas. A avaliação irá acontecer em um laboratório que fica localizado na Clínica de Fisioterapia da UNINOVE, localizada na Rua Professora Maria José Barone Fernandes, nº 300. Vila Maria. São Paulo – SP / CEP 02117-020. Tel.: (11) 26339301. A pesquisa é intitulada “Avaliação da ativação dos músculos do membro inferior (verificar o quanto os músculos da perna e quadril) pelo procedimento de irradiação (contração muscular que acontece em uma parte do corpo em resposta a um movimento em outra parte) do Conceito de Facilitação Neuromuscular

Proprioceptiva (conceito de tratamento fisioterapêutico)”. Na sua participação, inicialmente você responderá a um questionário de identificação (nome, idade, endereço, se é destro (qual o membro dominante), se tem dor. Também será avaliada a altura e o peso. No atendimento inicial você será submetido a uma análise cinemática (analisar como se movimentam suas pernas, braços, tronco e as juntas do seu corpo) sentado em uma maca com uma perna apoiada no chão, ao mesmo tempo você será submetido a uma análise eletromiográfica (exame que analisa a quantidade de contração muscular) dos músculos do membro inferior direito, a partir do movimento de outras partes do corpo com resistência manual do examinador. A resistência manual será uma resistência máxima que você poderá vencer ou manter uma contração muscular sem movimento durante 5 segundos cada atividade. Você fará uso de eletrodos de superfície em áreas específicas do membro inferior direito para avaliar a contração muscular e marcadores em diversas partes do corpo para avaliar a movimentação do corpo.

5.Desconforto ou Riscos Esperados: Durante o preenchimento do questionário você pode se sentir desconfortável para responder determinada(s) pergunta(s). Durante a realização dos testes você estará sem camisa e usando shorts no caso dos homens e top e shorts no caso das mulheres, isso pode te trazer algum constrangimento. No decorrer da movimentação contra resistência você corre o risco, mesmo que improvável, de sentir dor, desconforto muscular, mal-estar durante a aplicação das avaliações. Pela utilização de uma fita adesiva dupla face, mesmo que hipoalérgica, corre-se o risco de alguma reação alérgica ao material que será colado em sua pele. Para melhor adesão da fita adesiva ao seu corpo, seus pelos serão raspados. Devido ao momento atual, poderá haver o risco de contágio pela COVID-19.

6.Medidas protetivas aos riscos: Para diminuir o risco de qualquer incidente durante a aplicação do teste, os participantes receberão orientações e esclarecimentos antes da realização de cada procedimento. Para minimizar os riscos de constrangimentos por parte dos participantes ao responder o questionário, o mesmo foi elaborado com perguntas simples, objetivas e diretas, e, que dizem respeito apenas ao estado do participante e a identificação do participante. Para evitar qualquer constrangimento por parte dos participantes do estudo, devido as vestimentas que serão utilizadas, todo o procedimento de avaliação será realizado em um local reservado onde só ficarão presentes os avaliadores pertencentes ao estudo. Para evitar o risco de alguma

reação alérgica ao material dos marcadores corporais, será utilizado material hipoalérgico, isto é, material que não cause alergias ou qualquer outro tipo de evento adverso. Para evitar o risco de corte ou de alergia durante o processo de retirada de pêlos, será utilizada uma máquina de barbear hipoalérgica apropriada que não agreda a sua pele. Para evitar o risco de dor ou desconforto muscular, a aplicação dos testes será baseada na individualidade física e funcional de cada participante, com movimentos com resistências seguras. Caso ocorra qualquer tipo de mal-estar durante os procedimentos, ou, qualquer uma das intercorrências citadas no tópico acima, a pesquisa será interrompida e o participante será encaminhado para avaliação ou tratamento no ambulatório médico da UNINOVE campus Vila Maria, que se encontra no mesmo local onde o estudo será realizado, para que sejam tomados os devidos cuidados. Durante as avaliações os participantes serão acompanhados pelo fisioterapeuta responsável pelo projeto, que intervirá se houver necessidade. Todos os membros da equipe e participantes da pesquisa deverão utilizar máscaras faciais de proteção contra a COVID-19 durante todo o estudo. Além disso, a aplicação dos testes serão realizados apenas pelo fisioterapeuta responsável pela pesquisa, que é instrutor no conceito de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva, para que assim os riscos sejam minimizados.

7. Benefícios da Pesquisa: Os participantes não terão benefícios diretos. O benefício poderá ser para as possibilidades de melhor compreensão da forma de tratamento através da irradiação para pacientes que precisam de contração muscular de forma indireta .

8. Métodos Alternativos Existentes: Não se aplica.

9. Retirada do Consentimento: O participante da pesquisa tem a liberdade de retirar seu consentimento e deixar de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum lucro ou prejuízo.

10. Garantia do Sigilo: Os pesquisadores asseguram a privacidade dos participantes referente aos dados sigilosos envolvidos na pesquisa.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: Não haverá valor econômico a ser recebido ou pago pelo participante no decorrer da pesquisa.

12. Local da Pesquisa: Clínica de Fisioterapia da UNINOVE, localizada na Rua Professora Maria José Barone Fernandes, nº 300. Vila Maria. São Paulo – SP / CEP 02117-020. Tel.: (11) 26339301.

13. Aspecto Legal: Este estudo foi elaborado de acordo com as diretrizes e normas

regulamentadas de pesquisa envolvendo seres humanos atendendo à Resolução n.º 196, de 10 de outubro de 1996, do Conselho Nacional de Saúde do Ministério de Saúde – Brasília – DF.

14. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001. Telefone: 3385-9010. E-mail: comitedeetica@uninove.br Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00

15. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores para Contato: Prof. Dr. Paulo Roberto Garcia Lucareli - (011) 9 4157-9003, Paulo José Moté Barboza – (021) 9 8743-4257.

16. Informações: O participante tem garantia que receberá respostas a qualquer pergunta ou esclarecimento de qualquer dúvida quanto aos procedimentos, riscos, benefícios e outros assuntos relacionados com a pesquisa. Também os pesquisadores supracitados assumem o compromisso de proporcionar informação atualizada obtida durante o estudo, ainda que esta possa afetar a vontade do participante em continuar participando.

São Paulo, de de 2022.

17. Consentimento Pós-Informação:

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmando que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Participante

(Todas as folhas devem ser rubricadas pelo participante da pesquisa)

18. Eu, Paulo José Moté Barboza, certifico que:



a) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.

- b) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- c) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo;

Paulo José Moté Barboza

Pesquisador Responsável

APÊNDICE B: QUESTIONÁRIO SOCIODEMOGRÁFICO

	QUESTIONÁRIO DE IDENTIFICAÇÃO DO VOLUNTÁRIO	
1) Dados Pessoais		
Nome Completo:		
Data de Nascimento:	Idade:	
Peso:	Altura:	
Celular:		
E-mail:		
2) Lesões Prévias em Membros Inferiores? () SIM () NÃO		
3) Lesões Prévias em Membros superiores: () SIM () NÃO		
4) Pratica alguma modalidade esportiva? Qual () SIM () NÃO		
5) Volume de treino semanal:		
7) Medicamentos: Qual? () SIM () NÃO		