



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**ASPECTOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS: DIFERENÇA ENTRE
GRAUS LEVE E MODERADO DA OSTEARTRITE RADIOGRÁFICA DO JOELHO.**

MARINA PETRELLA

São Carlos - SP
2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA

**ASPECTOS NEUROMUSCULARES E FUNCIONAIS: DIFERENÇA ENTRE
GRAUS LEVE E MODERADO DA OSTEARTRITE RADIOGRÁFICA DO JOELHO.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia na área de concentração Processos de Avaliação e Intervenção em Fisioterapia.

Orientador: Prof.^a Dr.^a Stela Márcia Mattiello

Co-Orientador: Prof.^a Dr.^a Paula Regina Mendes da Silva Serrão

São Carlos - SP
2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

P494an Petrella, Marina.
Aspectos neuromusculares e funcionais : diferença entre graus leve e moderado da osteoartrite radiográfica do joelho / Marina Petrella. -- São Carlos : UFSCar, 2015.
73 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2015.

1. Osteoartrite. 2. Joelhos. 3. Controle postural. 4. Pico de torque. 5. Dinamometria isocinética. 6. Eletromiografia. I. Título.

CDD: 616.7223 (20^a)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Marina Petrella, realizada em 27/02/2015:

Prof. Dra. Stela Marcia Mattiello
UFSCar

Prof. Dr. Ibsen Bellini Coimbra
UNICAMP

Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão
UFSCar

DEDICATÓRIA

*"Dedico esta dissertação a todos que teceram por mim,
de perto ou de longe, e a todos que contribuíram de
alguma maneira para a realização deste trabalho."*

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Neusa e Natalino, pelo amor, apoio, compreensão, ensinamentos e por todo esforço para que eu chegasse até aqui. Obrigada por tudo que vocês fizeram e fazem por mim!

À Prof^a Dr^a Stela Márcia Matiello pela orientação durante o mestrado. Obrigada pela dedicação, por todo o aprendizado e oportunidades que contribuíram para meu amadurecimento. Obrigada por abrir as portas do LAFAR, pela confiança em meu trabalho e pelo incentivo!

À Prof^a Dr^a Paula Regina Mendes da Silva Serrão pela co-orientação. Por dispor de seu tempo para contribuir com este trabalho, sempre com tanta dedicação! Obrigada pelos conselhos, carinho e atenção que além deste trabalho, sempre se estenderam para qualquer situação que eu pudesse precisar!

À Prof^a Dr^a Karina Gramani Say pela intensa contribuição ao artigo referente à qualificação dessa dissertação. Obrigada por se dispor a contribuir desde o início, até as discussões para a versão final.

À Giovana Camparis Lessi pela atenção e tempo dedicados ao processamento de sinais da eletromiografia, pelas discussões e contribuições para este trabalho.

Ao Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão que nos socorreu em relação aos problemas apresentados pelo eletromiógrafo, e gentilmente emprestou seu equipamento para que as coletas desta dissertação pudessem ser finalizadas.

Ao Luiz Fernando Selistre e Glaucia Helena Gonçalves pela parceria neste projeto. Ao Ricardo Marcos Liberatori Júnior pelo apoio técnico. Obrigada a vocês pelas ricas discussões, boas conversas e todos os momentos compartilhados. Agradeço também aos alunos de Iniciação Científica Bruna Martins Pirolla e Cristiano Carvalho pela contribuição com os pilotos, agendamento dos voluntários e organização dos dados.

Aos colegas do Laboratório de Análise da Função Articular. Maria Gabriela "Bia", Luiz Fernando, Glaucia, Gisele, Ricardo, Luciana, Aline, Fernando "Zé", Paulinha, Karina, Walter e Michelle. Obrigada à todos pelo companheirismo, por tornarem mais agradáveis os momentos de trabalho, pelos aprendizados, opiniões e sugestões compartilhados. Obrigada por estarem sempre dispostos a contribuir e também pelas conversas, momentos de distração, risadas e desabafo.

Aos membros efetivos e suplentes da banca examinadora da qualificação e defesa dessa dissertação, Prof. Dr. Ibsen Bellini Coimbra, Prof. Dr. Fábio Viadanna Serrão, Prof^a Dr^a Daniela Cristina Carvalho de Abreu, Prof. Dr. Fernando Augusto Vasilceac, Prof^a Dr^a Anielle Christine de Medeiros Takahashi, Prof^a Dr^a Débora Bevilacqua Grossi e Prof^a Dr^a Andressa da Silva de Mello. Obrigada por aceitarem o convite para avaliar este trabalho e contribuir para seu aprimoramento.

Aos professores que contribuíram para minha formação e aperfeiçoamento profissional até aqui. Obrigada a todos pelos ensinamentos e exemplos.

Aos secretários Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFSCar, Emerson e Wagner, por toda a atenção e eficiência no atendimento.

