



## Artigo Original

# Análise comparativa da força do quadríceps e dos isquiotibiais na osteoartrite do joelho antes e após a artroplastia total do joelho: um estudo transversal<sup>☆</sup>



Naasson Trindade Cavanellas, Victor Rodrigues Amaral Cossich, Eduardo Becker Nicoliche\*, Marilena Bezerra Martins, Eduardo Branco de Sousa e José Inácio Salles

Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Laboratório de Pesquisa Neuromuscular, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

### INFORMAÇÕES SOBRE O ARTIGO

Histórico do artigo:

Recebido em 18 de novembro de 2016

Aceito em 9 de janeiro de 2017

On-line em 11 de junho de 2017

Palavras-chave:

Força muscular

Artroplastia do joelho

Osteoartrite

### R E S U M O

**Objetivo:** Comparar a força muscular isocinética máxima dos músculos extensores e flexores do joelho entre pacientes com osteoartrite do joelho e pacientes submetidos à artroplastia total do joelho.

**Métodos:** Os voluntários foram divididos em cinco grupos (n=20): Controle, Ahlbäck I e II; Ahlbäck IV; seis meses após artroplastia total do joelho; 12 meses após artroplastia total do joelho. O teste de força voluntária isocinética máxima foi feito para mensuração da força do quadríceps e isquiotibiais a 60/s.

**Resultados:** Foram achadas diferenças significativas entre o pico de torque do quadríceps e dos isquiotibiais ( $p < 0,001$ ). Os grupos Ahlbäck IV, seis meses e 12 meses após cirurgia mostraram valores mais baixos quando comparados com os grupos controle e Ahlbäck I e II. Quando os valores percentuais foram comparados com o grupo Controle, as diferenças médias variaram de 7% a 41%.

**Conclusão:** Os pacientes com joelhos saudáveis ou osteoartrite em estágio inicial apresentaram maior força no quadríceps e nos isquiotibiais do que pacientes em estágio mais avançado da doença, mesmo após a ATJ. Esses achados sugerem que os programas tradicionais de reabilitação não recuperam a força nos níveis observados em indivíduos sem osteoartrite do joelho.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

<sup>☆</sup> Trabalho desenvolvido no Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

\* Autor para correspondência.

E-mail: [eduardo.nicoliche@gmail.com](mailto:eduardo.nicoliche@gmail.com) (E.B. Nicoliche).

<https://doi.org/10.1016/j.rbo.2017.01.002>

0102-3616/© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Comparative analysis of quadriceps and hamstrings strength in knee osteoarthritis before and after total knee arthroplasty: a cross-sectional study

### A B S T R A C T

#### Keywords:

Muscle strength  
Arthroplasty, replacement, knee  
Osteoarthritis

**Objective:** Compare the maximal isokinetic muscle strength of knee extensor and flexor muscles between patients with knee osteoarthritis and patients submitted to total knee arthroplasty.

**Methods:** Volunteers were divided into five groups (n = 20): Control; Ahlbäck I and II; Ahlbäck IV; six months after total knee arthroplasty; 12 months after total knee arthroplasty. An isokinetic knee strength evaluation was conducted for the quadriceps and hamstrings at 60°/s.

**Results:** Significant differences in the peak torque of the quadriceps and hamstrings were found among the groups ( $p < 0.001$ ). The Ahlbäck IV, six-month, and 12-month postoperative groups demonstrated lower values when compared to the Control and Ahlbäck I and II groups. When percentage values were compared to the Control group, mean differences ranged from 7% to 41%.

**Conclusion:** Patients with healthy knees or early stage osteoarthritis have higher quadriceps and hamstrings strengths than those with a more advanced stage of the disease, even after knee replacement. These findings suggest that the traditional rehabilitation programs do not recover strength to levels observed in individuals without knee osteoarthritis.

© 2017 Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

## Introdução

A osteoartrite (OA) do joelho é a desordem ortopédica mais comum entre as patologias nessa articulação.<sup>1</sup> A OA tem uma abordagem clínica relacionada com a idade, com grande impacto sobre a função e a independência, inclusive as limitações de locomoção e tarefas domésticas.<sup>2-4</sup> Pesquisas recentes associam o declínio funcional na AO com a fraqueza muscular e em especial com a do quadríceps e dos isquiotibiais.<sup>5,6</sup>

Além dos exercícios físicos, o tratamento farmacológico e a mudança no estilo de vida são sugeridos como tratamento conservador da OA.<sup>7</sup> Com a progressão da doença, o reduzido efeito das intervenções terapêuticas e o elevado comprometimento da funcionalidade do paciente, a artroplastia total do joelho (ATJ) muitas vezes é considerada como a melhor opção de tratamento.<sup>8</sup> Apesar de a ATJ diminuir os níveis de dor nos pacientes com OA, o déficit de força muscular do quadríceps e isquiotibiais permanece após a cirurgia.<sup>9-11</sup>

