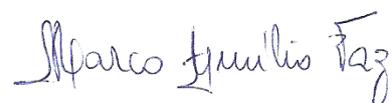


**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Michele Zini dos Santos

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DOMICILIAR DE ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA
NEUROMUSCULAR SOBRE A CAPACIDADE FUNCIONAL, QUALIDADE DE
VIDA, INIBIÇÃO MUSCULAR E TORQUE DE IDOSAS COM OSTEOARTRITE DE
JOELHO**



PORTO ALEGRE

2012

Michele Zini dos Santos

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DOMICILIAR DE ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA
NEUROMUSCULAR SOBRE A CAPACIDADE FUNCIONAL, QUALIDADE DE
VIDA, INIBIÇÃO MUSCULAR E TORQUE DE IDOSAS COM OSTEOARTRITE DE
JOELHO**

Monografia apresentada à Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como pré-requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Vaz

PORTO ALEGRE

2012

Michele Zini dos Santos

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DOMICILIAR DE ESTIMULAÇÃO ELÉTRICA
NEUROMUSCULAR SOBRE A CAPACIDADE FUNCIONAL, QUALIDADE DE
VIDA, INIBIÇÃO MUSCULAR E TORQUE DE IDOSAS COM OSTEOARTRITE DE
JOELHO**

Conceito final:

Aprovado em.....de.....de.....

AGRADECIMENTOS

Existiram algumas pessoas que me ajudaram a realizar mais esta etapa de minha vida. Primeiramente gostaria de agradecer aos meus pais, Zerlindo e Mariza Santos, por terem me ajudado e me apoiado, com todas as suas forças, a estudar na UFRGS; sem eles nada disso seria possível. Muito obrigada do fundo do meu coração.

Ao meu namorado Fernando Venero pelos seus conselhos e pela ajuda que sem os quais eu não teria vencido esta etapa tão importante da minha graduação. Muito obrigada, te amo.

Ao Grupo de Pesquisa em Biomecânica e Cinesiologia, em especial ao Prof. Ms. Matias Fröhlich, Profa. Ms. Mônica Melo, Profa. Natália Goulart e a Lúcia Borges que disponibilizaram seu tempo para construir junto comigo este trabalho. A eles meu profundo e sincero agradecimento.

Agradeço muito aos professores do curso de Educação Física, com os quais tive aulas, por sua sabedoria, competência em nos ensinar e passar suas experiências de vida, pois estes se tornaram um exemplo de idoneidade fazendo com que eu queira seguir seus passos. Muito obrigada por tudo.

Por fim, gostaria de agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Marco Aurélio Vaz, por ter me acolhido em seu grupo de pesquisa. Quando mais precisei, foi este que me guiou às escolhas corretas e me fez acreditar que um bom professor se constrói por mérito. Professor, muito obrigada.

“O período de maior ganho de conhecimento e experiência é o período mais difícil da vida de alguém.”

Dalai Lama

RESUMO

INTRODUÇÃO: A qualidade de vida (QV) do idoso está diretamente relacionada com a capacidade funcional (CF) que este tem para realizar as atividades do cotidiano de forma autônoma. Doenças crônico-degenerativas comuns ao envelhecimento como a osteoartrite (OA) podem interferir na autonomia destes indivíduos. Na velhice, além da sarcopenia muscular, pessoas com OA demonstram uma inibição na ativação do músculo quadríceps. Dentre as intervenções existentes, a estimulação elétrica neuromuscular (EEN) vem sendo usada como um método eficiente para minimizar os efeitos deletérios dessa doença. **OBJETIVO:** Avaliar a CF, QV, o torque (T) e a inibição muscular (IM) de idosas antes (PRE) e imediatamente após (POS) a realização de um programa domiciliar de treinamento de 12 semanas com EEN. **METODOLOGIA:** A amostra contou com 8 idosas ($64,12 \pm 8,06$ anos, $79 \pm 16,24$ kg e $1,62 \pm 0,08$ m) com OA no joelho, as quais foram submetidas a um programa progressivo de EEN realizado em domicílio. A intensidade do estímulo elétrico gerado pelo estimulador portátil foi sempre a máxima tolerada pelas participantes. O programa de EEN foi acompanhado à distância pelos pesquisadores. A CF foi avaliada por meio do teste Time Up and Go (TUG). A QV foi avaliada por meio do Questionário Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC), o qual é dividido em 3 seções: seção A é referente à dor, seção B à rigidez articular e a seção C à incapacidade física. O T foi avaliado a 90° por meio de um dinamômetro Biodex e a IM foi avaliada com o auxílio do dinamômetro e de um estimulador elétrico tipo Grass, respectivamente. **RESULTADOS:** Houve um aumento da CF do momento PRE-EEN para o POS (TUG $12,27 \pm 2,94$ s para $10,50 \pm 2,41$ s; $p = 0,017$). Em relação à QV, não houve melhora da dor (PRE = $2,35 \pm 0,56$; POS = $1,85 \pm 1,16$; $p = 0,117$) e da rigidez (PRE = $2,56 \pm 1,27$; POS = $2,19 \pm 0,80$; $p = 0,222$), mas houve melhora da incapacidade física (PRE = $2,47 \pm 0,81$; POS = $1,64 \pm 0,88$; $p = 0,049$). Houve redução da IM (PRE = $19 \pm 9\%$ da CVM; POS = $11 \pm 5\%$ da CVM; $p = 0,025$), mas não houve aumento do T (PRE = $0,95 \pm 0,25$ Nm/Kg; POS = $0,96 \pm 0,33$ Nm/Kg; $p = 0,880$) com a EEN. **CONCLUSÃO:** A melhora parcial (melhora da CF, redução da IM e da incapacidade física) produzida pelo programa domiciliar de treinamento com EEN sugere que essa técnica pode ser utilizada para minimizar os efeitos deletérios da OA de joelho em idosas quando essas são submetidas a um programa de 12 semanas de treinamento.

PALAVRAS CHAVE: estimulação elétrica neuromuscular, osteoartrite, inibição muscular, torque, idoso.

ABSTRACT

INTRODUCTION: The elderly quality of life (QOL) is directly related to the functional capacity (FC) that they have to perform everyday tasks autonomously. Chronic degenerative diseases common to aging such as osteoarthritis (OA) can interfere with the autonomy of these individuals. In old age, in addition to sarcopenia, people with OA demonstrate an inhibition in the activation of the quadriceps muscle. Among existing interventions, neuromuscular electrical stimulation (NMES) has been used as an efficient method to minimize the deleterious effects of this disease. **PURPOSE:** To evaluate the FC, QOL, torque (T) and muscle inhibition (MI) in elderly women before (PRE) and immediately after (POST) a 12-weeks domiciliary NMES training program. **METHODS:** The sample consisted of 8 elderly women (64.12 ± 8.06 years, 79 ± 16.24 kg and 1.62 ± 0.08 m) with knee OA that underwent a progressive home-based NMES program. The electrical stimulus intensity generated by the portable stimulator was always the maximum tolerated by participants. The NMES program was followed at a distance by the researchers. The FC was evaluated by the Timed Up and Go (TUG) test. QOL was assessed using the Western Ontario and McMaster Universities Questionnaire (WOMAC), which is divided into 3 sections: section A is related to pain, section B to joint stiffness and section C to physical disability. Knee extensor T was evaluated at 90° by means of a Biodex dynamometer and MI was assessed using a Grass type electrical stimulator, respectively. **RESULTS:** There was an increase in the FC from PRE-NMES to POST-NMES (TUG 12.27 ± 2.94 s to 10.50 ± 2.41 s, $p = 0.017$). Regarding QOL, there was no improvement in pain (PRE = 2.35 ± 0.56 ; POST = 1.85 ± 1.16 , $p = 0.117$) and joint stiffness (PRE = 2.56 ± 1.27 ; POST = 2.19 ± 0.80 , $p = 0.222$), but there was improvement in physical disability (PRE = 2.47 ± 0.81 ; POST = 1.64 ± 0.88 , $p = 0.049$). There was a reduction in MI (PRE = $19 \pm 9\%$; POST = $11 \pm 5\%$, $p = 0.025$), but T did not increase (PRE = 0.95 ± 0.25 Nm / kg; POST = 0.96 ± 0.33 Nm / Kg, $p = 0.880$) with NMES. **CONCLUSION:** The partial improvement (improvement in FC, reduced disability and IM) produced by the NMES home training program suggests that this technique can be used to minimize the deleterious effects of knee OA in elderly women when these are subjected to a 12-weeks training program.

KEYWORDS: neuromuscular electrical stimulation, osteoarthritis, muscle inhibition, torque, elderly.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVO GERAL	11
2.1 Objetivos específicos.....	11
3. HIPÓTESES.....	11
4. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4.1 Envelhecimento	12
4.2 Autonomia na senescência	13
4.3 Osteoartrite (OA)	14
4.4 Tratamentos para a osteoartrite.....	17
5. MATERIAIS E MÉTODOS	19
5.1 Cálculo amostral	Erro! Indicador não definido.
5.2 Aspectos éticos.....	19
5.3 Critérios de exclusão	19
5.4 Perda amostral	Erro! Indicador não definido.
5.5 Amostra.....	19
5.6 Protocolos das avaliações	19
5.7 Antropometria	20
5.8 Capacidade funcional: teste Time Up-and-Go	20
5.9. Nível de atividade física: Questionário IPAQ	21
5.10 Qualidade de vida: Questionário WOMAC.....	22
5.11 Inibição muscular.....	22
5.12. Propriedades mecânicas do quadríceps	24
5.13. Programa de Estimulação Elétrica Neuromuscular Domiciliar	24
7. RESULTADOS	27
8. DISCUSSÃO	30
9. LIMITAÇÕES DO ESTUDO	33
10. PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O ESTUDO	33
11. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
Referências Bibliográficas.....	35
ANEXOS	43

1. INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional, ocasionado pela queda da fecundidade e aumento da longevidade está acarretando um aumento da população brasileira com mais de 65 anos de idade¹. Este é um fenômeno mundial que vem acontecendo nos últimos anos de forma lenta e gradual nos países desenvolvidos. Já nos países em desenvolvimento, tal processo tem ocorrido de maneira mais abrupta e não é acompanhado pelas melhorias das condições de vida². De acordo com o IBGE¹, a população idosa há dez anos, representava 8% do total da população brasileira. Nos dias de hoje essa população com idade acima de 60 anos é de 12%, ou seja, 18 milhões de pessoas. Em duas décadas a população idosa será maior que a população ativa entre 20 e 29 anos. Por esta razão, deve-se ter um maior cuidado com essa população e conhecer o processo de envelhecimento para que as doenças que acompanham a idade avançada não se manifestem ou então sejam menos severas³.

O conceito de saúde do idoso está relacionado com sua capacidade funcional, ou seja, a possibilidade de cuidar de si mesmo, de determinar e executar atividades da vida cotidiana, com autonomia e independência, mesmo apresentando morbidades⁴. Nessa perspectiva, o bem-estar na velhice ou saúde está relacionado ao resultado de uma interação entre várias dimensões, que compreendem saúde física, psicossocial, suporte familiar e independência econômica⁵. Assim, mesmo que os idosos apresentem uma ou mais doenças crônicas, se mantiverem essas enfermidades controladas por meio de tratamentos adequados, conseguirão manter sua autonomia, mantendo-se integrados socialmente⁶. Contudo, o envelhecimento populacional gera gastos em medicamentos, consultas médicas extras, exames adicionais e maior número de hospitalizações. Além disso, se as doenças crônicas não forem devidamente tratadas e acompanhadas ao longo dos anos, tendem a apresentar complicações e sequelas que, por fim, comprometem a capacidade funcional e a autonomia do idoso.

