



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA – FAEFI

LAÍS ARAÚJO MARTINS

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR SOBRE OS
PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA EM PACIENTES COM
OSTEOARTRITE DE JOELHO**

Uberlândia, MG

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA – FAEFI

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR SOBRE OS
PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA EM PACIENTES COM
OSTEOARTRITE DE JOELHO**

Aluna: Laís Araújo Martins

Orientador: Prof. Dr. Valdeci Carlos Dionísio

Coorientadora: Vanessa Martins Pereira Silva Moreira

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para obtenção do
grau de Bacharel em Fisioterapia da
Universidade Federal de Uberlândia, formatado
de acordo com as normas da Revista Brasileira de
Fisioterapia.

Uberlândia – MG

2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E FISIOTERAPIA - FAEFI
LABORATÓRIO DE NEUROMECÂNICA E FISIOTERAPIA – LANEF

**EFEITOS DO TREINAMENTO DE FORÇA MUSCULAR SOBRE OS
PARÂMETROS ESPAÇO-TEMPORAIS DA MARCHA EM PACIENTES COM
OSTEOARTRITE DE JOELHO**

Effects of muscle strength training on the spatio temporal parameters of gait in patients with
knee osteoarthritis

Lais Araújo Martins¹, Vanessa Martins Pereira Silva Moreira², Valdeci Carlos Dionísio³

¹Graduanda do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

²Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde –UFU- Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

³Professor do curso de Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Estudo desenvolvido no Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia (LANEF) da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia - UFU - Uberlândia, Minas Gerais, Brasil

Autor correspondente: Lais Araújo Martins, Universidade Federal de Uberlândia, R. Benjamim Constant, 1286 - Nossa Sra. Aparecida, Uberlândia - MG, Cep 38400-678, Brasil. E-mail: laisamam98@gmail.com

Estudo aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (Protocolo 2.096.045 em 06/17).

Uberlândia – MG

2020

RESUMO

Evidências atuais mostram os benefícios do treinamento de força muscular nos pacientes com osteoartrite de joelho (OAJ), no entanto, pouco se conhece sobre estes efeitos nos parâmetros espaço-temporais da marcha. O objetivo deste estudo foi comparar as alterações destes parâmetros antes e após o treino de força muscular em pacientes com OAJ. Participaram deste projeto 14 indivíduos com OAJ leve, moderada e grave, os quais tiveram avaliadas a força muscular dos músculos quadríceps (QF), tibial anterior (TA) e dos abdutores de quadril (AB), através do uso de uma célula de carga. Também foram avaliados os parâmetros espaço-temporais e cinemáticos da marcha, através de um sistema 3D, antes e após a intervenção fisioterapêutica, a qual foi composta por exercícios de fortalecimento dos músculos QF, TA e AB, sendo realizada 3 vezes por semana durante 8 semanas. Os resultados mostraram-se positivos quanto ao aumento de força de todos os grupos musculares, assim como alguns parâmetros angulares, especialmente o aumento da amplitude de movimento em joelho e tornozelo do membro mais acometido. Os resultados ainda revelaram que houve melhora dos parâmetros espaço-temporais, mantendo-se a cadência e o tempo da passada sem alterações significativas. Assim, o estudo conclui que o fortalecimento muscular foi capaz de aumentar a força muscular e os parâmetros angulares e espaço-temporais da marcha, melhorando a capacidade dos indivíduos com OAJ para executá-la.

PALAVRAS-CHAVES: osteoartrite de joelho, força muscular, marcha

ABSTRACT

Current evidence shows the benefits of muscle strength training in patients with knee osteoarthritis (KOA), however, little is known about these effects on the spatio temporal parameters of gait. The aim of this study was to compare the changes of these parameters before and after muscle strength training in patients with KOA. The study was 14 individuals with mild, moderate and severe KOA, who had evaluated the muscle strength of the quadriceps, anterior tibial and hip abductors muscles, through the use of a load cell. The spatio temporal and kinematic parameters of gait were also evaluated, through a 3D system, before and after the physical therapy intervention, which was composed of exercises to strengthen the quadriceps, anterior tibial and hip abductors muscles, being performed 3 times a week for 8 weeks. The results were positive regarding the increase in strength of all muscle groups, as well as some angular parameters, especially the increase in the range of motion in the knee and ankle of the most affected limb. The results also revealed that there was an increase in the spatio temporal parameters, except for the cadence and time of the stride that did not change significantly. Thus, the study concludes that muscle strengthening was able to increase muscle strength and angular and spatio-temporal gait parameters, improving the ability of individuals with KOA to perform it.