Por mais que as causas dessa fraqueza do quadríceps e isquiotibiais sejam desconhecidas, a atrofia pelo desuso e os déficits na ativação parecem ser os principais responsáveis.<sup>12</sup> Nesse sentido, observamos que o principal foco da atenção ao déficit de força muscular na OA e na ATJ é dirigido para a força do quadríceps.<sup>13,14</sup> Por outro lado, não se observa um aprofundamento na interpretação da importância dos isquiotibiais na OA e ATJ que, em conjunto com o quadríceps, proporciona a estabilidade estrutural e funcional para essa articulação.<sup>14</sup> Buscar entender a magnitude da força muscular na OA e ATJ pode ajudar a identificar os gatilhos de modificação da doença e a aperfeiçoar os procedimentos de reabilitação para melhorar a qualidade de vida dos pacientes. Portanto o objetivo do

estudo foi comparar a força muscular isocinética máxima dos músculos extensores e flexores do joelho entre pacientes com osteoartrite do joelho e pacientes submetidos à artroplastia total do joelho e analisar a taxa de alteração percentual e a razão da força muscular isocinética máxima entre os extensores e flexores do joelho. Nossa hipótese é que o grupo com 12 meses após ATJ apresentaria maiores valores de força muscular do que os outros grupos.

## Material e métodos

A amostra foi composta de pacientes atendidos no ambulatório do Centro de Atenção Especializada em Cirurgia do Joelho (CAECJ) do Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia Jamil Haddad (Into). As tabelas 1-5 descrevem os critérios de inclusão e exclusão usados para seleção dos pacientes e composição dos seguintes grupos experimentais (n = 20 cada). (1) indivíduos assintomáticos (controle). (2) diagnóstico radiológico de osteoartrite – Ahlbäck graus I e II (OA-1/2). (3) diagnóstico radiológico de osteoartrite – Ahlbäck grau IV (OA-4). (4) seis meses pós-operatório de artroplastia total do joelho (ATJ-6). (5) 12 meses pós-operatório de artroplastia

**Tabela 1 – Critérios de inclusão e exclusão do estudo – Grupo controle**

Inclusão	Exclusão
	Apresentar histórico de lesões musculares nos membros inferiores e articulares nos joelhos.

**Tabela 2 – Critérios de inclusão e exclusão do estudo – Grupo OA-1/2**

Inclusão	Exclusão
Classificação de Ahlbäck I ou II	Apresentarem histórico médico de trauma Infecção ou cirurgia prévia na articulação estudada Varo ou valgo do joelho > 10° Cirurgia prévia no joelho acometido

**Tabela 3 – Critérios de inclusão e exclusão do estudo – Grupo OA-4**

Inclusão	Exclusão
Classificação de Ahlbäck IV	Apresentarem histórico médico de trauma Infecção ou cirurgia prévia na articulação estudada Varo ou valgo do joelho > 10° Cirurgia prévia no joelho acometido

**Tabela 4 – Critérios de inclusão e exclusão do estudo – Grupo ATJ-6**

Inclusão	Exclusão
Apresentarem arco de movimento do joelho > 100° 6 meses de pós-cirúrgico	Infecção ou cirurgia prévia na articulação estudada Contratura muscular em flexão do joelho > 15° Infecções reumáticas Osteoporose grave Varo ou valgo do joelho > 10°

**Tabela 5 – Critérios de inclusão e exclusão do estudo – Grupo ATJ-12**

Inclusão	Exclusão
Apresentarem arco de movimento do joelho > 100° 12 meses de pós-cirúrgico	Infecção ou cirurgia prévia na articulação estudada Contratura muscular em flexão do joelho > 15° Infecções reumáticas Osteoporose grave

total do joelho (ATJ-12). Todos os participantes leram e assinaram termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) no qual estavam descritos, em detalhes, os objetivos do experimento e as condições da avaliação. Todos os procedimentos foram anteriormente aprovados pelo comitê de ética do Into, conforme Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466 de 12/12/2012. Número de inscrição do projeto: CAAE 34971714.0.0000.5273.