Aos voluntários que participaram deste estudo e dedicaram seu tempo para que esse projeto fosse realizado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

Aos meus amigos que sempre se fizeram presentes. Às amigas de Rio Claro, companheiras desde bem antes de saber o que eu queria "ser quando crescer". Aos amigos e colegas de profissão conquistados em Ribeirão Preto. Aos novos amigos de São Carlos, e aos amigos e colegas da Pós-graduação. A todos pelos momentos e risos compartilhados, conselhos, desabafos e compreensão. Poder ter a companhia e apoio de vocês para as incertezas, as conquistas, o trabalho e o dia a dia com certeza torna tudo mais fácil e alegre!

À todos que, de alguma forma, contribuíram para o trabalho e me incentivaram durante este período.

Aos encontros e desencontros proporcionados pela vinda para São Carlos, que fazem perceber que, embora a vida possa levar para onde menos se espera, trazem a certeza de que é onde você deveria estar!

" Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar.

Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota."

(Madre Teresa de Calcutá)

RESUMO

Foi objetivo desta dissertação comparar aspectos neuromusculares, como coativação do antagonista durante a extensão (Co_{ext}) e flexão (Co_{flex}) do joelho, relação funcional de força concêntrica de isquiotibiais e excêntrica de quadríceps para flexão de joelho ($I_{con}:Q_{exc}$), torque extensor do joelho nos modos concêntrico (PT_{con_ext}) e excêntrico (PT_{exc_ext}), o torque flexor do joelho no modo concêntrico (PT_{con_flex}) e a função física nos diferentes graus da OA do joelho. Também foi objetivo dessa dissertação investigar o comportamento do centro de pressão (amplitude e velocidade do deslocamento ântero-posterior e médio-lateral) durante uma tarefa envolvendo contração excêntrica do quadríceps e correlaciona-lo às variáveis relacionadas ao desempenho muscular e função física. Estes objetivos compõem dois estudos, com metodologias distintas. **Estudo I:** 20 indivíduos com OA de joelhos (GOA) e 20 sujeitos saudáveis (GC) realizaram avaliação da estabilidade postural, em pé sobre duas plataformas de força (Berotec Mod) e flexão de joelhos de 45 graus. Também foram avaliados PT_{con_flex} e PT_{exc_ext} na velocidade de $90^\circ/s$ e os sujeitos responderam às seções função física e rigidez do questionário *Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC). Após análise estatística intergrupo, não foi observada diferença estatística para as variáveis do controle postural entre os sujeitos com OA e o GC. No entanto, foram identificados menor PT_{exc_ext} ($p=0.01$), menor $I_{con}:Q_{exc}$ ($p=0.004$), pior auto-relato de função física ($p=0,00$) e rigidez ($p=0,001$). A análise de correlação indicou correlação entre o controle postural e função física e rigidez. **Estudo II:** Vinte indivíduos com OA do joelho grau II (GOAII), 15 com OA do joelho grau III (GOAIII) e 19 saudáveis (GC) realizaram teste isocinético de extensão do joelho a $60^\circ/s$, simultaneamente à avaliação eletromiográfica dos músculos do quadríceps (vasto lateral, reto femural e vasto medial) e isquiotibiais (bíceps femural e semitendíneo). Os sujeitos responderam à seção Função Física do questionário WOMAC e realizaram testes funcionais de sentar e levantar de uma cadeira por 30 segundos (STS_{30s}), caminhada de 40 metros (Caminhada_{40m}) e subida e descida de escada (Escada). Após análise intergrupo, o GOAII apresentou maior Co_{flex} ($p = 0.001$), maior $I_{con}:Q_{exc}$ ($p = 0.000$), $\Sigma_{emgflex_flex}$ ($p = 0.000$), menores PT_{con_ext} ($p = 0.02$) e PT_{exc_ext} ($p = 0.008$) e pior auto-relato de função física ($p = 0.000$). No GOAIII foram identificados maior $I_{con}:Q_{exc}$ ($p = 0.000$), menores PT_{con_ext} ($p = 0.000$), PT_{exc_ext} ($p = 0.000$) e PT_{con_flex} ($p = 0.04$), pior auto-relato de função física ($p = 0.000$) e pior desempenho nos testes STS_{30s} , Caminhada_{40m} e Escada ($p = 0.017$ $p = 0.000$ e $p = 0.001$, respectivamente). Não houve diferença entre o GOAII e GOAIII para nenhuma das variáveis ($p \geq 0.05$). Em conjunto, os resultados sugerem uma adaptação neuromuscular presente nos indivíduos com OA do joelho, necessidade de intervenção desde os graus iniciais da doença e destacam a importância de levar em conta diferentes formas de avaliação da função física.

Palavras-Chave: Osteoartrite do Joelho; Controle Postural; Dinamometria Isocinética; Eletromiografia; Função Física.