KEYWORDS: knee osteoarthritis, muscle strength, gait

SUMÁRIO

1. Introdução	7
2. Materiais e Métodos.....	9
2.1. Desenho do estudo e Participantes	9
2.2. Instrumentos de avaliação	10
2.3. Intervenção	11
2.4. Análise dos dados.....	12
3. Resultados	12
4. Discussão	13
5. Conclusão.....	15
Referências.....	15

1. INTRODUÇÃO

A osteoartrite (OA), conhecida também como uma doença articular degenerativa, é uma patologia que envolve as articulações sinoviais. Ela é caracterizada pela deterioração progressiva e perda da cartilagem articular que ocorrem concomitante às mudanças estruturais e funcionais que alteram tanto as estruturas articulares, incluindo os meniscos do joelho, ligamentos periarticulares e osso subcondral, como também a força dos músculos periarticulares, sendo considerada uma das causas mais comuns de incapacidade funcional (MOBASHERI; BATT, 2016). A instalação e desenvolvimento da osteoartrite de joelho (OAJ) é resultado de uma complexa interação entre diferentes fatores, os quais tornam a articulação mais suscetível ao aparecimento da doença. Dentre estes, consideramos aspectos modificáveis, tais como: força muscular, atividade ocupacional, alinhamento inadequado da articulação e obesidade; e ainda os fatores considerados como não modificáveis: sexo, idade e predisposição genética. Juntos, estes elementos aumentam o risco de desenvolvimento da patologia. Nas últimas décadas observou-se um aumento nas taxas de incidência e prevalência da osteoartrite, atribuídas principalmente ao envelhecimento populacional, o que por sua vez reflete diretamente sobre os sistemas de saúde em todo o mundo, visto que as incapacidades consequentes da doença levam ao aumento dos gastos voltados a esta população (KIADALIRI et al., 2018).

O enfraquecimento progressivo dos músculos do membro inferior é uma característica marcante dos pacientes com OAJ, o que contribui substancialmente para o surgimento de limitações funcionais. Um estudo realizado recentemente mostrou a existência de uma correlação entre esta perda de força muscular, com a inflamação sistêmica e a baixa propriocepção presentes em indivíduos com a doença. O efeito catabólico da inflamação sistêmica decorrente da OA afeta o tecido muscular e também os mecanorreceptores articulares, reduzindo a propriocepção e caracterizando o quadro de inibição muscular artrogênica, ou seja, o declínio gradual da força está associado à deficiência na capacidade do sistema nervoso central em ativar os músculos voluntariamente (CUDEJKO et al., 2018). Esta perda de força muscular é notada principalmente no quadríceps e está associada às limitações de atividades funcionais e aumento de carga sobre a articulação, visto que este músculo é o principal estabilizador dinâmico do joelho, e uma vez enfraquecido altera-se a capacidade da articulação em suportar cargas, favorecendo-se a progressão da doença (KEAN et al., 2017).

Alguns estudos também já mostraram que os músculos abdutores do quadril se apresentam enfraquecidos no indivíduo com OAJ, logo, o fortalecimento destes auxilia na redução das cargas articulares sobre o joelho, induzindo uma melhora da dor e função física destes pacientes (SINGH et

al., 2016). Além destes, também pode-se verificar uma alteração de força dos músculos inversores do tornozelo (GONÇALVES et al., 2017).

Outras alterações frequentemente encontradas em pacientes com OAJ são modificações nos padrões da marcha. Os sintomas clínicos característicos da doença, já citados anteriormente, podem conduzir às mudanças nos parâmetros cinéticos, cinemáticos e espaço-temporais da marcha (TAŞ et al., 2014). Estas variáveis são influenciadas pela força de reação do solo, que é intensificada conforme a velocidade da caminhada é aumentada, resultando em uma maior carga sobre a articulação do joelho, o que por sua vez, pode acelerar a progressão da doença. Portanto, observa-se que as alterações da marcha destes indivíduos, assim como a redução de amplitude de movimento articular, são estratégias compensatórias adotadas para reduzir as tensões sobre a articulação afetada (MAHMOUDIAN et al., 2017).

Vários estudos referentes à análise da performance da marcha de pacientes com a OAJ, são encontrados na literatura, os quais esclarecem bem as mudanças que ocorrem nos parâmetros cinéticos, sendo eles: o aumento do momento adutor do joelho, diminuição do momento extensor joelho e de sua rotação interna, e também alteração do momento adutor do quadril; enquanto os padrões cinemáticos que se mostram alterados são: redução da flexão do joelho e do quadril. No entanto, as variáveis que envolvem os parâmetros espaço-temporais são menos evidenciadas, visto que, existem conflitos entre os resultados encontrados por pesquisas que avaliaram as mesmas. Por exemplo, no estudo publicado por Huang (2008), não foram encontradas diferenças entre o grupo saudável e o grupo com OAJ em termos de velocidade, cadência e comprimento do passo, enquanto a pesquisa feita por Duffell (2017) encontrou diferenças significativas entre os grupos ao avaliar as mesmas variáveis. Além disso, alguns estudos apontam que mudanças nestes parâmetros se correlacionam com uma diminuição da estabilização da marcha e inadequação das atividades diárias, o que aumentaria o risco de quedas nestes indivíduos (TAŞ et al., 2014).