As deficiências musculoesqueléticas e articulares estão entre os problemas de saúde mais prevalentes e sintomáticos no envelhecimento⁷. A diminuição do desempenho motor por fraqueza muscular, presença de algias ou encurtamentos

musculares, podem gerar limitações e dificuldades na realização das atividades de vida diária e/ou atividades instrumentais de vida diária⁸. A maior parte dos indivíduos acima dos 60 anos apresenta algum tipo de dificuldade ao realizar tarefas do cotidiano⁹.

Dentre as doenças crônicas e degenerativas associadas ao envelhecimento, a osteoartrite (OA) é a forma mais prevalente de artrite¹⁰. Essa doença causa um grau elevado de morbidade em idosos, presente em 35% dos joelhos de pessoas com trinta anos de idade ou mais e afeta quase todos os indivíduos a partir dos cinquenta anos¹¹. A OA, quando não tratada adequadamente, pode causar diminuição da capacidade funcional e redução da qualidade de vida, podendo, assim, diminuir a independência do idoso.

Para o tratamento desta doença existem métodos não-farmacológicos (como exercícios físicos e mudanças no estilo de vida), farmacológicos (como o uso de drogas anti-inflamatórias e analgésicas), intervenções invasivas (como injeções intra-articulares) e, por fim, algumas modalidades de terapias (como crioterapia e a termoterapia)¹². Porém, nenhum desses métodos é capaz de diminuir a progressão da OA¹³, uma vez que esta doença está associada à muitos fatores limitantes, sendo a fraqueza do músculo quadríceps, principal músculo estabilizador da articulação do joelho, um fator importante para o surgimento e progressão da OA¹⁴.

Desta forma, alguns métodos vêm sendo estudados a fim de complementar aqueles já existentes, e um dos mais recentes é a estimulação elétrica neuromuscular (EEN) artificial. Este método pode ser usado em qualquer pessoa afetada ou não pela doença; porém, quando usada em pessoas com OA na articulação do joelho, tem sido demonstrado grande eficiência para o incremento da força do músculo quadríceps¹⁵. Algumas pessoas com OA apresentam uma inibição do músculo quadríceps, demonstrando uma grande deficiência em ativar de forma voluntária esse músculo¹⁶. Dessa forma, os músculos extensores do joelho apresentam menor capacidade de produção de torque isométrico e dinâmico em idosos com OA¹⁷. Portanto, este tratamento pode ser bastante eficaz no tratamento da IM em indivíduos com problemas nessa articulação. O objetivo do presente estudo foi avaliar a capacidade funcional, a qualidade de vida, a inibição muscular e o torque dos músculos extensores de joelho em mulheres idosas com OA no joelho que participaram de um programa domiciliar de EEN.

2. OBJETIVO GERAL

Avaliar a capacidade funcional, a qualidade de vida, a inibição muscular e o torque dos extensores de joelho em mulheres idosas (acima de 65 anos) com OA no joelho que participaram de um programa domiciliar de 12 semanas de EEN.

2.1 Objetivos específicos

2.1.1 Avaliar a dor, a rigidez e a incapacidade física em idosas com OA de joelho em dois momentos: período pré-treino e período pós-treino;

2.1.2 Avaliar a capacidade funcional de idosas com OA de joelho em dois momentos: período pré-treino e período pós-treino;

2.1.3 Avaliar a inibição muscular de idosas com OA de joelho em dois momentos: período pré-treino e período pós-treino;

2.1.4 Avaliar o torque dos músculos extensores do joelho a 90° de idosas com OA de joelho em dois momentos: período pré-treino e período pós-treino.

3. HIPÓTESES

3.1.1 Haverá uma diminuição no valor de escore da dor, da rigidez e da incapacidade física após o período de treinamento;

3.1.2 Haverá uma diminuição no tempo da realização do teste funcional após o período de treinamento;

3.1.3 Haverá uma diminuição da inibição muscular após o período de treinamento;

3.1.4 Haverá um aumento do torque dos músculos extensores do joelho após o período de treinamento.

4. REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Envelhecimento

O envelhecimento é um processo complexo, multifatorial e irreversível que ocorre em todos os níveis celulares do organismo, sendo que cada tecido apresenta suas particularidades¹⁸. Assim, cada indivíduo responde de forma única ao avanço da senilidade. De acordo com Nocelli¹⁹, o envelhecimento é o resultado da danificação de moléculas, células e tecidos, os quais gradativamente perdem a capacidade de se adaptar ou de reparar um dano. Para Mota²⁰ este processo natural do ser humano tem como declínio as funções fisiológicas do corpo, perda da funcionalidade com o avanço da idade, aumento da incidência de doenças e elevação da probabilidade da morte.

Este processo proporciona para o organismo uma diminuição do desempenho físico, limitando a interação do homem com o meio ambiente²¹. Os mecanismos naturais do próprio envelhecimento fazem com que os indivíduos diminuam sua aptidão e o seu desempenho físico, tornando as pessoas idosas mais inativas. Contudo, Barbanti et al²² ressaltam que as alterações mais importantes resultam da inatividade física mais do que o processo de envelhecimento.

Com o avanço da idade e a inatividade surgem problemas relacionados à saúde dos indivíduos, como, por exemplo, queda na densidade mineral óssea, osteoporose, diminuição da capacidade de produção de força, perda da massa muscular através da sarcopenia, e por consequência, maior risco de lesões²³. Durante o passar dos anos, a perda de força muscular varia 1-3% por ano nos extensores e flexores do joelho e do cotovelo. Como exemplo, pode ser citado o vasto lateral que tem a redução de 1% ao ano no número de fibras musculares²⁴. A degeneração dos elementos neurais, as variações na proporção dos diferentes tipos de unidades motoras e alterações na propriedade de cada unidade motora são, também, alterações proporcionadas pelo envelhecimento²⁵.

Assim, Deschenes²⁶ comenta que o decréscimo no número de fibras musculares é a principal causa de sarcopenia, embora a atrofia da fibra, particularmente do tipo II, também esteja envolvida. A função muscular quando diminuída, afeta significativamente a qualidade de vida dos idosos, levando essas

peças a terem uma maior dificuldade para a realização das atividades cotidianas e, muitas vezes, tornando-os dependentes do auxílio de outras pessoas⁸.

4.2 Autonomia na senescência

A autonomia de uma pessoa, definida por sua capacidade de fazer suas tarefas cotidianas de maneira independente, é de extrema importância no decorrer do envelhecimento, para que ocorra um melhor desempenho nas atividades de vida diária²⁷. A qualidade de vida do idoso é um fator multidimensional onde os aspectos da capacidade física e funcional estão envolvidos²⁸. Ela ainda é considerada muito subjetiva, mas é de extrema importância que o indivíduo chegando num estado senil tenha uma boa qualidade de vida²⁹. A qualidade de vida está diretamente relacionada com o nível de atividade física realizada no cotidiano e a consequente manutenção ou ganho de autonomia³⁰. Segundo Montorio apud Pérez e Yanguas et al³¹, existem alguns fatores que antecedem as situações de dependência do idoso: (1) a fragilidade física, que é a deterioração de sistemas biológicos do organismo que provoca a diminuição da força, da mobilidade, e do equilíbrio, sendo estes associados à redução das atividades instrumentais de vida diária; (2) as enfermidades crônicas que se dão no idoso, como a osteoartrite; e (3) a utilização de medicamentos, o que tende a aumentar a dependência física e comportamental. A perda de funcionalidade e a consequente dependência podem acarretar também problemas psicológicos e emocionais, comprometendo a qualidade de vida do idoso³².

A capacidade funcional é um fator determinante na análise dos efeitos do envelhecimento, e este processo reflete mais do que a idade cronológica do indivíduo³³. Esta se refere à potencialidade para desempenhar as atividades de vida diária ou de realizar determinado ato sem necessidade de ajuda, imprescindíveis para proporcionar uma melhor qualidade de vida³⁴.

Spiriduso apud Matsudo³⁵ faz uma classificação da capacidade funcional de idosos: os fisicamente dependentes, que são pessoas que não podem executar as atividades básicas de vida diária e que dependem de outras pessoas para suprir as necessidades diárias; os fisicamente frágeis, que conseguem executar as atividades básicas de vida diária, mas não todas as atividades instrumentais de vida diária; os fisicamente independentes, mas sedentários, os quais realizam todas as atividades

de vida diária, mas que se encontram em um limiar baixo da capacidade funcional e estão sujeitos a perder o funcionamento independente. Estes correspondem a 70% da população idosa. Os fisicamente ativos, que se exercitam regularmente várias vezes na semana, têm a capacidade funcional acima da média e aparentam ter menos idade. Estes correspondem a 5% da população idosa. Os atletas de elite, que treinam e competem regularmente e são completamente independentes, correspondem também a 5% desta população.

Por estas razões, a avaliação da capacidade funcional dos idosos é fundamental para determinar o risco de dependência futura, complicação ou instauração das doenças crônicas, probabilidade de quedas e índices de morbidade e mortalidade³⁶. Com a instalação de doenças crônicas degenerativas como a OA, os idosos podem se encaixar na classificação de Spirduso apud Matsudo³⁵ nos fisicamente independentes, mas com o limiar de capacidade funcional baixo, por que essa doença diminui os aspectos físicos da qualidade de vida, enquanto os idosos mantêm a realização das atividades físicas cotidianas³⁷.

Se o nível de atividade física diária realizada na velhice é afetado, o idoso se tornará mais sedentário, acelerando o decréscimo da capacidade funcional. Isto leva à dependência para realizar as atividades de vida diária, podendo afetar de forma negativa a qualidade de vida no decorrer da senilidade³⁸. Considerando que os estudos evidenciam que o envelhecimento proporciona um aumento na incidência e na prevalência de OA, principalmente em mulheres³⁹, a potencial incapacidade funcional resultante desta patologia pode afetar a qualidade de vida das pessoas afetadas por essa doença⁴⁰. Para Andreotti e Okuma⁴¹, os testes para avaliar a capacidade funcional de idosos fisicamente independentes devem focar, predominantemente, as atividades de vida diária de locomoção, visto que são realizadas com maior frequência e são as de maior dificuldade de desempenho. Assim, em decorrência das alterações que a OA ocasiona nos pacientes, estes reduzem consideravelmente a atividade física, com conseqüente piora da qualidade de vida⁴².

4.3 Osteoartrite (OA)

A relação que a idade avançada tem com o aparecimento da OA pode ser explicada pelos efeitos da senescência na replicação dos condrócitos *in vivo*⁴³. O

envelhecimento e a degeneração da cartilagem na OA são processos distintos; todavia, há uma forte associação entre a idade, a incidência e a prevalência dessa doença⁴⁴, ao contrário do que se achava anteriormente de que a OA se dava somente por causa das adaptações na velhice.

A OA, dentre as doenças crônicas e degenerativas associadas à velhice, está presente em 50% dos idosos com mais de 65 anos e em 80% de idosos acima de 75 anos⁴⁵. As articulações do joelho, quadril, falanges intermediárias e ossos do carpo (punho) são as regiões mais acometidas pela doença que tem maior incidência e alto impacto na saúde em mulheres de meia-idade e idosas⁴⁶.

Contudo, esta doença, por estar associada às adaptações específicas que o envelhecimento trás consigo, pode proporcionar uma queda ainda maior da qualidade de vida do idoso. Neste sentido, a articulação do joelho, quando afetada pela OA, prejudica a execução das atividades cotidianas como sentar e levantar, subir e descer escadas⁴⁷.

Em joelhos acometidos por lesão, o enfraquecimento da musculatura tem sido atribuído a uma incapacidade de ativação voluntária de parte das fibras que compõe a musculatura periarticular, também chamada de inibição¹⁶. Esta inibição já foi apontada em alguns estudos como fator precursor da OA, sendo esta causada por uma alteração na descarga dos receptores sensoriais em torno da articulação lesionada⁴⁸. Assim, indivíduos com OA de joelho tem uma redução da ativação voluntária do quadríceps, quando comparados com sujeitos controle saudáveis⁴⁹.

Em um dos poucos estudos que avaliou o torque de extensores de joelho em indivíduos com OA, observou-se uma diminuição de 30% da força muscular máxima e uma diminuição na espessura do músculo vasto lateral de 10% no lado acometido em comparação ao lado saudável⁵⁰.

O tecido ósseo, sendo um sistema orgânico em constante remodelação, é igualmente afetado pela senescência. Nas duas primeiras décadas de vida, predomina a formação, ocorrendo um incremento progressivo da massa óssea, atingindo o homem sua maior massa óssea em torno dos 35 anos⁵¹. O processo de remodelação óssea, o qual consiste na reabsorção e formação do tecido, é muito importante para a manutenção de toda a massa óssea, demorando até quatro meses para totalizar seu processo⁵². Com a idade avançada esse processo passa a ser negativo, ou seja, a reabsorção supera a formação do tecido reduzindo sua massa total atingindo as mulheres com maior frequência⁵³.

Com redução na capacidade de produção de força, ocorre uma diminuição na absorção de impactos e o aumento da frequência desse impacto em articulações como o joelho. Em função disso, a densidade mineral óssea aumenta naquela região, provocando o surgimento de estruturas chamadas osteófitos⁵⁴. Estas estruturas estão presentes a partir do grau II de OA⁵⁵. Na articulação do joelho, quando afetada pela OA, o tecido ósseo subcondral aumenta sua espessura, resultando em um estreitamento do espaço articular, além da geração de ossículos periarticulares⁵⁴ que podem alterar a biomecânica articular. Este processo pode resultar em mudanças no padrão de caminhada, estando associado à diminuição da força no membro afetado, sobrecarregando o membro contralateral²⁵. Estes fatores contribuem para a progressão da doença, diminuindo a mobilidade desses indivíduos e dificultando a realização dos afazeres cotidianos.

Além disso, sabe-se que o equilíbrio postural depende da propriocepção e da habilidade de controlar o centro da gravidade corporal dentro da base de suporte (entre os pés). Pessoas com OA não possuem uma função neuromuscular adequada para responder às perturbações do equilíbrio postural geradas durante a execução de tarefas funcionais⁵⁶. Os idosos mais susceptíveis a quedas são aqueles que apresentam alguma enfermidade, especialmente as que levam as alterações da mobilidade, equilíbrio e controle postural, sendo a ocorrência de quedas diretamente proporcional ao grau de incapacidade funcional⁵⁷. Um declínio dessa capacidade proprioceptiva em sujeitos com OA tem sido relatado⁵⁸.

Existem condições para que a OA se manifeste que não somente o envelhecimento⁵⁹. Ainda não estão claras quais condições que levam à OA, mas sabe-se que ela pode acometer tantos indivíduos jovens quanto indivíduos mais velhos⁶⁰. As condições externas e internas geradas na cartilagem é que vão predispor a articulação a ter a doença, e incluem a obesidade, traumas, as deformações anormais, estímulos mecânicos-eletroquímicos anormais e remodelagem da própria cartilagem pelos condrócitos⁶¹⁻⁶². A doença evidencia uma piora na integridade da articulação tendo como o desgaste da cartilagem a principal evidência radiográfica, na qual, dentre as articulações de sustentação de peso, o joelho é o mais frequentemente afetado⁶³. Assim, a dor, a rigidez e a crepitação óssea no momento da movimentação da articulação corroboram para um diagnóstico clínico mais eficaz^{54,55,63}.

Já o tecido cartilaginoso possibilita o movimento articular com pouca fricção, e amortece e dissipa forças recebidas, sendo que este tecido não possui inervação⁶⁴. Ele é composto por colágeno e proteoglicanos, e o arranjo dessas estruturas é que possibilita as características de resistência, elasticidade e compressibilidade. As adaptações ao envelhecimento proporcionam um menor poder de agregação dos proteoglicanos, aliado à menor resistência mecânica da cartilagem⁶⁵. O colágeno ancora a cartilagem ao osso fixando-a ao osso subcondral, sendo que com a senescência o colágeno adquire uma maior afinidade pelo cálcio⁶⁶. O estresse oxidativo aumentado na velhice contribui para que os condrócitos de idosos tenham menor capacidade para manter e reparar o tecido, fato que explica, em parte, o maior risco de OA com a idade⁴³.

A dor gerada por essa doença na articulação do joelho geralmente piora com atividades que requerem um grau significativo de flexão dos joelhos como agachamento, subir e descer escadas, carregar peso, além de atividades físicas que exijam muito da articulação e tende a melhorar com o repouso⁶⁷.

Dessa maneira, as adaptações provocadas no decorrer da senilidade conjuntamente com a falta de atividade física e com a OA podem piorar ainda mais a relação do idoso com suas tarefas de vida diária. O surgimento dessa doença degenerativa pode também limitar o idoso tanto a participar quanto a se manter em um programa de exercícios físicos, levando estas pessoas a uma vida mais inativa e piorando o quadro da doença.

4.4 Tratamentos para a osteoartrite

Os tratamentos para a OA de joelho são diversos devido à grande demanda causada pelo crescimento da população idosa. A modificação do perfil de saúde da população idosa torna predominantes as doenças crônicas e suas complicações, que implicam em décadas de utilização dos serviços de saúde⁶⁸.

De acordo com a OARSI⁶⁹ existem alguns tratamentos para a OA que vem sendo utilizados no decorrer dos anos, sendo estes os tratamentos farmacológicos como o uso de analgésicos, os medicamentos não-esteroidais, os antiinflamatórios, os corticoesteroides (orais e intra-articulares) e as glucosaminas. Contudo, esses tratamentos possuem efeitos adversos, como, por exemplo, problemas no trato gastrointestinal, aumento da pressão arterial, aumento da incidência de osteoporose,

entre outros⁷⁰. Nos tratamentos não-farmacológicos estão a educação e a informação sobre a doença, os exercícios, a perda de peso, a acupuntura e a terapia eletromagnética, entre outros. Contudo, esses tratamentos não demonstraram grandes melhoras na dor e na rigidez em pacientes com OA de joelho⁶⁹. Entretanto, esses métodos não diminuem a avanço da doença e alguns não podem ser usados devido às comorbidades da doença⁷¹. Todavia, alguns tratamentos não-farmacológicos foram surgindo a fim de contribuir com aqueles já existentes.

A EEN artificial é um exemplo de tratamento que trouxe um avanço nos cuidados de idosos com OA. Talbot et al⁷² demonstraram que esse tratamento aumenta a força do músculo quadríceps, o qual utiliza energia elétrica para ativar o músculo, criando artificialmente uma contração muscular involuntária do músculo. Miller et al⁷³ e Slemenda et al⁷⁴ já demonstraram anteriormente que pessoas com OA na articulação do joelho tem uma menor ativação das fibras musculares no membro afetado.

Os indivíduos com OA podem praticar exercícios físicos, pois esses são seguros e bem tolerados pela maior parte dessas pessoas. Mesmo exercícios para membros inferiores, são tolerados por aqueles com um grau severo da doença⁷⁵. Todavia, se o déficit de ativação muscular estabelecido pelo processo de inibição muscular for grande o suficiente, de modo que não seja possível alcançar o limiar de estímulo necessário para hipertrofia, exercícios voluntários de fortalecimento não serão capazes de reverter o enfraquecimento muscular decorrente da doença⁷⁶. A EEN vem sendo usada como um tipo de tratamento para pessoas com OA de joelho, pois esta pode ser utilizada por pacientes que não toleram o uso medicamentos, por pacientes que não toleram exercícios físicos e inclusive por aqueles que realizarão ou realizaram uma cirurgia de artroplastia total do joelho. A grande vantagem da EEN é que ela ativa o músculo diretamente, não sofrendo influência da inibição muscular de origem central. Sendo assim, ela pode ajudar a minimizar a atrofia muscular decorrente da OA reduzindo a fraqueza do quadríceps⁷⁷.

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Aspectos éticos

Os indivíduos participantes receberam um termo de consentimento informado (ANEXO 1) explicando sobre os riscos e benefícios da participação no estudo, bem como os protocolos aos quais foram submetidos. O presente estudo foi aprovado junto ao Comitê de Ética da UFRGS e está metodologicamente adequado em relação à resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos (pareceres nos. 2007830 e 2007791).

5.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos deste estudo sujeitos com idade inferior a 60 anos, sujeitos do sexo masculino, sujeitos que apresentassem alguma doença cardiorrespiratória, neuromuscular ou metabólica que impedissem a participação, sujeitos que, no laudo médico do raio X de joelho, não apresentassem a doença, bem como sujeitos que praticassem treinamento de força e sujeitos que não chegassem até o final das 12 semanas de treinamento.

5.3 Amostra

O estudo contou com oito idosas com idade de $64,1 \pm 8,06$ anos, estatura de $1,6 \pm 0,08$ m, massa corporal de $79 \pm 16,2$ e comprimento de coxa $41,36 \pm 3,94$ as quais realizaram o tratamento com uma intensidade média de 67,4 mA e com tempo de estímulo total de 2950,6 min. Todas as idosas apresentaram clínica e radiograficamente OA de grau 2 ou 3 na articulação do joelho, baseados nos critérios de Kellgreen & Lawrence⁵⁵. Todas as idosas tiveram esta avaliação feita por um médico ortopedista.

5.4 Protocolos das avaliações

As avaliações do presente estudo foram realizadas no Setor de Plasticidade Neuromuscular do Laboratório de Pesquisa do Exercício da Escola de Educação

Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LAPEX – UFRGS). Previamente ao primeiro dia de avaliações, todos os sujeitos compareceram ao laboratório para a realização do protocolo de familiarização, referente aos testes a serem executados.

Todas as avaliações foram repetidas em dois momentos: (1) antes do protocolo de treinamento por meio de eletroestimulação neuromuscular; (2) imediatamente após o período de treinamento. Os sujeitos foram submetidos às seguintes avaliações: 1) questionário sobre qualidade de vida; 2) questionário sobre o nível de atividade física; 3) medidas antropométricas 4) realização de um breve aquecimento articular seguido do teste funcional (*Time Up-and-Go Test* - TUG); 5) protocolo de avaliação da inibição muscular; 6) protocolo de avaliação do torque dos extensores do joelho.

5.5 Antropometria

Foram realizadas medições de estatura corporal, massa corporal total e comprimento da coxa dos sujeitos. Para a aquisição tanto da estatura corporal quanto da massa corporal foi utilizada uma balança antropométrica com estadiômetro acoplado (Filizola S.A. Pesagem e Automação, São Paulo, Brasil) com resolução de um milímetro e com sensibilidade da escala de no mínimo 100 gramas, respectivamente. O comprimento da coxa foi medido com fita métrica, sendo este determinado a partir da distância do trocânter maior até o côndilo lateral do fêmur.

5.6 Capacidade funcional: teste Time Up-and-Go

Para avaliar a mobilidade funcional o teste proposto por Podsiadlo & Richardson⁷⁸, denominado “*Timed Up and Go*” (TUG), avalia o equilíbrio sentado, transferência de sentado para a posição em pé, estabilidade na deambulação e mudanças do curso da marcha, sem utilizar estratégias compensatórias.

O teste foi realizado utilizando-se uma cadeira com apoio para braços e um cone a uma distância de três metros da cadeira. Para realização do TUG, os sujeitos iniciaram o teste em posição sentada com o tronco em postura ereta, mãos sobre as coxas e pés apoiados no chão. Ao sinal do pesquisador, o sujeito levantou da

cadeira, caminhou até o cone, contornou o mesmo e retornou à cadeira o mais rápido possível⁷⁹.

Para Bischoff et al⁸⁰ a realização do teste em até (1) 10 segundos é o tempo considerado normal para adultos saudáveis, independentes e sem risco de quedas; (2) valores entre 11-20 segundos é o esperado para idosos com deficiência ou frágeis, com independência parcial e com baixo risco de quedas; (3) acima de 20 segundos sugere que o idoso apresenta déficit importante da mobilidade física e risco de quedas.

A alteração da habilidade funcional dos idosos participantes no presente estudo foi avaliada pela comparação do tempo necessário para a realização do teste nos dois momentos de coleta.

5.7 Nível de atividade física: Questionário IPAQ

Os participantes responderam ao Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) em sua versão curta (ANEXO 2), para classificá-los quanto ao nível de atividade física que realizam em suas atividades de vida diárias. Este questionário tem por finalidade categorizar os indivíduos em três níveis de atividade física, de acordo com estimativa de METs obtida. O IPAQ (versão curta) apresenta um escore contínuo expresso por MET minutos por semana, obtido a partir do cálculo dos níveis de METs realizados a cada minuto de atividade diária, preconizando os seguintes valores:

Níveis de METs:

- caminhada = 3,3 Mets;
- atividades de intensidade moderada = 4,0 METs;
- atividades de intensidade vigorosa = 8,0 METs.

Por meio do escore atingido no IPAQ (versão curta) os sujeitos foram categorizados em três níveis de atividade física, de acordo com estimativa de METs realizados por cada sujeito semanalmente, como segue:

a) Nível baixo de atividade física:

- nenhuma atividade relatada, ou;
- alguma atividade relatada, insuficiente para alcançar categorias 2 ou 3.

b) Nível moderado de atividade física (um dos três critérios a seguir):

- três ou mais dias de atividade vigorosa, pelo menos 20 min por dia;

- cinco ou mais dias de atividade moderada e/ou caminhada pelo menos de 30 min, ou acima de 600 METs-min por semana;
 - cinco ou mais dias de qualquer combinação de caminhada e atividades de intensidade moderada ou vigorosa atingindo um mínimo de 600 METs-min por semana.
- c) Nível alto de atividade física (qualquer um dos critérios a seguir):
- atividade vigorosa em pelo menos três dias acumulando no mínimo 1500 METs-min por semana.
 - qualquer combinação de caminhada, atividade moderada ou atividades intensas realizadas diariamente, acumulando um mínimo de 3000 METs-min por semana.

5.8 Qualidade de vida: Questionário WOMAC

Os questionários foram aplicados na forma de entrevista para todos os indivíduos, sempre pelo mesmo pesquisador. Foi utilizado o questionário Western Ontario and McMaster Universities – WOMAC⁸¹, o qual é um instrumento específico para avaliação da qualidade de vida em pacientes com OA de joelho e quadril (ANEXO 3). Este questionário é composto por três domínios: (1) dor, (2) rigidez articular e (3) incapacidade física. O domínio dor apresenta cinco questões, o domínio rigidez articular apresenta duas questões e o domínio capacidade física apresenta dezessete questões. Os domínios deste questionário foram avaliados através de uma escala tipo Likert com cinco opções. As respostas variam de nenhuma a extrema sintomatologia (nenhuma = 0 pontos; suave = 1 ponto; moderada = 2 pontos; severa = 3 pontos e; extrema = 4 pontos). Os resultados de cada domínio foram obtidos por meio da soma dos pontos de cada questão, divididos pelo número de questões⁸¹.

5.9 Inibição muscular

Para a avaliação da inibição muscular foi utilizado um estimulador elétrico do tipo Grass (S88, Quincy, MA, EUA) com uma unidade de paciente para uso com

seres humanos (SIU8T). Dois eletrodos de borracha foram posicionados (1) proximalmente sobre a pele que recobre o ponto de passagem do nervo femoral (imediatamente distal ao canal inguinal) e (2) sobre a pele que recobre a extremidade distal do músculo quadríceps. Estimulação elétrica percutânea do nervo femoral foi aplicada com pulsos retangulares monofásicos singulares com uma voltagem constante de 240 V (máximo) e duração de pulso de 0.5 ms. Antes dos testes, pulsos elétricos de voltagem crescente até um máximo de 240 V foram aplicados ao nervo femoral a fim de garantir completa estimulação e familiarizar os sujeitos com o procedimento de estimulação⁸²⁻⁸⁴.

Os indivíduos foram avaliados no dinamômetro *Biodex System 3 Pro* (Biodex Medical System, Shirley – NY, USA), onde o torque de repouso (TR) gerado por um duplo-abalo foi determinado pela média de três estímulos subsequentes e o torque de abalo interpolado (TAI) foi determinado ao sobrepor-se um abalo durante uma contração voluntária máxima isométrica (figura 1).

A fim de verificar a presença de fadiga durante o teste, o torque em de um duplo abalo em repouso foi novamente medido após a CVM. A inibição muscular durante contração voluntária máxima foi calculada como $(TAI/TR) \times 100\%$ ⁸². Os cálculos foram feitos por meio de uma rotina matemática específica desenvolvida no *software* MATLAB (version 7.3.0.267, MathWorks, Inc., Natick, MA).

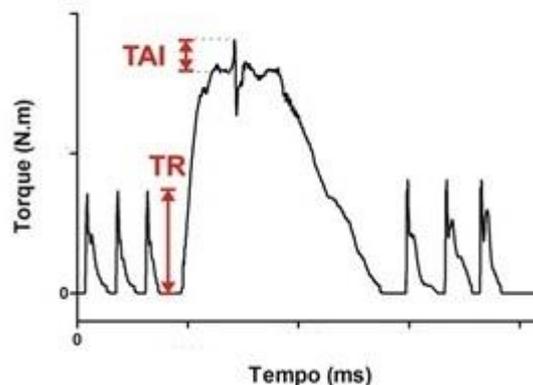


Figura 1- Curva de força ao longo do tempo em um teste de IM. TR= torque de repouso. TAI= torque de abalo-interpolado.

5.10 Propriedades mecânicas do quadríceps

O torque isométrico máximo de extensão de joelho foi mensurado por meio do sistema de dinamometria *Biodex System 3 Pro* (Biodex Medical System, Shirley – NY, USA). Os sujeitos foram posicionados sentados, com a articulação do quadril em um ângulo de 85° (0° = posição supina). O braço do dinamômetro foi fixado à perna afetada, três centímetros acima do maléolo medial por faixas fixadoras. O côndilo lateral do fêmur representante do centro de rotação da articulação do joelho foi visualmente alinhado com o eixo de rotação do dinamômetro. Cintas acolchoadas fixaram os indivíduos à cadeira na região dos quadris, ombros e coxa do membro avaliado, a fim de evitar quaisquer movimentos indesejados durante o teste⁸⁵.

Posicionados, os sujeitos executaram uma contração isométrica voluntária máxima dos músculos extensores do joelho, no ângulo de 90° (extensão completa do joelho = 0°), mantendo a contração por um período de cinco segundos. Os sujeitos foram instruídos a realizar as contrações sem qualquer *feedback* visual, aumentando o esforço de forma gradativa e linear, até alcançarem a produção de torque máximo em aproximadamente dois segundos, o qual foi mantido até o comando verbal para cessar a contração. Para verificar a ocorrência de fadiga, o primeiro ângulo avaliado foi repetido ao final da etapa de testes. O torque em Nm foi normalizado pelo massa corporal de cada indivíduo.

5.11 Programa de Estimulação Elétrica Neuromuscular Domiciliar

Os sujeitos do estudo receberam temporariamente o estimulador elétrico portátil desenvolvido por Vaz e colaboradores (em fase de patenteamento – FIGURA 2). O estimulador portátil distribui uma corrente simétrica bifásica com frequência de 80 Hz e largura de pulso de 500 µs. Estes parâmetros mostraram maior efetividade na geração de torque pelos extensores de joelho em um estudo realizado anteriormente por nosso grupo de pesquisa¹⁷ e parecem estar de acordo com o que é proposto na literatura. Os voluntários foram submetidos a 12 semanas de intervenção domiciliar, nas quais foram acompanhados à distância pelos pesquisadores do estudo por meio de telefonemas.

Nas semanas iniciais os indivíduos foram treinados na utilização do aparelho, que é de fácil manuseio e pode ser pré-programado pelos pesquisadores para a progressão adequada da carga ao longo das 12 semanas de intervenção.



Figura 2 - Estimulador elétrico amigável ao idoso construído especialmente para uso domiciliar no tratamento da inibição muscular e fortalecimento dos extensores do joelho. Funciona por meio de três botões (liga/desliga; início/ pausa; e intensidade) pelos quais o idoso aciona a seção de tratamento com apenas três comandos. Ao final da seção, o aparelho grava o registro antes de desligar automaticamente. O sistema ainda acompanha um par de eletrodos autoadesivos, um carregador de dupla voltagem, uma faixa especial para fixação do tornozelo e uma régua flexível para posicionamento correto dos eletrodos.

Conforme mostrado na tabela 1, no protocolo de treinamento o volume foi acrescido no decorrer das 12 semanas. O aumento, de forma gradativa do tempo de duração de toda a seção e a diminuição do tempo de repouso garantiu o aumento do volume de treinamento ao longo das sessões de tratamento. A progressão do

tratamento foi mediada também pela intensidade do estímulo elétrico, que foi acrescida pelo próprio sujeito ao longo das sessões de treino à medida que estes se tornavam tolerantes ao estímulo elétrico. A intensidade de estimulação utilizada foi sempre a máxima tolerada pelos sujeitos. O aparelho armazenou um registro identificado pela data, contendo as intensidades utilizadas, o tempo da sessão e o número de sessões realizadas ao longo de toda a intervenção. Os dados armazenados foram transferidos para um computador para análises posteriores em um programa específico.

Tabela 1 - Protocolo de EEN domiciliar do músculo quadríceps.

Semanas de Treinamento	Sessões /Semana	Séries	Tempo de duração (min)	Tempo de ativação/repouso (s)	Volume (s)
1 ^a	3	2	18	10/50	180
2 ^a	3	2	20	10/50	200
3 ^a	3	2	22	10/50	220
4 ^a	3	2	24	10/40	290
5 ^a	3	2	26	10/40	320
6 ^a	3	2	28	10/40	340
7 ^a	3	2	30	10/30	450
8 ^a	3	2	32	10/30	480
9 ^a	3	2	34	10/30	510
10 ^a	3	2	36	10/20	720
11 ^a	3	2	38	10/20	760
12 ^a	3	2	40	10/20	800

Os sujeitos foram orientados a posicionar corretamente os eletrodos e a realizar todas as sessões na posição sentada, com o joelho fletido em 90° e tornozelo fixado ao pé da cadeira por uma presilha especial, de modo que não houvessem movimentos em função das contrações geradas pelo estímulo elétrico (FIGURA 3).



Figura 3 - Posicionamento dos eletrodos e fixação do tornozelo à cadeira.

Os sujeitos foram orientados a posicionar um dos eletrodos sobre o ponto motor e o outro sobre a extremidade distal do músculo quadríceps (cinco centímetros acima da borda superior da patela). Para a determinação do ponto motor foi utilizado um estimulador elétrico em forma de caneta (EGF Carci, São Paulo, Brasil) com uma corrente de intensidade e frequência suficientes para produzir uma contração visível ao avaliador. As distâncias dos locais de posicionamento dos eletrodos em relação à borda superior da patela foram marcadas em uma régua flexível, a qual foi entregue aos participantes do estudo para auxiliá-los na colocação dos mesmos.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi testada por meio do teste de Shapiro-Wilk. Para a comparação entre os momentos pré e pós-tratamento do questionário IPAQ, do teste funcional TUG e da inibição muscular, utilizou-se o teste de Will-coxon. Para a comparação dos momentos pré e pós-tratamento dos índices de dor, rigidez e incapacidade física do questionário WOMAC e, do torque, foi utilizado o teste t dependente. Os cálculos foram realizados no *software* SPSS (versão 20.0) com um nível de significância de 5% ($\alpha \leq 0,05$)

7. RESULTADOS

Como apresentado na Tabela 2, não foram encontradas diferenças significativas entre os momentos pré e pós-tratamento para as seções de dor

($p=0,117$) e rigidez ($p=0,222$) do questionário WOMAC. Já para a incapacidade física (0,049) houve diferenças significativas, sendo observada uma redução de 34% na incapacidade de realizar as atividades cotidianas. Para o questionário IPAQ ($p=0,484$) não foram encontradas diferenças significativas entre os momentos pré e pós-treinamento em que as idosas permaneceram no nível moderado de atividade física.

Tabela 2 - Questionários IPAQ e WOMAC

Questionário	PRE	POS	P
WOMAC			
Dor	2,35 ± 0,56	1,85 ± 1,16	0,117
Rigidez	2,56 ± 1,27	2,19 ± 0,80	0,222
Incapacidade física	2,47 ± 0,81	1,64 ± 0,88	0,049
IPAQ	1109,85 ± 951,95	1157,94 ± 1351,41	0,484

Foi observada também uma redução de 17% do tempo necessário para realizar o teste *Time Up-and-Go*, entre os momentos pré e pós- treinamento ($p=0,017$). Os valores de tempo de realização do teste e seus respectivos desvios-padrão estão descritos na Figura 4.

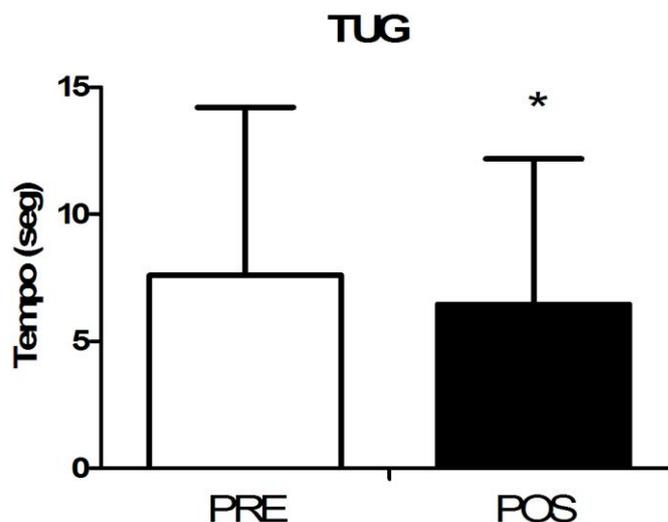


Figura 4 - Média e desvio padrão do tempo real do teste funcional (* $p=0,017$).

Na figura 5 estão os valores percentuais de IM nos momentos pré e pós-tratamento, onde observou-se uma redução de 53,5% do grau de IM após 12 semanas de treinamento por meio de EEN ($p=0,025$).

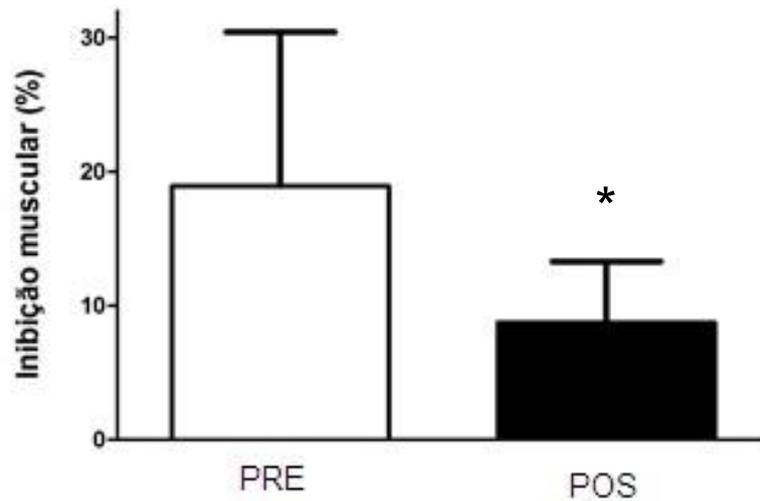


Figura 5 - Percentual do grau de inibição muscular pré e pós-tratamento (* $p= 0,025$).

A respeito do torque muscular, não foram encontradas diferenças significativas entre os momentos pré e pós-tratamento ($p=0,880$), conforme demonstra a figura 6.

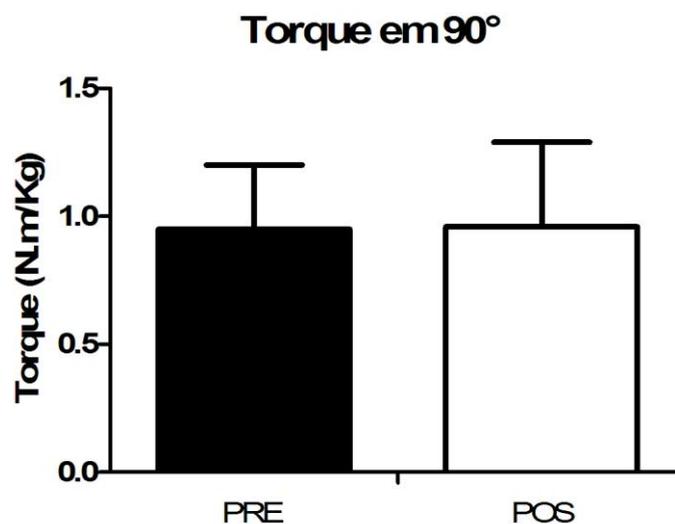


Figura 6 – Torque a 90° normalizado pela massa corporal pré e pós-tratamento ($p=0,880$).

8. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos de um programa domiciliar de 12 semanas de EEN sobre a capacidade funcional, qualidade de vida, IM e torque produzido por idosas com OA de joelho. De acordo com Kralik et al⁸⁶, os programas de tratamento em pessoas com doenças crônicas, ministrado por elas mesmas, capacitam-nas a entender melhor sua condição e tomar decisões mais apropriadas para seu próprio bem-estar, melhorando de forma mais abrangente a qualidade de vida desses sujeitos.

Os sujeitos iniciaram o estudo com o nível de atividade física moderado, mesmo sendo constatado, em laudo médico, que estas apresentavam graus 2 e 3 de OA. Segundo Joern et al⁸⁷, os pacientes que sofrem de OA queixam-se frequentemente de dor ao movimentar a articulação⁶⁷. Quando a doença progride, a dor torna-se contínua, e a funcionalidade da articulação é severamente prejudicada. Contudo, as idosas do presente estudo não alteraram a intensidade das atividades do cotidiano ao longo das 12 semanas de treinamento, mesmo com o relato de dor na articulação ao longo do dia. Sled et al⁸⁸ promoveram um estudo de oito semanas com aplicação de treinamento a domicílio de fortalecimento dos músculos adutores e abdutores de quadril em 33 idosos com grau moderado de OA de joelho e quadril (grau 2). Os autores não encontraram diferenças nos níveis de atividade física nos momentos pré e pós-treinamento em que os idosos apresentaram um alto índice de atividade física. Não tendo sido observadas mudanças no nível de atividade física realizada pelos sujeitos ao longo do treinamento domiciliar, por meio do questionário IPAC, as alterações observadas podem ser atribuídas somente aos efeitos hipertróficos produzidos pela EEN, ou ainda, à hipotrofia resultante do processo degenerativo da OA.

No estudo realizado por Neto et al³⁷, em que a maioria dos pacientes que possuíam OA e frequentavam Unidades básicas de saúde, tanto pacientes ativos como sedentários (avaliados pelo IPAQ) obtiveram redução da qualidade de vida identificada nos domínios diretamente ligados à função física do questionário WOMAC. No presente estudo as idosas não obtiveram um aumento significativo do índice de qualidade de vida, permanecendo com o mesmo índice ao longo de 12 semanas. Analisando o questionário WOMAC dividindo-o em seus respectivos domínios, Alexandre et al⁸⁹ demonstraram que o domínio de dor no questionário

WOMAC foi de $1,69 \pm 0,86$ e para a rigidez $1,62 \pm 1,04$. No presente estudo houve uma variação do escore de dor, mas sem apresentar diferenças significativas ($p=0,117$).

Já em relação a rigidez articular, não houve variação dos escores, sendo que estes eram de 2,35 e 2,56 no momento pré-treino e 1,85 e 2,19 no momento pós-treino, para dor e rigidez, respectivamente.

No entanto, no presente estudo, o índice de incapacidade física teve uma redução de 34%, de 2,47 para 1,64, o que demonstra que apesar de a dor e a rigidez terem permanecido com índices acima de 2 para ambos os domínios, houve uma melhora funcional com o treinamento de EEN. Parece que o programa de treinamento de alguma forma possibilitou que as idosas realizassem as atividades do dia a dia com um menor nível de dificuldade, mas com os mesmos níveis de dor e rigidez. Levando-se em consideração que a dor e a rigidez estão entre os principais sintomas da OA, promovendo incapacidades em atividades funcionais relacionadas à flexão e extensão do joelho⁹⁰, estes achados demonstram melhora da qualidade de vida após um programa de fortalecimento de 12 semanas de EEN, confirmando assim a hipótese inicial do presente estudo.

Acerca do teste funcional Time Up and Go, este é um teste de mobilidade física, sendo que sua pontuação em tempo tem uma grande relação com equilíbrio, velocidade de marcha e capacidade funcional⁸⁰. Portanto, o tempo gasto para a realização do teste está diretamente associado ao nível de mobilidade funcional⁹¹. Dessa forma, este teste tem uma relação com atividades, como sair do ônibus, levantar-se a tempo para ir ao banheiro ou atender ao telefone, atividades essas que os idosos devem ter a capacidade de realizar de forma autônoma⁹². No presente estudo as idosas participantes do tratamento reduziram o tempo necessário para a realização do teste Time Up-and-Go em 17%, sendo que realizaram o teste em um tempo médio de 12,27 s no momento pré-tratamento e em 10,50 s no momento pós-tratamento, indicando uma melhora da capacidade funcional após as 12 semanas de EEN, confirmando a hipótese inicial deste estudo.

A IM recentemente tornou-se um parâmetro importante na avaliação da função da musculatura extensora de pacientes com OA de joelho, pois é apontada como um dos marcos de efetividade e responsável pela não recuperação completa dos pacientes⁹³. No estudo de Palmieri-smith et al⁹⁴, não foram encontradas diferenças na inibição do quadríceps após 16 semanas de tratamento com EEN,

diferentemente do presente estudo em que foi encontrada uma redução de 53,5% da inibição muscular após 12 semanas de tratamento com EEN. Em uma meta-análise realizada por Pietrosimone et al.⁹⁵, encontrou-se um grau médio de IM de 17,8% para membros acometidos, enquanto sujeitos-controle saudáveis apresentaram graus de IM de 10% em média. No presente estudo a média do grau de IM reduziu de 18,9% para 8,7%, demonstrando que, por meio do treinamento progressivo de 12 semanas com EEN, foi possível diminuir o grau de IM até níveis considerados saudáveis, confirmando a hipótese inicial do presente estudo.

Em relação à capacidade de produção de torque, a hipótese inicial de nosso estudo foi de que este sofreria um aumento após as 12 semanas de tratamento com EEN. Porém, não houve diferença significativa entre a média dos picos de torque no ângulo de 90° de extensão do joelho entre os momentos. Contudo, nosso achado vai ao encontro do estudo de Bruce-Brand et al⁹⁶, os quais também não encontraram um incremento da força no músculo quadríceps após 6 semanas de tratamento domiciliar de EEN em pessoas com graus 2 e 3 de OA no joelho. Porém, de maneira similar ao presente estudo, uma diminuição da incapacidade física foi observada.

O tratamento com EEN depende da carga imposta, para que ocorram mudanças na força da musculatura a qual está sendo estimulada, assim como em qualquer programa de exercícios resistidos⁹⁷. Em um estudo realizado por Talbot et al⁷², os sujeitos obtiveram ganhos de 9% no torque de extensão de joelho ao realizarem um treinamento de 12 semanas com EEN, a uma intensidade de contração referente a 18% da CVM no mesmo ângulo de treinamento (90° de flexão). No presente estudo, notamos que o torque produzido pela intensidade de estímulo tolerada pelos indivíduos ao final do estudo foi, em média, de 9% da CVM em 90° de flexão de joelho. Desta forma, levanta-se uma primeira hipótese para os resultados encontrados, de que o estímulo utilizado pelos sujeitos pode não ter sido suficiente para gerar mudanças na capacidade de produção de força das idosas.

A OA de joelho é uma doença degenerativa incapacitante e progressiva, que causa uma diminuição dos níveis de força⁷⁶. Portanto, uma segunda hipótese possível para os resultados encontrados no presente estudo seria de que houve uma manutenção dos níveis de força por efeito da EEN frente ao processo degenerativo da OA.

Joern et al⁸⁷ mostram que tratamentos que tenham o propósito de retardar a progressão da doença e conceder uma melhor qualidade de vida ao paciente devem

ser encorajados. No presente estudo, foi demonstrada a efetividade de um programa domiciliar de tratamento de 12 semanas por meio de EEN no aumento da capacidade funcional e da inibição de idosas, reduzindo sua incapacidade física, sem alterar os níveis de dor, rigidez e capacidade de produção de torque. O estimulador elétrico, em um programa domiciliar de EEN, mostrou ser uma ferramenta coadjuvante no tratamento da OA.

9. LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A maior limitação do presente estudo foi sem dúvida a perda amostral observada. Em função do curto período para a realização do estudo, não foi possível o recrutamento de um número adequado de novos sujeitos no decorrer do estudo. Ainda, embora os indivíduos participantes tenham sido treinados na utilização do aparelho no próprio domicílio e contatados sistematicamente por meio de telefonemas e visitas, o acompanhamento à distância não garantiu a realização do tratamento de forma efetiva por parte de todos os indivíduos participantes.

Outra limitação importante foi a ausência de um grupo controle com OA de joelho, que possibilitaria identificar os efeitos da EEN no grupo que recebeu o tratamento, frente ao processo degenerativo progressivo da OA. Contudo, os testes realizados geravam desconforto aos participantes, e não seria ético submeter sujeitos idosos a testes dolorosos sem proporcionar nenhuma forma efetiva de tratamento.

Outra limitação foi a ausência de quantificação da dor durante os testes, por meio de uma escala visual de dor. Isto possibilitaria verificar de forma bastante simples a presença de um quadro inflamatório agudo, e poderia explicar talvez a variabilidade observada nos valores de torque produzidos pelos sujeitos durante as avaliações.

10. PERSPECTIVAS FUTURAS PARA O ESTUDO

Para melhor compreendermos os efeitos da EEN sobre a estrutura e a função dos músculos de idosos com OA, mais estudos que busquem compreender os

mecanismos fisiológicos responsáveis pelas adaptações geradas pela EEN, que criem ferramentas para aumentar a aderência no tratamento e que utilizem um maior número de sujeitos são necessários. Outras perspectivas seria a avaliação de homens com OA de joelho, para fazer uma comparação entre os sexos, assim como estipular um mínimo de tratamento com EEN acima de 20% da CVM.

11. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um tratamento domiciliar de 12 semanas com EEN, por meio de um eletroestimulador portátil, mostrou ser eficiente na diminuição do grau de IM dos músculos extensores de joelho e melhora da capacidade funcional, embora não tenha sido capaz de gerar um aumento da capacidade de produção de torque. Além disso, embora não ocorrendo melhora na dor e na rigidez articular, observou-se uma redução na incapacidade para realizar as atividades de vida diária.

Referências Bibliográficas

- 1- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [homepage na internet]. Características da população e dos domicílios: resultados do universo; censo demográfico 2010. [Acesso em: 16 fev, 2012]. Disponível em: «http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf»
- 2- Giatti L, Barreto SM. Saúde, trabalho e envelhecimento no Brasil. Cad Saude Publica 2003; 19(3): 759-771.
- 3- Rommel B, Fachine A, Trompieri N. O processo de envelhecimento: as principais alterações que acontecem com o idoso com o passar dos anos. Interscienceplace 2012; 20(1): 106-132.
- 4- Siqueira AB, Cordeiro RC, Perracini MR, Ramos LR. Impacto funcional da internação hospitalar de pacientes idosos. R. Saúde Públ. 2004; 38(5):687-94.
- 5- Queroz NC, Neri AL. Bem-estar psicológico e inteligência emocional entre homens e mulheres na meia-idade e na velhice. Psicologia: reflexão e crítica. 2005, 18(2): 292-299.
- 6- Cardoso JH, Costa JSD. Características epidemiológicas, capacidade funcional e fatores associados em idosos de um plano de saúde. Ciênc. saúde coletiva.2010, 15(6): 2871-2878.
- 7- Ramos LR. Fatores determinantes do envelhecimento saudável em idosos residentes em centro urbano: Projeto Epidoso, São Paulo. Cad Saude Publica. 2003, 19(3): 793-798.
- 8- Gallahue, DL. Understanding motor development: infants, children, adolescents, adults.3.ed. Madison, WCB Brown & Benchmark, 1995.
- 9- Rosito MP, Schneider RH. Caracterização de idosos, portadores de doenças osteo-musculares e articulares, atendidos em um Hospital Universitário. V Mostra de Pesquisa da Pós-Graduação; Porto Alegre, Brasil. Porto Alegre: PUCS; 2010.
- 10- Mühlen CA. Osteoartrose: como diagnosticar e tratar. Rev Bras Med. 2000; 57(3): 150-155.
- 11- Coimbra IB, Pastor EH, Greve JMD, Puccinelli MLC, Fuller R, Cavalcanti FS et al. Osteoartrite (Artrose): Tratamento. R. Soc. bras. Reumat. 2003:1-8.
- 12- Guaitanele TG. A eficácia da aplicação de laser AsAlGa 830nm em pacientes portadores de osteoartrite de joelho [Monografia]. Cascavel (PR): Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2004.

- 13- Tok F, Aydemir K, Peker F, Safaz İ, Taşkıyatan MA, Özgül A. The effects of electrical stimulation combined with continuous passive motion versus isometric exercise on symptoms, functional capacity, quality of life and balance in knee osteoarthritis: randomized clinical trial. *Reumatol Int.* 2009; 31: 177-181.
- 14- Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, Mazzuca S, Braunstein EM, Katz BP, Wolinsky FD. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med.* 1997; 127(2): 97-104.
- 15- Laughman KR, Youdas WJ, Garrett RT., Chao,SYE. Strenght changes in the normal quadriceps femoris muscle as a result of electrical stimulation. *Medline.* 1983 63(4): 494-499.
- 16- Miller M. Voluntary activation and central activation failure in the knee extensors in young women and men. *Scand J Med Sci Sports.* 2006; 16: 274–281.
- 17- Vaz MA, Mayer A, Lanferdini FJ. Effects of electrical stimulation on subcutaneous fat thickness, stimulus intensity, EMG signal and maximal knee extensor torque in patients with osteoarthritis. In: 6th World Congress on Biomechanics, 2010.
- 18- Caldeira AML, Lott P, Nieves A; Ierece A , Chahon VL. As bases biológicas do envelhecimento. *Rev Fol Méd.* 1989; 99(3): 107-118.
- 19- Nocelli, F. C. R. Influências Genéticas e Ambientais Sobre o Envelhecimento [homepage na internet]. 2005 [acesso em: 04 de dez de 2012]. Disponível em: «<http://www.rc.unesp.br/ib/biologicas/influe.html>»
- 20- Mota. PM, Figueiredo PA, Duarte JÁ. Teorias biológicas do envelhecimento. *Revis. Port. de Ciênc. do Desp.* 2004; 4(1) 81–110.
- 21- Caromano FA, Kerbauy RR. Efeitos do treinamento e da manutenção da prática de atividade física em quatro idosos sedentários saudáveis. *Revis. de Fisiot. da Univer. de São Paulo.* 2001; 8(2), 72-80.
- 22- Barbanti VJ, Amadio AC, Bento JO, Marques António T. Esporte e atividade física: interação entre rendimento e qualidade de vida. 1. ed. Barueri, SP: Manole, 2002.
- 23- Katula JA, Rejeski WJ, Marsh, AP. Enhancing quality of life in older adults: a comparison of muscular strength and power training. [homepage na internet]. 2008 [acesso em: 23 de nov de 2012]. Disponível em: «<http://www.hqlo.com/content/6/1/45>»
- 24- Frontera WR, Reid KF, Phillips EM, Krivickas, LS, Hughes VA, Roubenoff R, Fielding R A. Muscle fiber size and function in elderly humans: a longitudinal study. *J Appl Physiol.* 2008; 105: 637-642.
- 25- Kaufman KR, Hughesa C, Morreya BF, Morreyb M, An K. Gait characteristics of patients with knee osteoarthritis. *J Biomech.* 2001; 34: 907–915.

- 26- Deschenes MR. Effects of Aging on Muscle Fibre Type and Size. *Sports Medicine*. 2004; 34(12): 809-824.
- 27- Haskell WL, Lee I-M, Pate RP, Powell KE, Blair SN, Franklin BA et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association [homepage na internet]. *Circulation*, 2007 [acesso em: 13 de Nov de 2012] v. 116, p.1-13, Disponível em: «<http://circ.ahajournals.org>.».
- 28- Santos SR, Santos IBC, Fernandes MGMH, Romero MEM. Qualidade de vida do idoso na comunidade: aplicação da Escala de Flanagan. *Rev. Latino-Am. Enferm.* 2002, 10(6): 757-764.
- 29- Neri AL. Qualidade de vida e idade madura. Campinas (SP): Papyrus; 1993.
- 30- Spirduso WW, Cronin DL. Exercise dose-response effects on quality of life and independent living in older adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2001; p.598-608.
- 31- Salanova MP, Lezaun JJY. Dependencia, personas mayores y familias. De los enunciados a las intervenciones anales de psicologia. 1998, 14 (1): 95-104.
- 32- Lacourt MX, Marini LL. Decréscimo da função muscular decorrente do envelhecimento e a influência na qualidade de vida do idoso: uma revisão de literatura. *Revis. Brasil. de Ciênc. do Enve. Humano*. Pag-114-12.
- 33- Matsudo SM, Matsudo VKR, Barros NTL. Impacto do envelhecimento nas variáveis antropométricas, neuromotoras e metabólicas da aptidão física. *Revis. Brasi. de ciênc. e mov.*2000; 8(4): 21-32.
- 34- Farinati PTV. Avaliação da autonomia do idoso: definição de critérios para uma abordagem positiva a partir de um modelo de interação saúde-autonomia. *Arq Geriatr Geront.* 1997;1(1):31-7.
- 35- Matsudo SMM. Avaliação do idoso: Física & Funcional. Londrina: Midiograf, 2000. Pág. 125.
- 36- Shubert TE, Schrodtt LA, Mercer VS, Busby-Whitehead J, Giuliani CA. Are scores on balance screening tests associated with mobility in older adults? *J Geriatr PhysTher.* 2006; 29 (1):33-9
- 37- Neto EMF, Queluz TT, Freire BFA. Atividade física e sua associação com qualidade de vida em pacientes com osteoartrite; *Rev Bras Reumatol* 2011; 51(6):539-549.
- 38- Borges MRD, Moreira AK. Influências da prática de atividades físicas na terceira idade: estudo comparativo dos níveis de autonomia para o desempenho nas AVDs e AIVDs entre idosos ativos fisicamente e idosos sedentários. *Motriz.* 2009, 15(3): 562-573.

- 39- Machado GPM, Barreto SM, Passos VMA, Lima-Costa MFF. Projeto Bambuí: prevalência de sintomas articulares crônicos em idosos. *R. Assoc. Med. bras.* 2004; 50(4):367-72
- 40- Mcalindon TE, Cooper C, Kirwan JR, Dieppe PA. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis.* 1993; 52:258–62.
- 41- Andreotti RA, Okuma SS. Validação de uma bateria de testes de atividades da vida diária para idosos fisicamente independentes. *Rev. Paul. Educ. Fís.* 1999; 13(1):46-66.
- 42- Krasnokutsky S, Samuels J, Abramson SB. Osteoarthritis in 2007. *Bull NYU Hosp Jt Dis.* 2007; 65(3):222–228.
- 43- Yudoh K, Nguyen T, Nakamura H, Hongo-Masuko K, Kato T, Nishioka K. Potential involvement of oxidative stress in cartilage senescence and development of osteoarthritis: oxidative stress induces chondrocyte telomere instability and downregulation of chondrocyte function. *Arthritis Res Ther.* 2005; 7(2):380-391
- 44- Bicho SPC. A efectividade de um programa de exercícios terapêuticos na doença osteo-articular no idoso, *Run repertório universidade nova*, 2011 [homepage]. Acesso em: 18 de nov de 2012 Disponível em: «<http://hdl.handle.net/10362/6352>».
- 45- Bagis S, Sahin G, Yapici Y, Cimen OB, Erdogan C, Skare TL. The effect of hand osteoarthritis on grip and pinc strength and hand function in postmenopausal women. *Clinical Rheumatology.* 1999; 22: 420-424.
- 46- Miller M. Voluntary activation and central activation failure in the knee extensors in young women and men. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16: 274–281
- 47- Weng M, Lee C, Chen C, et al. Effects of different stretching techniques on the outcomes of isokinetic exercise in patients with knee osteoarthritis. *Kaohsiung J Med Sci*, 2009; 25 (6): 306-315.
- 48- Strokes M, Young A. The contribution of reflex inhibition to antherogenous muscle weakness. *Clin Sci* 1984; 67:7-14.
- 49- Pietrosimone BG, Hertel J, Ingersoll CD, Hart JM and Saliba SA. Voluntary quadriceps activation deficits in patients with tibiofemoral osteoarthritis: a meta-analysis. *PM R.* 2011; 3: 153-162.
- 50- Mairet S, Maïsetti O, Rolland E, Portero P. Neuromuscular and architectural alterations of the vastus lateralis muscle in elderly patients with unilateral knee osteoarthritis. *Annales de readaptation et de médecine physique.* 2008; 51: 16–23.
- 51- Rossi E. Envelhecimento do sistema Osteoarticular. *Einstein.* 2008; 6(1): 7-12.

- 52- World Health Organization. Assessment of fracture risk and application to screening for postmenopausal osteoporosis. Washington, DC; 1994. Technical Report Series, 843.
- 53- Parffit AM. Bone remodeling and bone loss: understanding the pathophysiology of osteoporosis. Clin. Obstet. Gynecol. 1987. 30: 789-811.
- 54- Swezey RL. Reabilitação em artrite e condições associadas. In: KOTTKE, L., Tratado de medicina física e reabilitação de Krunsen. 4 ed., v.1. São Paulo: Manole, 1994. p. 675-680.
- 55- Kellgreen JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteo-arthritis. Ann rheum Dis 1957; 16: 494-502.
- 56- Zeni JA.; Higginson JS. Knee osteoarthritis affects the distribution of joint moments during gait. Knee, Oxford, v.24, 2010.
- 57- Mitre NCD; Avaliação da capacidade funcional de mulheres idosas com osteoartrite do joelho e sua relação com quedas; [tese] Belo Horizonte (MG): Universidade Federal de Minas 2006;
- 58- Bayramoglu M, Toprak R, Sozay S. Effects of osteoarthritis and fatigue on proprioception of the knee joint. Arch Phys Med Rehabil. 2007; 88: 346-350.
- 59- Anderson J.J., Felson D.T. Factors associated with osteoarthritis of knee in the first National Health and Nutrition Examination Survey (HANES I). Evidence for an association with overweight, race, and physical demands of work. American Journal of Epidemiology. 1988; 128(1):179-189.
- 60- Sowers M, Lachance L, Hochberg M, Jamadar D. Radiographically defined osteoarthritis of the hand and knee in young and middle-aged African American and Caucasian women 2000. Osteoarthritis and Cartilage 8: 69–77.
- 61- Brandt K.D.; Radin E.L.; Dieppe P.A, Van de putte, L. Yet more evidence that osteoarthritis is not a cartilage disease. Ann Rheum Dis. 2006. 65: 1261-1264.
- 62- Hinton R, Moody RL, Davis AW, Thomas SF. Osteoarthritis: Diagnosis and Therapeutic Considerations. American Family Physician 2002. 65(5): 841-848.
- 63- Joern WPM, Klaus U. Schlüter B, Peer E. The Epidemiology, Etiology, Diagnosis, and Treatment of Osteoarthritis of the Knee. Dtsch Arztebl Int 2010. 107(9): 152–62.
- 64- Standring S. Gray's anatomia ; Edição 40; Editora Elsevier Health Sciences, 2010 ISBN, 1584 páginas.
- 65- Rossi E. Envelhecimento do sistema osteoarticular; einstein. 2008; 6 (1):7-12;
- 66- Yudoh K, Nguyen T, Nakamura H, Hongo-Masuko K, Kato T, Nishioka K. Potential involvement of oxidative stress in cartilage senescence and development

of osteoarthritis: oxidative stress induces chondrocyte telomere instability and downregulation of chondrocyte function. *Arthritis Res Ther.* 2005. 7(2): 380-391.

67- Wagstaff S, Smith OV, Wood PHN. Verbal pain descriptors used by patients with arthritis. *Ann Rheum Disease* 1985. 44.

68- Chaimowicz F. A saúde dos idosos brasileiros às vésperas do século XXI: problemas, projeções e alternativas. *Rev. Saúde Pública* 1997. 31 (2): 184-200.

69- Zhang WG, Nuki RW, Moskowitz S, Abramson RD, Altman NK, Arden S, Bierma-Zeinstra KD, et al. Recommendations for the management of hip and knee osteoarthritis Part III: changes in evidence following systematic cumulative update of research published through January 2009; *Osteoarthritis and Cartilage.* OARSI 2010. Pag. 476–499.

70- Brunton L, Chabner B, Knollman B. Goodman and Gilman's: The pharmacological basis of therapeutics. 12th ed. United Estate: More; 2011. 1808 p.

71- Fary RE, Graeme JC, Briffa TG, Gupta R, Briffa K. The effectiveness of pulsed electrical stimulation (E-PES) in the management of osteoarthritis of the knee: a protocol for a randomised controlled trial. *BioMedCentral*, 2008 9(18):1-9.

72- Talbot LA, Gaines JM, Ling SM and Metter EJ. A home-based protocol of electrical stimulation for quadriceps muscle strength in older adults with osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 2003; 30(7): 1571-1578.

73- Miller M. Voluntary activation and central activation failure in the knee extensors in young women and men. *Scand J Med Sci Sports* 2006; 16: 274–281.

74-Slemenda C, Heilman DK, Brandt KD, Katz BP, Mazzuca S, Braunstein EM and Byrd D. Reduced quadriceps strength relative to body weight: a risk factor for knee osteoarthritis in women? *Arthritis Rheum* 1998; 41:1951-1959.

75- Bennell KL and Hinman RS. A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2011; 14: 4-9

76- Hurley MV. The effects of joint damage on muscle function, proprioception and rehabilitation. *Manual Therapy* 1997; 2(1): 11-17

77- Bax L, Staes F, Verhagen A. Does Neuromuscular Electrical Stimulation Strengthen the Quadriceps Femoris? A Systematic Review of Randomised Controlled Trials. *Sports Med* 2005; 35 (3): 191-212

78- Podsiadlo D, Richardson S. The timed "Up & Go": a test of basic functional mobility for frail elderly persons. *Journal of the American Geriatrics Society* 1991, 39(2):142-148.

- 79- Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. *Phys Ther* 2002; 82(2): 128-37.
- 80- Heike AB, Hannes BSH, Monsch AU, Iversen MD, Weyh A, Dechend MV et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed'up and go' test in community-dwelling and institutionalised elderly women. 2003; 32: 315–320
- 81- Fernandes MI: Tradução e validação do questionário de qualidade de vida específico para osteoartrose WOMAC (Western Ontario McMaster Universities) para a língua portuguesa. São Paulo, 2003. 103p. [Tese]. Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de Medicina - Reumatologia.
- 82- Suter E, Herzog W. Effect of number of stimuli and timing of twitch application on variability in interpolated twitch torque. *J Appl Physiol* 2001; 90:1036-1040.
- 83- Lee HD, Suter E, Herzog W. Force depression in human quadriceps femoris following voluntary shortening contractions. *J. Appl. Physiol* 1999 87:1651-1655.
- 84- Suter E, Herzog W, Desouza K, Bray RC. Inhibition of the quadriceps muscles in patients with anterior knee pain. *J Appl Biomech* 1998; 14:360-373.
- 85- Reeves ND, Narici MV, Maganaris CN. In vivo human muscle structure and function: adaptations to resistance training in old age. *Exp Physiol* 2004b; 89(6):675-89.
- 86- Debbie Kralik, Kay Price, Kerry Telford. The meaning of self-care for people with chronic illness. *Journal of Nursing and Healthcare of Chronic Illness* 2010. Pag.197-204.
- 87- Joern WP. Schlüter-Brust MKU, Eysel P. The Epidemiology, Etiology, Diagnosis, and Treatment of Osteoarthritis of the Knee. *Dtsch Arztebl Int.* 2010. 107(9): 152-162.
- 88- Sled CEA, Olney J, Elsie G, , Khoja L, Kevin J. Deluzio S. Effect of a Home Program of Hip Abductor Exercises on Knee Joint Loading, Strength, Function, and Pain in People With Knee Osteoarthritis: A Clinical Trial. *PHYS THER.* 2010. 90 (6): 895-904.
- 89- Silva TA, Cordeiro RC, Ramos LR. Fatores associados à qualidade de vida em idosos com osteoartrite de joelho. *Fisioter Pesq.* 2008. 15(4): 326-32.
- 90- Dominick KL, Ahern FM, Gold CH, Heller DA. Health-related quality of life among older adults with arthritis. *Health Qual Life Outcomes.* 2004. 2:5.
- 91- Guimarães LHCT, Galdino DCA, Martins FLM, Vitorino DFM, Pereira KL, Carvalho EM. Comparação da propensão de quedas entre idosos que praticam atividade física e idosos sedentários. *Revis. neurociências.*2004. 12 (2): 68-72.

- 92- Ramos LR. Fatores determinantes do envelhecimento saudável em idosos residentes em centro urbano: Projeto Epidoso. *Cad. Saúde Pública*. 2003. 19(3):793-798.
- 93- Kean CO, Birmingham TB, Garland SJ, Bryant DM, Giffin JR. Minimal detectable change in quadriceps strength and voluntary activation in patients with knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2010. 91(9): 1447-51.
- 94- Palmieri-Smith RM, Thomas AC, Karvonen-Gutierrez C and Sowers MF. A clinical trial of neuromuscular electrical stimulation in improving quadriceps muscle strength and activation among women with mild and moderate osteoarthritis. *Phys Ther* 2010; 90 (10): 1441-1452.
- 95- Pietrosimone BG, Hertel J, Ingersoll CD, Hart JM and Saliba SA. Voluntary quadriceps activation deficits in patients with tibiofemoral osteoarthritis: a meta-analysis. *PM R* 2011. 3: 153-162.
- 96- Bruce-Brand RA, Walls RJ, Ong JC, Emerson BS, O'Byrne JM, Moyna NM. Effects of home-based resistance training and neuromuscular electrical stimulation in knee osteoarthritis: a randomized controlled trial. *Biomedcentral*. 2012. 13(188): 1471-2474.
- 97- Arkov VV, Abramova TF, Nikitina TM, Afanasjeva DA, Anosova AA, Milenina AI, and Tonevitsky AG. New Aspects of the Influence of Quadriceps Femoris Muscle Stimulation Course on Functional Capabilities of the Organism. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 2010; 149(2): 177-179.

ANEXOS

Termo de consentimento livre e esclarecido

Por favor, leia atentamente esse termo, para que você entenda plenamente o objetivo desse projeto e o seu envolvimento como sujeito participante. Se houverem dúvidas, você tem todo o direito de fazer perguntas ou recusar em participar no mesmo a qualquer momento. Da mesma forma, o pesquisador responsável tem o direito de encerrar o seu envolvimento nesse estudo, caso haja a necessidade.

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa que tem como objetivo avaliar os efeitos da estimulação elétrica nos músculos da coxa. Para participar do presente estudo, você deve:

- possuir idade igual ou superior a 60 anos, e;
- ter osteoartrite grau 2 ou 3 em um dos joelhos, comprovada clinicamente por exame de raio-X.

Você NÃO poderá participar do estudo caso tenha alguma doença cardiorrespiratória (por exemplo: angina), neuromuscular (por exemplo: fraqueza muscular crônica) ou metabólica (por exemplo: diabetes) ou se já estiver praticando exercícios de força regularmente nos últimos três meses.

Neste estudo você fará parte de um grupo experimental em que cada um realizará individualmente em casa, um tratamento de estimulação elétrica. Após um período de quatro semanas sem realizar qualquer tipo de atividade física, você receberá temporariamente um aparelho de estimulação elétrica muscular, para a realização de um tratamento, em casa, durante 12 semanas. Uma bateria de testes será realizada em três momentos: ao início do estudo; antes do início do tratamento em casa e; ao final das 12 semanas de tratamento.

Os testes envolvem:

- medidas do peso e da estatura;
- exames de imagem do músculo da coxa por meio de ecografia (como a utilizada em exames pré-natal);
- avaliações da sua força máxima, em diferentes posições do joelho;
- medidas da atividade elétrica gerada pelo músculo durante o esforço e;
- um teste de levantar de uma cadeira, caminhar e sentar novamente.

Além disso, você terá de responder à questionários que avaliarão o nível de atividade física que realiza no seu dia-a-dia, o grau de rigidez articular e a manifestação da dor.

Nenhum dos exames ou exercícios que serão realizados oferece riscos a sua saúde. Porém, o treinamento com estimulação elétrica, poderá gerar certo desconforto no local de posicionamento dos eletrodos, por ser utilizado na máxima intensidade tolerável. Além disso, você poderá sentir dores leves após os testes máximos, bem como ficar com a pele um pouco irritada temporariamente pela colocação dos eletrodos. Todos esses sintomas desaparecerão em no máximo dois dias.

Os dados deste estudo serão utilizados única e exclusivamente para fins de pesquisa, de modo que sua identidade será mantida em sigilo absoluto. Ao final da pesquisa você receberá um laudo com um resumo dos resultados obtidos. Durante todo o experimento você será acompanhado pelo pesquisador Matias Fröhlich, aluno do Curso de Mestrado em Ciências do Movimento Humano (EsEF - UFRGS), o qual estará à disposição para responder qualquer dúvida referente ao estudo, assim como para auxiliá-lo se necessário. Este estudo está sendo realizado sob orientação do Prof. Dr. Marco Aurélio Vaz, que também estará à disposição em caso de necessidade.

Você está livre para desistir de participar do estudo, ao decorrer ou em qualquer momento, mesmo após assinar este documento, que tem como objetivo obter o seu livre consentimento com os procedimentos a serem realizados, após total explanação de dúvidas referentes ao estudo. Você não será prejudicado de forma alguma se optar por não participar.

Para qualquer informação estaremos à disposição no local ou pelos telefones:

Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS: 3308-4085

Laboratório de Pesquisa do Exercício – LAPEX: 3308-5859

Pesquisador: Matias Fröhlich - 9255-5869

Orientador Responsável: Prof Dr. Marco Aurélio Vaz – 3308-5860

Nome no Participante:

Idade:

Endereço:

Telefone:

Ass. participante

Ass. Pesquisador

Questionário IPAQ

Nós estamos interessados em descobrir a respeito do tipo de atividade física que as pessoas fazem como parte das suas vidas diárias. Você será questionado sobre o tempo que gastou em atividades físicas nos últimos sete dias. Por favor, pense nas atividades que você faz no trabalho, assim como em tarefas de casa ou na rua (jardim, quintal), deslocando-se de um lugar a outro, em recreação, exercícios ou esporte.

Pense a respeito de todas as atividades vigorosas que você fez nos últimos sete dias. Atividades físicas vigorosas referem-se àquelas que lhe solicitaram grande esforço físico e intensificaram muito a sua respiração além do normal. Pense apenas nestas atividades físicas que você fez por no mínimo 10 minutos a cada vez.

1. Durante a última semana, quantos dias você realizou alguma atividade física vigorosa, como levantar peso, cavar, ginástica aeróbica ou pedalar rapidamente?

_____ dias na semana

nenhuma atividade física vigorosa

vá para questão 3

2. Quanto de tempo você despendeu fazendo atividade física vigorosa em um destes dias?

_____ horas por dia

_____ minutos por dia

Não sei/ Não tenho certeza

Pense em todas as atividades moderadas que você fez nos últimos sete dias. Atividades Moderadas referem-se àquelas que lhe exigiram moderado esforço físico e alguma intensificação na sua respiração além do normal. Pense nas atividades físicas que realizou por, no mínimo 10 minutos cada vez.

3. Durante a última semana, quantos dias você realizou alguma atividade física moderada, como carregar pequenas cargas, pedalar em superfície regular ou jogar tênis de dupla? Não inclua caminhada.

_____ dias na semana

nenhuma atividade física moderada

vá para questão 5

4. Quanto de tempo você usualmente despendeu fazendo atividade física moderada em um destes dias?

_____ horas por dia

_____ minutos por dia

Não sei/ Não tenho certeza

5. Durante a última semana, quantos dias você caminhou por no mínimo 10 minutos?

_____ dias na semana

nenhuma caminhada

vá para questão 7

6. Quanto de tempo você usualmente despendeu caminhando em um destes dias?

_____ horas por dia

_____ minutos por dia

Não sei/ Não tenho certeza

A última questão é a respeito do tempo despendido sentado nos dias da semana. Inclui tempo sentado no trabalho, em casa, fazendo tarefas de estudo e tempo de folga. Pode incluir tempo sentado à mesa, visitando amigos, leitura ou assistindo televisão.

7. Durante a última semana, quanto de tempo você dispendeu em um dia da semana ?

_____ horas por dia

_____ minutos por dia

Não sei/ Não tenho certeza

Este é o fim deste questionário, obrigado pela sua participação.

Versão curta - últimos sete dias - do IPAQ, traduzida.

Questionário WOMAC

INDICE WOMAC PARA OSTEOARTRITE ANONIMATO E CONFIDENCIALIDADE

Toda informação que você fornecer será considerada estritamente confidencial e será apresentada apenas como estatística do grupo de indivíduos. Nenhum dado que identifique um indivíduo com uma resposta específica ou genérica será apresentado.

Se você tem alguma pergunta ou comentários sobre esta pesquisa, por favor sinta-se a vontade para escrever ou telefonar para a pesquisadora responsável.

INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

Nas seções A, B e C as perguntas serão feitas da seguinte forma e você deverá respondê-las colocando um "X" em um dos quadrados.

NOTA:

1. Se você colocar o "X" no quadrado da extrema esquerda, ou seja:

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

Então você está indicando que você não tem dor.

2. Se você colocar o "X" no quadrado da extrema direita, ex.:

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

Então você está indicando que sua dor é muito intensa.

3. Por favor observe:

a. Que quanto mais à direita você colocar o "X", maior a dor que você está sentindo.

b. Que quanto mais à esquerda você colocar o "X", menor a dor que você está sentindo.

c. Favor não coloque o “X” fora dos quadrados.

Você será solicitado a indicar neste tipo de escala a intensidade de dor, rigidez ou incapacidade que você está sentindo. Por favor lembre que quanto mais à direita você colocar o “X”, você está indicando que está sentindo maior dor, rigidez ou incapacidade.

SEÇÃO A

INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As perguntas a seguir se referem à intensidade da dor que você está atualmente sentindo devido à artrite de seu joelho. Para cada situação, por favor, coloque a intensidade da dor que sentiu nas últimas 72 horas (Por favor, marque suas respostas com um “X”).

Pergunta: Qual a intensidade da sua dor?

1-Caminhando em um lugar plano.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

2- Subindo ou descendo escadas.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

3- A noite deitado na cama.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

4-Sentando-se ou deitando-se.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

5. Ficando em pé.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

SEÇÃO B

INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As perguntas a seguir se referem à intensidade de rigidez nas juntas (não dor), que você está atualmente sentindo devido à artrite em seu joelho nas últimas 72 horas. Rigidez é uma sensação de restrição ou dificuldade para movimentar suas juntas (Por favor, marque suas respostas com um “X”).

1. Qual é a intensidade de sua rigidez logo após acordar de manhã?

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

2. Qual é a intensidade de sua rigidez após se sentar, se deitar ou repousar no decorrer do dia?

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

SEÇÃO C

INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As perguntas a seguir se referem a sua atividade física. Nós chamamos atividade física, sua capacidade de se movimentar e cuidar de você mesmo(a). Para cada uma das atividades a seguir, por favor, indique o grau de dificuldade que você está tendo devido à artrite em seu joelho durante as últimas 72 horas (Por favor marque suas respostas com um “X”).

Pergunta: Qual o grau de dificuldade que você tem ao:

1-Descer escadas.

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

2- Subir escadas.

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

3- Levantar-se estando sentada.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

4- Ficar em pé.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

5- Abaixar-se para pegar algo.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

6- Andar no plano.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

7- Entrar e sair do carro.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

8- Ir fazer compras.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

9- Colocar meias.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

10- Levantar-se da cama.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

11- Tirar as meias.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

12- Ficar deitado na cama.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

13- Entrar e sair do banho.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

14 -Se sentar.

Nenhuma	Pouca	Moderada	Intensa	Muito intensa
---------	-------	----------	---------	---------------

15- Sentar e levantar do vaso sanitário.

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

16- Fazer tarefas domésticas pesadas.

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

17- Fazer tarefas domésticas leves.

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

OBRIGADO POR COMPLETAR ESTE QUESTIONÁRIO