ABSTRACT

This study aimed to compare neuromuscular aspects, such as antagonist co-activation during knee extension (Co_{ext}) and flexion (Co_{flex}), functional ratio of the maximum concentric hamstring strength to the maximum eccentric quadriceps strength for knee flexion ($I_{con}:Q_{exc}$), knee extensor torque in concentric (PT_{con_ext}) and eccentric (PT_{exc_ext}) ways, the concentric knee flexor torque (PT_{con_flex}) and physical function, in different knee OA degrees. It was also objective of this dissertation investigate the center of pressure (COP) behavior (amplitude and velocity of the anterior-posterior and medial-lateral displacement) during a task involving eccentric quadriceps contraction, and the correlation between center of pressure and variables related to muscle performance and physical function. These objectives comprise two studies, with different methodologies. **Study I:** 20 subjects with knee OA (GOA) and 20 healthy subjects (GC) performed a postural stability evaluation, standing on two force platforms (Bertec Mod) with 45 degrees of knee flexion. PT_{con_flex} and PT_{exc_ext} were evaluated in a speed of $90^\circ/s$. Subjects answered Physical Function and Stiffness subscales of the questionnaire *Western Ontario MacMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC). Intergroup statistical analysis shown that subjects of the GOA, compared to GC, had no difference in postural control parameters, had lower $I_{con}:Q_{exc}$ ($p = 0.004$) and poorer self-reported physical function ($p = 0.00$) and stiffness ($p = 0.001$). Antero-posterior COP displacement was moderately and negatively correlated with the physical function subscale ($\rho = -0.480$, $p = 0.02$). Antero-posterior COP speed was moderately and negatively correlated with the physical function WOMAC subscale ($\rho = -0.52$, $p = 0,01$) and stiffness WOMAC subscale ($\rho = -0.44$, $p = 0.03$). **Study II:** 20 subjects with knee OA grade II (GOAII), 15 with knee OA grade III (GOAIII) and 19 healthy subjects (GC) performed isokinetic knee extension and flexion at $60^\circ/s$, simultaneously to the electromyographic assessment of muscles quadriceps (vastus lateralis, rectus femoris, vastus) and hamstrings (biceps femoris and semitendinosus). Subjects answered Physical Function WOMAC subscale and performed functional tests 30-s chair-stand test (STS_{30s}), 40mfast-paced walk test (Caminhada_{40m}) and a stair-climb test (Escada). After intergroup analysis, GOAII showed higher Co_{flex} ($p = 0.001$), higher $I_{con}:Q_{exc}$ ($p = 0.000$), $\Sigma_{emgflex_flex}$ ($p = 0.000$), lower PT_{con_ext} ($p = 0:02$) and PT_{exc_ext} ($p = 0.008$) and worse self reported physical function ($p = 0.000$). In GOAIII were identified greater $I_{con}:Q_{exc}$ ($p = 0.000$), lower PT_{con_ext} ($p = 0.000$), PT_{exc_ext} ($p = 0.000$) and PT_{con_flex} ($p = 0.04$), worse self-reported Physical Function ($p = 0.000$) and worse performance in the functional tests: STS_{30s} Caminhada_{40m} e Escada ($p = 0.017$ $p = 0.000$ and $p = 0.001$, respectively). There was no difference between the GOAII and GOAIII for all variables ($p \geq 0.05$). Together, these results suggest a neuromuscular adaptation present in individuals with knee OA, justifies the need for intervention from the early degrees of the disease and highlight the importance of taking into account different forms of assessment of physical function.

Key Words: Knee Osteoarthritis; Postural Control; Isokinetic Dynamometer; Electromyography; Physical Function.

LISTA DE FIGURAS

ESTUDO II

Figura 1: Somatório da integral do sinal eletromiográfico dos extensores e flexores do joelho durante extensão isocinética concêntrica do joelho (Σ_{emgext_ext} e $\Sigma_{emgflex_ext}$) e somatório da integral do sinal eletromiográfico durante flexão isocinética concêntrica (Σ_{emgext_flex} e $\Sigma_{emgflex_flex}$). Resultados apresentados para os três grupos avaliados durante teste isocinético realizado na velocidade de 60°/s48

Figura 2: Picos de torque concêntrico e excêntrico para extensão do joelho (PT_{con_ext} e PT_{exc_ext}) e Pico de torque concêntrico na flexão do joelho (PT_{con_flex}). Resultados apresentados para os três grupos avaliados durante avaliação isocinética na velocidade de 60°/s.....49

LISTA DE TABELAS

ESTUDO I

Tabela 1: Subjects Characteristics (mean \pm SD)29

Tabela 2: Medio-Lateral and Antero-Posterior center of pressure displacement and speed values, isokinetic variables, H_{con}/Q_{ecc} , physical function and stiffness WOMAC subscales scores (mean \pm SD , $\pm 95\%$ CI)30

Tabela 3: Physical function and stiffness WOMAC subscales scores (median (max-min))30

Tabela 4: Correlation between postural control and isokinetic variables, H_{con}/Q_{ecc} , physical function and stiffness WOMAC subscales (n = 24)31