De acordo com as pesquisas realizadas até o momento, a OAJ é uma condição irreversível, portanto, as abordagens de tratamento para esta, baseiam-se na melhora da dor e função física, que consequentemente levam ao aumento da qualidade de vida destes pacientes. Fortes evidências apontam que o tratamento fisioterapêutico baseado no fortalecimento muscular é capaz de trazer benefícios ao paciente com OAJ, tais como a redução da dor e das disfunções físicas que alteram as atividades diárias dos mesmos, sendo esta a intervenção terapêutica recomendada como o tratamento conservador de primeira escolha (COLLINS; HART; MILLS, 2019). A melhora da força muscular adquirida pelos exercícios de fortalecimento permite um maior nível de atividade física geral, o que leva ao aumento da capacidade funcional destes pacientes. Outros benefícios provenientes do fortalecimento envolvem a melhora da estabilidade do joelho pelo aumento da força do quadríceps. Exercícios voltados ao ganho de força dos músculos abdutores do quadril também contribuem para

melhora do indivíduo com OAJ, uma vez que, a ampliação de sua força resulta na redução de cargas compressivas sobre o joelho (SINGH et al., 2016). Em conjunto, todos estes benefícios possibilitam que estes indivíduos retomem suas atividades sociais e econômicas.

Diante dos vários efeitos já conhecidos sobre fortalecimento muscular, este se faz uma das intervenções mais utilizadas para o tratamento da OAJ. No entanto, a relação entre o fortalecimento muscular e os parâmetros espaço-temporais da marcha não são relatados pela literatura. Assim, o objetivo deste estudo é comparar os parâmetros espaço-temporais antes e após o treinamento de força muscular em indivíduos com OAJ. Espera-se que o aumento da força muscular junto aos benefícios citados acima, possam restabelecer estes parâmetros, aproximando-os da normalidade. Isto por sua vez, resultaria em uma melhora da performance da marcha dos pacientes, reduzindo o risco de quedas, tornando o indivíduo menos dependente e fazendo deste um meio de intervenção ainda mais eficaz para o tratamento da OAJ.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Desenho do estudo e Participantes

Este estudo é parte de um ensaio clínico prospectivo e cego, o qual foi executado no Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia, no campus Faculdade de Educação Física e Fisioterapia, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CAAE: 55911816.0.0000.5152). Ao aceitar participar do estudo, todos os participantes assinaram o termo de consentimento.

O cálculo amostral foi realizado no programa G Power 3.1.9.2., baseado em estudo anterior (ESRAFILIAN et al., 2013), utilizando como parâmetro o comprimento do passo, sendo a diferença da média 0.31 m e o desvio padrão 0.2 m, com o poder do teste de 95% e tamanho do efeito $f = 1.5$. O resultado revelou necessidade de 7 ou mais indivíduos. A amostra foi por conveniência, uma vez que o projeto foi divulgado nas redes sociais e nos telejornais de Uberlândia.

Foram incluídos no estudo indivíduos que apresentavam diagnóstico de OAJ segundo os critérios do Colégio Americano de Reumatologia (ALTMAN et al., 1986), o qual deveria estar acompanhado de exame radiológico que evidenciasse o acometimento de um ou mais compartimentos do joelho, em nível leve, moderado ou grave, sendo uni ou bilateral. Os participantes deveriam ter idade superior a 50 anos, e dor no joelho durante seis meses ou mais. O nível de dor dos mesmos deveria estar entre 3 e 7, segundo a Escala Visual Análgica (VAS), visto que, indivíduos com dor superior a 7 poderiam não conseguir realizar os exercícios pré-estabelecidos. Para verificar esses critérios de inclusão, foi realizada uma avaliação fisioterapêutica dos joelhos com osteoartrite. Além

disso, os participantes apresentaram atestado médico que considerava satisfatória a condição geral dos mesmos.

Foram excluídos aqueles que apresentassem alterações musculoesqueléticas, como artrite reumatoide, lúpus, gota, ou fibromialgia; ou ainda alterações neuromusculares como doença de Parkinson, ou outras afecções mentais que prejudicassem o entendimento e execução dos exercícios. Também foram excluídos os voluntários que apresentaram contraindicações absolutas para a execução dos exercícios, como indivíduos com recentes alterações no eletrocardiograma ou infarto do miocárdio, angina instável, arritmia descontrolada, bloqueio cardíaco de terceiro grau e insuficiência cardíaca congestiva aguda. Ainda não puderam participar aqueles que possuíam contraindicação relativa, como pressão arterial elevada descompensada, cardiomiopatias, doença cardíaca valvular, ectópico ventricular complexo e doenças metabólicas descontroladas (ACSM, 1998), exceto se expressamente liberado pelo médico e estivesse documentado. Por fim, também foram excluídos os indivíduos que apresentaram exacerbação da dor durante o tratamento ou não tiveram regularidade de participação nas sessões propostas.

2.2. Instrumentos de avaliação

Avaliação da força muscular e dos parâmetros espaço-temporais da marcha

A força muscular e os parâmetros espaço-temporais da marcha foram avaliados por um único examinador, o qual foi devidamente treinado para aplicar o teste de função e análise da marcha sobre a esteira. Este examinador não participou e não recebeu qualquer informação sobre o tratamento.

Para avaliar a força muscular foi usada uma célula de carga (Kratos-CKS) calibrada e ajustável em altura e direção. Esta analisou a força dos músculos abdutores do quadril (glúteo máximo, glúteo médio, glúteo mínimo e tensor da fáscia lata), quadríceps e tibial anterior. Para isto, os indivíduos foram posicionados adequadamente e fixados por cintos para evitar movimentos indesejados. Os músculos abdutores do quadril foram avaliados com o paciente em decúbito lateral, com a pelve em neutro, e o membro a ser avaliado posicionado a 0° flexão/extensão de quadril e joelho, e 0° de abdução/adução de quadril, com uma cinta, conectada a célula de carga, não extensível posicionada ligeiramente acima do maléolo lateral do mesmo. Para avaliar o quadríceps femoral, os participantes foram posicionados em uma cadeira extensora ajustável, com 75° de flexão de quadril e 90° de flexão de joelho, com o segmento a ser avaliado livre e uma cinta, conectada a célula de carga, posicionada ligeiramente acima do maléolo lateral do mesmo. A avaliação do tibial anterior foi feita com os participantes sentados, com 75° de flexão do quadril e 0° de flexão/extensão de joelho, com o segmento a ser avaliado livre e uma cinta, conectada a célula de carga, posicionado na região do antepé do mesmo. Inicialmente foram realizados dois testes de treinamento, para que o participante

se familiarizasse e compreendesse o procedimento. Em seguida, os participantes foram incentivados a realizar o máximo de força isométrica durante cinco segundos (em abdução, extensão de joelho ou dorsiflexão), três vezes, considerando um período de 60 segundos entre cada teste. A maior das três medidas foi utilizada para a análise (RUHDORFER et al., 2014).

A avaliação dos parâmetros espaço-temporais da marcha foi feita por meio de uma caminhada de 30 segundos em uma velocidade considerada confortável pelo participante, sobre uma Esteira Profissional 567 GT 1-2 (Embrex) com 0° de angulação. Estes parâmetros foram captados por um sistema computadorizado, com oito câmeras infravermelho (*OptiTrack FLEX V100R2, Natural Point, Corvallis, Oregon*) dispostas de forma a capturar a trajetória em 3D, registrando o deslocamento linear da marcha por meio da identificação dos marcadores reflexivos fixados na pele a uma frequência de 100 Hz. Os marcadores foram fixados nos seguintes pontos anatômicos: aspecto lateral do acrômio (ombro), trocânter maior do fêmur (quadril), epicôndilo lateral do fêmur (joelho), maléolo lateral e calcâneo e cabeça do quinto metatarso (tornozelo e ponta do pé). Os dados foram analisados off-line por uma rotina em MatLab, onde foram calculados parâmetros cinemáticos e espaço-temporais (velocidade da marcha, comprimento da passada, tempo da passada, distância percorrida, cadência, e ângulos do tornozelo, joelho e quadril no plano sagital). Estas variáveis tiveram ainda sua média calculada por ao menos 10 passos válidos.

2.3. Intervenção

Os participantes foram submetidos ao protocolo de exercícios de fortalecimento muscular, cuja duração foi de 8 semanas com frequência de três vezes por semana. Cada exercício foi composto por 4 séries de 6 repetições, mantendo um intervalo de 1 minuto entre cada repetição para evitar a fadiga muscular. Os músculos fortalecidos foram os abdutores de quadril (glúteo máximo, glúteo médio, glúteo mínimo e tensor da fáscia lata), quadríceps e tibial anterior. Para isto, foi utilizada a cadeira extensora, pesos livres e faixas elásticas com cargas compressivas (Elastos Ltda, Rio de Janeiro RJ, Brasil) não tendo amplitude controlada de movimento.

Para mensuração da carga, antes do início do protocolo foi determinada a resistência máxima (RM) em uma repetição de cada músculo. Na primeira sessão o exercício teve carga equivalente a 50% de 1 RM para cada músculo, posteriormente a carga foi aumentada em 10%, isto deveria ocorrer sempre que a pessoa conseguisse realizar uma ou duas repetições a mais que as planejadas, sem presença de dor. Antes do início da sessão os indivíduos realizaram uma caminhada em terreno plano ou esteira, com duração de 10 minutos, para aquecimento. Ao final dos exercícios, os participantes realizaram alongamentos, dos seguintes músculos: isquiotibiais, gastrocnêmio, quadríceps e adutores. Em seguida aplicava-se gelo sobre os joelhos por 20 minutos, com o objetivo de reduzir a dor e a

inflamação. A pressão arterial foi aferida antes e depois de cada sessão. Ao término das 8 semanas, todos os indivíduos foram reavaliados em até 5 dias.

2.4. Análise dos dados

Todos esses dados antes e após o tratamento foram tabelados e tiveram sua normalidade testada pelo teste de Shapiro-Wilk. Para avaliar o efeito do tratamento sobre a diferença entre antes e depois dos níveis de força muscular e dos parâmetros espaço-temporais da marcha, foi aplicado o teste de Wilcoxon (distribuição não normal), considerando o nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS

A amostra do estudo foi composta por 14 indivíduos com diagnóstico médico de OAJ, com diferentes graus de severidade da doença, estando estas e as demais características da população sumarizadas na Tabela 1.

Todos os grupos musculares analisados pelo estudo (tibial anterior, quadríceps e abdutores) sofreram aumento significativo de força após intervenção ($P < 0,05$). Com relação aos parâmetros espaço temporais da marcha, somente as variáveis cadência ($P = 0,069$) e tempo da passada ($P = 0,169$) não se alteraram positivamente após o tratamento.

Os parâmetros angulares de tornozelo, quadril e joelho que apresentaram diferença significativa foram: ângulo máximo do tornozelo esquerdo ($P = 0,03$); ângulo mínimo do joelho direito ($P = 0,0001$); excursão angular (EA) do tornozelo esquerdo ($P = 0,001$); EA do joelho esquerdo ($P = 0,008$); EA do tornozelo direito ($P = 0,006$); EA do joelho direito ($P = 0,001$); EA do quadril direito ($P = 0,015$); EA do tornozelo mais afetado ($P = 0,008$); EA do joelho mais afetado ($0,006$). As demais variáveis angulares não tiveram mudança significativa. Todos estes dados estão demonstrados na Tabela 2.

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo comparar os efeitos de um programa de fortalecimento muscular sobre os parâmetros espaço temporais da marcha em pacientes com OAJ. Os resultados mostram que a conclusão de oito semanas de exercícios de fortalecimento para os grupos musculares do quadril, joelho e tornozelo, resultam no aumento significativo de força, amplitude de movimento e qualidade de execução da marcha, uma vez que esta passa a ser realizada de modo mais seguro e eficaz.

Como já reconhecido, os músculos do quadril, joelho e tornozelo desempenham um papel importante para execução da marcha e das demais atividades funcionais de um indivíduo. Logo, o enfraquecimento destes induz às limitações funcionais e aumento da carga sobre as articulações durante a caminhada (ONIGBINDE et al., 2017). Assim, este estudo se mostrou eficaz por proporcionar um ganho de força significativo de todos os músculos trabalhados (QF, TA e AB), o que conseqüentemente levou à melhora de outros fatores cruciais para a execução de uma marcha segura e eficaz. No estudo de Cudejko (2018) mostra-se que a diminuição da força muscular, característica forte da OAJ, se deve à correlação entre uma inflamação sistêmica e uma baixa propriocepção, ou seja, esta inflamação induz à perda de propriocepção e ao reflexo de inibição muscular artrogênica, os quais afetam diretamente a força muscular. Desse modo, podemos considerar que o ganho de força proporcionado pelos exercícios que realizamos induziu à inibição deste reflexo e melhorou a propriocepção, isto por sua vez melhorou a ativação muscular voluntária durante a caminhada. Além disto, também podemos considerar que o aumento de força muscular proporciona maior estabilidade articular, o que se faz importante para a marcha. Isto se explica pelo fato de que o músculo é uma das estruturas que auxiliam na propagação das forças de impacto pelo membro inferior durante a caminhada, evitando a sobrecarga articular, a qual pode contribuir para a progressão da OAJ (KEAN et al., 2017).

De acordo com Spinoso (2018) a dor e o enfraquecimento muscular são os principais sintomas da OAJ associados às alterações nos parâmetros espaço temporais da marcha, considerando que as estratégias compensatórias são criadas para minimizar a dor durante a tarefa e proteger a articulação do joelho. Neste mesmo estudo, o autor ainda afirma que o nível de força muscular se correlaciona com o tempo de apoio e velocidade da marcha, sendo que quanto menor a força maior o comprometimento articular. Além disto, os efeitos degenerativos da doença têm impacto negativo sobre o controle dinâmico do equilíbrio e a propriocepção periférica, aumentando a variabilidade da marcha (CLERMONT; BARDEN, 2016). Assim, considerando que a força muscular está diretamente relacionada a esta estabilidade articular dinâmica e à questão sensorial, afirmamos que a ganho de força muscular adquirido pelos indivíduos que participaram deste estudo foi capaz de aumentar a velocidade destes para executar a marcha, o comprimento da passada e a distância percorrida pelos mesmos, ou seja, o aumento da força se reflete positivamente sobre os parâmetros espaço temporais da marcha, uma vez que proporciona maior estabilidade dinâmica à articulação e melhor propriocepção, permitindo que a marcha seja realizada de modo mais funcional e seguro.

Sabe-se ainda que, a OAJ altera consideravelmente as características cinemáticas da marcha, o que torna importante a realização de intervenções conservadoras que busquem reduzir tal comprometimento (MAHMOUDIAN et al., 2017). Após a realização dos exercícios propostos por este estudos, podemos atribuir as melhoras nos parâmetros angulares ao ganho de força muscular,

visto que o aumento de força gera maior estabilidade dinâmica e permite a execução da marcha com maior amplitude de movimento (ADM), sendo estas mudanças notadas nas articulações do tornozelo e joelho. Estas alterações positivas se deram especialmente no joelho direito, mas isto se explica pelo fato de que a maior parte dos participantes deste estudo possuía o lado direito mais acometido pela doença. Observa-se também maior ADM em dorsiflexão do tornozelo esquerdo, podendo ser explicada pela melhora da função do joelho direito, que devido ao aumento de força foi capaz de realizar maior extensão ao final da fase de balanço, ou seja, houve aumento no comprimento do passo e no tempo de balanço, enquanto o tornozelo esquerdo permaneceu mais tempo apoiado realizando maior dorsiflexão conforme o rolamento da esteira. O estudo de Tawy, Rowe e Biant (2017), mostra que existe um pico de variância cinemática no plano sagital durante a fase de balanço, que ocorre como mecanismo compensatório para manter o centro de massa estável nesta fase. Além disso, ele traz que as fases da marcha, incluindo a fase final de balanço, são dependentes da força muscular, especialmente do QF, para serem realizadas de modo funcional. Assim, podemos confirmar nossa hipótese de que o aumento de força muscular foi capaz de melhorar as variáveis cinemáticas ao permitir maior ADM durante a marcha. Segundo Roy (2018), a rigidez articular e as alterações cinemáticas são também estratégias para reduzir o momento adutor do joelho, protegendo a articulação de impactos e reduzindo a dor. Neste estudo, após a intervenção, o autor mostra que para reduzir esse momento adutor sem alterar tão significativamente a marcha, os indivíduos adotaram como estratégia aumentar os ângulos do tornozelo, não sendo observadas alterações cinemáticas no quadril, assim como também não observamos alterações significativas na articulação do quadril neste estudo.

Uma das limitações encontradas pelo estudo foi uma amostra pequena, o que torna difícil generalizar os resultados para a população brasileira. No entanto, as informações contidas neste, são relevantes para que se entenda a importância do aumento de força sobre a funcionalidade destes indivíduos. No estudo publicado por Oliveira (2012), mostra-se a eficácia dos exercícios de fortalecimento muscular sobre a capacidade funcional e redução dos sintomas de pacientes com OAJ, este, apesar de possuir um número de participantes relativamente maior que o deste estudo, chega a conclusões semelhantes. Este estudo não realizou avaliação eletromiográfica dos indivíduos, o que poderia ter contribuído para uma melhor determinação do nível de atividade muscular durante a execução da marcha. Apesar disto, podemos dizer que a análise cinemática reflete a atividade eletromiográfica, não comprometendo, portanto, os resultados deste trabalho.

5. CONCLUSÃO

Os resultados mostraram que o treinamento de força muscular proposto foi capaz de aumentar a força muscular e os parâmetros angulares e espaço-temporais da marcha, melhorando a capacidade dos indivíduos com OAJ para executá-la.

REFERÊNCIAS

ACSM. American College of Sports Medicine Position Stand. Exercise and physical activity for older adults. *Med Sci Sports Exerc*, Jun 1998; 30(6): 992-1008

ALTMAN, R. et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis: Classification of osteoarthritis of the knee. **Arthritis & Rheumatism**, v. 29, n. 8, p. 1039–1049, 1986.

CLERMONT, C. A.; BARDEN, J. M. Accelerometer-based determination of gait variability in older adults with knee osteoarthritis. **Gait and Posture**, v. 50, p. 126-130, 2016.

COLLINS, N. J.; HART, H. F.; MILLS, K. A. G. OARSI year in review 2018: rehabilitation and outcomes. **Osteoarthritis and Cartilage**, n. xxxx, 2019.

CUDEJKO, T. et al. Proprioception mediates the association between systemic inflammation and muscle weakness in patients with knee osteoarthritis: Results from the Amsterdam osteoarthritis cohort. **Journal of Rehabilitation Medicine**, v. 50, n. 1, p. 67–72, 2018.

DUFFELL, L. D. et al. Gait adaptations with aging in healthy participants and people with knee-joint osteoarthritis. **Gait and Posture**, v. 57, n. April, p. 246–251, 2017.

ESRAFILIAN, A. et al. Performance of subjects with knee osteoarthritis during walking: Differential parameters. **Rheumatology International**, v. 33, n. 7, p. 1753–1761, 2013.

GONÇALVES, G. H. et al. Ankle strength impairments associated with knee osteoarthritis. **Clinical Biomechanics**, v. 46, n. May, p. 33–39, 2017.

HUANG, S. C. et al. Effects of severity of degeneration on gait patterns in patients with medial knee osteoarthritis. **Medical Engineering and Physics**, v. 30, n. 8, p. 997–1003, 2008.

KEAN, C. O. et al. Clinical biomechanics impact loading following quadriceps strength training in individuals with knee osteoarthritis and varus alignment. **Clinical Biomechanics**, v. 42, p. 20-24, 2017.

- KIADALIRI, A. A. et al. High and rising burden of hip and knee osteoarthritis in the Nordic region, 1990–2015: Findings from the Global Burden of Disease Study 2015. **Acta Orthopaedica**, v. 89, n. 2, p. 177–183, 2018.
- MAHMOUDIAN, A. et al. Changes in gait characteristics of women with early and established medial knee osteoarthritis: Results from a 2-years longitudinal study. **Clinical Biomechanics**, v. 50, n. January, p. 32–39, 2017.
- MOBASHERI, A.; BATT, M. **An update on the pathophysiology of osteoarthritis** *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 2016.
- OLIVEIRA, A. M. I. DE et al. Impact of exercise on the functional capacity and pain of patients with knee osteoarthritis: a randomized clinical trial. **Revista brasileira de reumatologia**, v. 52, n. 6, p. 876–82, 2012.
- ONIGBINDE, A. T. et al. Inter-limb effects of isometric quadriceps strengthening on untrained contra-lateral homologous muscle of patients with knee osteoarthritis. **Technology and Health Care**, v. 25, n. 1, p. 19–27, 2017.
- ROY, T. H. C. et al. Immediate and short-term effects of gait retraining on the knee joint moments and symptoms in patients with early tibiofemoral joint osteoarthritis: a randomized controlled trial. **Osteoarthritis and Cartilage**, 2018.
- RUHDORFER, A. et al. Association of thigh muscle strength with knee symptoms and radiographic disease stage of osteoarthritis: Data from the osteoarthritis initiative. **Arthritis Care and Research**, v. 66, n. 9, p. 1344–1353, 2014.
- SINGH, S. et al. Effectiveness of hip abductor strengthening on health status, strength, endurance and six minute walk test in participants with medial compartment symptomatic knee osteoarthritis. **Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation**, v. 29, n. 1, p. 65–75, 2016.
- SPINOSO, D. H. et al. Quadriceps muscle weakness influences the gait pattern in women with knee osteoarthritis. p. 1-6, 2018.
- TAŞ, S. et al. Effects of severity of osteoarthritis on the temporospatial gait parameters in patients with knee osteoarthritis. **Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica**, v. 48, n. 6, p. 635–641, 2014.
- TAWY, G. F.; ROWE, P.; BIANI, L. Gait variability and motor control in patients with knee osteoarthritis as measured by uncontrolled manifold technique. **Gait & Posture**, 2017.

Tabela 1. Características da amostra.

Características	Severidade da OAJ		
	Leve (n= 3)	Moderado (n=9)	Grave (n=2)
Feminino	3	5	2
Masculino	0	4	0
Idade	67,33 ± 12,05	67,88 ± 7,54	67 ± 11,31
IMC	30,49 ± 8,29	30,94 ± 4,34	33,26 ± 5,64
Unilateral	1	5	0
Bilateral	2	4	2
Direito mais acometido	2	7	0
Esquerdo mais acometido	1	2	2

Tabela 2. Dados referentes às variáveis do estudo, antes e após a intervenção.

Variável	Pré	Pós	Dif. média	DP	IC	T	P
Força TAD	11,89	20,56	-8,67	5,6153	-11,91 a - 5,42	-5,778	0,0001
Força TAE	10,56	16,52	-5,95	5,1672	-8,94 a 2,97	-4,314	0,001
Força QFD	21,64	25,96	-4,32	6,1657	-7,88 a -0,76	-2,622	0,021
Força QFE	21,8	26,89	-5,08	4,1573	-7,48 a -2,68	-4,577	0,001
Força ABD	8,26	11,95	-3,69	3,0933	-5,47 a -1,90	-4,467	0,001
Força ABE	7,61	11,17	-3,56	3,0127	-5,30 a -1,82	-4,427	0,001
Av. marcha VC	2,27	2,97	-0,7	0,5857	-1,03 a -0,36	-4,472	0,001
Velocidade (m/s)	0,63	0,82	-0,19	0,16269	-0,28 a -0,10	-4,472	0,001
Cadência (passos/s)	1,44	1,53	-0,09	0,17066	-0,18 a 0,008	-1,984	0,069
Distância (m)	18,92	24,76	-5,83	4,88106	-8,65 a -3,01	-4,472	0,001
Comp. Pass. (m)	0,86	1,08	-0,21	0,17123	-0,31 a -0,11	-4,77	0,0001
Tempo da passada (s)	1,41	1,33	0,076	0,19727	-0,037 a 1,90	1,456	0,169
Âng. TE.máx.	-4,81	-0,75	-4,05	6,21924	-7,64 a -0,46	-2,441	0,03
Âng. JE.máx.	-8,53	-6	-2,52	5,20332	-5,52 a 0,48	-1,814	0,093
Âng. QE.máx.	29,03	27,57	1,46	5,62432	-1,78 a 4,71	0,975	0,347
Âng. TE.mín.	-26,54	-28,77	2,23	7,58061	-2,13 a 6,61	1,105	0,289
Âng. JE.mín.	-51,62	-53,16	1,53	6,4732	-2,20 a 5,27	0,888	0,391
Âng. QE.mín.	-4,67	-6,52	1,84	5,44475	-1,29 a 4,99	1,271	0,226
Âng. TD.máx.	-2,88	-0,07	-2,81	7,34327	-7,05 a 1,42	-1,436	0,175
Âng. JD.máx.	-7,78	-7,51	-0,26	3,92738	-2,53 a 1,99	-0,256	0,802
Âng. QD.máx.	27,69	30,27	-2,57	8,44917	-7,45 a 2,30	-1,141	0,274
Âng. TD.mín.	-24,68	-26,96	2,27	10,45847	-3,76 a 8,31	0,815	0,43
Âng. JD.mín.	-51,1	-55,98	4,87	3,56943	2,81 a 6,93	5,114	0,0001
Âng. QD.mín.	-4,36	-4,34	-0,015	8,58839	-4,97 a 4,94	-0,007	0,995
Exc. Ang. TE	-21,72	-28,02	6,29	5,37945	3,18 a 9,40	4,379	0,001
Exc. Ang. JE	-43,09	-47,15	4,05	4,86465	1,24 a 6,86	3,121	0,008
Exc. Ang. QE	33,71	34,09	-0,38	2,99041	-2,11 a 1,34	-0,48	0,639
Exc. Ang. TD	-21,79	-26,89	5,09	5,81325	1,74 a 8,45	3,281	0,006
Exc. Ang. JD	-43,31	-48,46	5,14	4,22376	2,70 a 7,58	4,56	0,001
Exc. Ang. QD	32,05	34,61	-2,56	3,4321	-4,54 a -0,57	-2,792	0,015
Âng. Máx. TMA	-2,49	-0,94	-1,54	7,01971	-5,6 a 2,50	-0,825	0,424

Âng. Máx. JMA	-9,41	-8,04	-1,37	3,28109	-3,26 a 0,52	-1,567	0,141
Âng. Máx. QMA	28,19	28,71	-0,52	5,47235	-3,68 a 2,63	-358	0,726
Âng. Mín. TMA	-25,95	-29,13	3,18	9,56794	-2,34 a 8,70	1,244	0,236
Âng. Mín. JMA	-49,81	-53,07	3,26	5,6995	-0,025 a 6,55	2,144	0,052
Âng. Mín. QMA	-3,84	-4,81	0,96	5,82663	-2,40 a 4,32	0,618	0,547
Exc. Ang. TMA	-23,46	-28,19	4,72	5,67128	1,45 a 8,00	3,119	0,008
Exc. Ang. JMA	-40,39	-45,03	4,63	5,25778	1,60 a 7,67	3,302	0,006
Exc. Ang. QMA	32,04	33,53	-1,48	3,07765	-3,26 a 0,29	-1,807	0,094

DP: Desvio padrão; IC: intervalo de confiança; VC: velocidade confortável; Comp. Pass.: comprimento da passada; Âng: ângulo; TE: tornozelo esquerdo; TD: tornozelo direito; JE: joelho esquerdo; JD: joelho direito; QE: quadril esquerdo; QD: quadril direito; Mín: mínimo; Máx: máximo; Exc: excursão; Ang: angular; TMA: tornozelo mais afetado; JMA: joelho mais afetado; QMA: quadril mais afetado.