#### Classificação radiológica de Ahlbäck de AO

Foram obtidas radiografias do joelho, em aspecto anteroposterior (AP) e de perfil (P) com apoio monopodálico,<sup>15</sup> raio centrado no polo inferior da patela e distância tubo-filme de 1 m. Para a incidência lateral do joelho, paciente em decúbito

lateral sobre o lado do joelho afetado, joelho com flexão de 20°. O raio central foi dirigido verticalmente para a face medial da articulação do joelho com angulação cefálica de 5° e distância tubo-filme de 1 m. Todas as radiografias foram feitas em um mesmo serviço de radiologia durante a rotina ambulatorial dos pacientes, não foram necessárias outras imagens apenas com a finalidade de uso no estudo. Para a classificação o grau de OA foi usada a classificação proposta por Ahlbäck<sup>16</sup> modificada por Keyes et al.<sup>17</sup>

#### Força voluntária isocinética máxima

Foi usado um dinamômetro isocinético (CSMI®, Humac Norm®, MA, EUA) para as avaliações da força muscular. Todos os sujeitos foram posicionados sentados, com o côndilo lateral do fêmur alinhado ao eixo de rotação do dinamômetro e o tornozelo fixado à haste do acessório de avaliação do joelho por uma tira de velcro. Foi feito teste concêntrico-concêntrico para extensão e flexão do joelho, com velocidade fixada a 60°/s e cinco repetições.<sup>18</sup> Primeiramente os voluntários passaram por uma rotina de aquecimento e familiarização com o equipamento e a contração isocinética através de repetições com a mesma velocidade usada no teste. O maior torque instantâneo encontrado para os grupamentos do quadríceps (QUA) e isquiotibiais (ISQ) foi considerado o pico de torque. Foram feitas avaliações apenas no membro envolvido de cada paciente e para o grupo controle foi usado o membro dominante.

#### Análise estatística

As análises foram iniciadas pela normatização dos valores de pico de torque através do valor do peso corporal de cada participante. Em seguida, para analisar a proporcionalidade de força muscular, foram calculados os valores da razão ISQ/QUA a partir dos valores de pico de torque dos músculos QUA e ISQ. Assim, as variáveis dependentes do estudo foram: (1) pico de torque QUA, (2) pico de torque ISQ e (3) razão ISQ/QUA. Estatística demonstrativa média ± desvio padrão foi usada para exposição dos dados. Para fazer a comparação entre os grupos foi feita separadamente Anova *one-way*. Posteriormente, o teste de *post-hoc* de Tukey foi usado para verificação de diferenças entre os pares. O valor de significância estabelecido para todas as análises foi de  $p \leq 0,05$ . Com o intuito de fazer uma análise qualitativa da taxa de alteração, degradação, preservação ou crescimento da força muscular de QUA e ISQ foram feitos cálculos para converter esses valores em índices de diferença percentual ( $\Delta\%$ ). Entende-se  $\Delta\%$  como o índice calculado, tem como referência os valores médios dos músculos extensores e flexores do grupo controle 1,11 e 0,76 Nm.kg<sup>-1</sup> (descritos na seção de resultados), respectivamente (conforme a fórmula abaixo).

$$\Delta\% = \left( \frac{(\text{valor de força do indivíduo} \times 100)}{\text{valor de referência}} \right) - 100$$

#### Resultados

Para avaliar as alterações da força muscular dos grupamentos musculares extensor e flexor do joelho em pacientes com

**Tabela 6 – Dados demográficos dos pacientes (média ± DP)**

	Controle	OA-1/2	OA-4	ATJ-6	ATJ-12
Homens	7	10	10	13	10
Mulheres	13	10	10	7	10
Idade (anos)	67,9 ± 7,2	56,3 ± 5,4	66,1 ± 9,3	69,1 ± 7,0	65,8 ± 6,1
Estatura (cm)	156,8 ± 11,8	167,2 ± 9,2	165,7 ± 5,8	161,0 ± 6,9	164,7 ± 7,4
Peso corporal (kg)	70,5 ± 24,0	81,6 ± 12,6	78,2 ± 12,5	83,1 ± 15,7	78,9 ± 11,8
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	28,3 ± 5,9	29,1 ± 2,9	25,2 ± 4,9	32,0 ± 5,2	26,2 ± 5,6

**Tabela 7 – Força isocinética máxima 60°/s de extensores e flexores do joelho (pico de torque/peso corporal - Nm.kg<sup>-1</sup> e diferença percentual do controle – média ± DP)**

Grupos	Quadríceps		Isquiotibiais	
	Peak torque (Nm.kg <sup>-1</sup> )	Δ%	Peak torque (Nm.kg <sup>-1</sup> )	Δ%
Controle	1,11 ± 0,47	0	0,76 ± 0,29	0
OA-1/2	0,99 ± 0,49	-11,0	0,71 ± 0,33	-7,0
OA-4	0,56 ± 0,22 <sup>a</sup>	-50,0	0,42 ± 0,16 <sup>b</sup>	-45,0
ATJ-6	0,54 ± 0,24 <sup>a</sup>	-51,0	0,51 ± 0,19 <sup>c</sup>	-33,0
ATJ-12	0,65 ± 0,29 <sup>a</sup>	-41,0	0,55 ± 0,20	-28,0

<sup>a</sup> Significativamente diferente de QUA controle e QUA OA1/2 (p < 0,01).

<sup>b</sup> Significativamente diferente de ISQ OA-1/2 e controle (p < 0,001; ambos)

<sup>c</sup> Significativamente diferente de ISQ controle (p = 0,016).

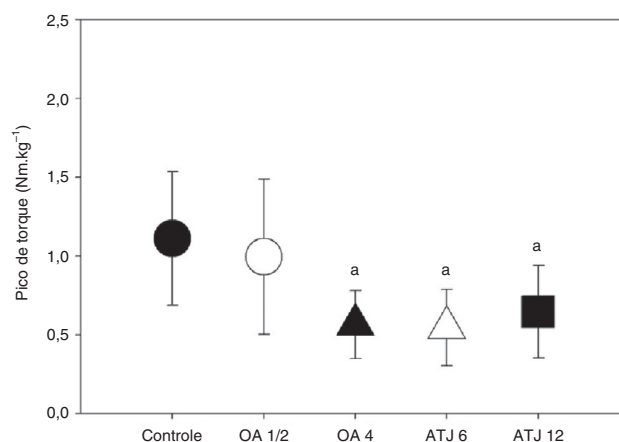
OA e submetidos à ATJ, foram selecionados 100 voluntários entre 46 e 87 anos (50 mulheres e 50 homens), divididos em cinco grupos experimentais. Todos os pacientes do grupo OA foram submetidos ao mesmo procedimento de analgesia e os pacientes submetidos a ATJ seguiram o protocolo institucional de reabilitação fisioterápica para melhoria de arco de movimento e força. Durante a execução das avaliações de força nenhum paciente reclamou de dores excessivas e/ou apresentou limitações no teste isocinético. Os dados demográficos dos pacientes distribuídos pelos seus respectivos grupos estão descritos na [tabela 6](#).

Os valores de pico de torque de QUA e ISQ estão listados na [tabela 7](#) e representados graficamente nas [figuras 1-3](#). As análises de variância demonstraram diferença significativa para a força de extensão (EXT) (F = 11,15; p < 0,001) assim como para FLEX (F = 6,75; p < 0,001).

Os valores de pico de torque do QUA nos grupos OA-4, ATJ-6 e ATJ-12 se demonstraram significativamente inferiores aos dos grupos controle e OA-1/2 (p < 0,001). Os valores de OA-4, ATJ-6 e ATJ-12 não foram diferentes entre si. O mesmo foi encontrado para os grupos controle e OA-1/2. Os valores de pico de torque dos isquiotibiais nos grupos OA-4, ATJ-6, ATJ-12 também demonstraram valores médios menores do que os grupos controle e OA-1/2.

O grupo controle demonstrou-se com o pico de torque significativamente maior quando comparado com a OA-4 (p < 0,001) e o ATJ-6 (p = 0,016). O OA-1/2 também demonstrou valor significativamente maior do que grupo OA-4 (p < 0,001). O grupo ATJ-12 demonstrou valores limítrofes de significância quando comparado com o grupo controle (p = 0,069). Assim como OA-1/2 quando comparado com o grupo ATJ-6 (p = 0,082).

Os valores calculados de razão ISQ/QUA estão listados na [tabela 8](#). A análise de variância demonstrou diferença significativa (F = 3,806 e p < 0,01). A análise *post-hoc* demonstrou que

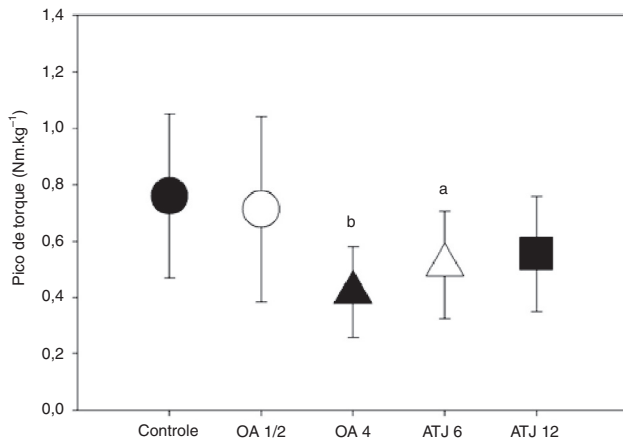
**Figura 1 – Pico de torque do quadríceps - 60°/s no joelho (média + DP).**

<sup>a</sup> Significativamente diferente do controle e OA-1/2 (p < 0,001). **Círculo preto = controle; círculo branco = AO 1/2; triângulo preto = AO 4; triângulo branco = ATJ 6 e quadrado preto = ATJ 12.**

**Tabela 8 – Razão ISQ/QUA 60°/s no joelho (média ± DP)**

Controle	0,71 ± 0,16
OA-1/2	0,70 ± 0,20 <sup>a</sup>
OA-4	0,78 ± 0,18
ATJ-6	0,94 ± 0,32 <sup>a</sup>
ATJ-12	0,92 ± 0,38

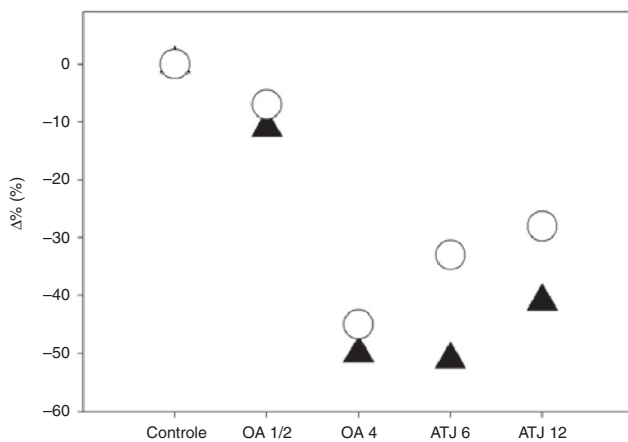
<sup>a</sup> Significativamente diferente do controle (p < 0,001).



**Figura 2 – Pico de torque do isquiotibiais - 60°/s no joelho (média ± DP).**

**<sup>a</sup> Significativamente diferente do controle ( $p = 0,016$ ).**

**<sup>b</sup> Significativamente diferente de controle e AO-1/2 ( $p < 0,0001$ ; ambos). Círculo preto = controle; círculo branco = AO 1/2; triângulo preto = AO 4; triângulo branco = ATJ 6 e quadrado preto = ATJ 12.**



**Figura 3 – Variação percentual da força muscular de QUA e ISQ nos diferentes estágios de evolução da OA e após ATJ (média).**

**QUA representado pelo triângulo e ISQ representado por círculo.**

os grupos OA-1/2 e ATJ-6 foram significativamente diferentes do controle. O grupo ATJ-12 demonstrou valores limítrofes à significância quando comparado com o grupo OA-1/2 ( $p = 0,07$ ) e o controle ( $p = 0,09$ ).

## Discussão

A compreensão a respeito das alterações da força muscular do quadríceps e dos músculos isquiotibiais no joelho dos pacientes com OA e após a ATJ é importante para aperfeiçoar os procedimentos de tratamento na doença articular e após a artroplastia. Experimentos que mensuram a força dos extensores do joelho têm identificado perdas em torno de 50% na fase pré-operatória e com um mês após a ATJ,<sup>19</sup> o que torna a

fraqueza muscular do quadríceps uma característica em pacientes com OA de joelho.<sup>5</sup> A revisão sistemática e a metanálise feitas por Øiestad et al.<sup>6</sup> demonstraram que a fraqueza dos extensores do joelho está associada ao risco de desenvolvimento da OA. Nesse sentido, foi observado neste estudo déficit de força dos extensores do joelho em pacientes com OA grau IV (Ahlbäck). Por outro lado, a baixa gravidade da doença articular apresentada pelos pacientes com OA de joelho grau I-II (Ahlbäck) não foi suficiente para a identificação de impacto significativo sobre a força do quadríceps.

Apesar de algumas recomendações para o aperfeiçoamento da força dos isquiotibiais na OA,<sup>5,12,20</sup> poucos estudos compararam a força dos flexores em diferentes estágios da AO e ATJ. Slemenda et al.<sup>21</sup> não identificaram alteração significativa na força dos flexores do joelho em pacientes com grau igual ou maior do que 2 na escala de Kellgren e Lawrence. Em outro estudo, também com pacientes com grau igual ou maior do que 2 na escala de Kellgren e Lawrence, foi observado que o torque isométrico dos pacientes com OA foi fraco em relação ao controle saudável (Cheing e Hui-Chan).<sup>22</sup> O aspecto de conflito entre os estudos de Slemenda et al.<sup>21</sup> e Cheing e Hui-Chan<sup>22</sup> deve ser atribuído ao fato de que entre a escala de 2 e 4 de Kellgren e Lawrence pode haver diferenças no impacto da gravidade da doença sobre a força muscular. No presente estudo, observamos déficit de força dos flexores somente no grau IV (Ahlbäck).

Através dos resultados da comparação entre os pacientes com OA graus I e II e grau IV (Ahlbäck), se percebe uma possível inabilidade para alcançar padrões normais de produção de força muscular dos pacientes no último estágio da doença, tanto para a musculatura extensora quanto para a flexora do joelho. Nos graus I-II de Ahlbäck da OA, a diminuição e a obliteração do espaço articular notadas nas radiografias<sup>15,23</sup> não são suficientes para gerar diferenças significativas na força do quadríceps e isquiotibiais quando comparados com o grupo controle sem as referidas alterações radiológicas.

Consideramos que o baixo desempenho na produção de força muscular do quadríceps e isquiotibiais no grupo de pacientes com OA grau IV (Ahlbäck) é clinicamente importante, uma vez que a integração desses grupamentos musculares está associada à estabilidade do joelho.<sup>2</sup> Nessa relação entre agonista e antagonista, temos, por um lado, os músculos do quadríceps, que, além de ser o mecanismo extensor primário do joelho ao andar, correr, entre outras atividades do dia a dia,<sup>24</sup> e por outro lado temos os isquiotibiais, que, além de ser o mecanismo primário de flexão do joelho, também desempenham a função de proteger o joelho da contração excêntrica durante a fase de apoio, tanto para amortecer a articulação quanto para desacelerar o membro durante a marcha.<sup>25</sup> O quadríceps é o maior conjunto de músculos que atuam na articulação do joelho e com grande potencial para produzir e absorver as forças que atuam nessa articulação. Vários estudos clínicos têm demonstrado a evolução da força do quadríceps, após programa de exercícios com redução da dor e benefícios nas habilidades funcionais na AO.<sup>26,27</sup> Por outro lado, ainda ao se abordar a relação agonista e antagonista, os músculos isquiotibiais têm múltiplos papéis ao controlar a flexão do joelho e extensão do quadril, mantêm a estabilidade desse conjunto de articulações durante as tarefas de deslocamento.<sup>12</sup> Intervenções através de exercício

nos isquiotibiais têm proporcionado aumento na amplitude de movimento, gerado maior potência muscular e estabilidade, com melhoria no sintoma da dor e funcionalidade, nos pacientes com AO.<sup>5</sup> Portanto, o funcionamento adequado dos extensores e flexores do joelho, não apenas de maneira isolada, mas de forma conjunta e integrada, é essencial para proporcionar estabilidade dinâmica nessa articulação.<sup>22</sup>

A relação entre a força dos isquiotibiais e do quadríceps tem sido reportada em diferentes pesquisas.<sup>28,29</sup> O valor da razão da força isocinética isquiotibiais/quadríceps para sujeitos saudáveis têm sido estabelecida entre 0,6 e 0,7 para a velocidade angular de 60°/s.<sup>18,28,29</sup> A razão matemática entre o *peak torque* dos isquiotibiais e quadríceps encontrada neste estudo demonstrou que o grupo controle segue a tendência dos índices expressos na literatura.<sup>28,29</sup> Estudos recentes dessa relação em pacientes com OA demonstram valores diferentes devido ao elevado enfraquecimento dos quadríceps.<sup>13,20</sup> Na presente pesquisa, se observaram valores limítrofes para a razão isquiotibiais/quadríceps nos grupos OA-1-2 e OA-4. Os grupos referentes aos pacientes submetidos à ATJ (ATJ-6 e ATJ-12) também demonstraram valores fora da faixa de normalidade, com resultados próximos a 1, o que evidencia uma elevada degradação da força do quadríceps. Nossos resultados mostram que existe uma maior discrepância na razão isquiotibiais/quadríceps em relação ao grupo controle.

Identificamos diferença de redução média de 11% da força de extensão entre os grupos controle e de pacientes com OA grau I e II (Ahlbäck) e que no resultado do grupo grau IV (Ahlbäck), quando comparado com o grupo controle, é possível verificar o declínio exacerbado de 50% da força do quadríceps. Os isquiotibiais seguem a mesma tendência, com declínio de 7% e 45% para os graus I e II e grau IV (Ahlbäck), respectivamente. Não foi observada neste estudo diferença significativa na proporção de declínio da força entre os extensores e flexores do joelho. Ambos os grupamentos musculares enfraquecem na mesma proporção em pacientes com OA grau I e II e grau IV (Ahlbäck).

Apesar da ênfase nos procedimentos de reabilitação sobre a força muscular, os pacientes com OA grau IV (Ahlbäck) podem apresentar inibição da ativação muscular, sobretudo do quadríceps.<sup>30,31</sup> O enfraquecimento do quadríceps e a falha na ativação central são comuns na lesão articular do joelho.<sup>31</sup> O fenômeno persistente do enfraquecimento e da falha na ativação dos extensores do joelho pode ser atribuído à inibição muscular artrogênica (IMA), que representa uma inibição reflexa contínua da massa muscular que age sobre uma articulação lesionada. Essa é uma resposta inerente à articulação que se destina à proteção de incorrer em mais danos, desencoraja o uso da articulação lesada, possivelmente para prevenir movimentos dolorosos.<sup>30,31</sup> Esse mecanismo de proteção gera um custo elevado que resulta no enfraquecimento muscular, o que muitas vezes não pode ser superado no processo de reabilitação. Considerando que o desempenho da força muscular dos pacientes graus I e II (Ahlbäck) não apresentou diferenças significantes em relação ao controle, diferentemente do grupo de pacientes grau IV (Ahlbäck), podemos inferir que o grau de lesão parece estar relacionado com a magnitude da inibição muscular artrogênica. O fato de nosso estudo ter demonstrado que os isquiotibiais também manifestam redução de força em pacientes com OA grau IV (Ahlbäck),

na mesma proporção que o quadríceps, sugere que os flexores dessa articulação também se submetem ao efeito artrogênico provocado pela OA.

Quando o tratamento conservador falha para amenizar os sintomas da OA, a ATJ torna-se a intervenção terapêutica de escolha para melhorar a dor debilitante e a capacidade funcional.<sup>32</sup> No presente estudo foi observado que a força muscular dos extensores e flexores do joelho nos pacientes submetidos à ATJ permanece no padrão identificado em pacientes com OA grau IV (Ahlbäck). Os resultados de Yoshida et al.<sup>33</sup> revelaram uma relação inversa, em que os pacientes mais fortes submetidos a ATJ tiveram uma tendência a demonstrar menor recrutamento no quadríceps, com três meses de pós-operatório. Os padrões neuromusculares alterados do quadríceps e dos isquiotibiais durante a marcha podem influenciar a força do quadríceps em indivíduos após ATJ.<sup>34</sup> Pacientes submetidos à ATJ unilateral tendem a descarregar o membro operado e deslocar a carga mecânica para as articulações do membro contralateral, mesmo um ano após a cirurgia.<sup>35</sup> A provável assimetria da força do quadríceps e isquiotibiais provocadas pelo enfraquecimento nessas estruturas musculares que foram identificadas na presente pesquisa, tanto na OA quanto na ATJ, pode desempenhar um papel no carregamento assimétrico na ATJ, conforme abordado por Alnahdi et al.<sup>35</sup>

## Conclusão

A inibição muscular artrogênica impede a reabilitação da força muscular tanto do quadríceps quanto dos isquiotibiais nesse processo degenerativo da força entre o grau IV de Ahlbäck na OA e 12 meses após a ATJ. Se déficits de ativação e atrofia não forem especificamente identificados e corrigidos em intervenções de reabilitação, tenderão a persistir. Nossos resultados, em consonância com a literatura que aborda o déficit de força na OA e ATJ, nos remetem ao posicionamento de que os programas de reabilitação tradicionais podem não ser suficientes para reverter deficiências relacionadas com a força dos quadríceps e isquiotibiais.

## Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

## REFERÊNCIAS

1. Iwamoto J, Sato Y, Takeda T, Matsumoto H. Effectiveness of exercise for osteoarthritis of the knee: A review of the literature. *World J Orthop.* 2011;2(5):37-42.
2. Felson D, Niu J, Neogi T, Goggins J, Nevitt MC, Roemer F, et al. Synovitis and the risk of knee osteoarthritis: the MOST Study. *Osteoarthritis Cartilage.* 2016;24(3):458-64.
3. Lastayo PC, Meier W, Marcus RL, Mizner R, Dibble L, Peters C. Reversing muscle and mobility deficits 1 to 4 years after TKA: a pilot study. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(6):1493-500.
4. Whitney JC, Lord SR, Close JC. Streamlining assessment and intervention in a falls clinic using the Timed Up and Go Test and Physiological Profile Assessments. *Age Ageing.* 2005;34(6):567-71.

5. Al-Johani AH, Kachanathu SJ, Ramadan Hafez A, Al-Ahaideb A, Algarni AD, Meshari Alroumi A, et al. Comparative study of hamstrings and quadriceps strengthening treatments in the management of knee osteoarthritis. *J Phys Ther Sci*. 2014;26(6):817-20.
6. Øiestad BE, Juhl CB, Eitzen I, Thorlund JB. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis. *Osteoarthritis Cartilage*. 2015;23(2):171-7.
7. Uthman OA, van der Windt DA, Jordan JL, Dziedzic KS, Healey EL, Peat GM, et al. Exercise for lower limb osteoarthritis: systematic review incorporating trial sequential analysis and network meta-analysis. *BMJ*. 2014;48(21):1579.
8. Cross WW, Saleh KJ, Wilt TJ, Kane RL. Agreement about indications for total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;(446):34-9.
9. Meier W, Mizner R, Marcus R, Dibble L, Peters C, Lastayo PC. Total knee arthroplasty: muscle impairments, functional limitations, and recommended rehabilitation approaches. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2008;38(5):246-56.
10. Singh JA, Lewallen DG. Time trends in the characteristics of patients undergoing primary total knee arthroplasty. *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2014;66(6):897-906.
11. Thomas AC, Judd DL, Davidson BS, Eckhoff DG, Stevens-Lapsley JE. Quadriceps/hamstrings co-activation increases early after total knee arthroplasty. *Knee*. 2014;21(6):1115-9.
12. Hafez AR, Al-Johani AH, Zakaria AR, Al-Ahaideb A, Buragadda S, Melam GR, et al. Treatment of knee osteoarthritis in relation to hamstrings and quadriceps strength. *J Phys Ther Sci*. 2013;25(11):1401-5.
13. Adegoke B, Mordi E, Akinpelu O, Jaiyesimi A. Isotonic quadriceps-hamstrings strength ratios of patients with knee osteoarthritis and apparently healthy controls. *Afr J Biomed Res*. 2007;10:211-6.
14. Furu M, Ito H, Nishikawa T, Nankaku M, Kuriyama S, Ishikawa M, et al. Quadriceps strength affects patient satisfaction after total knee arthroplasty. *J Orthop Sci*. 2015;21(1):38-43.
15. Ahlbäck S. Osteoarthrosis of the knee. A radiographic investigation. *Acta Radiol Diagn (Stockh)*. 1968; Suppl 277:7-72.
16. Ahlback S, Rydberg J. X-ray classification and examination technics in gonarthrosis. *Läkartidningen*. 1980;77(22):2091-3.
17. Keyes GW, Carr AJ, Miller RK, Goodfellow JW. The radiographic classification of medial gonarthrosis. Correlation with operation methods in 200 knees. *Acta Orthop Scand*. 1992;63(5):497-501.
18. Dvirr Z. Isocinética: avaliações musculares, interpretações e aplicações clínicas. São Paulo: Manole; 2002.
19. Stevens JE, Mizner RL, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and volitional activation before and after total knee arthroplasty for osteoarthritis. *J Orthop Res*. 2003;21(5):775-9.
20. Hall KD, Hayes KW, Falconer J. Differential strength decline in patients with osteoarthritis of the knee: revision of a hypothesis. *Arthritis Care Res*. 1993;6(2):89-96.
21. Slemenda C, Brandt KD, Heilman DK, Mazzuca S, Braunstein EM, Katz BP, et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. *Ann Intern Med*. 1997;127(2):97-104.
22. Cheing GL, Hui-Chan CW. The motor dysfunction of patients with knee osteoarthritis in a Chinese population. *Arthritis Rheum*. 2001;45(1):62-8.
23. Hernández-Vaquero D, Fernández-Carreira JM. Relationship between radiological grading and clinical status in knee osteoarthritis. a multicentric study. *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2012;13(1):194.
24. Earp JE, Newton RU, Cormie P, Blazeovich AJ. The influence of loading intensity on muscle-tendon unit behavior during maximal knee extensor stretch shortening cycle exercise. *Eur J Appl Physiol*. 2014;114(1):59-69.
25. Brandt KD, Dieppe P, Radin EL. Etiopathogenesis of osteoarthritis. *Rheum Dis Clin North Am*. 2008;34(3):531-59.
26. Pelland L, Brosseau L, Wells G, Macleay L, Lambert J, Lamothe C, et al. Efficacy of strengthening exercises for osteoarthritis (part I): a meta-analysis. *Physical Therapy Reviews*. 2004;9(2):77-108.
27. Fransen M, McConnell S. Exercise for osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev*. 2008;(4):CD004376.
28. Wilk KE, Romaniello WT, Soscia SM, Arrigo CA, Andrews J. The relationship between subjective knee scores, isokinetic testing, and functional testing in the ACL-reconstructed knee. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1994;2(2):73-90.
29. Maly T, Zahálka F, Malá L. Isokinetic strength, ipsilateral and bilateral ratio of peak muscle torque in knee flexors and extensor in elite young soccer players. *Acta Kinesiologica*. 2010;4(1):17-23.
30. Palmieri RM, Ingersoll CD, Edwards JE, Hoffman MA, Stone MB, Babington JP, et al. Arthrogenic muscle inhibition is not present in the limb contralateral to a simulated knee joint effusion. *Am J Phys Med Rehabil*. 2003;82(12):910-6.
31. Rice DA, Mcnair PJ, Lewis GN, Dalbeth N. Quadriceps arthrogenic muscle inhibition: the effects of experimental knee joint effusion on motor cortex excitability. *Arthritis Res Ther*. 2014;16(6):502.
32. Ibrahim SAR, Ghafar S, Salah M, Abo Alnas M, Al Misfer A, Farouk H, et al. Surgical management of traumatic knee dislocation with posterolateral corner injury. *Arthroscopy*. 2013;29(4):733-41.
33. Yoshida Y, Mizner RL, Ramsey DK, Snyder-Mackler L. Examining outcomes from total knee arthroplasty and the relationship between quadriceps strength and knee function over time. *Clin Biomech*. 2008;23(3):320-8.
34. Yoshioka Y, Siu D, Cooke T. The anatomy and functional axes of the femur. *J Bone Joint Surg Am*. 1987;69(6):873-80.
35. Alnahdi AH, Zeni JA, Snyder-Mackler L. Quadriceps strength asymmetry predicts loading asymmetry during sit-to-stand task in patients with unilateral total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2016;24(8):2587-94.