ESTUDO II

Tabela 1: Dados antropométricos (média \pm desvio-padrão)46

Tabela 2: Mediana (máx-min) das variáveis índice de coativação durante flexão e extensão (C_{flex} e C_{ext}) e relação I:Q funcional para flexão de joelhos ($I_{con}:Q_{exc}$)47

Tabela 3: Mediana (máx-min) das variáveis testes funcionais (STS_{30s} , Caminhada_{40m} e Escada) e seção Função Física do questionário WOMAC, nos três grupos avaliados50

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2 REVISÃO DA LITERATURA	12
3 ESTUDO I	22
Resumo.....	23
3.1 Introdução.....	24
3.2 Materiais e Métodos.....	25
3.3 Resultados.....	29
3.4 Discussão.....	31
3.5 Conclusões.....	33
Referências.....	33
4 ESTUDO II	36
Resumo.....	37
4.1 Introdução.....	39
4.2 Métodos.....	41
4.3 Resultados.....	46
4.4 Discussão.....	50
4.5 Conclusões.....	53
Referências.....	54
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
APÊNDICES	
APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	61
APÊNDICE B - Ficha de Avaliação Inicial	64
ANEXOS	
ANEXO A - Parecer de Aprovação Comitê de Ética	67
ANEXO B - Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC)	70

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Esta dissertação foi desenvolvida com o intuito de avaliar aspectos neuromusculares e a função física de indivíduos com osteoartrite (OA) do joelho. Trata-se de uma temática relevante no âmbito médico-social considerando que a doença é prevalente na população economicamente ativa, sendo causa comum de incapacidade.

A literatura referente a esta temática, apresentada na revisão da literatura dessa dissertação, tem reportado que indivíduos com OA do joelho apresentam comprometimento do desempenho muscular e da função física. Além disso, aspectos neuromusculares como coativação muscular, relação funcional entre extensores e flexores do joelho, força muscular e controle postural, tem sido avaliados, independente da severidade do doença. Espera-se que modificações já aconteçam no grau leve da doença, mas que graus mais avançados apresentem piores resultados. No entanto, é escassa na literatura a investigação dos diferentes graus da doença separadamente.

Além de força muscular, a execução de uma tarefa demanda outros aspectos neuromusculares. Quando presentes, alterações envolvendo características da musculatura ao redor do joelho, como na coativação muscular, relação funcional entre torque extensor e flexor do joelho e no torque articular podem se relacionar a pior função articular. Além destes fatores, a estabilidade postural também pode estar comprometida.

A estabilidade postural está relacionada à fraqueza muscular e ao comprometimento da função física e pode estar alterada nos indivíduos com OA do joelho. Não está claro como esta variável se comporta durante a manutenção da postura de mini-agachamento bipodal, bem como sua correlação com outras variáveis do desempenho neuromuscular e função física.

A investigação das variáveis apresentadas, nos indivíduos com diferentes graus de OA do joelho, pode auxiliar no desenvolvimento de programas de reabilitação que contribuam para minimizar ou retardar o aparecimento de déficits funcionais decorrentes dessa doença. Tendo em vista o exposto acima, esta dissertação compreende dois manuscritos que buscaram abordar tais aspectos.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A osteoartrite (OA) é uma doença reumática de característica inflamatória, apresenta alterações na cartilagem articular, na membrana sinovial e no osso subcondral e, como consequência, degeneração articular (BERENBAUM, 2013). Possui caráter progressivo e seu diagnóstico e classificação são estabelecidos por meio de critérios clínicos e radiográficos (ALTMAN et al., 1986; KELLGREN; LAWRENCE, 1957). O diagnóstico clínico da OA, baseado nos critérios do American College of Rheumatology, inclui dor no joelho e presença de osteófitos, associados com pelo menos um dos seguintes aspectos: idade igual ou superior a 50 anos, rigidez matinal que dura menos que trinta minutos, ou crepitação à movimentação ativa do joelho (ALTMAN et al., 1986). O critério de Kellgren e Lawrence avalia a severidade e a progressão radiológica da OA, de acordo com a avaliação do espaço articular, do osso subcondral e pela presença de osteófitos. Com base nesse critério a OA pode ser classificada em diferentes estágios: grau 0 corresponde à articulação sem características da doença; grau I é o início da OA, com presença de mínimos osteófitos de importância duvidosa; grau II refere-se à OA com presença de osteófitos definidos sem diminuição do espaço intra-articular, o grau III à articulação com osteófitos e diminuição do espaço intra-articular e grau IV (OA severa) apresenta importante diminuição do espaço intra-articular e esclerose do osso subcondral (KELLGREN; LAWRENCE, 1957).

A importância da OA dá-se principalmente por ser mundialmente frequente e estar associada a elevados custos para a saúde e sociedade (HINMAN et al., 2002; SANGHI et al., 2011). Esta doença representa impacto negativo no trabalho (ARDEN; NEVITT, 2006; D'AMBROSIA, 2005) e é responsável por grande parte da incapacidade dos membros inferiores observada nos idosos, população na qual é predominante (ARDEN; NEVITT, 2006; GUCCIONE, 1994). No âmbito mundial, a OA é a causa mais comum de déficit de mobilidade e apresenta um crescente impacto global (MURRAY et al., 2012).

Aproximadamente metade dos indivíduos diagnosticados com OA apresentam dor e incapacidade que interferem no desempenho de tarefas do dia a dia (CHENG; HOOTMAN; MURPHY, 2010). Associado ao curso da OA, está o comprometimento muscular, considerado o principal responsável pelo déficit funcional presente nesta população (HURLEY et al., 1997; REILLY et al., 1998).

A articulação de descarga de peso mais acometida pela OA é o joelho (FELSON et al., 2000). Usualmente a OA do joelho está relacionada à instabilidade articular, podendo essa ser decorrente da fraqueza do músculo quadríceps (BENNELL et al., 2013; HEIDEN;

LLOYD; ACKLAND, 2009; HURLEY, 1999; LIKAVAINIO et al., 2008; SLEMENDA et al., 1997). Isso porque os músculos extensores do joelho desempenham papel importante na absorção de carga e estabilização articular, protegendo a superfície articular durante movimento e sobrecarga (BENNELL et al., 2013). Por colaborar na absorção de cargas e transferência de forças através de uma articulação, a força muscular é essencial para manter uma adequada função dinâmica de determinada articulação (BENNELL; HUNT; WRIGLEY, 2008; HURLEY, 1999). Além da capacidade máxima em gerar força, a execução de uma tarefa depende também de outros fatores neuromusculares, tais como coativação muscular (KELLIS et al., 2014; MILLS et al., 2013; PATSIKA et al., 2013).

Músculos agonistas e antagonistas encontram-se ativados durante a avaliação do torque articular (KELLIS, 1998). O torque resultante na articulação do joelho corresponde à diferença do torque gerado pelo agonista e o torque gerado pelo antagonista em direção oposta, dessa forma, o nível de coativação pode influenciar o torque resultante (BILLOT et al., 2014). Portanto, maior coativação do antagonista pode ser responsável por uma aparente fraqueza muscular observada nos indivíduos com OA do joelho (EBENBICHLER et al., 1998; HEIDEN et al., 2009). Partindo deste princípio, Heiden et al. (2009) investigaram o nível de coativação de extensores e flexores de joelho nos indivíduos com OA do joelho comparados a um grupo controle durante teste isométrico, porém não encontraram diferença entre os grupos. Seus dados se referem à contração isométrica de extensores do joelho e, para a análise, não houve diferenciação entre os graus de acometimento da doença. Outro estudo, investigou a coativação de extensores e flexores do joelho durante teste isocinético realizado em diferentes velocidades (PATSIKA et al., 2013). Neste estudo também não foi identificada diferença no nível de coativação de extensores e flexores entre os indivíduos com OA do joelho e o grupo controle. Apesar do nível de coativação ter sido avaliado durante contrações isocinéticas, neste estudo também não houve diferenciação entre os graus de acometimento da OA do joelho e indivíduos com graus II e III da doença foram incluídos em um mesmo grupo. Ao avaliar estes indivíduos separadamente, por grau de acometimento, espera-se que os resultados encontrados sejam diferentes.

A relação de força isocinética máxima dos músculos isquiotibiais em relação a força isocinética máxima dos músculos do quadríceps é um parâmetro comumente utilizado para descrever as propriedades de força muscular da articulação do joelho. A relação de força entre agonista e antagonista para a flexão e extensão dos joelhos pode ser melhor descrita pela relação funcional de isquiotibiais e quadríceps (I:Q funcional), representada, na flexão do joelho, pelo torque concêntrico de isquiotibiais e o torque excêntrico de quadríceps ($I_{con}:Q_{ecc}$)

(AAGAARD; SIMONSEN, 1998; BALTZOPOULOS; BRODIE, 1989; KANNUS, 1994). É principalmente durante atividades envolvendo flexão do joelho que a realização de contrações excêntricas dos extensores de joelhos é exigida. A literatura tem relatado déficit de força excêntrica dos extensores de joelho nos indivíduos com OA do joelho, o que pode influenciar na atuação da musculatura ao redor do joelho, no sentido de estabilizar a articulação e absorver choques (HORTOBAGYI et al., 2004; SERRÃO et al., 2014). É também durante tarefas envolvendo a flexão do joelho que os sintomas da OA do joelho se tornam mais evidentes (MARSH et al., 2003).

Outro parâmetro de função neuromuscular que pode estar comprometido nos indivíduos com OA do joelho e que pode estar relacionado à fraqueza muscular e comprometimento da função física é a estabilidade postural. A estabilidade postural é definida como a capacidade de manter o centro de massa dentro de uma base de suporte durante a postura ortostática em diversas situações, e pode ser avaliada pelas características de deslocamento do centro de pressão (COP) (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001). O controle do COP depende da informação sensorial disponível, das características do sistema neuromuscular e da estabilidade das articulações (FUJISAWA; MASUDA; INAOKA, 2005). Estudos que investigaram o controle postural semi-estático em indivíduos com OA do joelho encontraram que estes possuem maior amplitude de oscilação postural quando comparados a um grupo controle (DUFFELL et al., 2014; HASSAN et al., 2002; HINMAN et al., 2002; MASUI et al., 2006; PETRELLA et al., 2012; PUA et al., 2011; REIS et al., 2014; SANCHEZ-RAMIREZ et al., 2013; WEGENER; KISNER; NICHOLS, 1997). Entre as alterações neuromusculares observadas em indivíduos com OA do joelho que impactam de forma negativa na estabilidade postural está a fraqueza muscular (TAKACS; CARPENTER, 2013). A literatura tem mostrado que desde o grau leve da doença é observado déficit de força excêntrica do quadríceps nos indivíduos com OA do joelho (HORTOBAGYI et al., 2004; SERRÃO et al., 2014). Na literatura pesquisada, não há estudos que investiguem a presença de alterações da estabilidade postural durante a manutenção da postura de mini-agachamento bipodal em indivíduos com graus iniciais de OA do joelho.

Cabe ressaltar, porém, que força muscular suficiente tanto dos músculos extensores quanto dos músculos flexores de joelho é essencial para a realização de atividades da vida diária (NORDESJO et al., 1983). Porém, a literatura é controversa quanto à presença de fraqueza dos músculos flexores de joelhos nos indivíduos com OA (EMRANI; BAGHERI, 2006; SLEMENDA et al., 1997). Acredita-se que um dos fatores responsáveis pela diferença entre a magnitude da força muscular observada nos estudos envolvendo indivíduos com OA

seja a severidade da OA (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012). No entanto, são escassos estudos que investigaram aspectos neuromusculares da OA nos diferentes graus da doença (LIKAVAINIO et al., 2008).

As alterações envolvendo a musculatura ao redor do joelho descritas anteriormente e o controle postural podem afetar a função física dos indivíduos com OA do joelho. Queixas relacionadas à execução de tarefas funcionais, tais como levantar-se e sentar-se de uma cadeira, subir e descer degraus ou caminhar são frequentes e a redução da força muscular é um dos responsáveis pela diminuição da funcionalidade observada nos indivíduos com OA do joelho (FISHER; GRESHAM; PENDERGAST, 1993; FITZGERALD et al., 2004; HURLEY, 1999; LIKAVAINIO et al., 2008). Quando a função física é avaliada por meio de auto-relato, é possível que esses pacientes subestimem sua capacidade física e há uma tendência em levar em conta a dor durante o preenchimento do questionário (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012). A inclusão de testes baseados na execução de tarefas permite que os indivíduos sejam avaliados considerando seu desempenho na execução do teste, ao invés daquilo que o sujeito considera fazer. (DOBSON et al., 2013; TERWEE et al., 2006).

Considerando que o comprometimento da função neuromuscular pode ser um fator de risco para a OA do joelho e a doença resulta em disfunção física (ARDEN; NEVITT, 2006), o estudo destes fatores pode auxiliar no entendimento da OA do joelho e no desenvolvimento de programas de reabilitação específicos para cada situação.

Tendo em vista o exposto acima, o objetivo desta dissertação foi comparar parâmetros neuromusculares (coativação entre extensores e flexores de joelho, relação funcional I:Q para flexão de joelho e torque articular) e a função física nos diferentes graus da OA do joelho. Também foi objetivo desta dissertação investigar o comportamento do COP (amplitude e velocidade do deslocamento ântero-posterior e médio-lateral) durante uma tarefa envolvendo contração excêntrica do quadríceps e correlaciona-lo à variáveis relacionadas ao desempenho muscular e função física. Contemplando o que foi apresentado, foram desenvolvidos 2 estudos, o Estudo I, referente ao exame de qualificação deste trabalho e submetido à revista *Gait & Posture* e Estudo II.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. **Acta Physiol Scand**, v. 154, p. 421–427, 1995.
- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. **The American journal**, v. 26, n.2, p. 231-237, 1998.
- ALKJÆR, T. et al. Antagonist muscle moment is increased in ACL deficient subjects during maximal dynamic knee extension. **The Knee**, v. 19, n. 5, p. 633–9, out. 2012.
- ALNAHDI, A. H.; ZENI, J. A; SNYDER-MACKLER, L. Muscle impairments in patients with knee osteoarthritis. **Sports health**, v. 4, n. 4, p. 284–92, jul. 2012.
- ALTMAN, R. et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. **Arthritis Rheum**, v. 29, p. 1039–1049, 1986.
- ARDEN, N.; NEVITT, M. C. Osteoarthritis: Epidemiology. **Best Practice & Research in Clinical Rheumatology**, v. 20, p. 3–25, 2006.
- BALTZOPOULOS, V.; BRODIE, D. A. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. **Sports Med**, v. 8, p. 101–116, 1989.
- BARATTA, R. et al. Muscular coactivation: The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 16, n. 2, p. 113–122, 1 mar. 1988.
- BELLAMY, N. et al. Validation-study of WOMAC - A health-status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug-therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. **Journal of Rheumatology**, v. 15, p. 1833–1840, 1988.
- BENNEL, K.; HUNT, M.; WRIGLEY, T. Role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. **Rheumatic Disease Clinics of North America**, v. 34, p. 731–754, 2008.
- BENNEL, K. L. et al. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 21, p. 792–797, 2003.
- BENNEL, K. L. et al. Update on the role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. **Rheumatic diseases clinics of North America**, v. 39, n. 1, p. 145–76, fev. 2013.
- BERENBAUM, F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). **Osteoarthritis and cartilage**, v. 21, n. 1, p. 16–21, jan. 2013.
- BILLOT, M. et al. Is co-contraction responsible for the decline in maximal knee joint torque in older males? **Age (Dordrecht, Netherlands)**, v. 36, n. 2, p. 899–910, abr. 2014.

CHENG, Y.; HOOTMAN, J.; MURPHY, L. Morbidity and Mortality Weekly Report. Prevalence of doctor-diagnosed arthritis and arthritis-attributable activity limitation: United States, 2007-2009. **MMWR Morb Mortal Wkly Rep**, v. 59, n. 39, p. 2007–2009, 2010.

CHILDS, J. D. et al. Alterations in lower extremity movement and muscle activation patterns in individuals with knee osteoarthritis. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 19, p. 44–49, 2004.

COOMBS, R.; GARBUTT, G. Review article: Developments in the use of the hamstrings/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 1, p. 56–62, 2002.

D'AMBROSIA, R. D. Epidemiology of osteoarthritis. **Orthopedics**, v. 28, p. S201–S205, 2005.

RAMSEY, D. K. et al. A mechanical hypothesis for the effectiveness of knee bracing for medial compartment knee osteoarthritis. **J Bone Joint Surg Am.**, v. 89, n. 11, p. 2398–2407, 2007.

DOBSON, F. et al. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and cartilage**, v. 21, n. 8, p. 1042–52, ago. 2013.

DUFFELL, L. D. et al. Balance and gait adaptations in patients with early knee osteoarthritis. **Gait Posture**, v. 39, p. 1057–1061, 2014.

EBENBICHLER, G. R. et al. The role of biarticular agonist and cocontraction antagonist pair in isometric. **Muscle & Nerve**, v. 21, n. Dec, p. 1706–1713, 1998.

EMRANI, A.; BAGHERI, H. Isokinetic strength and functional status in knee osteoarthritis. **Journal of Physical**, v. 18, p. 107–114, 2006.

FELSON, D. T. et al. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. **Ann Intern Med**, v. 133, p. 635–646, 2000.

FISHER, N. M.; GRESHAM, G.; PENDERGAST, D. R. Effects of a quantitative progressive rehabilitation program applied unilaterally to the osteoarthritic knee. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 74, p. 1319–1326, 1993.

FITZGERALD, G. K. et al. Quadriceps activation failure as a moderator of the relationship between quadriceps strength and physical function in individuals with knee osteoarthritis. **Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research**, v. 51, p. 40–48, 2004.

FUJISAWA, N.; MASUDA, T.; INAOKA, H. Human standing posture control system depending on adopted strategies. **Medical and Biological**, v. 43 p. 107–114, 2005.

GILL, S.; MCBURNEY, H.; TROBE, L. Reliability of performance-based measures in people awaiting joint replacement surgery of the hip or knee. **Physiother. Res. Int.**, v. 13, n. August, p. 141–152, 2008.

GUCCIONE, A. A. Arthritis and the process of disablement. **Phys Ther**, v. 74, p. 408–414, 1994.

GÜR, H. et al. Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training: Effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthrosis of the knee. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, n. 3, p. 308–316, mar. 2002.

HASSAN, B. S. et al. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. **Ann Rheum Dis**, v. 61, p. 422–428, 2002.

HASSAN, B. S.; MOCKETT, S.; DOHERTY, M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 60, p. 612–618, 2001.

HEIDEN, T. L.; LLOYD, D. G.; ACKLAND, T. R. Knee extension and flexion weakness in people with knee osteoarthritis: is antagonist cocontraction a factor? **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 39, n. 11, p. 807–15, nov. 2009.

HINMAN, R. S. et al. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. **Rheumatology (Oxford)**, v. 41, p. 1388–1394, 2002.

HORTOBAGYI, T. et al. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. **Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research**, v. 51, p. 562–569, 2004.

HORTOBÁGYI, T. et al. Altered hamstring-quadriceps muscle balance in patients with knee osteoarthritis. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 20, n. 1, p. 97–104, jan. 2005.

HUBLEY-KOZEY, C.; DELUZIO, K.; DUNBAR, M. Muscle co-activation patterns during walking in those with severe knee osteoarthritis. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 23, p. 71–80, 2008.

HURLEY, M. V et al. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 56, n. 11, p. 641–648, 1 nov. 1997.

HURLEY, M. V. the Role of Muscle Weakness in the Pathogenesis of Osteoarthritis. **Rheumatic Disease Clinics of North America**, v. 25, n. 2, p. 283–298, maio 1999.

JONES, C. J.; RIKLI, R. E.; BEAM, W. C. A 30-s Chair-Stand Test as a Measure of Lower Body. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 70:2, n. May, p. 37–41, 2013.

KANNUS, P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. **Int J Sports Med**, v. 15 Suppl 1, p. S11–8, 1994.

KELLGREN, J. H.; LAWRENCE, J. S. Radiological assessment of osteo-arthrosis. **Ann Rheum Dis**, v. 16, p. 494–502, 1957.

KELLIS, E. Quantification of quadriceps and hamstring antagonist activity. **Sports Med**, v. 25, p. 37–62, 1998.

KELLIS, E. et al. Neuromuscular interactions around the knee in children, adults and elderly. **World J Orthop**, v. 5, p. 469–485, 2014.

KENNEDY, D. M. et al. Assessing stability and change of four performance measures: a longitudinal study evaluating outcome following total hip and knee arthroplasty. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 6, p. 3, jan. 2005.

LEWEK, M. D.; RUDOLPH, K. S.; SNYDER-MACKLER, L. Control of frontal plane knee laxity during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis. **Osteoarthritis Cartilage**, v. 12, p. 745–751, 2004a.

LEWEK, M. D.; RUDOLPH, K. S.; SNYDER-MACKLER, L. Quadriceps femoris muscle weakness and activation failure in patients with symptomatic knee osteoarthritis. **Journal of orthopaedic research**, v. 22, n. 1, p. 110–5, jan. 2004b.

LIKAVAINIO, T. et al. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle in men with knee osteoarthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 89, n. 11, p. 2185–94, nov. 2008.

MALY, M. R.; COSTIGAN, P. A; OLNEY, S. J. Determinants of self-report outcome measures in people with knee osteoarthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 87, n. 1, p. 96–104, jan. 2006.

MARSH, A. P. et al. Baseline balance and functional decline in older adults with knee pain: the Observational Arthritis Study in Seniors. **J Am Geriatr Soc**, v. 51, p. 331–339, 2003.

MASUI, T. et al. Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. **Journal of orthopaedic science**, v. 11, n. 4, p. 353–8, jul. 2006.

MILLS, K. et al. A systematic review and meta-analysis of lower limb neuromuscular alterations associated with knee osteoarthritis during level walking. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 28, n. 7, p. 713–24, ago. 2013.

MURRAY, C. J. L. et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **Lancet**, v. 380, n. 9859, p. 2197–223, 15 dez. 2012.

NORDESJO, L. et al. Isometric strength and endurance in patients with severe rheumatoid arthritis or osteoarthrosis in the knee joints: A comparative study in healthy men and women. **Scand J Rheumatology**, v. 12, p. 152–156, 1983.

OIESTAD, B. E. et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society**, p. 1–7, 1 nov. 2014.

PATSIKA, G. et al. Synergetic and antagonist muscle strength and activity in women with knee osteoarthritis. **Journal of geriatric physical therapy (2001)**, v. 37, n. 1, p. 17–23, 2013.

PETRELLA, M. et al. Postural control parameters in elderly female fallers and non-fallers diagnosed or not with knee osteoarthritis. **Rev Bras Reumatol**, v. 52, p. 512–517, 2012.

PUA, Y. H. et al. Associations of knee extensor strength and standing balance with physical function in knee osteoarthritis. **Arthritis Care Res (Hoboken)**, v. 63, p. 1706–1714, 2011.

REILLY, S. C. O. et al. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. **Ann Rheum Dis**, v. 57, n. 10, p. 588–594, 1998.

REIS, J. G. et al. Evaluation of postural control and quality of life in elderly women with knee osteoarthritis. **Rev Bras Reumatol**, v. 54, p. 208–212, 2014.

SANCHEZ-RAMIREZ, D. C. et al. Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 45, n. 2, p. 192–7, fev. 2013.

SANGHI, D. et al. Is radiology a determinant of pain, stiffness, and functional disability in knee osteoarthritis? A cross-sectional study. **Journal of Orthopaedic Science**, v. 16, p. 719–725, 2011.

SANTOS, M. L. A. S. et al. Muscle strength, muscle balance, physical function and plasma interleukin-6 (IL-6) levels in elderly women with knee osteoarthritis (OA). **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 52, p. 322–326, 2011.

SCHMITT, L. C.; RUDOLPH, K. S. