

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE – UFCSPA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA
REABILITAÇÃO**



Ritchele Redivo Marchese

**Efeito de Padrões de Facilitação
Neuromuscular Proprioceptiva na
Irradiação Motora para Membro Inferior
Contralateral.**

UFCSPA
**Universidade Federal de Ciências da Saúde
de Porto Alegre**

**Porto Alegre
2016**

Ritchele Redivo Marchese

Efeito de Padrões de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva na Irradiação Motora para Membro Inferior Contralateral.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Fundação Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre como requisito para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Dra. Aline de Souza Pagnussat

**Porto Alegre
2016**

Catálogo na Publicação

Redivo Marchese, Ritchele

Efeito de Padrões de Facilitação Neuromuscular
Proprioceptiva na Irradiação Motora para Membro Inferior
Contralateral. / Ritchele Redivo Marchese. -- 2016.
68 p. : 30 cm.

Dissertação (mestrado) -- Universidade Federal de
Ciências da Saúde de Porto Alegre, Programa de
Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, 2016.

Orientador(a): Aline de Souza Pagnussat.

1. Reabilitação. 2. Fisioterapia. 3. Eletromiografia.
I. Título.

Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFCSPA com os dados
fornecidos pelo(a) autor(a).

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que sempre apoiaram e incentivaram todas as minhas
decisões profissionais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, professora Dra. Aline Pagnussat, pela oportunidade de trabalharmos juntas durante essa caminhada. Agradeço pela confiança, conhecimentos e por todos os ensinamentos passados na área acadêmica e da pesquisa. O seu profissionalismo e dedicação são minha inspiração para continuar nessa jornada.

Ao professor Leandro Giacometti pela confiança e parceria na realização deste projeto. Agradeço por todo aprendizado na área da reabilitação e por compartilhar a sua experiência durante essa etapa da minha vida profissional.

À Caroline Mazutti pela dedicação e respeito que teve com esta pesquisa, auxiliando incansavelmente durante todo o período das coletas. Sou grata pelo seu apoio e parceria.

A todas meninas voluntárias nessa pesquisa, agradeço a paciência e persistência durante as coletas.

Ao amigo de infância e colega de profissão, Rodrigo Nascimento, às colegas Elren Monteiro, Patrícia Montes, Carolina Viero, Giulia Schifino, Kátia Rech e Jéssika Corvelo pela dedicação no período das coletas. O apoio de vocês foi fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao querido Alexandre do Pinho pelos conhecimentos, experiência de vida e profissional compartilhadas durante esse período. Sua paciência e paixão pela pesquisa me incentivam a sempre buscar o melhor. Agradeço o apoio nos momentos difíceis e todas as lições passadas. O seu companheirismo nos longos dias no laboratório, os momentos de reflexão, as risadas e a “comilança” foram essenciais!

À minha amiga querida e companheira, Ana Paula Salazar, a qual serei eternamente grata pelo incentivo e contribuição direta para o meu ingresso no mestrado. Ao longo dessa jornada sempre me senti segura por contar com o seu apoio. Agradeço pelas colaborações, compartilhamento de conhecimentos e por ser minha confidente.

Às minhas queridas amigas Maria Elisa Vedana e Gabriela Fraga por sempre me apoiarem e estarem presentes nas mais importantes etapas da minha vida.

Ao meu namorado, Fabrício, pelo amor e companheirismo incondicional.

À minha irmã e meus pais que nunca mediram esforços para que eu tivesse as melhores condições na busca do meu crescimento profissional. O empenho de vocês na minha educação, o carinho e o amor fizeram a diferença!

Aos meus avós Ester e Ênio pelo amor de sempre.

“Suba o primeiro degrau com fé. Não é necessário que você veja toda a escada.
Apenas dê o primeiro passo.”

Martin Luther King

RESUMO

Introdução: O conceito Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) utiliza como um dos seus procedimentos de tratamento a irradiação motora. Essa ferramenta pode ser utilizada para induzir ativação muscular indireta, a fim de aumentar ou manter a atividade muscular necessária para atividades funcionais, como o sentar e levantar (SL). Apesar do conceito PNF ser frequentemente utilizado para promover a irradiação motora, as evidências sobre a eficácia desse procedimento ainda são escassas. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos dos padrões de PNF aplicados em membro superior, membro inferior e tronco na irradiação motora para o membro inferior contralateral, e relacionar esses achados com a ativação muscular durante a tarefa *Senta e Levanta*. **Metodologia:** Ensaio clínico do tipo *crossover*, no qual 24 mulheres jovens foram submetidas a 5 sessões de avaliação, com uma semana de *washout* entre elas: Sessão 1: avaliação física e realização da atividade *Senta e Levanta*. Sessões 2-5: aplicação dos padrões de PNF (Membro Superior com flexão-abdução-rotação externa (MS), Membro Inferior com flexão-adução-rotação externa com flexão de joelho (MI1), Membro Inferior com flexão-abdução-rotação interna com flexão de joelho (MI2) e *Lifting*) de forma aleatória no lado dominante. A atividade dos músculos glúteo máximo e médio, vasto medial, vasto lateral e sóleo do membro inferior contralateral foi registrada por eletromiografia (EMG) simultaneamente aos padrões e à tarefa *Senta e Levanta*. Os dados foram analisados por meio do teste de Kruskal Wallis. **Resultados:** De acordo com os dados da EMG os músculos vasto lateral, vasto medial e sóleo foram os mais recrutados durante a tarefa *Senta e Levanta* ($p < 0.05$). O músculo glúteo máximo foi mais recrutado durante o padrão *Lifting* comparado aos demais padrões ($\chi^2(3) = 28.45$, $p < 0.001$); a atividade do músculo glúteo médio foi superior durante os padrões *Lifting* e MI2 em comparação ao padrão MS ($\chi^2(3) = 16.24$, $p < 0.05$); a atividade do músculo vasto medial foi superior durante os padrões *Lifting* e MI1 comparado ao MS ($\chi^2(3) = 21.30$, $p < 0.05$); o músculo vasto lateral foi mais recrutado durante os padrões *Lifting* e MI1 em comparação ao MS ($\chi^2(3) = 20.36$, $p < 0.05$); o músculo sóleo foi mais recrutado durante os padrões MI1 e MI2 comparado ao padrão MS ($\chi^2(3) = 13.48$, $p < 0.05$). **Conclusão:** Dentro das estratégias de aprendizado motor, a irradiação motora estimulada por meio dos padrões de PNF pode ser utilizada como uma ferramenta para iniciar a reabilitação da atividade funcional *Senta e Levanta*. De acordo com os resultados do presente estudo, o padrão de PNF mais indicado para a reabilitação da atividade SL é o *Lifting*, seguido pelo MI2 e MI1.

Palavras-chaves: Reabilitação; Fisioterapia; Eletromiografia; Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva; Irradiação motora.

ABSTRACT

Background: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) uses motor irradiation as a treatment procedure. This tool would be an option to induce indirect muscle activation in order to maintain or improve muscle activity for functional activities, such as the Sit-to-Stand. Even though PNF has been frequently used for promoting motor irradiation, evidences of its effectiveness are still scarce. **Aim:** This study aimed to evaluate the effects of PNF patterns delivered to the upper limb, lower limb and trunk for promoting motor irradiation to the contralateral lower limb, and relate these findings with muscle activation during the Sit-to-Stand task. **Methods:** A randomised crossover trial with concealed allocation was conducted. Twenty-four healthy young females underwent five assessment sessions, with one-week washout in between: Session 1: physical assessment and performed the Sit-to-Stand task. Sessions 2-5: Four PNF patterns were randomly applied to the participant's dominant side (Upper Limb pattern with flexion-abduction-external rotation (UL), Lower Limb pattern with flexion-adduction-external rotation with knee flexion (LL1), Lower Limb pattern with flexion-abduction-internal rotation with knee flexion (LL2) and Lifting). Muscles activity was acquired by electromyography (EMG) simultaneously to the application of the PNF patterns and during the Sit-to-Stand task. The contralateral lower limb muscles analyzed were gluteus maximus, gluteus medius, vastus medialis, vastus lateralis and soleus. Data was analyzed by the Kruskal-Wallis test. **Results:** According to the recorded EMG signal, the vastus lateralis, vastus medialis and soleus were more recruited during the Sit-to-Stand task ($p < 0.05$). The gluteus maximus was more recruited during the Lifting compared to all other FNP patterns ($\chi^2(3) = 28.45$, $p < 0.001$). The EMG signal recorded from the gluteus medius evidenced superior activation during the Lifting and LL2 patterns when compared to the UL patter ($\chi^2(3) = 16.24$, $p < 0.05$). The vastus medialis was more recruited during the Lifting and LL1 patterns compared to the UL pattern ($\chi^2(3) = 21.30$, $p < 0.05$). The vastus lateralis was more recruited during the Lifting and LL1 patterns compared to the UL pattern ($\chi^2(3) = 20.36$, $p < 0.05$). The EMG signal recorded from the soleus evidenced superior activation during the LL1 and LL2 patterns when compared to the UL patter ($\chi^2(3) = 13.48$, $p < 0.05$). **Conclusion:** Among the motor learning strategies, motor irradiation stimulated through PNF patterns can be used as a tool to start the rehabilitation of Sit-to-Stand task. According to these results, the PNF pattern more suitable for the rehabilitation of Sit-to-Stand task are Lifting, followed by LL2 and LL1.

Key words: Rehabilitation; Physical Therapy; Electromyography; Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; Motor irradiation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PNF	Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva
CIF	Classificação Internacional de Funcionalidade
EMG	Eletromiografia
AVC	Acidente Vascular Cerebral

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO DA LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2.1 FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA	11
2.2 IRRADIAÇÃO E ABORDAGEM INDIRETA DE TRATAMENTO	15
2.3 ATIVIDADE FUNCIONAL SENTA E LEVANTA	20
2.4 ELETROMIOGRAFIA	23
4. REFERÊNCIAS DA REVISÃO	26
5. ARTIGO	39
6. CONCLUSÃO GERAL	58
ANEXO A – Parecer de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa.....	60
ANEXO B – Normas de formatação do periódico European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine	63

1. INTRODUÇÃO

A Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) é um conceito de tratamento baseado na filosofia de que todos os seres humanos possuem um potencial inexplorado. Este método utiliza o enfoque terapêutico positivo e uma abordagem global de tratamento com o objetivo de facilitar o alcance do mais alto nível funcional do indivíduo (Adler *et al.*, 2008). Esse método de abordagem terapêutica é amplamente utilizado na prática clínica fisioterapêutica com o objetivo de melhorar o desempenho do sistema neuromuscular por meio da estimulação dos exteroceptores periféricos e proprioceptores musculares e articulares (Kofotolis e Kellis, 2006; Westwater-Wood *et al.*, 2010).

O conceito PNF é composto por técnicas específicas e princípios/procedimentos básicos, como os padrões de movimentos e a irradiação. Os padrões de movimento do conceito PNF têm direção diagonal e tridimensional, respeitando as características do sistema musculoesquelético, o que torna esses movimentos bastante funcionais para a reabilitação das atividades de vida diária (Kabat, 1950; Kofotolis e Kellis, 2006; Adler *et al.*, 2008). A aplicação dos padrões de movimento envolve, na maioria das vezes, a utilização do estímulo de resistência para favorecer o controle motor e a aprendizagem motora, facilitar a contração muscular e induzir a irradiação motora (Adler *et al.*, 2008).

A irradiação motora é utilizada como abordagem inicial e indireta de tratamento, que possibilita a ativação muscular de segmentos corporais que não possam ser diretamente trabalhadas, através das cadeias musculares (Kabat, 1950; Adler *et al.*, 2008). O fenômeno do tratamento indireto vêm sendo descrito há mais de um século na literatura também como “*cross-education*” ou “*cross-training*” (Scripture *et al.*, 1894; Weir *et al.*, 1995). Os efeitos da irradiação têm grande relevância clínica para os pacientes com limitação de movimento de algum membro, sendo uma opção de tratamento para manutenção ou melhora da atividade muscular do membro lesionado, minimizando as complicações causadas pelo desuso e fraqueza muscular (Scripture *et al.*, 1894; Enoka, 1988; Weir *et al.*, 1995; Arai *et al.*, 2001; Zhou, 2003; Lee e Carroll, 2007).

Para ser funcionalmente independente, o indivíduo deve ser capaz de realizar as atividades funcionais de vida diária, e para tanto, é importante a adequada manutenção da ativação muscular que proporciona a produção de força necessária para essas atividades básicas. O movimento de levantar-se de uma cadeira é considerado um importante gesto funcional, que tem relação direta com a capacidade de manutenção da posição ortostática, da locomoção e da independência dos pacientes. (De Souza *et al.*, 2011; Cuesta-Vargas e Gonzalez-Sanchez, 2013; Prudente *et al.*, 2013).

A reabilitação das funções sensório-motoras envolve a melhora da ativação muscular e produção de força. A utilização do princípio da irradiação motora, dentro do conceito PNF, pode ser uma opção de abordagem indireta de tratamento com o objetivo de facilitar a atividade muscular necessária para a manutenção da funcionalidade (Adler *et al.*, 2008; Cuesta-Vargas e Gonzalez-Sanchez, 2013). Alguns estudos têm mostrado que a irradiação motora pode ser induzida por meio de padrões de PNF, sendo a resistência aplicada nesses movimentos espirais e em massa responsáveis pelos reajustes biomecânicos necessários para estabilizar o corpo (Adler *et al.*, 2008; Reznik *et al.*, 2015).

Apesar do conceito PNF ser frequentemente utilizado para promover a irradiação motora, as evidências sobre a eficácia desse efeito ainda são escassos. Portanto, torna-se fundamental aprofundar o conhecimento sobre os efeitos de padrões de movimento do Conceito PNF na irradiação motora contralateral visando à reabilitação funcional. Desta maneira, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos dos padrões de PNF aplicados em membro superior, membro inferior e tronco na irradiação motora para o membro inferior contralateral, e relacionar esses achados com a ativação muscular durante a tarefa *Senta e Levanta*.

2. REVISÃO DA LITERATURA – CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA

O Conceito PNF foi desenvolvido entre 1940 e início de 1950, em Vallejo, California, pelo Médico e Neurofisiologista Herman Kabat em conjunto com as Fisioterapeuta Margaret (Maggie) Knott e Dorothy Voss. Herman Kabat uniu o seu conhecimento aos princípios neurofisiológicos descritos nos trabalhos de Charles Scott Sherrington e desenvolveu um método de tratamento, que englobava a avaliação e o tratamento de indivíduos com disfunção neuromuscular, com o objetivo de reabilitar para uma função ideal e retorno à independência (Johnson e Johnson, 2002; Sandel, 2013).

Desde sua criação, essa abordagem terapêutica possibilita a avaliação rápida e eficaz de componentes estruturais e do controle neuromuscular do indivíduo (Johnson e Johnson, 2002), além de ser utilizada na prática clínica com o intuito de melhorar o desempenho do sistema neuromuscular por meio da estimulação dos proprioceptores musculares e articulares (Voss *et al.*, 1985; Westwater-Wood *et al.*, 2010).

O conceito PNF de considera a existência de um potencial inexplorado em todos os seres humanos, hígidos ou com incapacidade funcional (Kabat, 1950). A partir dessa filosofia, o método utiliza: o enfoque terapêutico positivo, que reforça a capacidade física e psicológica do indivíduo; a facilitação do alcance do mais alto nível funcional; e a abordagem integrada e direcionada para o ser humano como um todo e não apenas para um segmento corporal (Adler *et al.*, 2008).

Com o objetivo de auxiliar o paciente a conquistar o seu mais alto nível funcional, o conceito PNF baseia-se nos mecanismos de aprendizagem motora no modelo de Classificação Internacional de Funcionalidade, Incapacidade e Saúde (CIF) durante o processo de avaliação e planejamento do tratamento, englobando as questões da abordagem funcional, integrada e positiva, considerando o indivíduo como um todo e seu ambiente no contexto físico, psíquico e social (Who, 2007; Adler *et al.*, 2008; Atkinson e Nixon-Cave, 2011).

A PNF possui princípios e procedimentos básicos, como: contato manual, posição corporal e biomecânica, tração e aproximação, estiramento, comando verbal

(estímulo verbal), visão, sincronização, padrões de facilitação, resistência e irradiação (Johnson e Johnson, 2002; Adler *et al.*, 2008). Através do contato manual, o terapeuta estimula os receptores cutâneos e de pressão do paciente, favorecendo a resposta motora a partir da orientação espacial do corpo em relação ao ambiente, facilitando a ativação muscular de estabilização e o movimento durante uma atividade dinâmica (Jeka e Lackner, 1994). No conceito PNF utiliza-se o Contato Lumbrical, composto pela flexão das articulações metacarpofalangeanas e extensão das interfalangeanas que favorece o controle do movimento tridimensional. O terapeuta deve posicionar as mãos de forma que a pressão gerada seja oposta a direção do movimento desejado, dessa forma o movimento será estimulado através do sinergismo muscular. A pressão, gerando uma resistência externa sobre o músculo aumenta sua capacidade de contração (Johnson e Johnson, 2002; Adler *et al.*, 2008).

Para uma aplicação apropriada de contatos manuais é necessário um adequado posicionamento e mecânica corporal do terapeuta, que deve estar posicionado com seu centro de gravidade e base de apoio em alinhamento com o movimento desejado ou com a força aplicada para que haja um melhor controle do movimento e da resistência. O posicionamento envolve a coluna em alinhamento neutro e ombros, quadris, braços e mãos voltados em direção ao movimento. A resistência durante o movimento parte do corpo do terapeuta, que utiliza o peso corporal para aplicar uma resistência prolongada sem fadigar, enquanto os braços e as mãos permanecem confortavelmente posicionados. Dessa forma, é possível acompanhar todo o arco de movimento, seja ele vindo em sua direção ou distanciando-se, assim como fornecer a melhor resistência e avaliar a resposta do paciente durante a atividade (Knott e Voss, 1969; Johnson e Johnson, 2002; Adler *et al.*, 2008).

A tração e aproximação utilizam vetores de força de alongamento ou compressão para facilitar o movimento e a estabilidade (Buchwald, 1967). A tração é definida como alongamento de um segmento (tronco ou extremidade) e a separação das superfícies articulares. Através dela é possível facilitar movimentos, auxiliar no alongamento e ainda fornecer a resistência (Johnson e Johnson, 2002; Adler *et al.*, 2008). A aproximação é uma força de compressão de superfícies articulares do tronco ou de uma extremidade em direção ao eixo de movimento. Há duas formas de aproximação, a rápida e a lenta. Através da aproximação é possível melhorar a

estabilização, aumentar a resposta muscular, resistir algum componente de determinado movimento, facilitar reações de endireitamento, e a tomada de peso em diferentes posturas e posições (Ratliffe *et al.*, 1987; Johnson e Johnson, 2002; Adler *et al.*, 2008).

O comando verbal do terapeuta é a principal ligação entre as respostas reflexas e as respostas voluntárias do paciente. Na ausência de comandos verbais haverá apenas a resposta reflexa aos estímulos proprioceptivos. A melhor comunicação entre o terapeuta e o paciente é através da união do contato manual com o comando verbal, devendo este ser simples, conciso e unidirecional (Johnson e Johnson, 2002). A sincronização do comando verbal é importante para a coordenação do movimento, servindo como guia do início do movimento, das contrações musculares e como correção (Johansson *et al.*, 1983). O sistema visual integrado ao movimento auxilia na correção e no controle do movimento e da posição, além de favorecer o desempenho da atividade, visto que o feedback sensorial desse sistema pode potencializar a contração muscular (Lee e Lishman, 1975; Adler *et al.*, 2008).

Para a sincronização, sequência dos movimentos, ser normal as contrações musculares devem ocorrer em uma determinada sequência durante uma atividade, e o movimento deve ser coordenado e contínuo até a finalização da atividade funcional (Johnson e Johnson, 2002; Adler *et al.*, 2008). Em virtude dos movimentos utilizados para manter um equilíbrio em ortostatismo ocorrerem de distal para proximal: tornozelo, quadril e tronco (Nashner, 1997), a sincronização normal de movimentos coordenados e eficientes ocorre também nesta direção (Voss *et al.*, 1985; Adler *et al.*, 2008).

Os padrões de movimento do conceito PNF constituem movimentos em massa, sinergismo muscular. Esses movimento foram descritos por Kabat e Maggie através do entendimento e reconhecimento dos movimentos semelhantes que o ser humano utiliza durante a realização de atividades funcionais e gestões esportivos (Voss *et al.*, 1985; Johnson e Johnson, 2002). Os padrões têm direção diagonal e espiral que promovem uma harmonia com as características do sistema musculoesquelético, além de estarem em alinhamento com o arranjo topográfico dos músculos. Os padrões apresentam componentes de movimentos tridimensionais, integrando então, o plano sagital (flexão e extensão); o plano frontal ou coronal (abdução e adução) e o plano transversal (rotações) (Voss *et al.*, 1985; Adler *et al.*,

2008) e têm diversos objetivos terapêuticos, sendo utilizados como ferramenta na busca da recuperação funcional dos pacientes, principalmente nas suas atividades de vida diária (Myers e Lephart, 2000). O conceito PNF possui padrões de escápula, pelve, membro superior, membro inferior, pescoço e tronco, podendo ser unilaterais e bilaterais (Voss *et al.*, 1985; Adler *et al.*, 2008).

A resistência utilizada no PNF deve ser adequada às condições do paciente e ao objetivo da atividade, sempre com o enfoque em facilitar a resposta motora desejada com contrações musculares suaves e coordenadas (Johnson e Johnson, 2002). A utilização dessa resistência durante o tratamento facilita as contrações musculares, aumenta a força muscular, favorece a aprendizagem motora e auxilia o paciente a adquirir consciência do movimento e sua direção (Adler *et al.*, 2008).

A utilização da resistência de forma apropriada e associada aos padrões de PNF induz a irradiação e reforço. A irradiação é definida como a propagação (disseminação) da resposta ao estímulo de resistência. A difusão da resposta muscular ocorrerá, segundo Kabat (1961), em padrões específicos; e segundo Sherrington (1947), a irradiação é uma consequência do aumento da intensidade, quantidade e duração do estímulo (resistência), podendo ser em forma de facilitação (contração) de padrões de movimento. Levando em conta a definição de reforço como o “aumento da força, tornar mais forte”, o terapeuta vai direcionar o reforço aos músculos mais fracos aplicando a resistência em músculos fortes, gerando assim a irradiação motora em forma de facilitação (Adler *et al.*, 2008).

2.2 IRRADIAÇÃO E ABORDAGEM INDIRETA DE TRATAMENTO

Kabat (1950) utilizou o termo *irradiação* para caracterizar o fenômeno relacionado à ativação de grupos musculares, de uma parte do corpo, gerando ativação muscular em outra região corporal através das cadeias musculares. Com o entendimento de que “o sistema nervoso é contínuo em toda a sua extensão corporal” (Kabat, 1950), o princípio da irradiação pode ser considerado uma abordagem clínica de tratamento indireto dentro do Conceito PNF (Knott e Voss, 1969; Adler *et al.*, 2008).

A irradiação, dentro de um planejamento de estratégias para o aprendizado motor, é utilizada como uma abordagem inicial de tratamento, visando o recrutamento muscular de regiões distantes que estejam lesionadas, fracas e/ou imobilizadas e que no momento não possam ser trabalhadas diretamente, funcionando como uma forma de preparo para outras fases da reabilitação (Arai *et al.*, 2001).

O fenômeno que possibilita o tratamento indireto foi descrito pela primeira vez na literatura científica há mais de um século, por Scripture *et al.* (1894), como “cross education”. Desde então, as publicações na área vêm crescendo e referenciando-se ao tema com diversas nomenclaturas, como: “cross training”, “cross transfer”, “bilateral interactions”, “cross motor irradiation”, “motor irradiation”, “indirect treatment”, “crossed effect”, “synergistic coactivation” (Hellebrandt *et al.*, 1947; Hellebrandt *et al.*, 1957; Podivinsky, 1964; Knott e Voss, 1969; Voss *et al.*, 1985; Stromberg, 1988; Kannus *et al.*, 1992; Weir *et al.*, 1995; Housh *et al.*, 1996; Weir *et al.*, 1997; Hortobagyi *et al.*, 1999; Shields *et al.*, 1999; Arai *et al.*, 2001).

O tratamento indireto têm um papel fundamental relacionado às questões fisiológicas da contração e força muscular. Essa possibilidade de ativação muscular de regiões que não possam ser diretamente trabalhadas é muito importante, pois o desenvolvimento e manutenção da força muscular são essenciais para o desempenho desportivo e para as atividades de vida diária (Winett e Carpinelli, 2001; Carroll *et al.*, 2006).

Enoka (1988) relaciona o efeito indireto como uma forma de treinamento de força muscular, sendo então “cross education”, “cross training” e demais

nomenclaturas referentes ao efeito contralateral da atividade motora crônica (treinamento) em um membro.

O efeito de treinamento cruzado ocorre em diferentes musculaturas, desde pequenos músculos das mãos até grandes grupos musculares dos membros (Davies *et al.*, 1985; Cannon e Cafarelli, 1987; Davies *et al.*, 1988; Kannus *et al.*, 1992; Shields *et al.*, 1999). Essa resposta pode ocorrer em relação a diversos tipos contrações musculares e treinamentos de força, como a isométrica, isotônica (dinâmica), concêntrica, excêntrica e, inclusive, em treinamento associado à estimulação elétrica muscular (Ikai e Fukunaga, 1970; Shaver, 1975; Moritani e Devries, 1979; Houston *et al.*, 1983; Laughman *et al.*, 1983; Cabric e Appell, 1987; Cannon e Cafarelli, 1987; Brown *et al.*, 1990; Weir *et al.*, 1995; Hortobagyi *et al.*, 1999; Zhou *et al.*, 2002; Zhou, 2003).

Alguns mecanismos neurais têm sido propostos para a irradiação motora como: a difusão de impulsos entre os hemisférios cerebrais; a estabilização postural através da co-ativação dos músculos contralaterais; e os *inputs* aferentes durante a contração muscular, que podem facilitar a ativação do membro contralateral (Zhou, 2003; Carroll *et al.*, 2006). Há alguns fatores que influenciam nesses efeitos cruzados, como: a relação da massa corporal das articulações envolvidas; a relação das partes do corpo com a gravidade e a liberdade dos movimentos, que depende do posicionamento e do contato com o meio ambiente (Sherrington, 1947).

Os aspectos neurofisiológicos da irradiação estão relacionados ao fato de que o movimento funcional normal é composto por padrões de movimento em massa dos membros e sinergia muscular com o tronco. "O cérebro nada sabe sobre ações musculares individuais, sabe apenas de movimento" (Kabat, 1950). Para que uma tarefa seja executada com sucesso, o Sistema Nervoso Central (SNC) tem que decidir quais musculaturas devem ser ativadas. Dessa forma, o córtex motor produz e organiza esses padrões de movimento, o que impede que algum músculo seja deixado de fora dessa atividade de forma voluntária (Beever, 1903; Sherrington, 1947; Adler *et al.*, 2008).

Para que haja um desempenho motor coordenado é necessária uma integração entre informações vestibulares, sensório-motoras e visuais. As reações posturais e de equilíbrio devem permitir a manutenção de equilíbrio em uma posição ou durante o movimento e ainda aperfeiçoar o desenvolvimento da força (Sherrington, 1947). As perturbações no equilíbrio devido aos movimentos de

extremidades ou tronco irão ativar estas redes neuronais. A ativação reativa dos músculos posturais é uma expressão da irradiação. (Hellebrandt *et al.*, 1947; Shimura e Kasai, 2002).

A literatura traz dados que indicam a utilização de “cross education” como uma forma potente de reabilitação neuromuscular para indivíduos impossibilitados de movimentar ativamente um membro (Hellebrandt, 1951; Gregg *et al.*, 1957; Devine *et al.*, 1981; Kannus *et al.*, 1992; Zhou, 2003). Exercícios contralaterais podem prevenir e reduzir a atrofia muscular, manter a coordenação motora e melhorar a força muscular do membro afetado (Devine *et al.*, 1981; Zhou, 2003).

Munn *et al.* (2005) aplicaram, em indivíduos saudáveis, um protocolo de treinamento para musculaturas flexoras de cotovelo, randomizado em diferentes velocidades. O autor observou uma tendência a, em altas velocidades, acontecer um aumento da força muscular contralateral. A meta-análise realizada por Munn *et al.* (2004) indica que treinamento de força unilateral gera um aumento de força contralateral, porém esse efeito é baseado em uma amostra pequena dos estudos analisados.

Zhou (2000) traz em sua revisão diversos estudos que reportaram o aumento da força muscular no membro contralateral ao membro submetido a protocolos de treinamento, sustentando o efeito do treinamento cruzado. Shima *et al.* (2002) avaliaram homens saudáveis, após seis semanas de treinamento muscular de flexores plantares, e observaram aumento da contração voluntária máxima, por eletromiografia de superfície, nas musculaturas do membro contralateral não treinado.

Fujiwara *et al.* (1999) avaliaram a influência do movimento resistido de flexão de joelho do membro inferior sadio na atividade muscular do membro inferior parético, de indivíduos com disfunção neuromuscular após Acidente Vascular Cerebral (AVC). Esses autores observaram, por meio de eletromiografia de superfície um aumento na ativação desse grupo muscular do membro afetado. Achados semelhantes foram descritos por Mills e Quintana (1985), que avaliaram a atividade muscular por eletromiografia da musculatura de membro inferior e superior paréticos de indivíduos após AVC durante a realização de exercícios no hemicorpo não afetado.

Cada atividade utilizada durante a reabilitação implica na utilização de determinados parâmetros, como: posicionamento articular, contato com o meio

ambiente, tipo de ativação muscular, situações de cadeia aberta ou fechada, e exposições às forças externas, como a força da gravidade. Estudos na área da reabilitação têm mostrado melhores resultados quando os exercícios utilizados se aproximam às situações da vida diária. Quanto mais esses parâmetros forem semelhantes às situações cotidianas, mais funcionais os exercícios serão (Knott e Voss, 1969; Adler *et al.*, 2008).

Os padrões do Conceito PNF são entendidos como uma estratégia de abordagem terapêutica bastante funcional, que tem como objetivo, tornar o movimento o mais eficaz possível para melhorar as funções das atividades de vida diária. Através da irradiação e os componentes espirais dos padrões de movimentos do conceito PNF, torna-se possível a realização de um tratamento com abordagem indireta capaz de promover e facilitar a função (Knott e Voss, 1969; Arai *et al.*, 2001; Kofotolis e Kellis, 2007).

Arai *et al.* (2001) mostrou através da análise de força e atividade elétrica do grupo muscular quadríceps, de indivíduos em pós-operatório com o membro inferior imobilizado, que exercícios resistidos baseados nos movimentos do conceito PNF são efetivo em relação ao efeito cruzado. Em contrapartida, o estudo de Hwang e Abraham (2001) realizado com indivíduos saudáveis submetidos a procedimentos de contrações isocinéticas de tornozelo em diferentes velocidades, envolvendo elementos do conceito PNF, indicou através da eletromiografia de superfície um maior efeito da irradiação motora das musculaturas da articulação do joelho ipsilateral, quando comparado à ativação contralateral do mesmo grupo muscular.

Meningroni *et al.* (2009) observaram, com aplicação da eletromiografia de superfície, um aumento da atividade muscular do tibial anterior, após um protocolo de reabilitação com padrões de movimento do conceito PNF durante cinco semanas, em indivíduos com neuropatia periférica. Pink (1981) utilizou a eletromiografia em seu estudo para determinar a atividade muscular no membro superior durante a aplicação de padrões do conceito PNF no membro superior contralateral ao analisado, de mulheres jovens e saudáveis, e concluiu que essa abordagem terapêutica é uma ferramenta que fornece irradiação motora e pode ser utilizada no planejamento da reabilitação do membro superior.

O estudo de Yoo *et al.* (2013) avaliou, em homens jovens e saudáveis, o efeito na ativação muscular de membro inferior contralateral durante a aplicação de padrão de PNF no membro inferior associado ou não à contração abdominal. Os

resultados apontaram um aumento significativo da atividade muscular durante a associação da contração abdominal, indicando que o recrutamento dessa musculatura tem um papel importante na irradiação motora contralateral.

Como observado nos estudos citados sobre os efeitos do tratamento indireto, a eletromiografia de superfície vem mostrando-se um importante papel como ferramenta de análise para caracterizar, mensurar e verificar a ativação muscular contralateral, decorrente deste mecanismo (Zhou, 2003).

2.3 ATIVIDADE FUNCIONAL SENTA E LEVANTA

A manutenção da independência funcional de um indivíduo está relacionada com a sua capacidade em realizar atividades de vida diária como comer, vestir-se, realizar a higiene pessoal, caminhar e levantar-se de uma cadeira (Cuesta-Vargas e Gonzalez-Sanchez, 2013).

Dentre as diversas atividades de vida diária, a habilidade de levantar-se a partir de uma posição sentada (denominada também como o movimento ou atividade funcional *Senta e Levanta*, *Sit-to-Stand*) é considerada um dos movimentos mais importantes para a funcionalidade de um indivíduo, pois além de ser realizado diversas vezes durante um único dia, é considerado precursor para a marcha (Kralj *et al.*, 1990; Reisman *et al.*, 2002; Etnyre e Thomas, 2007; Burnett *et al.*, 2011; De Souza *et al.*, 2011). Tanto a atividade *Senta e Levanta* quanto a marcha são dependentes da capacidade do indivíduo em assumir a posição ortostática (Schenkman *et al.*, 1990; Carr e Shepherd, 1998; Prudente *et al.*, 2013).

O movimento *Senta e Levanta* é definido, segundo Roebroek *et al.* (1994), como a mudança do centro de massa corporal de forma ascendente, da posição sentada para em pé, mantendo o equilíbrio. Já Vander Linden *et al.* (1994) definem como um movimento de transição para a postura ereta com extensão dos membros inferiores, com a movimentação do centro de massa de uma posição estável para uma menos estável.

Durante a realização do movimento *Senta e Levanta* há uma sequência de alterações biomecânicas, que envolvem um momento de inércia horizontal e outro vertical (Goulart *et al.*, 2003; Etnyre e Thomas, 2007). Inicialmente há um impulso para o eixo horizontal com deslocamento anterior do centro de massa corporal, com a transferência do contato com o assento, para a superfície de suporte, através da rotação do tronco direcionada ao quadril e dos seguimentos do membro inferior direcionados ao tornozelo (Schenkman *et al.*, 1990; Carr e Shepherd, 1998; Goulart *et al.*, 2003; De Souza *et al.*, 2011). Logo após, há então uma desaceleração dos segmentos corporais e alteração do deslocamento da massa corporal com aceleração para o eixo vertical, gerando uma força de extensão de quadril, joelho e tornozelo até que o ortostatismo seja concluído (Kralj *et al.*, 1990; Carr e Shepherd, 1998; Goulart *et al.*, 2003; Inkster e Eng, 2004).

A atividade funcional *Senta e Levanta* é descrita por meio da divisão em fases do movimento. Schenkman *et al.* (1990) dividiu o movimento em quatro fases, divisão que foi utilizada por outros autores em diferentes estudos (Vander Linden *et al.*, 1994; Baer *et al.*, 2001; Janssen *et al.*, 2002). A fase 1 (momento de flexão) é a iniciação do movimento com a flexão de tronco e pelve e deslocamento anterior do centro de massa. Essa fase termina logo após as nádegas deixarem o contato com o assento. A fase inicia com a atividade dos músculos paravertebrais na região lombar, atuando excentricamente no controle de tronco, e então há uma ativação do grupo muscular quadríceps, que prepara o movimento de levantar. A fase 2 (momento de transferência) inicia com a perda do contato das nádegas com o assento e finaliza com a dorsiflexão máxima do tornozelo. O centro de massa permanece dentro da base de suporte enquanto ocorre a transição do movimento para a posição ortostática, que é acompanhado da ativação excêntrica do bíceps femoral e do glúteo máximo. A ativação dos isquiotibiais ocorre logo após a ativação do quadríceps. Os paravertebrais na região lombar, quadríceps, isquiotibiais e glúteo máximo têm seu pico de ativação nessa fase, que é muito instável e gera ajustes posturais. A fase 3 (momento de extensão) inicia logo após dorsiflexão máxima no tornozelo e finaliza com a extensão terminal de quadril e tronco. A fase 4 (momento de estabilização) inicia após a extensão total de quadril e termina com a bipedestação completa e estável (Janssen *et al.*, 2002; Goulart *et al.*, 2003).

O movimento de sentado para de pé possui uma grande demanda mecânica e muscular, envolvendo força, sinergia muscular, equilíbrio, coordenação na transferência a partir de um eixo horizontal para uma posição vertical em um único movimento. (Papa e Cappozzo, 2000; Chou *et al.*, 2003; Inkster *et al.*, 2003; Lomaglio e Eng, 2005; Roy *et al.*, 2007; Seven *et al.*, 2008; Prosser *et al.*, 2010; Prudente *et al.*, 2013). A partir destas questões, esta atividade torna-as um efetivo indicador de funcionalidade e do nível de mobilidade do indivíduo (Hughes *et al.*, 1996; Kerr *et al.*, 1997; Goulart e Valls-Sole, 2001; Mazza *et al.*, 2005; De Souza *et al.*, 2011).

Diversas atividades de vida diária envolvem a realização das sequências do movimento de sentado para de pé, o que relaciona então a capacidade em realizá-lo com a determinação do grau de independência funcional e qualidade de vida de uma pessoa (Kralj *et al.*, 1990; Baer e Ashburn, 1995). Se um indivíduo apresentar

limitações no movimento de ficar em pé, terá limitações em outras atividades como levantar-se da cama, sentar-se à mesa para a alimentação, utilizar o banheiro e para a locomoção em geral (Schenkman *et al.*, 1990).

A literatura descreve diversas metodologias para a avaliação e mensuração das variáveis relacionadas à atividade funcional *Senta e Levanta*, como análise cinemática tridimensional, avaliação cinética e determinação da atividade muscular através da eletromiografia de superfície (Burnett *et al.*, 2011).

A manutenção da ativação muscular é importante para a geração de força necessária na realização das atividades de vida diária. A perda da efetividade da ativação muscular está diretamente relacionada com a incapacidade em realizar atividades básicas do dia a dia, acarretando dependência funcional. Por este motivo a reabilitação voltada para a recuperação funcional do indivíduo mostra-se bastante eficaz (Ploutz-Snyder *et al.*, 2002; Cuesta-Vargas e Gonzalez-Sanchez, 2013).

As teorias do controle e aprendizado motor recomendam que a reabilitação seja baseada em especificidade e variação de tarefas para aperfeiçoar o desempenho de uma atividade funcional (Winstein, 1991). Dentre as diversas técnicas e conceitos utilizados na reabilitação funcional, destaca-se o Conceito Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) como uma abordagem terapêutica bastante funcional, que tem como objetivo, tornar o movimento o mais eficaz possível para melhorar as funções das atividades de vida diária (Knott e Voss, 1969; Arai *et al.*, 2001; Kofotolis e Kellis, 2007).

2.4 ELETROMIOGRAFIA

A Eletromiografia (EMG) é definida com uma técnica que estuda a função muscular através do registro, monitoramento e interpretação dos sinais elétricos emitidos pela fibra musculoesquelética durante uma contração ativa (Basmajian e Luca, 1985; Disselhorst-Klug *et al.*, 2000). Este método vem sendo aplicado há mais de 40 anos em avaliações precisas sobre as características elétricas de uma musculatura específica ou de um grupo muscular (Biasotto *et al.*, 2005), e pode ser aplicada em diversos contextos; como na reabilitação, no diagnóstico de doenças neuromusculares, na reeducação da ação muscular através do biofeedback eletromiográfico, na biomecânica e análise de movimento (Turker, 1993; Portney e Roy, 2004).

De acordo com o objetivo a ser analisado há um tipo específico de EMG e de respectivos eletrodos a serem utilizados. Para análise de potenciais de unidades motoras isoladas são utilizados os eletrodos de agulha, posicionados internamente ao ventre muscular, sendo essa a eletroneuromiografia, procedimento invasivo e desconfortável para o indivíduo (Rau *et al.*, 2004). A EMG de superfície utiliza eletrodos posicionados sobre a superfície da pele referente à região muscular a ser analisada, esse sistema é utilizado para estudos cinesiológicos e neurofisiológicos (Kollmitzer *et al.*, 1999; Ebenbichler, 2001; Hashimoto *et al.*, 2005). Há um crescente número de aplicações da EMG na área da cinesiologia e biomecânica, o que demonstra seu alto potencial como ferramenta não invasiva e indolor do sistema neuromuscular, além de ser reproduzível (Disselhorst-Klug *et al.*, 2000; Hermens *et al.*, 2000; Soderberg e Knutson, 2000).

No contexto de biomecânica e cinesiologia, o registro da atividade eletromiográfica permite a investigação da ativação muscular em tarefas posturais, movimentos funcionais e durante exercícios terapêuticos (Konrad, 2005). A EMG fornece o conhecimento de quais musculaturas estão utilizadas em determinadas tarefas, o momento da ativação durante a evolução do movimento, bem como a intensidade e a duração dessa ativação, além de fornecer informações sobre estresse e fadiga muscular (De Luca, 1979; 1997; Merletti, 1999).

Para que a contração muscular ocorra, é necessário que o Sistema Nervoso Central envie um estímulo (potencial de ação elétrico) que chega à placa motora e

desencadeia processos bioquímicos que são propagados para ambos os lados ao longo da extensão da fibra muscular (Konrad, 2005). Para a manutenção da contração muscular o sistema nervoso envia sequências de potenciais de ação para que cada unidade motora continue sendo repetidamente ativada, gerando trens de pulsos que são somados e resultam em um unido sinal, denominado padrão de interferência (Stegeman *et al.*, 2000; Konrad, 2005). Os eletrodos superficiais vão captar a mudança no potencial de ação da membrana das fibras musculares através da movimentação de íons positivos e negativos na parte interna e externa da membrana celular e o sinal característico da EMG será registrado (De Luca, 1979; Enoka, 2000)

O sinal captado pela EMG de superfície é bastante influenciado pela forma como a aquisição dos dados foi realizada e pela instrumentação utilizada. Há diversos fatores que devem ser levados em conta, como: o tipo de eletrodo utilizado, o preparo da pele, a espessura da pele, a camada de tecido adiposo, o posicionamento dos eletrodos, os artefatos que podem causar interferência (batimento cardíaco, ruídos eletromecânicos como movimentação dos sensores e cabos, rede elétrica), e o efeito *crosstalk*, que é a captação de sinal originado por musculaturas próximas à estudada (Mathur *et al.*, 2005; Marchetti e Duarte, 2011). A padronização durante a coleta de dados é importante para posterior análise dos sinais coletados (Rainoldi *et al.*, 2004).

Em relação ao processamento do sinal eletromiográfico, há duas formas normalmente utilizadas em estudos cinesiológicos: domínio do tempo e de frequência (Konrad, 2005). A análise sobre o domínio do tempo é utilizada quando o objetivo é a amplitude do sinal eletromiográfico com base no tempo, onde é possível detectar o padrão de ativação muscular durante a contração e permite a comparação entre diferentes tipos de exercícios (Mohamed *et al.*, 2002). Para esse tipo de análise é utilizada o valor médio quadrático, conhecido como *root mean square* (RMS), que é a raiz quadrada do valor médio quadrático e representa a potência do sinal ou de um trecho (De Luca, 1997). O processamento em domínio de frequência é destinado aos estudos relacionados com fadiga muscular (Farina *et al.*, 2002).

A normalização do sinal eletromiográfico também faz parte do processamento dos dados, e é descrita na literatura como fator importante para comparações entre diferentes dias de avaliação, entre diferentes musculaturas, exercícios e indivíduos,

para minimizar as diferenças relacionadas à altura, massa muscular e peso (Ervilha *et al.*, 1998). A forma mais utilizada na literatura é a normalização pela contração voluntária máxima isométrica (CVM), utilizando o maior valor ou a média de duas ou três contrações (Kellis e Baltzopoulos, 1996; Pincivero *et al.*, 2003).

A EMG mostra-se uma ferramenta capaz de avaliar e registrar o comportamento muscular em diversas atividades no âmbito da reabilitação. Em decorrência da sua característica indolor e não invasiva, essa ferramenta cada vez mais vem sendo utilizada na prática clínica do fisioterapeuta para auxiliar na avaliação e na performance dos exercícios terapêuticos (Disselhorst-Klug *et al.*, 2000; Hermens *et al.*, 2000; Soderberg e Knutson, 2000). Como observado, grande parte dos estudos sobre irradiação motora utilizam a EMG para analisar a atividade muscular contralateral durante as atividades propostas, indicando que essa ferramenta pode ser um potencial aliado para evidenciar os efeitos do tratamento indireto (Zhou, 2003).

Apesar de ser amplamente difundida na prática clínica fisioterapêutica, as evidências sobre os efeitos da irradiação motora contralateral à aplicação de padrões do Conceito PNF visando à reabilitação funcional são escassas. Sabendo que na reabilitação das funções sensório-motoras é necessária a ativação muscular, e que para a prevenção de agravos por atrofia o recrutamento muscular é essencial, torna-se fundamental aprofundar os conhecimentos acerca das melhores estratégias de irradiação motora. Dessa forma, percebe-se a importância de estudos que verifiquem os efeitos de padrões de movimento do Conceito PNF na irradiação motora para o membro inferior contralateral, e que relacionem tais achados com a atividade muscular durante tarefas funcionais. Sendo assim, este estudo visou avaliar o efeito de padrões de movimento de membro superior, inferior e tronco, do Conceito PNF, na irradiação motora para o membro inferior contralateral, além de relacionar tais achados, com a ativação muscular durante a atividade funcional *Senta e Levanta*.

4. REFERÊNCIAS DA REVISÃO

ADLER, S. S.; BECKERS, D.; BUCK, M. **PNF in Practice An Illustrated Guide**. Third. Germany: Springer, 2008.

ARAI, M. et al. Effects of the use of cross-education to the affected side through various resistive exercises of the sound side and settings of the length of the affected muscles. **Hiroshima Journal of Medical Sciences**, v. 50, n. 3, p. 65-73, 2001.

ATKINSON, H. L.; NIXON-CAVE, K. A Tool for Clinical Reasoning and Reflection Using the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Framework and Patient Management Model. **Physical Therapy** v. 91, p. 416-430, 2011.

BAER, G. D.; ASHBURN, A. M. Trunk movements in older subjects during sit-to-stand. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 76, n. 9, p. 844-9, Sep 1995. ISSN 0003-9993 (Print) 0003-9993 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7668956> >.

BAER, G. D.; DURWARD, B. R.; ROWE, P. J. **Movimento Funcional Humano: mensuração e análise**. São Paulo: Manole, 2001.

BASMAJIAN, J. V.; LUCA, C. J. D. **Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985.

BEEVOR, C. E. The Croonian Lectures on muscular movements and their representation in the Central Nervous System: Delivered before the Royal College of Physicians of London. **Br Med J**, v. 2, n. 2218, p. 12-6, Jul 4 1903. ISSN 0007-1447 (Print) 0007-1447 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20760993> >.

BIASOTTO, D. C.; BIASOTTO-GONZALES, D. A.; PANHOCA, I. Correlation between the clinical phonoaudiological assessment and electromyographic activity of the masseter muscle. **J Appl Oral Sci**, v. 13, n. 4, p. 424-30, Dec 2005. ISSN 1678-7757 (Print) 1678-7757 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20865231> >.

BROWN, A. B.; MCCARTNEY, N.; SALE, D. G. Positive adaptations to weight-lifting training in the elderly. **J Appl Physiol** (1985), v. 69, n. 5, p. 1725-33, Nov 1990. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2272965> >.

BUCHWALD, J. S. Exteroceptive reflexes and movement. **Am J Phys Med**, v. 46, n. 1, p. 121-8, Feb 1967. ISSN 0002-9491 (Print) 0002-9491 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6022501> >.

BURNETT, D. R. et al. Symmetry of ground reaction forces and muscle activity in asymptomatic subjects during walking, sit-to-stand, and stand-to-sit tasks. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 21, n. 4, p. 610-5, Aug 2011. ISSN 1873-5711 (Electronic) 1050-6411 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21493090> >.

CABRIC, M.; APPELL, H. J. Effect of electrical stimulation of high and low frequency on maximum isometric force and some morphological characteristics in men. **Int J Sports Med**, v. 8, n. 4, p. 256-60, Aug 1987. ISSN 0172-4622 (Print) 0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3667021> >.

CANNON, R. J.; CAFARELLI, E. Neuromuscular adaptations to training. **J Appl Physiol (1985)**, v. 63, n. 6, p. 2396-402, Dec 1987. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3436873> >.

CARR, J.; SHEPHERD, R. Standing up and sitting down. In: (Ed.). **Neurological Rehabilitation: Optimizing Motor Performance**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1998. p.71-92.

CARROLL, T. J. et al. Contralateral effects of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. **J Appl Physiol (1985)**, v. 101, n. 5, p. 1514-22, Nov 2006. ISSN 8750-7587 (Print) 0161-7567 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17043329> >.

CHOU, S. W. et al. Postural control during sit-to stand and gait in stroke patients. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 82, n. 1, p. 42-7, Jan 2003. ISSN 0894-9115 (Print) 0894-9115 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12510184> >.

CUESTA-VARGAS, A. I.; GONZALEZ-SANCHEZ, M. Differences in Muscle Activation Patterns during Sit to Stand Task among Subjects with and without Intellectual Disability. **BioMed Research International**, p. 7, 2013.

DAVIES, C. T. et al. Adaptation of mechanical properties of muscle to high force training in man. **J Physiol**, v. 365, p. 277-84, Aug 1985. ISSN 0022-3751 (Print) 0022-3751 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4032314> >.

DAVIES, J. et al. Changes in strength and cross sectional area of the elbow flexors as a result of isometric strength training. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 57, n. 6, p. 667-70, 1988. ISSN 0301-5548 (Print) 0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3416850> >.

DE LUCA, C. J. Physiology and mathematics of myoelectric signals. **IEEE Trans Biomed Eng**, v. 26, n. 6, p. 313-25, Jun 1979. ISSN 0018-9294 (Print) 0018-9294 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/468280> >.

_____. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 13, n. 2, p. 135-163, 1997.

DE SOUZA, L. A. et al. The effect of the partially restricted sit-to-stand task on biomechanical variables in subjects with and without Parkinson's disease. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 21, n. 5, p. 719-26, Oct 2011. ISSN 1873-5711 (Electronic) 1050-6411 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21636290> >.

DEVINE, K. L.; LEVEAU, B. F.; YACK, H. J. Electromyographic activity recorded from an unexercised muscle during maximal isometric exercise of the contralateral agonists and antagonists. **Phys Ther**, v. 61, n. 6, p. 898-903, Jun 1981. ISSN 0031-9023 (Print) 0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7243889> >.

DISSELHORST-KLUG, C. et al. Non-invasive approach of motor unit recording during muscle contractions in humans. **Eur J Appl Physiol**, v. 83, n. 2-3, p. 144-50, Oct 2000. ISSN 1439-6319 (Print) 1439-6319 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11104054> >.

EBENBICHLER, G. Dynamic EMG: a clinician's perspective. **IEEE Eng Med Biol Mag**, v. 20, n. 6, p. 34-5, Nov-Dec 2001. ISSN 0739-5175 (Print) 0739-5175 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11838254> >.

ENOKA, R. M. Muscle strength and its development. New perspectives. **Sports Med**, v. 6, n. 3, p. 146-68, Sep 1988. ISSN 0112-1642 (Print) 0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3055145> >.

ENOKA, R. M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000. 450.

ERVILHA, U. F.; DUARTE, M.; AMADIO, A. C. Estudo Sobre Procedimentos de Normalização do Sinal Eletromiográfico Durante o Movimento Humano **Rev. Bras. Fisiot**, v. 3, n. 1, 1998.

ETNYRE, B.; THOMAS, D. Q. Event standardization of sit-to-stand movements. **Phys Ther**, v. 87, n. 12, p. 1651-66, Dec 2007. ISSN 0031-9023 (Print) 0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17940102> >.

FARINA, D. et al. Surface EMG crosstalk between knee extensor muscles: experimental and model results. **Muscle Nerve**, v. 26, n. 5, p. 681-95, Nov 2002. ISSN 0148-639X (Print)

0148-639X (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12402291> >.

FUJIWARA, T.; HARA, Y.; CHINO, N. The influence of non-paretic leg movement on muscle action in the paretic leg of hemiplegic patients. **Scand J Rehabil Med**, v. 31, n. 3, p. 174-7, Sep 1999. ISSN 0036-5505 (Print)

0036-5505 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10458315> >.

GOULART, F. et al. The sit-to-stand movement in elderly people: implications for functional training. **Acta Fisiátrica** v. 10, n. 3, p. 138-143, 2003.

GOULART, F.; VALLS-SOLE, J. Reciprocal changes of excitability between tibialis anterior and soleus during the sit-to-stand movement. **Exp Brain Res**, v. 139, n. 4, p. 391-7, Aug 2001. ISSN 0014-4819 (Print)

0014-4819 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11534862> >.

GREGG, R. A.; MASTELLONE, A. F.; GERSTEN, J. W. Cross exercise; a review of the literature and study utilizing electromyographic techniques. **Am J Phys Med**, v. 36, n. 5, p. 269-80, Oct 1957. ISSN 0002-9491 (Print)

0002-9491 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13470056> >.

HASHIMOTO, T. et al. On the errors in assessment of severity of involuntary movements using surface EMG. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 15, n. 3, p. 316-22, Jun 2005. ISSN 1050-6411 (Print)

1050-6411 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15763679> >.

HELLEBRANDT, F. A. Cross education; ipsilateral and contralateral effects of unimanual training. **J Appl Physiol**, v. 4, n. 2, p. 136-44, Aug 1951. ISSN 0021-8987 (Print)

0021-8987 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14888623> >.

HELLEBRANDT, F. A.; HOUTZ, S. J.; PARTRIDGE, M. J. Cross education in the prosthetic training of the below-elbow amputee. **Am J Phys Med**, v. 36, n. 4, p. 196-211, Aug 1957. ISSN 0002-9491 (Print)

0002-9491 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13470052> >.

HELLEBRANDT, F. A.; PARRISH, A. M.; HOUNTZ, S. J. Cross education, the influence of unilateral exercise on the contralateral limb. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 28, p. 76-85, 1947.

HERMENS, H. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 10, n. 5, p. 361-74, Oct 2000. ISSN 1050-6411 (Print)
1050-6411 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11018445> >.

HORTOBAGYI, T. et al. Cross-education of muscle strength is greater with stimulated than voluntary contractions. **Motor Control**, v. 3, n. 2, p. 205-19, Apr 1999. ISSN 1087-1640 (Print)
1087-1640 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10198150> >.

HOUSH, T. J. et al. Effects of eccentric-only resistance training and detraining. **Int J Sports Med**, v. 17, n. 2, p. 145-8, Feb 1996. ISSN 0172-4622 (Print)
0172-4622 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8833718> >.

HOUSTON, M. E. et al. Muscle performance, morphology and metabolic capacity during strength training and detraining: a one leg model. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 51, n. 1, p. 25-35, 1983. ISSN 0301-5548 (Print)
0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6684028> >.

HUGHES, M. A.; MYERS, B. S.; SCHENKMAN, M. L. The role of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly. **J Biomech**, v. 29, n. 12, p. 1509-13, Dec 1996. ISSN 0021-9290 (Print)
0021-9290 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8945648> >.

HWANG, I. S.; ABRAHAM, L. D. Quantitative EMG analysis to investigate synergistic coactivation of ankle and knee muscles during isokinetic ankle movement. Part 2: time frequency analysis. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 11, n. 5, p. 327-35, Oct 2001. ISSN 1050-6411 (Print)
1050-6411 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11595552> >.

IKAI, M.; FUKUNAGA, T. A study on training effect on strength per unit cross-sectional area of muscle by means of ultrasonic measurement. **Int Z Angew Physiol**, v. 28, n. 3, p. 173-80, 1970. ISSN 0020-9376 (Print)
0020-9376 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/5425330> >.

INKSTER, L. M.; ENG, J. J. Postural control during a sit-to-stand task in individuals with mild Parkinson's disease. **Exp Brain Res**, v. 154, n. 1, p. 33-8, Jan 2004. ISSN 0014-4819 (Print)
0014-4819 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12961057> >.

INKSTER, L. M. et al. Leg muscle strength is reduced in Parkinson's disease and relates to the ability to rise from a chair. **Mov Disord**, v. 18, n. 2, p. 157-62, Feb 2003. ISSN 0885-3185 (Print)
0885-3185 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12539208> >.

JANSSEN, W. G.; BUSSMANN, H. B.; STAM, H. J. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. **Phys Ther**, v. 82, n. 9, p. 866-79, Sep 2002. ISSN 0031-9023 (Print)
0031-9023 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12201801> >.

JEKA, J. J.; LACKNER, J. R. Fingertip contact influences human postural control. **Exp Brain Res**, v. 100, n. 3, p. 495-502, 1994. ISSN 0014-4819 (Print)
0014-4819 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7813685> >.

JOHANSSON, C. A.; KENT, B. E.; SHEPARD, K. F. Relationship between verbal command volume and magnitude of muscle contraction. **Phys Ther**, v. 63, n. 8, p. 1260-5, Aug 1983. ISSN 0031-9023 (Print)
0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6878436> >.

JOHNSON, G. S.; JOHNSON, V. S. The application of the principles and procedures of PNF for the care of lumbar spinal instabilities. **The Journal of manual and Manipulative therapy**, v. 10, n. 2, p. 83-105, 2002.

KABAT, H. Studies on neuromuscular dysfunction, XIII: new concepts and techniques of neuromuscular reeducation for paralysis. **Perm Found Med Bull**, v. 8, n. 3, p. 121-43, Jul 1950. ISSN 0099-8893 (Print)
0099-8893 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24537892> >.

KABAT, H. Proprioceptive facilitation in therapeutic exercise. In: LICHT, S. e JOHNSON, E. W. (Ed.). **Therapeutic exercise**. Haven, 1961.

KANNUS, P. et al. Effect of one-legged exercise on the strength, power and endurance of the contralateral leg. A randomized, controlled study using isometric and concentric isokinetic training. **Eur J Appl Physiol Occup Physiol**, v. 64, n. 2, p. 117-26, 1992. ISSN 0301-5548 (Print)
0301-5548 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1555557> >.

KELLIS, E.; BALZPOPOULOS, V. The effects of normalization method on antagonistic activity patterns during eccentric and concentric isokinetic knee extension and flexion. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 6, n. 4, p. 235-45, Dec 1996. ISSN 1050-6411 (Print)
1050-6411 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20719680> >.

KERR, K. M. et al. Analysis of the sit-stand-sit movement cycle in normal subjects. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 12, n. 4, p. 236-245, Jun 1997. ISSN 1879-1271 (Electronic)

0268-0033 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11415728> >.

KNOTT, M.; VOSS, D. E. **Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and Techniques**. New York: Harper and Row Publishers, 1969.

KOFOTOLIS, N.; KELLIS, E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. **Phys Ther**, v. 86, n. 7, p. 1001-12, Jul 2006. ISSN 0031-9023 (Print)

0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16813479> >.

KOFOTOLIS, N. D.; KELLIS, E. Cross-training effects of a proprioceptive neuromuscular facilitation exercise programme on knee musculature. **Physical Therapy in Sport**, v. 8, p. 109-116, 2007.

KOLLMITZER, J.; EBENBICHLER, G. R.; KOPF, A. Reliability of surface electromyographic measurements. **Clin Neurophysiol**, v. 110, n. 4, p. 725-34, Apr 1999. ISSN 1388-2457 (Print)

1388-2457 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10378745> >.

KONRAD, P. **The ABC of EMG. A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography**. USA: Noraxon Inc, 2005.

KRALJ, A.; JAEGER, R. J.; MUNIH, M. Analysis of standing up and sitting down in humans: definitions and normative data presentation. **J Biomech**, v. 23, n. 11, p. 1123-38, 1990. ISSN 0021-9290 (Print)

0021-9290 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2277047> >.

LAUGHMAN, R. K. et al. Strength changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. **Phys Ther**, v. 63, n. 4, p. 494-9, Apr 1983. ISSN 0031-9023 (Print)

0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6601279> >.

LEE, D. M.; LISHMAN, R. Visual proprioceptive control of stance. **Human Movement Studies**, v. 1, p. 87-95, 1975.

LEE, M.; CARROLL, T. J. Cross education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. **Sports Med**, v. 37, n. 1, p. 1-14, 2007. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17190532> >.

LOMAGLIO, M. J.; ENG, J. J. Muscle strength and weight-bearing symmetry relate to sit-to-stand performance in individuals with stroke. **Gait Posture**, v. 22, n. 2, p. 126-31, Oct 2005. ISSN 0966-6362 (Print)

0966-6362 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16139747> >.

MARCHETTI, P. H.; DUARTE, M. Eletromiografia: uma breve revisão sobre os procedimentos de aquisição do sinal. **Terapia Manual**, v. 9, n. 44, p. 548-53, 2011.

MATHUR, S.; ENG, J. J.; MACINTYRE, D. L. Reliability of surface EMG during sustained contractions of the quadriceps. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 15, n. 1, p. 102-10, Feb 2005. ISSN 1050-6411 (Print)

1050-6411 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15642658> >.

MAZZA, C.; ZOK, M.; DELLA CROCE, U. Sequencing sit-to-stand and upright posture for mobility limitation assessment: determination of the timing of the task phases from force platform data. **Gait Posture**, v. 21, n. 4, p. 425-31, Jun 2005. ISSN 0966-6362 (Print)

0966-6362 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15886132> >.

MENINGRONI, P. C. et al. Contralateral force irradiation for the activation of tibialis anteriormuscle in carriers of Charcot- Marie-Tooth disease: effect of PNF intervention program. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 13, n. 5, p. 438-443, 2009.

MERLETTI, R. Standards for reporting EMG data. **Journal of Electromyography & Kinesiology**, v. 9, n. 1, p. 3-4, 1999.

MILLS, V. M.; QUINTANA, L. Electromyography results of exercise overflow in hemiplegic patients. **Phys Ther**, v. 65, n. 7, p. 1041-5, Jul 1985. ISSN 0031-9023 (Print)

0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4011681> >.

MOHAMED, O.; PERRY, J.; HISLOP, H. Relationship between wire EMG activity, muscle length, and torque of the hamstrings. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 17, n. 8, p. 569-79, Oct 2002. ISSN 0268-0033 (Print)

0268-0033 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12243716> >.

MORITANI, T.; DEVRIES, H. A. Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. **Am J Phys Med**, v. 58, n. 3, p. 115-30, Jun 1979. ISSN 0002-9491 (Print)

0002-9491 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/453338> >.

MUNN, J.; HERBERT, R. D.; GANDEVIA, S. C. Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. **J Appl Physiol (1985)**, v. 96, n. 5, p. 1861-6, May 2004. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15075311> >.

MUNN, J. et al. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. **J Appl Physiol** (1985), v. 99, n. 5, p. 1880-4, Nov 2005. ISSN 8750-7587 (Print)

0161-7567 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16024518> >.

MYERS, J. B.; LEPHART, S. M. The Role of the Sensorimotor System in the Athletic Shoulder. **Journal of Athletic Training**, v. 35, n. 3, p. 351-363, 2000.

NASHNER, L. M. Fixed patterns of rapid postural responses among leg muscles during stance. **Exp Brain Res**, v. 30, p. 13-24, 1997.

PAPA, E.; CAPPOZZO, A. Sit-to-stand motor strategies investigated in able-bodied young and elderly subjects. **J Biomech**, v. 33, n. 9, p. 1113-22, Sep 2000. ISSN 0021-9290 (Print)

0021-9290 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10854884> >.

PINCIVERO, D. M. et al. Knee extensor torque and quadriceps femoris EMG during perceptually-guided isometric contractions. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 13, n. 2, p. 159-67, Apr 2003. ISSN 1050-6411 (Print)

1050-6411 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12586521> >.

PINK, M. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. **Phys Ther**, v. 61, n. 8, p. 1158-62, Aug 1981. ISSN 0031-9023 (Print)

0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7267706> >.

PLOUTZ-SNYDER, L. L. et al. Functionally relevant thresholds of quadriceps femoris strength. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 57, n. 4, p. B144-52, Apr 2002. ISSN 1079-5006 (Print)

1079-5006 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11909879> >.

PODIVINSKY, F. Factors Affecting the Course and the Intensity of Crossed Motor Irradiation during Voluntary Movement in Healthy Human Subjects. **Physiol Bohemoslov**, v. 13, p. 172-8, 1964. Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/14138747> >.

PORTNEY, L. G.; ROY, S. H. Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. In: O'SULLIVAN, S. B. e SHMITZ, T. J. (Ed.). **Fisioterapia avaliação e tratamento**. São Paulo Manole, v.4, 2004. p.213-256.

PROSSER, L. A. et al. Trunk and hip muscle activity in early walkers with and without cerebral palsy--a frequency analysis. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 20, n. 5, p. 851-9, Oct 2010. ISSN 1873-5711 (Electronic)
1050-6411 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20472460> >.

PRUDENTE, C.; RODRIGUES-DE-PAULA, F.; FARIA, C. D. Lower limb muscle activation during the sit-to-stand task in subjects who have had a stroke. **Am J Phys Med Rehabil**, v. 92, n. 8, p. 666-75, Aug 2013. ISSN 1537-7385 (Electronic)
0894-9115 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23370586> >.

RAINOLDI, A.; MELCHIORRI, G.; CARUSO, I. A method for positioning electrodes during surface EMG recordings in lower limb muscles. **J Neurosci Methods**, v. 134, n. 1, p. 37-43, Mar 15 2004. ISSN 0165-0270 (Print)
0165-0270 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15102501> >.

RATLIFFE, K. T. et al. Effects of approximation on postural sway in healthy subjects. **Phys Ther**, v. 67, n. 4, p. 502-6, Apr 1987. ISSN 0031-9023 (Print)
0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3562541> >.

RAU, G.; SCHULTE, E.; DISSELHORST-KLUG, C. From cell to movement: to what answers does EMG really contribute? **J Electromyogr Kinesiol**, v. 14, n. 5, p. 611-7, Oct 2004. ISSN 1050-6411 (Print)
1050-6411 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15301779> >.

REISMAN, D. S.; SCHOLZ, J. P.; SCHONER, G. Differential joint coordination in the tasks of standing up and sitting down. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 12, n. 6, p. 493-505, Dec 2002. ISSN 1050-6411 (Print)
1050-6411 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12435546> >.

REZNIK, J. E.; 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. **Physiother Theory Pract**, v. 31, n. 8, p. 582-6, 2015. ISSN 1532-5040 (Electronic)
0959-3985 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26452149> >.

ROEBROECK, M. E. et al. Biomechanics and muscular activity during sit-to-stand transfer. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 9, n. 4, p. 235-44, Jul 1994. ISSN 0268-0033 (Print)
0268-0033 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23916233> >.

ROY, G. et al. Side difference in the hip and knee joint moments during sit-to-stand and stand-to-sit tasks in individuals with hemiparesis. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 22, n. 7, p. 795-804, Aug 2007. ISSN 0268-0033 (Print)
0268-0033 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17512648> >.

SANDEL, M. E. Dr. Herman Kabat: neuroscience in translation. From bench to bedside. **Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 5, n. 6, p. 453-61, Jun 2013. ISSN 1934-1563 (Electronic)
1934-1482 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23790816> >.

SCHENKMAN, M. et al. Whole-body movements during rising to standing from sitting. **Phys Ther**, v. 70, n. 10, p. 638-48; discussion 648-51, Oct 1990. ISSN 0031-9023 (Print)
0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2217543> >.

SCRIPTURE, E. W.; SMITH, T. L.; BROWN, E. M. On the education of muscular control and power. **Studies from the Yale Psychological Laboratory**, v. 2, p. 117-119, 1894.

SEVEN, Y. B.; AKALAN, N. E.; YUCESOY, C. A. Effects of back loading on the biomechanics of sit-to-stand motion in healthy children. **Hum Mov Sci**, v. 27, n. 1, p. 65-79, Feb 2008. ISSN 0167-9457 (Print)
0167-9457 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18187221> >.

SHAVER, L. G. Cross transfer effects of conditioning and deconditioning on muscular strength. **Ergonomics**, v. 18, n. 1, p. 9-16, Jan 1975. ISSN 0014-0139 (Print)
0014-0139 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1193075> >.

SHERRINGTON, C. S. **The integrative action of the nervous system**. New Haven: Yale University Press, 1947.

SHIELDS, R. K. et al. Effects of repetitive handgrip training on endurance, specificity, and cross-education. **Phys Ther**, v. 79, n. 5, p. 467-75, May 1999. ISSN 0031-9023 (Print)
0031-9023 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10331750> >.

SHIMA, N. et al. Cross education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. **Eur J Appl Physiol**, v. 86, n. 4, p. 287-94, Feb 2002. ISSN 1439-6319 (Print)
1439-6319 (Linking). Disponível em: <
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11990741> >.

SHIMURA, K.; KASAI, T. Effects of proprioceptive neuromuscular facilitation on the initiation of voluntary movement and motor evoked potentials in upper limb muscles. **Hum Mov Sci**, v. 21, n. 1, p. 101-13, Apr 2002. ISSN 0167-9457 (Print) 0167-9457 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11983436> >.

SODERBERG, G. L.; KNUTSON, L. M. A guide for use and interpretation of kinesiologic electromyographic data. **Phys Ther**, v. 80, n. 5, p. 485-98, May 2000. ISSN 0031-9023 (Print) 0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10792859> >.

STEGEMAN, D. F. et al. Surface EMG models: properties and applications. **J Electromyogr Kinesiol**, v. 10, n. 5, p. 313-26, Oct 2000. ISSN 1050-6411 (Print) 1050-6411 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11018441> >.

STROMBERG, B. V. Influence of cross-education training in postoperative hand therapy. **South Med J**, v. 81, n. 8, p. 989-91, Aug 1988. ISSN 0038-4348 (Print) 0038-4348 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3043693> >.

TURKER, K. S. Electromyography: some methodological problems and issues. **Phys Ther**, v. 73, n. 10, p. 698-710, Oct 1993. ISSN 0031-9023 (Print) 0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8378425> >.

VANDER LINDEN, D. W.; BRUNT, D.; MCCULLOCH, M. U. Variant and invariant characteristics of the sit-to-stand task in healthy elderly adults. **Arch Phys Med Rehabil**, v. 75, n. 6, p. 653-60, Jun 1994. ISSN 0003-9993 (Print) 0003-9993 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8002764> >.

VOSS, D. E.; IONTA, M. K.; MYERS, B. J. **Proprioceptive neuromuscular facilitation**. Third Philadelphia: Harper & Row, 1985.

WEIR, J. P. et al. The effect of unilateral eccentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 22, n. 5, p. 207-15, Nov 1995. ISSN 0190-6011 (Print) 0190-6011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8580948> >.

_____. The effect of unilateral concentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 25, n. 4, p. 264-70, Apr 1997. ISSN 0190-6011 (Print) 0190-6011 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9083945> >.

WESTWATER-WOOD, S.; ADAMS, N.; KERRY, R. The use of proprioceptive neuromuscular facilitation in physiotherapy practice. **Physical Therapy Reviews**, v. 15, n. 1, p. 23-28, 2010.

WHO. International classification of functioning, disability and health (ICF). 2007. Disponível em: < <http://www.who.int/classifications/icf/en/> >.

WINETT, R. A.; CARPINELLI, R. N. Potential health-related benefits of resistance training. **Prev Med**, v. 33, n. 5, p. 503-13, Nov 2001. ISSN 0091-7435 (Print) 0091-7435 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11676593> >.

WINSTEIN, C. J. Knowledge of results and motor learning--implications for physical therapy. **Phys Ther**, v. 71, n. 2, p. 140-9, Feb 1991. ISSN 0031-9023 (Print) 0031-9023 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1989009> >.

YOO, B. et al. The Effects of Abdominal Hollowing in Lower-limb PNF Pattern Training on the Activation of Contralateral Muscles. **J Phys Ther Sci**, v. 25, n. 10, p. 1335-8, Oct 2013. ISSN 0915-5287 (Print) 0915-5287 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24259788> >.

ZHOU, S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: mechanisms of cross education. **Exerc Sport Sci Rev**, v. 28, n. 4, p. 177-84, Oct 2000. ISSN 0091-6331 (Print) 0091-6331 (Linking). Disponível em: < <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11064852> >.

ZHOU, S. Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training. **Journal of Exercise Science and Fitness**, v. 1, n. 1, p. 54-60, 2003.

ZHOU, S.; OAKMAN, A.; DAVIE, A. J. Effects of unilateral voluntary and electromyostimulation training on muscular strength on the contralateral limb. **Hong Kong Journal of Sports Medicine and Sports Science**, v. 14, p. 1-11, 2002.

5. ARTIGO

A ser submetido no periódico European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine – Fator de impacto: 2.063.

Proprioceptive Neuromuscular Facilitation induces motor irradiation to the unexercised lower limb

Ritchele R. MARCHESE ^{1,3}, Alexande S. do PINHO ^{2,3}, Caroline MAZUTTI ^{1,3}, Kátia D. RECH ^{1,3}, Marcel GRZEBELLUS ⁴, Carsten SCHÄEFER ⁴, Leandro S. GIACOMETTI ^{3,5}, Aline S PAGNUSSAT ^{1,2,3 *}

¹Rehabilitation Sciences Graduate Program, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Brazil.

²Health Sciences Graduate Program, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Brazil.

³Movement Analysis and Neurological Rehabilitation Laboratory, Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre (UFCSPA), Brazil.

⁴Physiotherapist, International Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Association (IPNFA)

⁵Universidade Luterana do Brasil (ULBRA), Canoas, Brazil.

*Correspondent Author:

Aline de Souza Pagnussat, PhD

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação

Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre – UFCSPA

245 Sarmiento Leite Street

Porto Alegre, RS, Brazil

Zip code: 90050-170

Phone: + 55-51-3303 8833

Email: alinespagnussat@gmail.com

ABSTRACT

BACKGROUND: Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) uses motor irradiation as an option to induce indirect muscle activation for the rehabilitation of several functional activities. **AIM:** To evaluate the effects of PNF patterns for promoting motor irradiation to the contralateral lower limb, and relate these findings with muscle activation during the Sit-to-Stand task. **DESIGN:** A randomised crossover trial. **SETTING:** Movement Analysis and Neurorehabilitation Laboratory at the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Brazil. **POPULATION:** Twenty-four sedentary healthy females. **METHODS:** Participants underwent five sessions, with one-week washout in between: Session 1: physical assessment and electromyographic recording during the Sit-to-Stand task. Session 2-5: Four PNF patterns were randomly applied to the participant's dominant side (Upper Limb pattern with flexion-abduction-external rotation (UL), Lower Limb pattern with flexion-adduction-external rotation with knee flexion (LL1), Lower Limb pattern with flexion-abduction-internal rotation with knee flexion (LL2) and Lifting). Electromyography (EMG) signal was recorded from the contralateral gluteus maximus, gluteus medius, vastus medialis, vastus lateralis and soleus during the PNF patterns. Data was analyzed by the Kruskal-Wallis test. **RESULTS:** EMG signal showed that vastus lateralis, vastus medialis and soleus were more recruited during the Sit-to-Stand task ($p < 0.05$). Gluteus maximus was more recruited during the Lifting compared to all other FNP patterns ($\chi^2(3) = 28.45$, $p < 0.001$). Gluteus medius showed superior activation during the Lifting and LL2 patterns when compared to the UL pattern ($\chi^2(3) = 16.24$, $p < 0.05$). Vastus medialis was more recruited during the Lifting and LL1 patterns compared to the UL pattern ($\chi^2(3) = 21.30$, $p < 0.05$). Vastus lateralis was more recruited during the Lifting and LL1 patterns compared to the UL pattern ($\chi^2(3) = 20.36$, $p < 0.05$). Soleus was more recruited during the LL1 and LL2 patterns when compared to the UL pattern ($\chi^2(3) = 13.48$, $p < 0.05$). **CONCLUSION:** Motor irradiation induced by PNF patterns may be a useful tool for initial stages of Sit-to-Stand rehabilitation. Among the investigated PNF patterns, the best choice for the rehabilitation of Sit-to-Stand is Lifting, followed by LL2 and LL1. **CLINICAL REHABILITATION IMPACT:** Motor irradiation is a good way to start the Sit-to-stand rehabilitation and can be used for a wide range of acute or chronic health conditions. **Key words:** Rehabilitation; Physical Therapy; Electromyography;

Introduction

Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) is one of the most recognized concepts of treatment in physical therapy since the 1940s (1). PNF approach is widely spread among physiotherapists all over the world, even though scientific evidences supporting its effectiveness are still scarce.

PNF concept is based on a proper philosophy, specific techniques, principles and basic procedures, besides movement patterns and irradiation. PNF philosophy considers that every human, including those who has disabilities, has an untapped potential (2). The concept focuses on the highest functional level of the patient (1), uses an integrated and positive approach for rehabilitation and is based on the Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) model (1, 3, 4). PNF has been used in clinical practice to improve neuromuscular performance by stimulating proprioceptors (5, 6). The majority of exercises involves some resistance stimulus as a way to increase motor control and motor learning, facilitate muscular contraction and induce motor irradiation (1). Also, PNF movement patterns facilitate the rehabilitation of daily life activities by exploring diagonal and three-dimensional movements (1, 2, 6).

Another cornerstone of the PNF concept is the use of irradiation as an option for indirect or initial treatment (1). Kabat (2) used the term “irradiation” to define the phenomenon in which muscle contraction in one part of the body results in muscular activity in other body regions. This type of indirect treatment has also been described for more than a century as cross-education (7) or cross training (8). It has clinical relevance mainly for those patients who are unable to actively move their limbs (9). Irradiation would be an option to maintain or improve muscle activity in the injured limb, minimizing complications caused by disuse and muscular weakness (9-12).

Studies have reported that unilateral muscular strengthening may lead to increase in contralateral force, as an effect of irradiation or cross-training (13-15). Shima, Ishida (16) evaluated healthy men after six weeks of plantar flexors training and observed increase in maximum voluntary contraction of the contralateral untrained limb. Fujiwara, Hara (17) have investigated the effects of resistance exercises for knee flexors in the healthy lower limb after stroke. They observed an increase of muscle activity of the paretic lower limb, as evaluated by means of electromyography. Similarly, Mills and Quintana (18) have also demonstrated that

exercising the unaffected body extremities may significantly increase EMG activity in the paretic side of subjects after stroke.

PNF patterns seem to be more effective inducing irradiation than straight line resistance exercises. The hypothesis for enhanced irradiation when resistance is applied through PNF patterns is the biomechanical readjustments required to stabilize the body (19). Some neural mechanisms have been proposed for motor irradiation, including diffusion of impulses between cerebral hemispheres and postural stabilization through the co-activation of the contralateral muscles. It would result in increment of afferent inputs as well as agonist and synergist muscles contraction with inhibition of antagonist muscles (9, 10).

The Sit-to-Stand movement is the ability of rising from a seated position (20) and a prerequisite for upright mobility and locomotion (21). The Sit-to-Stand is a very important functional task because it has a high mechanically demanding and is related to the patient's physical independence (22, 23). The rehabilitation of sensorimotor functions requires improvement on muscle activation and force production (22) and for this purpose motor irradiation may be useful. Even though PNF has been frequently used for promoting irradiation, evidences of its effectiveness are still scarce. Thus, this study aims to evaluate the effects of PNF patterns delivered to the upper limb, lower limb and trunk for promoting motor irradiation to the contralateral lower limb, and relate these findings with muscle activation during the Sit-to-Stand task.

Materials and methods

Setting and participants

A randomised crossover trial with concealed allocation was conducted. Participants were recruited between March 2015 and January 2016 among female students of the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Brazil. Subjects had to be right-handed, sedentary, healthy, aged between 18 and 30. Also, they had to have the body mass index between 18.5 – 24.9 kg/m² to be eligible for inclusion in the study. The exclusion criteria were: having any injuries that prevented the implementation of the proposed activities and being pregnant. Informed consent was obtained before measurements were taken. The study was conducted in

accordance with the Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects and was approved by the Ethics Committee of the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Brazil (995.328/2015). The trial was registered on ClinicalTrials.gov (NCT02821598). Participants' flow is presented in Figure 1.

Study design and procedures

On the first day subjects were evaluated regarding their general characteristics and performed the Sit-to-Stand task. Participants underwent four PNF patterns (as interventions), delivered only once in separate days. Participants were randomly allocated to the order of interventions by an investigator independent of the recruitment, using a computer-generated random number program.

All the evaluations and procedures were conducted in the Movement Analysis and Neurorehabilitation Laboratory at the Federal University of Health Sciences of Porto Alegre, Brazil. All procedures were delivered by the same physiotherapist and all assessments were performed by the same examiners.

Data collection was done in five sessions of 60 minutes, with one-week washout in between. The first session consisted of an evaluation of the participants' anthropometric features, physical assessment, and the Sit-to-Stand task electromyographic (EMG) recording. From then on, PNF patterns were delivered in four sessions, in a randomised order.

For the Sit-to-Stand EMG recording, subjects were sitting on a chair without armrests with ankles positioned at approximately 10 degrees of dorsiflexion. Knees were kept at approximately 100 degrees of flexion. The participant was barefoot, and was instructed to stand from the sitting position while keeping their arms crossed over the chest. EMG was recorded assuming a forward trunk inclination as the initial position (hips at 45 degrees of flexion). The end of the task was set when the subject was fully upright positioned. The examiner gave the command "ready – set – go" and initiated the EMG signal recording. The task was registered three times, and scored as the mean activity for each muscle. Participants completed each trial in approximately three seconds.

One week after, PNF patterns were randomly applied to the upper limb, lower limb and trunk. All patterns were applied to the participant's dominant side (right side). Muscle activity was acquired simultaneously to the application of the PNF

patterns and during the Sit-to-Stand task. All recorded muscles were located in the contralateral lower limb (left lower limb). The analyzed muscles were: gluteus maximus, gluteus medius, vastus medialis, vastus lateralis and soleus.

PNF patterns were: 1) "Upper Limb pattern" with flexion - abduction - external rotation (UL); 2) "Lower Limb pattern 1" with flexion - adduction - external rotation with knee flexion (LL1); 3) "Lower Limb pattern 2" with flexion - abduction - internal rotation with knee flexion (LL2); 4) "Lifting to the right". Each PNF pattern was applied three times on each participant. They were in supine under a stretcher, with arms folded and lower limbs in neutral position. In order to induce irradiation for the contralateral lower limb, the left foot sole was kept in contact with the wall. For EMG recording, the participant was positioned at the end of the PNF pattern and then the isometric contraction was solicited. The command used was: "do not let me move you" (see Figure 2).

The authors conducted a pilot study to quantify the amount of resistance applied in each PNF pattern. By means of biofeedback, the physiotherapist was trained to keep the resistance at 60% of the maximum voluntary contraction (MVC) of the patient's deltoid during PNF patterns of the upper limb and lifting. For lower limbs PNF patterns, the physiotherapist was trained to keep the resistance at 60% of recto femoralis MVC.

All the participants were familiarized with the PNF patterns through the Replication Technique. This is a PNF technique that facilitates motor learning and aims at teaching the end position (result) of movement (1). The four PNF patterns were performed by the same physiotherapist, with background and training certification from the International PNF Association (IPNFA). The therapist kept the standing position during the PNF execution, next to the stretcher, in line with the diagonal of each pattern.

Outcomes measures

Muscular activity was set as the primary outcome. Electromyographic (EMG) signal was recorded as recommended by the guidelines of the International Society of Electrophysiology and Kinesiology (ISEK) and the Surface Electromyography for Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM) project (24, 25). Circular neonatal surface electrodes (MAXICOR Medical Products, Brazil) of Ag/AgCl, with 20 mm

diameter, under bipolar configuration and inter-electrode distance of 20 mm were used. Body hair was shaved away from the site of the electrode placement. In addition, light abrasion and skin cleaning with alcohol 70% were performed to keep inter-electrode resistance low (26). The cables of electrodes were fixed with adhesive tape (Transpore, Nexcare – 3M) in order to prevent movement of cables and the interference with EMG signals. Electrodes were placed on the left side of the body at the gluteus maximus, gluteus medius, vastus medialis, vastus lateralis and soleus (25). Electrodes were longitudinally positioned in the muscle fiber direction for all muscles (26, 27). A reference electrode was placed on the left medial malleolus (25).

Electromyographic signal was acquired by two devices with four channels from Miotec® manufacturer (Miotec EMG model Miotool 400, Brazil). The equipment had 14-bit resolution, electrical isolation of 5000 volts and frequency of 2000 Hz per channel, common mode rejection ratio of 110 db, and USB port connection. Data was collected and analyzed using the software MiotecSuit (Miotec, Brazil). A battery-powered laptop was used to collect and process data. Data was filtered by a fourth-order Butterworth filter and band-pass with cut-off frequencies between 20 Hz and 500 Hz (25). For the PNF patterns, the signals were clipped to exclude the delay between the initiation of recordings and the execution of the handling. Therefore, the first and the last 1 s (of the total 6 s) were excluded, and the peak rootmean square (RMS) for each muscle was calculated based on a total of 4s. For the Sit-to-Stand, the RMS was calculated based on the total time of the task (3 s). Three measurements were made for each activity and the best signal was considered.

RMS values were normalized by the Maximal Voluntary Contraction (MVC). Three MVC of five seconds were acquired for each muscle, with two-minute intervals. The highest value of these three trials was used as reference for normalization. The positioning and the movement performed to evaluate the MVC of each muscle were based on the SENIAM recommendations (25). A new MVC measurement was done in every session before the execution of the PNF patterns.

Lower limbs, trunk and grip force were also evaluated. Lower limbs and trunk strength was measured using the Miotec® dorsal dynamometer (Miotec Equipamentos Biomédicos, Brazil). Grip strength was measured using the Jamar® hydraulic hand dynamometer (Jamar dynamometer, JA Preston Corporation, Clifton, New Jersey, USA). The standardized testing position for measuring grip strength advocated by the American Society of Hand Therapists (ASHT) was followed:

participant seated with shoulders adducted and neutrally rotated, elbow flexed at 90°, wrist between 0 and 30° extension, and between 0 and 15° of ulnar deviation (28). Three grip strength measurements from each hand were taken, and the average of three trials was recorded for each hand.

Data analysis

A sample size of 24 participants was calculated to detect an increase of 13.7 %MVC, assuming a SD change of 16.9 %MVC, with 80% power and $\alpha=0.05$ (29). Estimating a dropout rate of 20%, 27 subjects were recruited. Data normality was tested using the Shapiro-Wilk test, and the homogeneity of variance was tested by Levene's statistic. Results are presented as median and interquartile range. Non-parametric data was analyzed by the Kruskal-Wallis test with pairwise comparisons, when indicated. Correlations between strength (trunk, upper limb, lower limb and grip) and EMG signal was tested by means of the Spearman's coefficient. SPSS (version 21.0) was used to perform all statistical analysis. The significance level was set at $\alpha<0.05$.

Results

Twenty-seven healthy, sedentary young female were recruited to this study. Three participants were excluded based on the eligibility criteria (Figure 1). The participant's general characteristics are presented in Table I.

Muscle activation during Sit-to-Stand task and among the PNF patterns is presented in Figure 3. Kruskal-Wallis H tests showed significant difference in muscle activation among muscles in the Sit-to-Stand task: $\chi^2(4) = 45.74$, $p < 0.001$. The pairwise comparisons evidenced higher activation of vastus lateralis, vastus medialis and soleus compared to gluteus maximus and gluteus medius ($p<0.05$) (Figure 3A).

The gluteus maximus was significantly more recruited during the "Lifting to the right" compared to all other FNP patterns ($\chi^2(3) = 28.45$, $p < 0.001$; $p<0.01$) (Figure 3B). The EMG signal recorded from the gluteus medius evidenced superior activation during the "Lifting to the right" and "Lower Limb pattern 2" (flexion - abduction - internal rotation with knee flexion) compared to the "Upper limb pattern" ($\chi^2(3) = 16.24$, $p = 0.001$; $p<0.05$) (Figure 3C).

Regarding knee extensors, the vastus medialis was more recruited during the “Lifting to the right” and “Lower Limb pattern 1” (flexion - adduction - external rotation with knee flexion) compared to the “Upper Limb pattern” ($\chi^2 (3) = 21.30, p < 0.001; p < 0.05$) (Figure 3D). The vastus lateralis, was more recruited during the “Lifting to the right” and “Lower limb pattern 1” (flexion - adduction - external rotation with knee flexion) when compared to the “Upper Limb pattern” ($\chi^2 (3) = 20.36, p < 0.001; p < 0.05$) (Figure 3E). EMG signal acquired from soleus showed superior activation during both “Lower Limb pattern 1” and “Lower Limb pattern 2” compared to the “Upper Limb” ($\chi^2 (3) = 13.48, p = 0.004; p < 0.05$) (Figure 3F).

Spearman’s coefficient revealed weak positive correlation between lower limb strength, “Lower Limb pattern 1” ($r = 0.180; p = 0.04$) and “Lower Limb pattern 2” ($r = 0.209; p = 0.02$). Moderate positive correlation was found between trunk ($r = 0.307; p < 0.01$), grip strength ($r = 0.315; p < 0.01$) and “Lower Limb pattern 2”.

Discussion

This study aimed to evaluate the effects of PNF patterns delivered to the upper limb, lower limb and trunk for promoting motor irradiation to the contralateral lower limb, and relate these findings with muscle activation during the Sit-to-Stand task. Our results indicate that among the PNF patterns applied, the ones that induce more recruitment of the analyzed muscles are the “Lifting to the right”, “Lower Limb pattern 1” and “Lower Limb pattern 2”, followed by the “Upper Limb pattern”.

Motor irradiation has been empirically used for neuromuscular rehabilitation as a way to activate weakened muscles, and to enhance mobility and stability in volitional movements (30). Previous studies have demonstrated that irradiation can be triggered by many methods and exercises by using some resistance stimulus (7, 8, 31). The PNF concept is considered a functional approach to promote motor irradiation. It includes some type of resistance during movement patterns that are in close to daily life activities, locomotion and balance reactions (1, 6).

Contralateral muscle activity induced by PNF patterns has been investigated in several health conditions (6, 19, 29, 31-36). PNF upper limb patterns (flexion-abduction-external rotation and extension-adduction-internal rotation), when in isometric contraction, are capable of inducing motor irradiation towards the unexercised upper limb. The extension upper limb PNF pattern, when applied to the

dominant side, is able to increase EMG signal in the pectoralis major and upper trapezius (33). These results are in line with Pink (34), that used EMG to determine the irradiation to the unexercised latissimus dorsi, infraspinatus and pectoralis major muscles. Two upper limbs PNF patterns were applied and EMG activity revealed motor irradiation to all the assessed muscles.

Gontijo, Pereira (35) investigated PNF trunk patterns inducing irradiation for the lower limbs. A load cell positioned on the feet has evidenced motor irradiation in dorsiflexion and plantar flexion when trunk was resisted against flexion or extension, respectively. In our study, PNF was applied to generate motor irradiation through movement patterns delivered to the limbs and trunk. We observed the greater muscle activation during the trunk PNF pattern “Lifting to right”.

When the limbs are moving against some resistance, it is necessary a dynamically stable trunk to correctly execute the movement. Depending on the level of resistance, also a stabilization from the contralateral limbs is necessary. The PNF pattern “Lifting to the right” combines movements in the upper limbs, cervical and trunk and is guided by the afferent visual system. This spatial summation would promote higher levels of irradiation (1, 6).

PNF lower limb pattern (flexion-adduction-external rotation), when applied with abdominal hollowing, noticeable increases muscle activity of the contralateral vastus lateralis, semitendinosus, tibialis anterior and gastrocnemius (29). These findings indicate that to indirectly increase lower limb muscle strength, the trunk muscles may be recruited during the exercise (29). Furthermore, the PNF patterns are composed by diagonal and spiral movements, that in association to isometric resistance, would induce irradiation, via muscle chains (2, 32).

Our results evidenced that the PNF lower limb patterns induced greater contralateral motor irradiation when compared to the upper limb pattern. Previous study with healthy and young subjects (19) demonstrated an increase in the tibialis anterior EMG activity when PNF lower limb pattern was delivered in the contralateral limb. The same was observed in previous studies with post-surgical orthopedic (31) and peripheral neuropathy injury (36) that observed an increase in lower limbs muscle activity when PNF patterns were delivered to trunk and contralateral lower limb. Then, our findings suggest that, even though motor irradiation is present throughout the whole body, lower limb PNF patterns are better enhancing contralateral muscle recruitment than the upper limb pattern (19).

Muscle weakness and loss of coordination may be a result of segmental or multiple injuries to the neuromuscular system and leads to lack of independence (22). Stimulation of the proprioceptive system by PNF patterns is considered a promising treatment to reach a greater motor response and to re-educate impaired muscles (30). Motor irradiation can be a useful tool for recruitment the necessary musculature to change from a sitting to a standing position.

Among daily live activities, Sit-to-Stand task is considered one of the most important movements for functional independence. Besides being delivered several times a day, this task is considered a precursor for walking and other functional activities (23). The Sit-to-Stand movement has a high mechanical and muscular demand. This task involves strength, muscular synergies, balance, coordination for move the transfer from a horizontal to a vertical position in a single movement (21). Based on these, this activity is an effective indicator of the individual's level of mobility and functionality (23).

Motor irradiation can be applied to promote indirect neuromuscular rehabilitation in the Body Functions and Structures level of the ICF model (4). By means of it is possible to facilitate muscle activity in patients who are unable to directly move the limb. This tool is indicated for the initial stages of rehabilitation as a way to prepare for the next phases of the treatment (1). The progress on rehabilitation process would be focused on the Activity and Participation level of the ICF model (4) in which will be worked directly the training of functional activities, as the Sit-to-Stand task.

In our study, we demonstrated that the “Lifting to the right” is the best way to induce irradiation to the main muscles in the Sit-to-stand task. This pattern has significantly recruited gluteus maximus, gluteus medius, vastus medialis and vastus lateralis when compared to others patterns. Based on our results, the “Upper limb pattern” has not indication for Sit-to-Stand rehabilitation.

To the best of our knowledge, this is the first study investigating irradiation induced by PNF patterns to be applied for rehabilitation in the structural level of Sit-to-Stand task. This study has some limitations that restrict its generalizability. We investigate the immediate motor irradiation only in healthy and young females. The potential therapeutic implications of our findings warrant further investigations in contexts of disease or compromised mobility. Also, to explore the effects of motor irradiation on sit-to-stand rehabilitation, a longer randomized clinical trial is needed.

In summary, our results indicate that PNF patterns may be useful inducing motor irradiation. It could represent a suitable way to start the rehabilitation of a wide range of acute or chronic orthopedic, neurologic and rheumatologic injuries (12).

Conclusions

Motor irradiation induced by PNF patterns can be a useful tool for initial stages of Sit-to-Stand rehabilitation. According to our results, among the investigated PNF patterns, the most recommended for this purpose is the “Lifting to the right”, followed by the “Lower Limb pattern 2” and “Lower Limb pattern 1”. The “Upper limb pattern” does not induce significant motor irradiation for the required muscles in the Sit-to-Stand task.

References

1. Adler SS, Beckers D, Buck M. PNF in Practice An Illustrated Guide. Third ed. Germany: Springer; 2008.
2. Kabat H. Studies on neuromuscular dysfunction, XIII: new concepts and techniques of neuromuscular reeducation for paralysis. Perm Found Med Bull. 1950;8(3):121-43. Epub 1950/07/01. PubMed PMID: 24537892.
3. Atkinson HL, Nixon-Cave K. A Tool for Clinical Reasoning and Reflection Using the International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Framework and Patient Management Model. Physical Therapy 2011;91:416-30.
4. WHO. International classification of functioning, disability and health (ICF) 2007. Available from: <http://www.who.int/classifications/icf/en/>.
5. Westwater-Wood S, Adams N, Kerry R. The use of proprioceptive neuromuscular facilitation in physiotherapy practice. Physical Therapy Reviews. 2010;15(1):23-8.
6. Kofotolis N, Kellis E. Effects of two 4-week proprioceptive neuromuscular facilitation programs on muscle endurance, flexibility, and functional performance in women with chronic low back pain. Phys Ther. 2006;86(7):1001-12. Epub 2006/07/04. PubMed PMID: 16813479.
7. Scripture EW, Smith TL, Brown EM. On the education of muscular control and power. Studies from the Yale Psychological Laboratory. 1894;2:117-9.
8. Weir JP, Housh DJ, Housh TJ, Weir LL. The effect of unilateral eccentric weight training and detraining on joint angle specificity, cross-training, and the bilateral deficit. J Orthop Sports Phys Ther. 1995;22(5):207-15. Epub 1995/11/01. doi: 10.2519/jospt.1995.22.5.207. PubMed PMID: 8580948.
9. Zhou S. Cross education and neuromuscular adaptations during early stage of strength training. Journal of Exercise Science and Fitness. 2003;1(1):54-60.
10. Carroll TJ, Herbert RD, Munn J, Lee M, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral strength training: evidence and possible mechanisms. J Appl Physiol (1985). 2006;101(5):1514-22. Epub 2006/10/18. doi: 10.1152/japplphysiol.00531.2006. PubMed PMID: 17043329.
11. Winett RA, Carpinelli RN. Potential health-related benefits of resistance training. Prev Med. 2001;33(5):503-13. Epub 2001/10/26. doi: 10.1006/pmed.2001.0909. PubMed PMID: 11676593.
12. Lee M, Carroll TJ. Cross education: possible mechanisms for the contralateral effects of unilateral resistance training. Sports Med. 2007;37(1):1-14. Epub 2006/12/28. PubMed PMID: 17190532.
13. Munn J, Herbert RD, Gandevia SC. Contralateral effects of unilateral resistance training: a meta-analysis. J Appl Physiol (1985). 2004;96(5):1861-6. Epub 2004/04/13. doi: 10.1152/japplphysiol.00541.2003. PubMed PMID: 15075311.
14. Munn J, Herbert RD, Hancock MJ, Gandevia SC. Training with unilateral resistance exercise increases contralateral strength. J Appl Physiol (1985). 2005;99(5):1880-4. Epub 2005/07/19. doi: 10.1152/japplphysiol.00559.2005. PubMed PMID: 16024518.
15. Zhou S. Chronic neural adaptations to unilateral exercise: mechanisms of cross education. Exerc Sport Sci Rev. 2000;28(4):177-84. Epub 2000/11/07. PubMed PMID: 11064852.

16. Shima N, Ishida K, Katayama K, Morotome Y, Sato Y, Miyamura M. Cross education of muscular strength during unilateral resistance training and detraining. *Eur J Appl Physiol.* 2002;86(4):287-94. Epub 2002/05/07. PubMed PMID: 11990741.
17. Fujiwara T, Hara Y, Chino N. The influence of non-paretic leg movement on muscle action in the paretic leg of hemiplegic patients. *Scand J Rehabil Med.* 1999;31(3):174-7. Epub 1999/08/24. PubMed PMID: 10458315.
18. Mills VM, Quintana L. Electromyography results of exercise overflow in hemiplegic patients. *Phys Ther.* 1985;65(7):1041-5. Epub 1985/07/01. PubMed PMID: 4011681.
19. Reznik JE, 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. *Physiother Theory Pract.* 2015;31(8):582-6. Epub 2015/10/10. doi: 10.3109/09593985.2015.1061627. PubMed PMID: 26452149.
20. Janssen WG, Bussmann HB, Stam HJ. Determinants of the sit-to-stand movement: a review. *Phys Ther.* 2002;82(9):866-79. Epub 2002/08/31. PubMed PMID: 12201801.
21. Prudente C, Rodrigues-de-Paula F, Faria CD. Lower limb muscle activation during the sit-to-stand task in subjects who have had a stroke. *Am J Phys Med Rehabil.* 2013;92(8):666-75. Epub 2013/02/02. doi: 10.1097/PHM.0b013e318282c87a. PubMed PMID: 23370586.
22. Cuesta-Vargas AI, Gonzalez-Sanchez M. Differences in Muscle Activation Patterns during Sit to Stand Task among Subjects with and without Intellectual Disability. *BioMed Research International.* 2013;7.
23. de Souza LA, Curtarelli M de B, Mukherjee M, Dionisio VC. The effect of the partially restricted sit-to-stand task on biomechanical variables in subjects with and without Parkinson's disease. *J Electromyogr Kinesiol.* 2011;21(5):719-26. Epub 2011/06/04. doi: 10.1016/j.jelekin.2011.04.007. PubMed PMID: 21636290.
24. Merletti R. Standards for reporting EMG data. *Journal of Electromyography & Kinesiology.* 1999;9(1):3-4.
25. Buchwald JS. Exteroceptive reflexes and movement. *Am J Phys Med.* 1967;46(1):121-8. Epub 1967/02/01. PubMed PMID: 6022501.
26. De Luca CJ. The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Journal of Applied Biomechanics.* 1997;13(2):135-63.
27. Hermens HJ, Freriks B, Disselhorst-Klug C, Rau G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyogr Kinesiol.* 2000;10(5):361-74. Epub 2000/10/06. PubMed PMID: 11018445.
28. Trampisch US, Franke J, Jedamzik N, Hinrichs T, Platen P. Optimal Jamar dynamometer handle position to assess maximal isometric hand grip strength in epidemiological studies. *J Hand Surg Am.* 2012;37(11):2368-73. Epub 2012/10/30. doi: 10.1016/j.jhsa.2012.08.014. PubMed PMID: 23101534.
29. Yoo B, Park H, Heo K, Lee J, Oh T, Han D. The Effects of Abdominal Hollowing in Lower-limb PNF Pattern Training on the Activation of Contralateral Muscles. *J Phys Ther Sci.* 2013;25(10):1335-8. Epub 2013/11/22. doi: 10.1589/jpts.25.1335. PubMed PMID: 24259788; PubMed Central PMCID: PMC3820202.
30. Hwang IS, Abraham LD. Quantitative EMG analysis to investigate synergistic coactivation of ankle and knee muscles during isokinetic ankle movement. Part 1:

time amplitude analysis. *J Electromyogr Kinesiol.* 2001;11(5):319-25. Epub 2001/10/12. PubMed PMID: 11595551.

31. Arai M, Shimizu H, Shimizu ME, Tanaka Y, Yanagisawa K. Effects of the use of cross-education to the affected side through various resistive exercises of the sound side and settings of the length of the affected muscles. *Hiroshima Journal of Medical Sciences.* 2001;50(3):65-73.

32. Sato H, Maruyama H. The effects of indirect treatment of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation. *J Phys Ther Sci.* 2009;21:189-93.

33. Abreu R, Lopes AA, Sousa AS, Pereira S, Castro MP. Force irradiation effects during upper limb diagonal exercises on contralateral muscle activation. *J Electromyogr Kinesiol.* 2015;25(2):292-7. Epub 2015/01/17. doi: 10.1016/j.jelekin.2014.12.004. PubMed PMID: 25592384.

34. Pink M. Contralateral effects of upper extremity proprioceptive neuromuscular facilitation patterns. *Phys Ther.* 1981;61(8):1158-62. Epub 1981/08/01. PubMed PMID: 7267706.

35. Gontijo LB, Pereira PD, Neves CD, Santos AP, Machado Dde C, Bastos VH. Evaluation of strength and irradiated movement pattern resulting from trunk motions of the proprioceptive neuromuscular facilitation. *Rehabil Res Pract.* 2012;2012:281937. Epub 2012/10/25. doi: 10.1155/2012/281937. PubMed PMID: 23094160; PubMed Central PMCID: PMC3472517.

36. Meningroni PC, Nakada CS, Hata L, Fuzaro AC, Júnior WM, Araujo JE. Contralateral force irradiation for the activation of tibialis anteriormuscle in carriers of Charcot- Marie-Tooth disease: effect of PNF intervention program. *Revista Brasileira de Fisioterapia.* 2009;13(5):438–43.

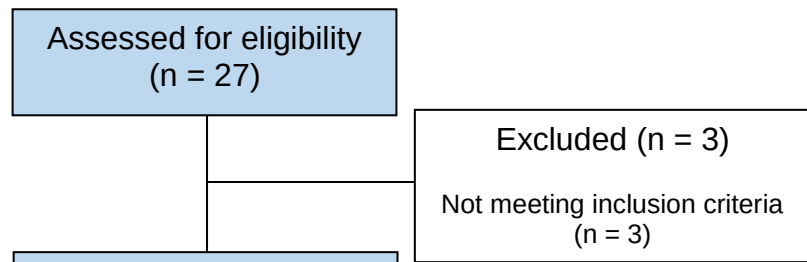
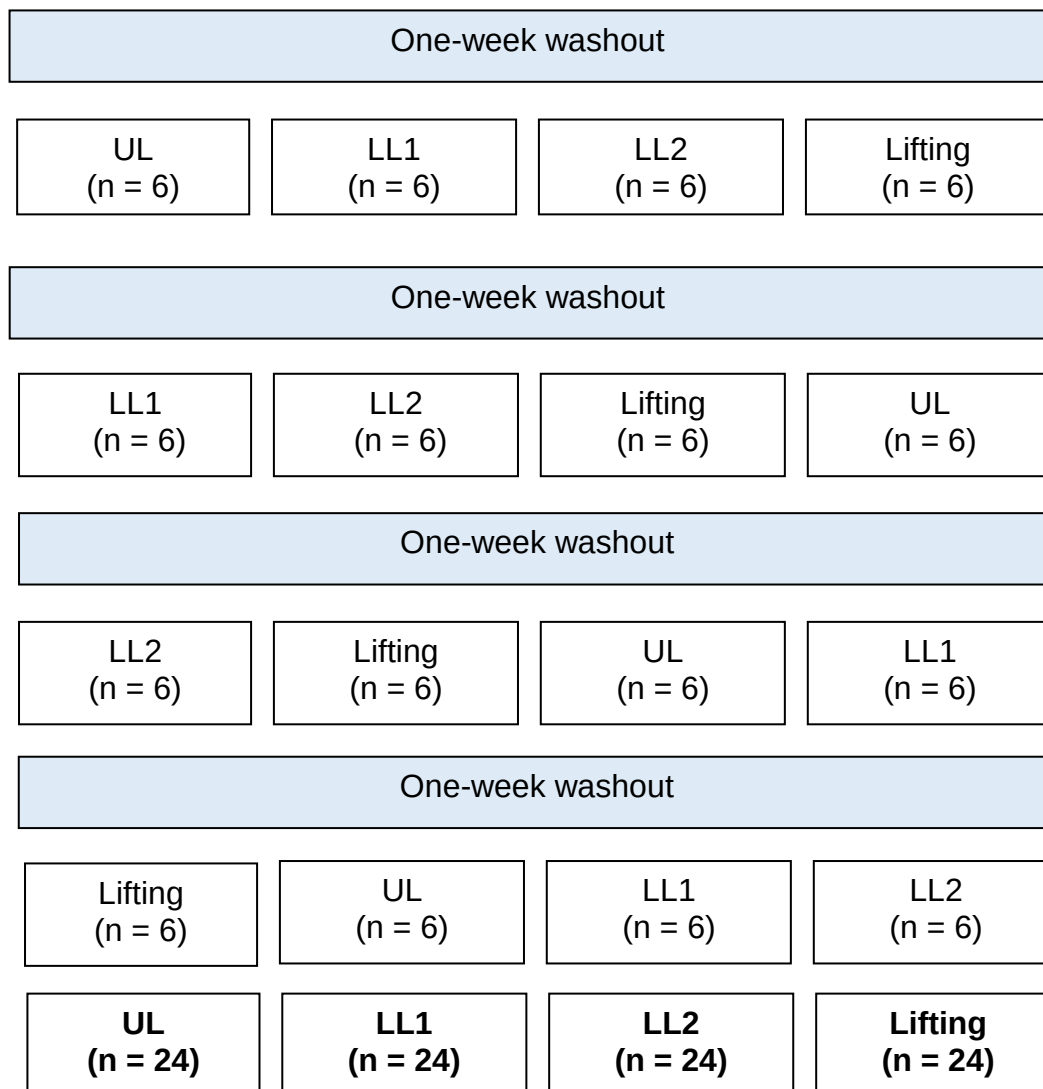
Enrollment**Allocation**

Figure 1. Participants' flow diagram. UL= Upper Limb pattern (flexion - abduction - external rotation; LL1= Lower Limb pattern 1 (flexion - adduction - external rotation with knee flexion); LL2= Lower Limb pattern 2 (flexion - abduction - internal rotation with knee flexion).



Figure 2. PNF patterns. A) Upper Limb pattern (flexion - abduction - external rotation); B) Lower Limb pattern 1 (flexion - adduction - external rotation with knee flexion); C) Lower Limb pattern 2 (flexion - abduction - internal rotation with knee flexion); D) Lifting to the right. Arrows dashed indicates the direction of the participant's contraction.

TABLE I. - *Characteristics of participants (mean $\pm$ SD)*

Characteristics	All participants (n = 24)
Age (years)	24.29 (3.34)
Weight (kg)	58.87 (5.12)
Height (m)	1.62 (0.05)
Body mass index (kg/m ²)	22.30 (1.93)
Lean body mass (%)	32.68 (4.41)
Fat body mass (%)	67.52 (4.23)
Right upper limb length (cm)	53.33 (2.56)
Left upper limb length (cm)	53.29 (2.67)
Right lower limb length (cm)	84.87 (3.77)
Left lower limb length (cm)	85.06 (3.72)
Right grip strength (kg/f)	24.96 (4.91)
Left grip strength (kg/f)	24.38 (6.42)
Lower limbs strength (kg/f)	41.29 (11.20)
Trunk strength (kg/f)	42.24 (10.81)

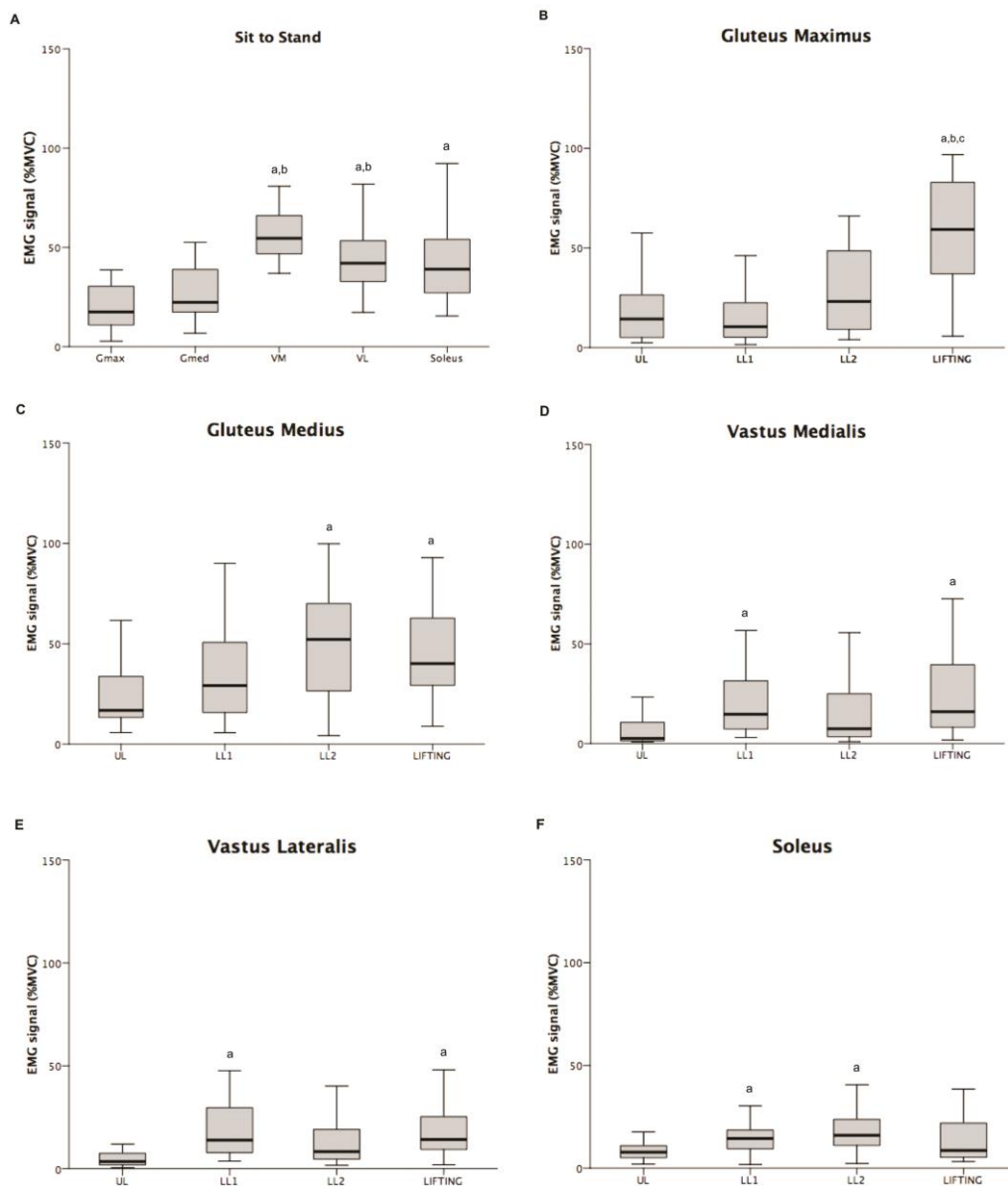


Figure 3. A= Muscle activation during Sit-to-Stand task (a= gluteus maximus compared to soleus $p=0.008$, vastus lateralis $p=0.004$ and vastus medialis $p<0.001$; b= gluteus medius compared to vastus medialis $p<0.001$ and vastus lateralis $p=0.032$). B= Gluteus maximus activation during PNF patterns (a= Lifting compared to UL $p<0.001$; b= Lifting compared to LL1 $p<0.001$ and c= Lifting compared to LL2 $p=0.024$). C= Gluteus medius activation during PNF patterns (a= UL compared to LL2 $p=0.001$ and Lifting $p=0.007$). D= Vastus medialis activation during PNF patterns (a= UL compared to LL1 $p<0.001$ and Lifting $p<0.001$). E= Vastus lateralis activation during PNF patterns (a= UL compared to LL1 $p<0.001$ and Lifting $p=0.001$). F= Soleus activation during PNF patterns (a= UL compared to LL1 $p=0.034$ and LL2 $p=0.003$). Gmax= gluteus maximus; Gmed= gluteus medius; VM= vastus medialis; VL= vastus lateralis; UL= Upper Limb patter; LL1= Lower Limb pattern 1 (flexion - adduction - external rotation with knee flexion); LL2= Lower Limb pattern 2 (flexion - abduction - internal rotation with knee flexion).

6. CONCLUSÃO GERAL

Este estudo visou avaliar o efeito de padrões de movimento de membro superior, inferior e tronco, do Conceito PNF, na irradiação motora para o membro inferior contralateral, além de relacionar tais achados, com a ativação muscular durante a atividade funcional *Senta e Levanta*. Nossos interesses foram voltados para o desenvolvimento de novas contribuições para a literatura e para fundamentação no âmbito da reabilitação no que diz respeito à aplicabilidade clínica dos padrões do Conceito de PNF como método de abordagem terapêutica funcional na prevenção de atrofia muscular dos membros inferiores e reabilitação precoce da do movimento *Senta e Levanta*.

Esse foi o primeiro estudo a investigar estes padrões de PNF aplicados e a irradiação motora para membro inferior contralateral, e a investigar qual o melhor padrão a ser aplicado quando se pretende trabalhar a atividade *Senta e Levanta*, em nível de Funções e Estruturas do corpo de acordo com a CIF. De acordo com nossos resultados, entre os padrões de PNF investigados, o mais recomendado para induzir irradiação motora para o membro contralateral é o Padrão “*Lifting* para a direita”. Esse padrão, seguido pelos padrões de “Membro Inferior 1” com flexão-adução-rotação externa com flexão de joelho e “Membro Inferior 2” com flexão-abdução-rotação interna com flexão de joelho, são úteis para a reabilitação da tarefa. O padrão de “Membro Superior” com flexão-abdução-rotação externa não induz irradiação motora significativa para os músculos necessários na tarefa *Senta e Levanta*.

Nossos achados indicam que os padrões de FNP podem ser procedimentos úteis para induzir a irradiação motora. Dentro de estratégias para a aprendizagem motora, a irradiação motora induzida por padrões de PNF pode ser usada como uma ferramenta para começar a reabilitação de tarefa *Senta e Levanta*. Dessa forma, pode representar uma adequada ferramenta para iniciar a reabilitação de uma vasta gama de lesões ortopédica aguda ou crônica, neurológicas e reumatológicas. Nossos resultados também demonstram que os padrões de FNP podem ser eficazes para prevenção de complicações decorrentes de imobilização a longo prazo de membros inferiores.

Este estudo investigou o efeito imediato da irradiação motora em mulheres jovens, sendo uma limitação deste trabalho visto que restringe a generalização dos

achados. Desta forma, as potenciais implicações terapêuticas de nossas descobertas justificam novas investigações em contextos de enfermidades ou de mobilidade comprometida. Nesta perspectiva, é interessante desenvolver novos estudos, como ensaios clínicos randomizados, que explorem os efeitos da irradiação motora na reabilitação da atividade *Senta e Levanta*.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer de aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeito de padrões de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva na irradiação motora para membro inferior contralateral

Pesquisador: ALINE DE SOUZA PAGNUSSAT

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 38078014.1.0000.5345

Instituição Proponente: Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 995.328

Data da Relatoria: 19/03/2015

Apresentação do Projeto:

Introdução: A Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (PNF) é um conceito de tratamento que envolve padrões de movimentos tridimensionais, com direção diagonal e espiral, a fim de melhorar a função do sistema neuromuscular. Esses padrões do Conceito PNF são entendidos como um método de abordagem terapêutica bastante funcional, que tem como objetivo tornar o movimento o mais eficaz possível para melhorar as funções das atividades de vida diária. Através do princípio de irradiação, torna-se possível a realização de um tratamento com abordagem indireta capaz de

promover e facilitar a função de regiões que não possam ser diretamente trabalhadas por exercícios ativos.

Objetivos: Avaliar o efeito de padrões de movimento de membro superior, inferior e tronco, do Conceito PNF, na irradiação motora para o membro inferior contralateral, além de relacionar tais achados, com a ativação muscular durante a atividade funcional de sentar e levantar (atividade Senta e Levanta).

Metodologia: Estudo crossover,

no qual serão estudadas 24 jovens do sexo feminino, com idade entre 18 e 24 anos, sedentárias, discentes da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Os procedimentos deste estudo serão realizados durante cinco encontros com duração de sessenta minutos, com intervalo de sete dias, envolvendo a realização de avaliações e atividades. No primeiro encontro serão realizadas as avaliações, por meio de questionários simples, sobre os critérios de inclusão do

Endereço: Rua Sarmento Leite ,245

Bairro:

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (513)303 -8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 995.328

estudo, os dados de identificação, avaliação física e avaliação da força muscular dos membros superiores e inferiores por meio de dinamômetros. Ainda no primeiro encontro, cada voluntária realizará uma atividade simples de sentar-se e levantar-se de uma cadeira por três vezes, simultaneamente ao registro da atividade muscular, por eletromiografia. Nos quatro dias seguintes, as voluntárias serão submetidas à realização de 4 diferentes exercícios referentes a padrões de movimento do Conceito PNF simultaneamente ao registro de atividade muscular por eletromiografia.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar o efeito de padrões de movimento de membro superior, inferior e tronco, do Conceito PNF, na irradiação motora para o membro inferior contralateral.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

As atividades propostas na pesquisa preveem risco mínimo às participantes, apenas possível sensação de cansaço comum após atividade física.

Benefícios:

Essa pesquisa contribuirá no desenvolvimento de novos conhecimentos sobre os padrões de movimento do Conceito PNF e sua aplicabilidade clínica.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sem considerações.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os Termos foram alterados e adequados de acordo com as recomendações do parecer anterior.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

De acordo com o parecer do Relator.

Endereço: Rua Sarmiento Leite ,245

Bairro:

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (513)303 -8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
CIÊNCIAS DA SAÚDE DE
PORTO ALEGRE



Continuação do Parecer: 995.328

PORTO ALEGRE, 23 de Março de 2015

Assinado por:
Julia Fernanda Semmelmann Pereira Lima
(Coordenador)

Endereço: Rua Sarmiento Leite ,245

Bairro:

CEP: 90.050-170

UF: RS

Município: PORTO ALEGRE

Telefone: (513)303 -8804

E-mail: cep@ufcspa.edu.br

ANEXO B – Normas de formatação do periódico *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

The **European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine** publishes papers of clinical interest in physical and rehabilitation medicine. Manuscripts may be submitted in the form of editorials, original articles, systematic review articles, case reports, special articles and letters to the Editor.

Manuscripts are expected to comply with the instructions to authors which conform to the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Editors by the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org>).

Articles not conforming to international standards will not be considered for acceptance.

Submission of manuscripts

Papers should be submitted directly to the online Editorial Office at the Edizioni Minerva Medica website: <http://www.minervamedicaonlinesubmission.it>

Duplicate or multiple publication

Submission of the manuscript means that the paper is original and has not yet been totally or partially published, is not currently under evaluation elsewhere, and, if accepted, will not be published elsewhere either wholly or in part.

Splitting the data concerning one study in more than one publication could be acceptable if authors justify the choice with good reasons both in the cover letter and in the manuscript. Authors should state the new scientific contribution of their manuscript as compared to any previously published article derived from the same study. Relevant previously published articles should be included in the cover letter of the currently submitted article.

Permissions to reproduce previously published material

Material (such as illustrations) taken from other publications must be accompanied by the publisher's permission.

Copyright

The Authors agree to transfer the ownership of copyright to European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine in the event the manuscript is published.

Ethics committee approval

All articles dealing with original human or animal data must include a statement on ethics approval at the beginning of the methods section, clearly indicating that the study has been approved by the ethics committee. This paragraph must contain the following information: the identification details of the ethics committee; the name of the chairperson of the ethics committee; the protocol number that was attributed by the ethics committee and the date of approval by the ethics committee.

The journal adheres to the principles set forth in the Helsinki Declaration (<http://www.wma.net/en/30publications/10policies/b3/index.html>) and states that all reported research concerning human beings should be conducted in accordance with such principles. The journal also adheres to the International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals (<http://www.cioms.ch/index.php/12-newsflash/227-cioms-and-iclas-release-the-new-international-guiding-principles-for-biomedical-research-involving-animals>) recommended by the WHO and requires that all research on animals be conducted in accordance with these principles.

Patient consent

Authors should include at the beginning of the methods section of their manuscript a statement clearly indicating that patients have given their informed consent for participation in the research study.

Every precaution must be taken to protect the privacy of patients. Authors should obtain permission from the patients for the publication of photographs or other material that might identify them. If necessary the Editors may request a copy of such permission.

Conflicts of interest

Authors must disclose possible conflicts of interest including financial agreements or consultant relationships with organizations involved in the research. All conflicts of interest must be declared both in the authors' statement form and in the manuscript file. If there is no conflict of interest, this should also be explicitly stated as none declared. All sources of funding should be acknowledged in the manuscript.

Authorship and contributorship

All persons and organizations that have participated to the study must be listed in the byline of the article (authors) or in the notes (contributors). The manuscript should be approved by all co-authors, if any, as well as, tacitly or explicitly, by the responsible authorities of the institution where the work was carried out. Authors and contributors must meet the criteria for authorship and contributorship established by the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Editors by the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org>).

Authors' statement

Papers must be accompanied by the authors' statement

<http://www.minervamedica.it/en/journals/europa-medicophysica/index.php>) relative to copyright, originality, authorship, ethics and conflicts of interest, signed by all authors.

Disclaimer

The Publisher, Editors, and Editorial Board cannot be held responsible for the opinions and contents of publications contained in this journal.

The authors implicitly agree to their paper being peer-reviewed. All manuscripts will be reviewed by Editorial Board members who reserve the right to reject the manuscript without entering the review process in the case that the topic, the format or ethical aspects are inappropriate. Once accepted, all manuscripts are subjected to copy editing. If modifications to the manuscript are requested, the corresponding author should send to the online Editorial Office the revised manuscript under two separate files, one file containing the revised clean version and another containing both a letter with point-by-point responses to the reviewers' comments and the revised version with corrections highlighted.

Correction of proofs should be limited to typographical errors. Substantial changes in content (changes of title and authorship, new results and corrected values, changes in figures and tables) are subject to editorial review. Changes that do not conform to the journal's style are not accepted. Corrected proofs must be sent back within 3 working days to the online Editorial Office of the European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine. In case of delay, the editorial staff of the journal may correct the proofs on the basis of the original manuscript. Publication fees are €500.00 per article (€300.00 if the first author is a member of the Italian Society of Physical and Rehabilitation Medicine – SIMFER). Editorial Board members are entitled to have one article published free per year provided they are the first author of the article. Colour figures, linguistic revision, and excessive alterations to proofs will be charged to the authors. For further information about publication terms please contact the Editorial Office of the European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine, Edizioni Minerva Medica, Corso Bramante 83-85, 10126 Torino, Italy – Phone +39-011-678282 – Fax +39-011-674502 E-mail: ejprm@minervamedica.it.

ARTICLE TYPES

Instructions for the most frequent types of articles submitted to the journal.

Editorials. Commissioned by the Editor in Chief, editorials deal with a subject of topical interest about which the author expresses his/her personal opinion. No more than 1000 words (3 typed, double-spaced pages) and up to 15 references will be accepted.

Original articles. These should be original contributions to the subject. The text should be 3000-5500 words (8 to 16 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 50 references will be accepted. The article must be subdivided into the following sections: introduction, materials and methods, results, discussion, conclusions. Please add to the Material and Methods a complete description of the treatments applied using the following standard table adapted from the TIDieR checklist (<http://www.equator-network.org/reporting-guidelines/tidier>). The Journal supports the efforts to increase quality of writing in scientific papers. We require authors to:

- choose, according to the design of their paper, one of the following guidelines;
- conform the structure of their paper to the checklist requirements;
- specify in the covering letter which checklist was chosen.
- Guidelines (for more information, see <http://www.equator-network.org>);
- randomized controlled trials (CONSORT - <http://www.consort-statement.org>);
- non-randomized controlled trials (TREND - <http://www.cdc.gov/trendstatement>);
- observational studies (STROBE - <http://www.strobe-statement.org>);
- quality improvement in health care (SQUIRE - <http://www.squire-statement.org>).

Systematic reviews and meta-analyses. Systematic reviews and meta-analyses are welcome. The text should be 6000-12000 words (17 to 34 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 100 references will be accepted. The article must be subdivided into the following sections: introduction, materials and methods, results, discussion, conclusions. In this case, we require authors to:

- choose, according to the design of their paper, one of the following guidelines;
- conform the structure of their paper to the checklist requirements;
- specify in the covering letter which checklist was chosen.
- Guidelines (for more information, see <http://www.equator-network.org>);
- systematic reviews (PRISMA - <http://www.prisma-statement.org>);
- meta-analyses of observational studies (MOOSE

<http://www.equator-network.org/index.aspx?0=1052>).

Case reports. These give a description of particularly interesting cases. The text should be 1500-2000 words (4 to 5 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 10 references will be accepted. The article must be subdivided into the following sections: introduction, case report or clinical series, discussion, conclusions. In this case, we require authors to conform the structure of their paper to the requirements of the following guidelines:

- CARE for case reports (<http://www.care-statement.org>);

Special articles. These are articles on the history of medicine, health care delivery, ethics, economic policy and law concerning physical and rehabilitation medicine. The text should be 3000-7000 words (8 to 20 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 50 references will be accepted.

Letters to the Editor. These may refer to articles already published in the journal or to a subject of topical interest that the authors wish to present to readers in a concise form. The text should be 500-1000 words (1 to 3 typed, double-spaced pages) not including references, tables, figures. No more than 5 references will be accepted.

Guidelines. These are documents drawn up by special committees or authoritative sources. The number of figures and tables should be appropriate for the type and length of the paper.

PREPARATION OF MANUSCRIPTS

Text file

Manuscripts must be drafted according to the template for each type of paper (editorial, original article, review, case report, special article, letter to the Editor).

The formats accepted are Word (.DOC) and RFT. The text file must contain title, authors' details, abstract, key words, text, references, notes and titles of tables and figures. Tables and figures should be submitted as separate files. The file should not contain active hyperlinks.

Title and authors' details

Short title, with no abbreviations. First name in full, middle name's initial, surname of the authors. Collective name, if any, as last author. Corresponding author marked with an asterisk. Affiliation (section, department and institution) of each author. Name, address, e-mail of the corresponding author.

Abstract and key words

For original articles, the abstract should be structured as follows: Background (what is already known and what is not), Aim (what was studied), Design (type of study: systematic review, meta-analysis, RCT, observational, longitudinal, controlled, blinded, other), setting (location/facility: inpatient, outpatient, community, other), Population (who was evaluated), Methods (what was done), Results (what was found), Conclusion (what this paper adds to the literature), Clinical Rehabilitation Impact (how the study results could improve everyday practice in rehabilitation clinics). The abstract must not exceed 350 words. For systematic reviews and meta-analyses, the abstract should be structured as follows: introduction, evidence acquisition, evidence synthesis, conclusions. The abstract must not exceed 350 words. For case reports and single-case studies the abstract should be structured as follows: Background (what is already known and what is not), Case report (short description), Clinical Rehabilitation Impact (what is new to the actual clinical Rehabilitation knowledge). The abstract must not exceed 150 words. No abstracts are required for editorials or letters to the Editor. Key words should refer to the terms from Medical Subject Headings (MeSH) of MEDLINE/PubMed.

Text

Identify methodologies, equipment (give name and address of manufacturer in brackets) and procedures in sufficient detail to allow other researchers to reproduce results. Specify well-known methods including statistical procedures; mention and provide a brief description of published methods which are not yet well known; describe new or modified methods at length; justify their use and evaluate their limits. For each drug generic name, dosage and administration routes should be given. Brand names for drugs should be given in brackets. Units of measurement, symbols and abbreviations must conform to international standards. Measurements of length, height, weight and volume should be given in metric units (meter, kilogram, liter) or their decimal multiples. Temperatures must be expressed in degrees Celsius. Blood pressure must be expressed in millimeters of mercury. All clinical chemistry measurements should be expressed in metric units using the International System of Units (SI). The use of unusual symbols or abbreviations is strongly discouraged. The first time an abbreviation appears in the text, it should be preceded by the words for which it stands.

References

It is expected that all cited references will have been read by the authors. The references must contain only the authors cited in the text, be numbered in Arabic numerals and consecutively as they are cited. Bibliographical entries in the text should be quoted using superscripted Arabic numerals. References must be set out in the standard format approved by the International Committee of Medical Journal Editors (<http://www.icmje.org>).

Journals

Each entry must specify the author's surname and initials (list all authors when there are six or fewer; when there are seven or more, list only the first six and then "*et al.*"), the article's original title, the name of the Journal (according to the abbreviations used by MEDLINE/PubMed), the year of publication, the volume number and the number of the first and last pages. When citing references, please follow the rules for international standard punctuation carefully.

Examples:

- Standard article.

Sutherland DE, Simmons RL, Howard RJ. Intracapsular technique of transplant nephrectomy. *Surg Gynecol Obstet* 1978;146:951-2.

- Organization as author

International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to biomedical journals. *Ann Int Med* 1988;108:258-65.

- Issue with supplement

Payne DK, Sullivan MD, Massie MJ. Women's psychological reactions to breast cancer. *Semin Oncol* 1996;23(1 Suppl 2):89-97.

Books and monographs

For occasional publications, the names of authors, title, edition, place, publisher and year of publication must be given.

Examples:

- Books by one or more authors

Rossi G. *Manual of Otorhinolaryngology*. Turin: Edizioni Minerva Medica; 1987.

- Chapter from book

De Meester TR. Gastroesophageal reflux disease. In: Moody FG, Carey LC, Scott Jones R, Ketly KA, Nahrwold DL, Skinner DB, editors. *Surgical treatment of digestive diseases*. Chicago: Year Book Medical Publishers; 1986. p. 132-58.

- Congress proceedings

Kimura J, Shibasaki H, editors. *Recent advances in clinical neurophysiology*. Proceedings of the 10th International Congress of EMG and Clinical Neurophysiology; 1995 Oct 15-19; Kyoto, Japan. Amsterdam: Elsevier; 1996.

Electronic material

- Standard journal article on the Internet

Kaul S, Diamond GA. Good enough: a primer on the analysis and interpretation of noninferiority trials. *Ann Intern Med* [Internet]. 2006 Jul 4 [cited 2007 Jan 4];145(1):62-9. Available from: <http://www.annals.org/cgi/reprint/145/1/62.pdf>

- Standard citation to a book on CD-ROM or DVD

Kacmarek RM. *Advanced respiratory care* [CD-ROM]. Version 3.0. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; ©2000. 1 CD-ROM: sound, color, 4 3/4 in.

- Standard citation to a homepage

AMA: helping doctors help patients [Internet]. Chicago: American Medical Association; ©1995-2007 [cited 2007 Feb 22]. Available from: <http://www.ama-assn.org/>.

Footnotes and endnotes of Word must not be used in the preparation of references. References first cited in a table or figure legend should be numbered so that they will be in sequence with references cited in the text taking into consideration the point where the table or figure is first mentioned. Therefore, those references should not be listed at the end of the reference section but consecutively as they are cited.

Notes

Authors' contribution statement; list of the members of the collective name (author's name in full, middle name's initial in capital letters and surname, with relevant affiliation); contributors' names; mention of any funding, research contracts; conflicts of interest; dates of any congress where the paper has already been presented; acknowledgements.

Titles of tables and figures

Titles of tables and figures should be included both in the text file and in the file of tables and figures.

File of tables

Each table should be submitted as a separate file. Formats accepted are Word (.DOC) and RTF. Each table should be created with the Table menu of the word processing software of the operating system employed, by selecting the number of rows and columns needed. Tabulations are not

allowed. Each table must be typed correctly and prepared graphically in keeping with the page layout of the journal, numbered in Roman numerals and accompanied by the relevant title. Notes should be inserted at the foot of the table and not in the title. Tables should be referenced in the text sequentially.

File of figures

Each figure should be submitted as a separate file. Formats accepted: JPEG set at 300 dpi resolution preferred; other formats accepted are TIFF and PDF (high quality). Figures should be numbered in Arabic numerals and accompanied by the relevant title. Figures should be referenced in the text sequentially.

Reproductions should be limited to the part that is essential to the paper. Histological photographs should always be accompanied by the magnification ratio and the staining method.

If figures are in color, it should always be specified whether color or black and white reproduction is required.