

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FUNCIONAIS RESISTIDOS
BASEADOS NO CONCEITO FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR
PROPRIOCEPTIVA EM IDOSOS FRÁGEIS E PRÉ-FRÁGEIS: ESTUDO
PILOTO DE UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Leandro Giacometti da Silva

Porto Alegre - RS

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FUNCIONAIS RESISTIDOS
BASEADOS NO CONCEITO FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR
PROPRIOCEPTIVA EM IDOSOS FRÁGEIS E PRÉ-FRÁGEIS: ESTUDO
PILOTO DE UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Leandro Giacometti da Silva

Tese apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Ciências do Movimento
Humano da Universidade Federal do Rio
Grande do Sul, como requisito parcial
Para obtenção do título de doutor

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Lusa Cadore

Leandro Giacometti da Silva

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FUNCIONAIS RESISTIDOS
BASEADOS NO CONCEITO FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR
PROPRIOCEPTIVA EM IDOSOS FRÁGEIS E PRÉ-FRÁGEIS: ESTUDO
PILOTO DE UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO**

Conceito final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Flávia Martinez (PPGCMH, UFRGS)

Prof(a). Dr(a). Angela Ghisleni (UFRGS)

Prof(a). Dr(a). Mikel Lopez de Sáez de Asteasu (UPNA, Espanha)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, tanto aos colegas que participaram das avaliações e intervenções aos sujeitos da pesquisa, quanto aos idosos que submeteram-se, tendo finalizado ou não o estudo.

Especial agradecimento ao Professor Orientador Dr. Eduardo Lusa Cadore, que com muita elegância, soube conduzir-me e acolher-me em momentos adversos, com o dom da docência, exercendo com excelência a função de Professor.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	6
RESUMO	7
ABSTRACT	8
INTRODUÇÃO	9
PROBLEMA DE PESQUISA	12
OBJETIVO GERAL	12
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
VARIÁVEIS	12
REVISÃO DE LITERATURA	14
REFERÊNCIAS	25
CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
ANEXO – TERMO CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	30

APRESENTAÇÃO

A presente tese é composta por duas partes: a primeira consiste na revisão da literatura com os assuntos pertinentes à fundamentação teórica do tema/assunto abordado. A segunda parte refere-se ao artigo experimental que corresponde aos objetivos do projeto de pesquisa.

Artigo: Effects of a Resisted Functional Exercise Program Based on Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Concept in Frail And Pre-Frail Elderly Individuals: Pilot Study of a Randomized Clinical Trial.

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (CEP)/UFRGS (59921122.0.0000.5347), com o título “Effects of a Resisted Functional Exercise Program Based On The Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Concept in Frail And Pre-Frail Elderly Individuals: a Randomized Clinical Trial”.

RESUMO

A fragilidade é uma disfunção clínica conhecida na população idosa que produz limitações físicas como sarcopenia, perda involuntária de peso, redução da velocidade da marcha e exaustão. O Conceito Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) é conhecido como uma opção de intervenção em nível de atividade para recuperação de incapacidades físicas. O objetivo da presente tese foi investigar os efeitos da intervenção com o Conceito FNP durante o sentar-levantar, caminhar e na capacidade funcional de idosos frágeis e pré-frágeis. O estudo consiste em um ensaio clínico randomizado, por meio de protocolo utilizando o Conceito FNP em atividades como sentar-levantar e caminhar, comparado a um grupo controle que realizava as mesmas atividades, mas sem resistência manual. A capacidade funcional foi avaliada através da *Short Physical Performance Battery* (SPPB), velocidade de marcha habitual (VM), sentar e levantar (SL), teste *Timed-up-and-go* (TUG) e equilíbrio estático. A força foi avaliada através da força de preensão manual (FPM). Foram realizadas análises por intenção de tratar e por protocolo com os efeitos principais (tempo e grupo) e a interação tempo vs. grupo as quais foram analisadas através de Equações de Estimativa Generalizadas (GEE). O nível de significância adotado foi $p < 0.05$. Considerando a análise por intenção de tratar, houve interação grupo vs. tempo na SPPB, VM, SL e equilíbrio ($P < 0.05$). O grupo FNP apresentou, melhora significativa na SPPB ($P = 0.016$), VM ($P = 0.001$), SL ($P = 0.049$), ao passo que o grupo controle apresentou redução significativa na VM, e FPM ($P < 0.05$). Como conclusão, sugerimos que o Conceito FNP parece ser eficaz na melhora do desempenho de sentar e levantar, velocidade da marcha e SPPB, contudo são necessários mais estudos com um número maior de sujeitos para corroborar esses achados.

Palavras-chave: Fragilidade; Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva; Marcha; Equilíbrio; Senta-Levanta; Funcionalidade.

ABSTRACT

Frailty is a known clinical dysfunction in the elderly population producing physical limitations such as sarcopenia, involuntary weight loss, reduced gait speed and exhaustion. Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) Concept is known as an activity-level intervention option for recovery from physical incapacities. The objective of this thesis was to investigate the effects of intervention with PNF Concept during sitting-standing and walking on the functional capacity of frail and pre-frail elderly people. The study consists of a randomized clinical trial, using a PNF Concept protocol in activities such as sit to stand and walking, compared to a control group that performed the same activities, but without manual resistance. Functional capacity was assessed using the Short Physical Performance Battery (SPPB), habitual gait speed (GS), sit to stand (SS), Timed-up-and-go (TUG) test and static balance, as well as strength was assessed through handgrip strength (HGS). Intention-to-treat and per-protocol analyzes were performed with main effects (time and group) and the interaction time vs. group, analyzed using Generalized Estimating Equations (GEE). The significance level adopted was $p < 0.05$. Considering intention-to-treat analysis, there was a group vs. group interaction. time in SPPB, GS, SS and balance ($P < 0.05$). PNF Concept group showed a significant improvement in SPPB ($P = 0.016$), GS ($P = 0.001$), SS ($P = 0.049$), while control group showed a significant reduction in GS and HGS ($P < 0.05$). In conclusion, we suggest that PNF Concept appears to be effective in improving sit to stand performance, gait speed and SPPB, but further studies with a larger number of subjects are needed to corroborate these findings.

Keywords: Frailty; Proprioceptive Neuromuscular Facilitation; Gait; Balance; Sit-Stand; Functionality.

1.INTRODUÇÃO:

Um dos maiores sucessos da ciência nas últimas décadas é a contribuição para o aumento da expectativa de vida da população. No entanto, como resultado deste sucesso, existe uma projeção de que o número de idosos acima de 80 anos, será de aproximadamente 480 milhões em 2050 (BAYSMONEO et al., 2023). Esta mudança demográfica leva a um aumento na ocorrência de doenças crônicas, incapacidades físicas, cognitivas e consequente declínio funcional (IZQUIERDO et al., 2021)

A fragilidade é uma síndrome relacionada com a idade e caracterizada pela diminuição na reserva biológica funcional e resistência a fatores estressores externos, o que expõem os indivíduos a riscos para desfechos desfavoráveis como quedas, incapacidade física e consequente hospitalização (RODRÍGUEZ-MAÑAS et al., 2013). O envelhecimento sem exercício e atividade física suficientes estão ligados ao desenvolvimento de doenças crônicas e declínios nas funções físicas e cognitivas (IZQUIERDO et al., 2021). Alguns estudos observaram, em indivíduos não necessariamente diagnosticados como frágeis, declínios funcionais como diminuição de força de membros inferiores, alteração do equilíbrio e incapacidades (KIM et al., 2012; YAMADA et al., 2012). Dependendo dos critérios de diagnóstico, a prevalência da fragilidade em pessoas acima dos 65 anos é alta (de 7% a 16,3%) e aumenta diretamente proporcional à idade (GARCIA-GARCIA et al., 2011), sendo o maior fator de risco para incapacidade funcional (CASAS-HERRERO; IZQUIERDO, 2012). O diagnóstico da Síndrome da Fragilidade compreende diversos domínios, incluindo velocidade da marcha, fadiga, sarcopenia, baixo peso e baixo nível de atividade física (GARCIA-GARCIA et al., 2011). Apesar da velocidade da marcha ser descrita como o “sexto sinal vital” (FRITZ; LUSARDI, 2009), existem outros sinais como o aumento da largura e tamanho do passo e tempo de duplo apoio, que são característicos de indivíduos portadores da fragilidade do idoso.

Os benefícios da atividade física em idosos frágeis têm sido reportados na literatura (YAMADA et al., 2012). Programas de exercícios direcionados à esta população são eficazes e intervenções como o treino de resistência e força muscular, equilíbrio, coordenação, dentre outros, têm demonstrado efeitos benéficos. Dessa maneira, programas de exercícios envolvendo diversas valências corporais, ou seja, exercícios multicomponentes, demonstram

melhores resultados pois estimulam diferentes componentes da saúde física (KIM et al., 2012). Em adição, as estratégias para a recuperação física em idosos frágeis devem incluir, com foco na redução do número de quedas, a melhora do equilíbrio e da habilidade da marcha. A dose de treino semanal precisa promover adaptações neuromusculares, gerando assim um aprimoramento da habilidade funcional em idosos frágeis (KIM et al., 2012).

Programas de exercícios multicomponentes parecem ser as intervenções mais eficazes para melhorar o estado geral de saúde de idosos frágeis. Esta afirmação é apoiada pela literatura, na qual os efeitos positivos na capacidade funcional são mais frequentemente observados quando mais de um componente do condicionamento físico (ou seja, força, habilidade de marcha, resistência aeróbia ou equilíbrio) compreende a intervenção do exercício (CADORE et al., 2013; Izquierdo e Cadore 2024). Lord et al. descrevem o treino multicomponente como uma intervenção que inclui atividade aeróbica com caminhada em ritmo lento a moderado e exercícios de flexibilidade, equilíbrio e transferência de peso (LORD et al., 2003). Barnett et al., demonstraram que 1 ano de um programa de exercícios multicomponentes em casa (composto por exercícios funcionais, de força, de equilíbrio e aeróbicos) resultou em 40% menos quedas em um grupo de intervenção de exercícios de idosos com fragilidade física em comparação com um grupo controle (BARNETT et al., 2003).

Um método eficiente para a abordagem de déficits de atividades como marcha, em diferentes patologias, é o Conceito Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) (GUNNING; USZYNSKI, 2018; MA; KIM, 2010) . O FNP surgiu na Califórnia (EUA) ao final da década de 1940, baseado em evidências neurofisiológicas da primeira metade do Século XX e, desde então, vem constantemente sendo atualizado e adaptado para a ciência atual, sendo descrito como um Conceito de Reabilitação baseado na promoção da aprendizagem motora, na melhora do controle motor, força e mobilidade estruturais, prevenindo a abordando riscos de declínios funcionais (SMEDES et al., 2016). O PNF compreende abordagens que incluem o treino de tarefas e é embasado pela Classificação Internacional de Funcionalidades, Incapacidades e Saúde (CIF) da Organização Mundial de Saúde (SMEDES; DA SILVA, 2019).

Uma parte importante do Conceito PNF é a abordagem de tarefas como o senta-levanta e a marcha (BANG; BONG, 2017; CAYCO; GORGON; LAZARO, 2019). Através de técnicas apropriadas para a facilitação destas atividades, busca-se o desenvolvimento de aptidões neuro-motoras através de um aprimoramento, não só do sistema muscular, mas também do sistema neurológico de controle motor, resultando assim na melhora da habilidade física (WESTWATER-WOOD; ADAMS; KERRY, 2010). O treino de senta-levanta e marcha resistida com o Conceito FNP é realizado através da aplicação de técnicas específicas pelo terapeuta sobre pontos anatômicos do paciente, visando estimular as diferentes sub-fases de ambas tarefas (BURNFIELD, 2010; GOULART et al., 2003), exagerando assim as respostas motoras e permitindo as ações sincronizadas entre musculaturas sinérgicas do tronco, membros superiores e inferiores (SMEDES et al., 2016). Nguyen et al., através de uma revisão sistemática com metanálise da literatura, indicam que o Conceito PNF é uma estratégia de tratamento potencial para a melhora do equilíbrio e marcha em pacientes hemiparéticos crônicos (NGUYEN; CHOU; HSIEH, 2022).

A sobrecarga à tarefa específica – chamada de treinamento de resistência funcional – combina elementos do treino de força a nível de estruturas e funções corporais da Classificação Internacional de Funcionalidades e Incapacidades (CIF) com o treino específico da tarefa (nível de atividade da CIF) para a reabilitação da marcha. Nesta modalidade, a resistência é aplicada à segmentos corporais do paciente durante a execução da marcha, para que múltiplos músculos sejam sincronizados coordenadamente. Estudos demonstraram que o trabalho funcional resistido melhora a relação metabólica, ativação muscular de membros inferiores e a performance da qualidade da marcha (velocidade da marcha, endurance, simetria, etc)(WASHABAUGH; KRISHNAN, 2018). Principalmente neste aspecto, no que diz respeito à aplicação de resistência durante a execução de tarefas como o senta-levanta, transferência de peso e marcha, o treino multicomponente assemelha-se com o treino com PNF. Não obstante, encontramos atualmente na literatura uma escassez de pesquisas em idosos frágeis e pré-frágeis, abordando atividades que mimetizem tarefas relacionadas à independência funcional, como por exemplo, senta-levanta e marcha. O treino específico destas atividades possibilita a reaprendizagem motora, permitindo a integração entre estruturas corporais e movimentos

coordenados (conforme preconizado pela CIF), podendo interferir positivamente no desempenho das tarefas (STEINER et al., 2002).

Sendo assim, o presente estudo visa investigar os efeitos motores no desempenho da marcha e atividades funcionais em idosos frágeis submetidos a um programa de treinamento com o Conceito FNP. Este treinamento visa integrar o nível de estruturas e funções corporais com o nível de atividade da CIF. Conforme a OMS, esta estratégia de integração de níveis permite ao indivíduo alcançar o mais elevado desempenho relacionado ao nível de participação (STEINER et al., 2002).

2.PROBLEMA DE PESQUISA:

- A utilização da resistência manual durante o senta-levanta e marcha promove melhoras adicionais na funcionalidade em idosos fisicamente frágeis, comparados aos mesmos exercícios sem resistência manual?

3.OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL:

- Investigar os efeitos de um protocolo de exercícios utilizando o Conceito FNP nas atividades senta-levanta e marcha-na capacidade funcional em idosos frágeis e pré-frágeis.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

Avaliar e comparar os efeitos dos exercícios senta-levanta e da marcha resistida com o Conceito FNP, comparado a uma intervenção utilizando os mesmos exercícios sem a resistência manual nos seguintes desfechos relacionados à capacidade funcional em idosos frágeis e pré-frágeis:

4. VARIÁVEIS:

4.1. Variáveis Independentes:

- Intervenção Grupo PNF(GPNF)
- Intervenção Grupo Controle (GC)

4.2. Variáveis Dependentes

4.2.1 Desfechos Primários

- Velocidade de Marcha

- Teste “Timed Up and Go”(TUG)
- Teste “Short Physical Performance Battery” (SPPB)
- Equilíbrio Estático

4.2.2. Desfechos Secundários

- Teste de Prensão Manual

5. REVISÃO DE LITERATURA

5.1. Pré-Fragilidade e Fragilidade no Idoso

A fragilidade é uma síndrome relacionada com a idade, sendo caracterizada pela diminuição na reserva biológica funcional e resistência a fatores estressores externos, em função de modificações em diversos sistemas fisiológicos, os quais expõem os indivíduos a riscos para desfechos desfavoráveis como quedas, incapacidades físicas e consequente hospitalização (RODRÍGUEZ-MAÑAS et al., 2013). A fragilidade do idoso resulta de mudanças associadas ao envelhecimento, estilo de vida, doenças crônicas, e da interação entre as mesmas (BERGMAN et al., 2007). Dependendo dos critérios diagnósticos, a prevalência da fragilidade em pessoas acima dos 65 anos é alta (de 7% a 16,3%), varia de acordo com o instrumento de avaliação e, dependendo do mesmo, pode chegar até 50% dos idosos acima de 75 anos (GARCIA-GARCIA et al., 2011), constituindo o maior fator de risco para incapacidades funcionais (CASAS-HERRERO; IZQUIERDO, 2012; FRIED et al., 2001).

O diagnóstico da Síndrome da Fragilidade, conforme diferentes autores, compreende diversos domínios, incluindo alterações físicas (baixa velocidade da marcha, fadiga e fraqueza de preensão palmar), redução não intencional da massa corporal e baixa atividade física (GARCIA-GARCIA et al., 2011). Com ênfase na perspectiva biológica, Fried et al. propuseram a existência de um fenótipo da fragilidade, com cinco componentes mensuráveis: 1) perda de peso não intencional $\geq 4,5$ kg ou $\geq 5\%$ do peso corporal no último ano; 2) exaustão, indicada por auto-relato de fadiga, avaliada por duas questões da Escala de Depressão do Centro de Estudos Epidemiológicos (CES-D); 3) diminuição da força de preensão, medida com dinamômetro na mão dominante e ajustada para gênero e índice de massa corporal (IMC); 4) baixo nível de realização de atividade física, medido pelo dispêndio semanal de energia em kcal (com base no auto-relato das atividades e exercícios físicos praticados) e ajustado segundo o gênero; 5) lentidão, medida pela velocidade da marcha indicada em segundos (distância de 4,6 m) e ajustada para gênero e altura. Neste sentido, indivíduos que apresentem alterações em três ou mais desses componentes caracterizam um idoso frágil, e indivíduos com alteração em um ou dois componentes, podem

ser classificados como em um estado de pré-fragilidade, com risco para desenvolver a síndrome (FRIED et al., 2001).

Uma das principais considerações fisiopatológicas que embasam a Síndrome da Fragilidade é a sarcopenia, a qual é exacerbada pela falta de atividade física, causando déficits funcionais diversos (MORIE et al., 2010). Em adição, outras doenças como diabetes, deterioração cognitiva, má nutrição, imobilidade, anemia, obesidade e doença cardiovascular, podem acelerar a morbidade e mortalidade que são induzidas pela síndrome da fragilidade (CASAS-HERRERO; IZQUIERDO, 2012). Uma saúde débil, incapacidades físicas e consequentes dependências, devem ser consequências evitáveis do processo de envelhecimento. Desta forma, idosos que evitam o sedentarismo realizando atividades físicas regulares (caminhadas, treino de força e atividades físicas adaptadas), ou que utilizam serviços clínicos preventivos e persistem em uma relação social com familiares e amigos, apresentam uma maior tendência a manterem-se funcionalmente independentes, saudáveis e conseqüentemente, com menores custos sociais (THEOU et al., 2010).

5.2. Características Físicas do Idoso Frágil

5.2.1. Levantar-se desde a posição sentado (Senta-Levanta)

Caminhar e levantar-se de uma cadeira estão entre as atividades mais comuns da vida diária (AISSAOUI; DANSEREAU, 1999). A habilidade de levantar-se não é somente um componente importante da vida independente de idosos e pessoas com incapacidades, mas também pode ser um indicador clínico funcional de diminuição de força em membros inferiores e também pode estar relacionado com limitações em outras atividades do dia-a-dia (subir escadas, caminhar, sair de uma banheira, elevar-se da posição supino, etc.) (MILLINGTON; MYKLEBUST; SHAMBES, 1992). O movimento até a posição ortostática envolve uma coordenação complexa de movimentos que pode ser difícil em populações específicas. A transição das posturas requer uma modificação do centro de gravidade desde uma posição estável até uma instável sobre os membros inferiores estendidos (JONES et al., 2021). Estas modificações em idosos pode colocá-los sob risco de quedas quando existe a ineficiência na execução da tarefa (KOUTA; SHINKODA; SHIMIZU, 2007).

A tarefa “sentar e levantar” (SL) deve ser discutida através da perspectiva biomecânica e de controle motor. Conforme Goulart et al., dentre outros autores (VAN DER KRUK et al., 2021), esta complexa atividade deve ser mapeada em posição inicial e 3 fases, para facilitar a avaliação e intervenção terapêutica. A posição inicial é descrita pelo tronco ereto, com o peso sobre as tuberosidades isquiáticas. Este momento se caracteriza, basicamente, pela atividade muscular isométrica do tronco, mantendo o indivíduo em bom alinhamento biomecânico. A fase 1 (momento de inércia de flexão) é caracterizada pela flexão de tronco e pelves resultando em um deslocamento anterior do centro de massa. A primeira atividade muscular parece ser do paravertebral lombar (PL), atuando excêntrica para controlar o movimento do tronco. Posteriormente, a ativação do quadríceps (QUA) prepara o levantar e a fase é finalizada com a perda do contato das nádegas com a superfície da cadeira. Durante esta fase, o centro de massa deve ser mantido dentro da base de suporte enquanto a transição para o movimento de pé é realizada. Isso parece ser acompanhado pela atividade excêntrica do bíceps femoral no joelho e glúteo máximo (GLM) no quadril. A atividade muscular dos isquiotibiais (ISQ) ocorre em seqüência imediata à atividade do QUA. O pico de atividade muscular no PL, QUA, ISQ e GLM também ocorre durante esta fase e, devido à grande mudança de estabilidade durante este processo, é necessário que haja constantes ajustes posturais sendo, muitas vezes, recrutada a musculatura do segmento cervical. A fase 2 (momento de extensão) inicia com a máxima dorsiflexão e finaliza com a extensão terminal de quadril e tronco. A atividade muscular começa a diminuir em amplitude à medida que a posição de pé é alcançada. A fase 3 (momento de estabilização) começa com extensão terminal de quadril e, teoricamente, finaliza quando a estabilidade postural é alcançada em bipedestação (GOULART et al., 2003).

Na população idosa, foram identificadas alterações na magnitude e no tempo de impulso na fase 2, além de diminuição do torque de extensores do joelho e a força vertical de reação do solo. A manobra de senta-levanta, quando não é bem sucedida, apresenta menor geração de ativação e potência musculares, quando comparadas com tentativas bem sucedidas. As falhas do senta-levanta podem resultar de fraqueza ou comprometimento do controle do equilíbrio e da coordenação, ou ambos, resultando em uma inconclusão da

tarefa (RILEY; KREBS; POPAT, 1997). Contudo, conforme outros autores, a alteração no desempenho do senta-levanta representa uma habilidade específica e é influenciado por múltiplos processos fisiológicos sensório-motores, de equilíbrio e psicológicos, ao invés de somente a disfunção da força dos membros inferiores. Estas informações têm implicações para as intervenções de exercício que envolvem pessoas idosas, na medida em que as intervenções que produzem melhorias nos tempos de execução da tarefa devem ser priorizadas, ao invés de somente o ganho de força isolado (LORD et al., 2002).

5.2.2. Marcha

Como uma transição natural de atividades comuns da vida diária, existe a conexão entre o senta-levanta e a marcha. Durante a cadência natural da marcha, 60% do ciclo é relativo à fase de apoio, quando o centro de gravidade está desalinhado do pé em constante desequilíbrio dinâmico. Mesmo durante os dois períodos de 15% de duplo apoio, quando ambos os pés não estão totalmente apoiados ao solo, o corpo não se encontra totalmente estável. Durante a primeira parte do duplo apoio (contato do calcâneo), a recepção do peso sobre o pé gera um vetor de força na direção do solo; já durante a segunda parte do duplo apoio (pré balanço), o peso está em um perfil de impulso, com o peso do corpo somente apoiado sob os dedos do pé (ROBERTS; MONGEON; PRINCE, 2017). Em função destas características, o corpo está em permanente estado de desequilíbrio durante a marcha (WINTER et al., 1990).

Diversos estudos comparam as diferenças nos parâmetros da marcha em idosos à indivíduos mais jovens, inclusive em idosos frágeis (MORFIS; GKARAVELI, 2021). A maioria destes estudos concentram suas investigações em medidas básicas como por exemplo o tamanho da passada, cadência, velocidade da marcha (VIEIRA et al., 2018). A velocidade por si só, apesar de relacionada com a expectativa de vida em idosos (STUDENSKI et al., 2011), não pode identificar padrões qualitativos de alterações da marcha devido à sua limitada capacidade de sensibilidade e especificidade. Dentre os demais parâmetros sensíveis à descrição de fragilidade podemos citar a largura do passo e diminuição da força dos membros inferiores, principalmente de flexores plantares, aumento da inclinação anterior do tronco e aumento das flexões das

articulações intermediárias (joelhos e cotovelos)(ÁLVAREZ-MILLÁN et al., 2023). As razões sugeridas para as alterações biomecânicas e cinesiológicas da marcha em idosos são a diminuição do equilíbrio combinada com uma diminuição geral da força muscular (MARTINIKORENA et al., 2016; PEREZ-SOUSA et al., 2019). García et al. descrevem que a plasticidade da marcha está alterada em idosos e pode ser um preditor de fragilidade nesta população. O autor descreve como plasticidade da marcha a variação entre a velocidade auto ajustável e a marcha mais rápida possível. Esta variação é importante para as atividades do dia-a-dia de idosos como atravessar a rua, por exemplo (GARCÍA et al., 2020).

Em acordo com a literatura, alguns estudos demonstram a melhora da habilidade para marcha em idosos com fragilidade física após um período de treinamento (FREIBERGER et al., 2012; YAMADA et al., 2012). Estas pesquisas demonstram estes resultados através de programas de exercícios diversos, enquanto outros estudos abordam apenas treino com exercícios de força e treino combinando multicomponente. As melhoras na marcha nesta abordagem com exercícios diversos variaram de 4 a 50%(KIM et al., 2012). Dentre os estudos que não demonstram melhora, vale salientar o estudo de Barnett et al., o qual envolvia exercícios domiciliares com baixa frequência. Os demais programas de exercícios que não demonstram melhora da marcha, não utilizam trabalhos específicos para o treino do passo (BARNETT et al., 2003; LATHAM et al., 2003)

O treino de marcha em esteira e o treino de força são duas das estratégias mais utilizadas para melhorar a função locomotora não somente após patologias como, por exemplo, acidentes vasculares cerebrais, como também em idosos frágeis. Estas intervenções têm demonstrado aportes na performance do passo, apesar de os achados variarem, em particular no treino de força. Devemos observar que o treino de força é geralmente realizado de uma maneira “não-funcional” (por exemplo, exercícios realizados nas posições deitado, sentado ou ortostase), enquanto é reconhecido que o treino deveria ser relacionado à tarefa, abordando déficits sensoriomotores durante sua execução. O treinamento de músculos isolados (fora de seu contexto funcional) não facilita a ativação sincronizada de múltiplos músculos (coordenação), a qual é indispensável para a recuperação da capacidade de caminhar de forma hábil. Desta forma, abordagens que integrem a conjunção de força e coordenação durante a

marcha, devem beneficiar a recuperação da habilidade de caminhar (VASHISTA; KHAN; AGRAWAL, 2016)

5.2.3. Equilíbrio

O controle postural envolve uma rede organizada de sistemas interativos. A atividade dos músculos é controlada pelo sistema nervoso central (SNC) para manter o equilíbrio por meio da integração de informações do sistema musculoesquelético, visual e vestibular. A propriocepção, que se origina nos músculos e nos receptores profundos, fornece informações sobre a posição do corpo no ambiente, bem como a posição relativa dos segmentos corporais. O sistema visual fornece informações sobre o ambiente externo. O controle cerebelar fornece um controle “feedback-feedforward” da ativação muscular. Por fim, o sistema vestibular gera informações, por meio de órgãos especializados situados no ouvido interno, que permitem rastrear a aceleração angular com base nos canais semicirculares e a aceleração linear com base no sáculo e no utrículo. A somação de informações aferentes do sistema musculoesquelético e dos sistemas vestibular e visual é essencial para permitir que o SNC gere respostas corretas durante as situações diárias, mantendo assim o equilíbrio estático e dinâmico (RUBEGA et al., 2021).

O equilíbrio é definido como a habilidade de um indivíduo manter a estabilidade postural durante posições estáticas ou dinâmicas. A manutenção do equilíbrio estático é diferente ao dinâmico. No equilíbrio estático, a base de suporte (BS) mantém-se estacionada e somente o centro de gravidade (CG) move-se, não ultrapassando os limites da BS. Durante o equilíbrio dinâmico, ambos CG e BS movem-se, sendo que nem sempre o CG está alinhado sobre a BS. Esta característica particular do equilíbrio dinâmico faz com que, em situações normais, naturalmente seja mais desafiador manter seu controle. Para tal tarefa, são necessários sistemas neuromotores íntegros e coordenados (DAVIS et al., 2011).

Neste contexto, surge um outro fator de grande relevância epidemiológica, social e econômica, que são as quedas e suas conseqüências. A queda, causada pelo desalinhamento descontrolado do CG sobre a BS, é o tipo de acidente mais freqüente no idoso. As complicações deste acidente consistem nas principais causas de morte nos maiores de 65 anos, sobrecarregam

sistemas de saúde públicos e privados, gerando com frequência desfechos fatais (SERRA-PRAT; PALOMERA, 2019; ZWICK et al., 2000).

A abordagem descrita na literatura para a melhora do equilíbrio em idosos frágeis é bastante diversa. Autores descrevem, na sua maioria, intervenções de treino de força, resistência, mas, principalmente, o treino multicomponente, que envolve a associação de treino de força com atividades funcionais como senta-levanta e marcha (LI et al., 2023). Estas abordagens multicomponentes visam, não somente o tratamento de alterações estruturais sistêmicas já instaladas, mas também a prevenção de quedas e suas consequências que geram dependência funcional, podendo levar até a morte (PARVEEN; PARVEEN; NOOHU, 2023). Estudos demonstram que muitas intervenções com exercícios físicos multicomponentes melhoram o equilíbrio após um período de treinamento, porém algumas outras pesquisas não demonstram melhora. Estas investigações que não geram o aprimoramento do equilíbrio apontam como motivos a intensidade insuficiente para produzir ganhos ou a inespecificidade do treino (CADORE et al., 2013).

5.2.4. Sarcopenia

Entende-se por sarcopenia uma desordem de característica progressiva e generalizada do músculo esquelético, geralmente associada com efeitos adversos como quedas, fraturas, incapacidades físicas e mortalidade. As revisões realizadas recentemente pelo “European Working Group on Sarcopenia in Older People 2” (EWGSOP2) adicionam outras variáveis às definições baseadas somente na detecção de baixa massa muscular. A massa muscular aparece como principal fator da sarcopenia, porém, associado esta, também estão os componentes micro e macro-estruturais da fibra muscular, os quais são aspectos determinantes para a qualidade arquitetural e de composição muscular (GIELEN et al., 2023). A perda progressiva de massa muscular esquelética relacionada ao aumento da idade, com redução do número e tamanho das fibras musculares, bem como suas características de qualidade estrutural e consequente funcionalidade, acarretam na diminuição paralela da força e resistência muscular (CRUZ-JENTOFT et al., 2019).

O desenvolvimento de sarcopenia consiste em um processo multifatorial relacionado com inatividade física, remodelação da unidade motora, alteração

hormonal e diminuição na síntese de proteína. Com o envelhecimento, o processo de regeneração muscular se torna deficiente à medida que a produção de células estaminais endógenas torna-se ineficaz, ocorrendo maior proporção de substituição muscular funcional por tecido adiposo e fibroso (TROST et al., 2023). Além disso, há uma redução na capacidade de reinervação muscular e perda de neurônios motores-alfa da medula espinhal, gerando degeneração dos axônios e redução no recrutamento das unidades motoras. A perda muscular não se dá de modo uniforme entre as fibras musculares, afetando mais as fibras tipo II até os 70 anos de idade, com perdas entre 20 e 50% com o avanço da idade (MENDES et al., 2016).

A sarcopenia está intimamente relacionada com a capacidade funcional, ou seja, a habilidade para realizar atividades que permitam o autocuidado e viver independentemente e com qualidade de vida. Com a diminuição da força muscular é possível observar também uma redução na força de preensão palmar, que está intimamente relacionada à funcionalidade. Tradicionalmente, testes de força de preensão palmar (FPP) têm sido utilizados para avaliar a condição física dos membros superiores (MMSS), por meio da mensuração da força dos músculos da mão e do antebraço de indivíduos com diversas desordens na extremidade superior, decorrentes de artrite reumatoide, síndrome do túnel do carpo, epicondilite lateral, acidente vascular encefálico, lesões traumáticas e doenças neuromusculares. A medida da FPP por dinamometria apresenta boa correlação com o nível funcional dos MMSS e estado geral de saúde, sendo amplamente utilizada na seleção de procedimentos terapêuticos e acompanhamento da reabilitação funcional (SERRA-PRAT; PALOMERA, 2019).

A abordagem com o treino de força demonstra que este tipo de intervenção pode melhorar atividade neuromuscular, massa muscular, força, potência e capacidade funcional, assim como a melhora cardiovascular quando associado ao treino aeróbico. Dentre as habilidades funcionais que apresentam melhora em decorrência do treino de força, são descritas a velocidade da marcha, subida de escadas, SEL, bem como o equilíbrio envolvendo atividades funcionais (CADORE et al., 2013).

5.3. Conceito “Proprioceptive Neuromuscular Facilitation”- PNF

Um método eficiente e amplamente reconhecido para a abordagem de alterações motoras é o Conceito Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP). O FNP surgiu na Califórnia ao final da década de 1940, através de necessidades de reabilitação de trabalhadores, indivíduos portadores de doenças crônicas incapacitantes, portadores de sequelas do dos períodos pós-guerra e pós surto mundial de pólio. Baseado em evidências neurofisiológicas da primeira metade do Séclo XX, o FNP vem constantemente sendo atualizado e adaptado para a ciência atual. Na atualidade, o FNP é descrito como um Conceito de Reabilitação baseado na tarefa, ou seja, que visa a promoção da aprendizagem motora, a melhora do controle motor, força e mobilidade, prevenindo a abordando riscos de declínios funcionais (SMEDES et al., 2016).

A aprendizagem baseada na execução de tarefas é embasada por teorias de controle e aprendizagem motora modernas e pela Classificação Internacional de Funcionalidades, Incapacidades e Saúde (CIF) da Organização Mundial de Saúde (OMS). Alguns equívocos vêm sendo descritos na literatura a respeito do Conceito FNP, como por exemplo, a aplicação isolada de técnicas específicas, o que não caracteriza o Conceito em sua plenitude (SMEDES; DA SILVA, 2019).

O FNP apresenta 3 pilares de sustentação que consistem em ferramentas estratégicas para sua utilização. A adequada combinação, através da expertise técnica do terapeuta, resulta na suposta aprendizagem motora. (ADLER; BECKERS; BUCK, 2007).

- *Filosofia*: é considerada o eixo teórico do Conceito. Aborda o paciente como um todo, propõe tarefas que podem ser concluídas com sucesso, sugere intervenção indireta, utiliza como base a abordagem funcional, indica a necessidade de acompanhamento intensivo e utiliza teorias de controle e aprendizagem motora como estratégias de intervenção.
- *Princípios e Procedimentos Básicos*: são ferramentas disponíveis em estruturas corporais, que podem ser utilizadas separadamente ou associadas. Estímulos tátil, verbal e visual; resistência, tração, aproximação, estiramento; reforço, mecânica corporal, padrões de movimento, irradiação e sincronização são as ferramentas à disposição.

- *Técnicas Específicas*: são ferramentas adicionais que surgem da combinação especial de estratégias para a solução de problemas motores específicos. São divididas em 3 grandes grupos: (1) *Agonistas* – Iniciação Rítmica, Combinação de Isotônicas, Réplica, Estiramento Repetido no Início da Amplitude de Movimento(ADM), Estiramento Repetido Através da ADM; (2) *Antagonistas* – Reversão de Estabilizações, Reversão Dinâmica, Estabilização Rítmica; (3) *Relaxamento* – Contrair-relaxar, Manter-Relaxar.

O treino de senta-levanta e marcha resistidos com o Conceito FNP é realizado através da aplicação de resistência manual pelo terapeuta sobre pontos anatômicos específicos do paciente, visando fragmentar e estimular ambas as fases de apoio e balanço da marcha. Esta sobrecarga de estímulos exteroceptivos e proprioceptivos resultam em respostas motoras adequadas, permitindo as ações sincronizadas entre musculaturas sinérgicas do tronco, membros superiores e inferiores. Esta estratégia é aplicada em pacientes com patologias tanto neurológicas quanto ortopédicas(SEO; KIM, 2015).

5.4. Justificativa do Estudo Baseado nas Lacunas da Literatura:

A Organização Mundial de Saúde (OMS), através da CIF, descreve a saúde em componentes relacionados à 3 níveis distintos: (1) nível de estruturas e funções corporais;(2) nível de atividades e (3) nível de participação. O objetivo principal durante o desenvolvimento da CIF foi providenciar uma linguagem unificada e padrão para a descrição de todos os aspectos da saúde humana relevantes ao bem-estar social (nível de participação). A CIF visa o estímulo ao maior nível de participação possível para um indivíduo, portador de deficiências ou não, em um contexto social (laboral, lazer, etc). O modelo da CIF de Função e Incapacidade é um modelo biopsicossocial desenhado para prover uma visão coerente da saúde em níveis biológico, individual e social, no entanto, existe uma necessidade de pesquisas que conectem o nível de estruturas/funções corporais com os níveis de atividade e participação(STEINER et al., 2002).

A sobrecarga à tarefa específica – chamada de treinamento de resistência funcional – combina elementos do treino de força (nível de estruturas e funções corporais da CIF) com o treino específico da tarefa (nível de atividade da CIF)

para a reabilitação da marcha. Nesta modalidade, a resistência é aplicada à segmentos corporais do paciente durante a marcha para que múltiplos músculos sejam sincronizados coordenadamente. Alguns estudos têm avaliado os benefícios do treino funcional resistido da marcha em indivíduos saudáveis e com comprometimentos neurológicos. Estes estudos demonstraram que o trabalho funcional resistido melhora a relação metabólica, ativação muscular de membros inferiores e a performance da qualidade da marcha (velocidade da marcha, endurance, simetria, etc). No entanto, o treino resistido da marcha geralmente é realizado com equipamentos, o que torna a abordagem cara para sua aplicação em clinica assistencial e domicilio(WASHABAUGH; KRISHNAN, 2018) .

Embora diversos estudos tenham investigado os efeitos de diferentes protocolos de exercício, encontramos atualmente na literatura uma escassez de pesquisas em idosos frágeis e pré-frágeis que abordem atividades que mimetizem tarefas relacionadas à independência funcional nesta população, como por exemplo, senta-levanta e marcha, utilizando o Conceito FNP. O treino específico destas atividades possibilita a aprendizagem motora, permitindo a integração entre estruturas corporais e movimentos coordenados (conforme preconizado pela CIF), podendo interferir positivamente no desempenho das tarefas.

Sendo assim, o presente estudo visa investigar os efeitos utilização da resistência durante o senta-levanta e marcha na capacidade funcional em idosos frágeis e pré-frágeis submetidos a um programa de treinamento com o Conceito FNP, abordando e integrando desta forma, o nível de estruturas e funções corporais com o nível de atividade da CIF. Conforme a OMS, esta estratégia de integração de níveis permite ao indivíduo alcançar o mais elevado desempenho relacionado ao nível de participação(STEINER et al., 2002).

6. REFERÊNCIAS:

- ADLER, S. S.; BECKERS, D.; BUCK, M. **PNF in practice: an illustrated guide**. [s.l.] : Springer, 2007.
- AISSAOUI, R.; DANSEREAU, J. Biomechanical analysis and modelling of sit to stand task: a literature review. In: IEEE SMC'99 CONFERENCE PROCEEDINGS. 1999 IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS (CAT. NO. 99CH37028) 1999, **Anais...** : IEEE, 1999.
- ÁLVAREZ-MILLÁN, L. et al. Frailty Syndrome as a Transition from Compensation to Decompensation: Application to the Biomechanical Regulation of Gait. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 20, n. 11, p. 5995, 2023.
- BANG, D.-H.; BONG, S.-Y. The Effects of Resistant Gait Training with Proprioceptive Neuromuscular Facilitation on the Walking and Balancing Abilities of Chronic Stroke Patients. **PNF and Movement**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 57–65, 2017.
- BARNETT, A. et al. Community-based group exercise improves balance and reduces falls in at-risk older people: a randomised controlled trial. **Age and ageing**, [s. l.], v. 32, n. 4, p. 407–414, 2003.
- BAYS-MONEO, A. B. et al. Cost-Consequences Analysis Following Different Exercise Interventions in Institutionalized Oldest Old: A Pilot Study of a Randomized Clinical Trial. **The Journal of nutrition, health and aging**, [s. l.], v. 27, n. 11, p. 1091–1099, 2023.
- BERGMAN, H. et al. Frailty: an emerging research and clinical paradigm—issues and controversies. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], v. 62, n. 7, p. 731–737, 2007.
- BRADENBURG, A.; DUGAN, S. Effectiveness of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF) on Gait and Balance in Older Adults. [s. l.], 2019.
- BURNFIELD, M. Gait analysis: normal and pathological function. **Journal of Sports Science and Medicine**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 353, 2010.
- CADORE, E. L. et al. Effects of different exercise interventions on risk of falls, gait ability, and balance in physically frail older adults: a systematic review. **Rejuvenation research**, [s. l.], v. 16, n. 2, p. 105–114, 2013.
- CASAS-HERRERO, A.; IZQUIERDO, M. Physical exercise as an efficient intervention in frail elderly persons. In: ANALES DEL SISTEMA SANITARIO DE NAVARRA 2012, **Anais...** [s.l: s.n.]
- CAYCO, C. S.; GORGON, E. J. R.; LAZARO, R. T. Proprioceptive neuromuscular facilitation to improve motor outcomes in older adults with chronic stroke. **Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)**, [s. l.], v. 24, n. 1, p. 53–60, 2019.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age and ageing**, [s. l.], v. 48, n. 1, p. 16–31, 2019.
- DAVIS, D. H. J. et al. Impairments in mobility and balance in relation to frailty. **Archives of gerontology and geriatrics**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 79–83, 2011.
- FREIBERGER, E. et al. Long-term effects of three multicomponent exercise interventions on physical performance and fall-related psychological outcomes in community-dwelling older adults: a randomized controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 60, n. 3, p. 437–446, 2012.
- FRIED, L. P. et al. Frailty in older adults: evidence for a phenotype. **The**

Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences, [s. l.], v. 56, n. 3, p. M146–M157, 2001.

FRITZ, S.; LUSARDI, M. White paper: “walking speed: the sixth vital sign”. **Journal of geriatric physical therapy**, [s. l.], v. 32, n. 2, p. 2–5, 2009.

GARCIA-GARCIA, F. J. et al. The prevalence of frailty syndrome in an older population from Spain. The Toledo Study for Healthy Aging. **The journal of nutrition, health & aging**, [s. l.], v. 15, n. 10, p. 852–856, 2011.

GARCÍA, A. N. et al. Gait plasticity impairment as an early frailty biomarker. **Experimental gerontology**, [s. l.], v. 142, p. 111137, 2020.

GIELEN, E. et al. Sarcopenia, osteoporosis and frailty. **Metabolism**, [s. l.], p. 155638, 2023.

GOULART, F. et al. O movimento de passar de sentado para de pé em idosos. **Acta fisiátrica**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 138–143, 2003.

GUNNING, E.; USZYNSKI, M. K. The Effectiveness of the Proprioceptive Neuromuscular Facilitation Method on Gait Parameters in Patients with Stroke: A Systematic Review. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, [s. l.], 2018.

IZQUIERDO, M. et al. International exercise recommendations in older adults (ICFSR): expert consensus guidelines. **The journal of nutrition, health & aging**, [s. l.], v. 25, n. 7, p. 824–853, 2021.

JONES, G. D. et al. Identifying consistent biomechanical parameters across rising-to-walk subtasks to inform rehabilitation in practice: A systematic literature review. **Gait & Posture**, [s. l.], v. 83, p. 67–82, 2021.

KIM, H. K. et al. Effects of exercise and amino acid supplementation on body composition and physical function in community-dwelling elderly Japanese sarcopenic women: a randomized controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 60, n. 1, p. 16–23, 2012.

KOUTA, M.; SHINKODA, K.; SHIMIZU, M. E. Biomechanical analysis of the sit-to-walk series of motions frequently observed in daily living: effects of motion speed on elderly persons. **Journal of physical therapy science**, [s. l.], v. 19, n. 4, p. 267–271, 2007.

LATHAM, N. K. et al. A randomized, controlled trial of quadriceps resistance exercise and vitamin D in frail older people: the Frailty Interventions Trial in Elderly Subjects (FITNESS). **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 51, n. 3, p. 291–299, 2003.

LI, Y. et al. Effects of multicomponent exercise on the muscle strength, muscle endurance and balance of frail older adults: A meta-analysis of randomised controlled trials. **Journal of clinical nursing**, [s. l.], v. 32, n. 9–10, p. 1795–1805, 2023.

LORD, S. R. et al. Sit-to-stand performance depends on sensation, speed, balance, and psychological status in addition to strength in older people. **The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences**, [s. l.], v. 57, n. 8, p. M539–M543, 2002.

LORD, S. R. et al. The effect of group exercise on physical functioning and falls in frail older people living in retirement villages: a randomized, controlled trial. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 51, n. 12, p. 1685–1692, 2003.

MA, S.-Y.; KIM, H.-D. Effect of a PNF training program on functional assessment measures and gait parameters in healthy older adults. **The Journal of Korean Physical Therapy**, [s. l.], v. 22, n. 1, p. 39–45, 2010.

MARTINIKORENA, I. et al. Gait variability related to muscle quality and muscle power output in frail nonagenarian older adults. **Journal of the American Medical Directors Association**, [s. l.], v. 17, n. 2, p. 162–167, 2016.

MENDES, G. S. et al. Sarcopenia em idosos sedentários e sua relação com funcionalidade e marcadores inflamatórios (IL-6 e IL-10). **Geriatrics, Gerontology and Aging**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 23–28, 2016.

MILLINGTON, P. J.; MYKLEBUST, B. M.; SHAMBES, G. M. Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 73, n. 7, p. 609–617, 1992.

MORFIS, P.; GKARAVELI, M. Effects of aging on biomechanical gait parameters in the healthy elderly and the risk of falling. **Journal of Research & Practice on the Musculoskeletal System (JRPMS)**, [s. l.], v. 5, n. 2, 2021.

MORIE, M. et al. Habitual physical activity levels are associated with performance in measures of physical function and mobility in older men. **Journal of the American Geriatrics Society**, [s. l.], v. 58, n. 9, p. 1727–1733, 2010.

NGUYEN, P. T.; CHOU, L.-W.; HSIEH, Y.-L. Proprioceptive neuromuscular facilitation-based physical therapy on the improvement of balance and gait in patients with chronic stroke: A systematic review and meta-analysis. **Life**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 882, 2022.

PARVEEN, A.; PARVEEN, S.; NOOHU, M. M. Effect of concurrent and multi-component training on balance, fear of falling, and muscle strength in older adults: a review. **Sport Sciences for Health**, [s. l.], v. 19, n. 3, p. 733–742, 2023.

PEREZ-SOUSA, M. A. et al. Gait speed as a mediator of the effect of sarcopenia on dependency in activities of daily living. **Journal of cachexia, sarcopenia and muscle**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1009–1015, 2019.

RILEY, P. O.; KREBS, D. E.; POPAT, R. A. Biomechanical analysis of failed sit-to-stand. **IEEE Transactions on rehabilitation engineering**, [s. l.], v. 5, n. 4, p. 353–359, 1997.

ROBERTS, M.; MONGEON, D.; PRINCE, F. Biomechanical parameters for gait analysis: a systematic review of healthy human gait. **Phys. Ther. Rehabil**, [s. l.], v. 4, n. 6, 2017.

RODRÍGUEZ-MAÑAS, L. et al. Searching for an operational definition of frailty: a Delphi method based consensus statement. The frailty operative definition-consensus conference project. **Journals of gerontology series a: biomedical sciences and medical sciences**, [s. l.], v. 68, n. 1, p. 62–67, 2013.

RUBEGA, M. et al. Muscular and cortical activation during dynamic and static balance in the elderly: A scoping review. **Aging Brain**, [s. l.], v. 1, p. 100013, 2021.

SEO, K. C.; KIM, H. A. The effects of ramp gait exercise with PNF on stroke patients' dynamic balance. **Journal of physical therapy science**, [s. l.], v. 27, n. 6, p. 1747–1749, 2015.

SERRA-PRAT, M.; PALOMERA, E. Muscle Strength, Sarcopenia and Frailty Associations with Balance and Gait Parameters: A Cross-sectional Study. **Eur J Geriatr Gerontol**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 61–66, 2019.

SMEDES, F. et al. The proprioceptive neuromuscular facilitation-concept; the state of the evidence, a narrative review. **Physical Therapy Reviews**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 17–31, 2016.

SMEDES, F.; DA SILVA, L. G. Motor learning with the PNF-concept, an

alternative to constrained induced movement therapy in a patient after a stroke; a case report. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, [s. l.], v. 23, n. 3, p. 622–627, 2019.

STEINER, W. A. et al. Use of the ICF model as a clinical problem-solving tool in physical therapy and rehabilitation medicine. **Physical therapy**, [s. l.], v. 82, n. 11, p. 1098–1107, 2002.

STUDENSKI, S. et al. Gait speed and survival in older adults. **Jama**, [s. l.], v. 305, n. 1, p. 50–58, 2011.

THEOU, O. et al. Daily muscle activity and quiescence in non-frail, pre-frail, and frail older women. **Experimental gerontology**, [s. l.], v. 45, n. 12, p. 909–917, 2010.

TROST, W. et al. Functional brain changes in sarcopenia: evidence for differential central neural mechanisms in dynapenic older women. **Aging Clinical and Experimental Research**, [s. l.], v. 35, n. 5, p. 1015–1025, 2023.

VAN DER KRUK, E. et al. Compensation due to age-related decline in sit-to-stand and sit-to-walk. **Journal of biomechanics**, [s. l.], v. 122, p. 110411, 2021.

VASHISTA, V.; KHAN, M.; AGRAWAL, S. K. A novel approach to apply gait synchronized external forces on the pelvis using A-TPAD to reduce walking effort. **IEEE robotics and automation letters**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 1118–1124, 2016.

VIEIRA, E. et al. Balance and gait of frail, pre-frail, and robust older Hispanics. **Geriatrics**, [s. l.], v. 3, n. 3, p. 42, 2018.

WASHABAUGH, E. P.; KRISHNAN, C. A wearable resistive robot facilitates locomotor adaptations during gait. **Restorative neurology and neuroscience**, [s. l.], v. 36, n. 2, p. 215–223, 2018.

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

WINTER, D. A. et al. Biomechanical walking pattern changes in the fit and healthy elderly. **Physical therapy**, [s. l.], v. 70, n. 6, p. 340–347, 1990.

YAMADA, M. et al. Community-based exercise program is cost-effective by preventing care and disability in Japanese frail older adults. **Journal of the American Medical Directors Association**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 507–511, 2012.

ZWICK, D. et al. Evaluation and treatment of balance in the elderly: a review of the efficacy of the Berg Balance Test and Tai Chi Quan. **NeuroRehabilitation**, [s. l.], v. 15, n. 1, p. 49–56, 2000.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente Tese de Doutorado, com título: “Efeitos de um Programa de Exercícios Funcionais Baseados no Conceito Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva em Idosos Frágeis e Pré-Frágeis: Estudo Piloto de um Ensaio Clínico Randomizado”, teve por objetivo principal investigar os efeitos da intervenção com o Conceito PNF durante o senta-levanta e marcha na capacidade funcional de idosos frágeis e pré-frágeis.

Os resultados encontrados, através de uma análise “por intenção de tratar”, são coerentes com os objetivos e hipóteses traçados no projeto da pesquisa. Os achados deste estudo nos mostram que a intervenção proposta com o Conceito PNF apresenta bons resultados na população pesquisada, principalmente no que diz respeito à melhora da **velocidade da marcha**, à habilidade na tarefa **senta-levanta**, bem como na bateria de testes **SPPB**, quando comparados à um grupo controle que realizou as mesmas atividades, porém somente sob supervisão do terapeuta. Além destes resultados, é interessante observar que, apesar de nenhuma intervenção realizada em membros superiores dos sujeitos, o grupo intervenção não apresentou a mesma perda de força de preensão manual que a apresentada no grupo controle.

A respeito das limitações deste estudo, encaramos as barreiras criadas pela restrição sanitária causada pela pandemia COVID-19 e suas consequências clínicas nos sujeitos da pesquisa, lidamos com o desastre natural causado pelas chuvas intensas e a histórica inundação da cidade de Porto Alegre. Ambas ocorrências limitaram a nossa capacidade de recrutar sujeitos para o estudo e finalizar as intervenções iniciadas.

Sugerimos que, a fim de encorpar os dados coletados, a presente pesquisa tenha sequencia, buscando aumentar a amostra em, por volta de 30%, para assim, confirmar os resultados encontrados. Percebemos dessa maneira que, **os resultados encontrados neste estudo-piloto**, confirmam que o protocolo de intervenção proposto com o Conceito PNF é eficaz para a melhora da velocidade da marcha, senta-levanta e SPPB em idosos frágeis e pré-frágeis.

ANEXO 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar desta pesquisa que denomina-se **“EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FUNCIONAIS BASEADOS NO CONCEITO FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA EM IDOSOS FRÁGEIS E PRÉ-FRÁGEIS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”**, vinculada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. O pesquisador responsável por esta pesquisa é Eduardo Lusa Cadore, sendo o objetivo desta pesquisa é comparar as respostas da associação de treino de força e marcha resistida utilizando o Conceito PNF com os exercícios sem as intervenções manuais.

A sua colaboração consistirá em realizar avaliações de força e de atividades funcionais(marcha e equilíbrio), antes e após o período de treinamento. Dois grupos irão compor o estudo: grupo de treinamento com o Conceito PNF, no qual serão realizados exercícios facilitados com as mão do terapeuta, e grupo controle, que realizará os mesmos exercícios, mas sem as intervenções manuais. Sua alocação no grupo será realizada a partir de uma randomização(sorteio). Cada intervenção terá duração de 30 minutos, acontecerá duas vezes por semana, com pelo menos 48 horas de intervalo entre as sessões de treinamento, durante o período de 4 semanas, totalizando assim 8 encontros em seu próprio domicílio.

Está previsto o custeio de eventuais deslocamentos para a execução da pesquisa. Este valor é de responsabilidade do pesquisador e será fornecido aos participantes sempre que necessário.

Você deve estar ciente que não poderá mais fazer parte do projeto caso não participar de pelo menos 2 sessões de treinamento ou apresente mais do que duas faltas consecutivas. Como risco, durante a realização do exercício você poderá sentir algum desconforto ou dor muscular tardia devido à intensidade do exercício físico, cansaço posteriormente, assim como possibilidade de lesões musculares durante o período de testes e treinamento. No entanto, você poderá interromper os testes e o treinamento a qualquer momento, ao seu critério.

Como benefício você terá os resultados de todos os testes que realizar durante o estudo, como valores de força máxima e testes funcionais. Estes dados poderão ser utilizados para subsidiar um treinamento físico futuro além de

servir como indicador do estado de saúde. Além disso, você será beneficiado através das adaptações fisiológicas proporcionadas pelo treinamento, assim como, espera-se sensibilizá-lo com relação à importância da prática de atividades físicas regulares com o acompanhamento Profissional. Os dados do estudo serão utilizados na produção da pesquisa e também na produção de artigos científicos. Os nomes dos participantes da pesquisa serão preservados, assim como informações que possam revelar a identificação da/o participante. A participação nesse estudo é voluntária, portanto não envolve custos aos participantes.

Por se tratar de intervenção domiciliar que envolve contato físico e supervisão dos pesquisadores, serão adotadas as seguintes ações para a prevenção da disseminação COVID-19:

- Esquema de vacinação completo dos pesquisadores que realizarão as avaliações e intervenções;
- Calçados utilizados pelos pesquisadores serão deixados na área externa da sua residência;
- Utilização de pro-pés pelos pesquisadores durante as intervenções domiciliares;
- Higienização das mãos antes e após as intervenções com sabão neutro e álcool gel 70%;
- Utilização de luvas descartáveis de látex pelos pesquisadores durante as avaliações e intervenções;
- Utilização de jaleco descartável, que será descartado em local apropriado após a intervenção;
- Utilização de máscara N-95 durante a intervenção.

Caso sejam identificados sintomas gripais durante a execução da pesquisa, a intervenção será interrompida e o sujeito orientado a buscar cuidados médicos.

Caso você decida não participar ou quiser desistir de continuar em qualquer momento, tem absoluta liberdade de fazê-lo. A sua participação não traz complicações legais. Você não será penalizado de nenhuma maneira caso decida não consentir sua participação, ou desistir da mesma. Contudo, ela é muito importante para a execução da pesquisa.

Os procedimentos deste estudo obedecem aos Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos conforme a Resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os procedimentos usados oferecem um risco mínimo a você como mencionado anteriormente. Caso algum evento ocorra durante a realização dos procedimentos, a responsabilidade por toda e qualquer assistência que se julgar necessária ao participante é do pesquisador responsável, apresentando este, compromisso de propiciar assistência a eventuais danos materiais e imateriais, decorrentes da participação na pesquisa. Se você sofrer qualquer tipo de dano maior previsto ou não resultante de sua participação no estudo, além do direito à assistência imediata, integral e gratuita, você tem direito à indenização, conforme itens III.2.0,IV.4.c, V.3, V.5 e V.6 da Resolução CNS 466/12.

Os dados confidenciais da pesquisa serão guardados em local seguro, no Laboratório de Pesquisa do Exercício a qual a(o) pesquisadora(o) faz parte, por um prazo de 5 anos. Após esse prazo, tais documentos passarão por um processo de reciclagem. Caso houver dúvidas em relação a esta pesquisa, entre em contato com o(a)(s) pesquisador(a)(s) responsável(is), através dos telefones (51) 33085853 ou (51) 991193651, email: edcadore@yahoo.com.br.

Em caso de dúvida quanto à condução ética deste estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (telefone: 33083738). O Comitê de Ética é a instância que tem por objetivo defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos

O projeto foi avaliado pelo CEP-UFRGS, órgão colegiado, de caráter consultivo, deliberativo e educativo, cuja finalidade é avaliar – emitir parecer e acompanhar os projetos de pesquisa envolvendo seres humanos, em seus aspectos éticos e metodológicos, realizados no âmbito da instituição. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP UFRGS: Av. Paulo Gama, 110, Sala 311, Prédio Anexo I da Reitoria - Campus Centro, Porto Alegre/RS - CEP: 90040-060. Fone: +55 51 3308 3787 E-mail: etica@propesq.ufrgs.br Horário de Funcionamento: de segunda a sexta, das 08:00 às 12:00 e das 13:30 às 17:30h.

Solicitamos o seu consentimento de forma livre e esclarecida para participar desta pesquisa, em duas vias, uma para você e uma para o pesquisador.

CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIMENTO

Tendo em vista os itens acima apresentados eu,

_____,'
de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa **“EFEITOS DE UM PROGRAMA DE EXERCÍCIOS FUNCIONAIS RESISTIDOS BASEADOS NO CONCEITO FACILITAÇÃO NEUROMUSCULAR PROPRIOCEPTIVA EM IDOSOS FRÁGEIS E PRÉ-FRÁGEIS: UM ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO”**

Assinatura do Participante da Pesquisa _____

Pesquisador(a): _____

Orientador(a): _____

Local e data: _____ / ____ / ____

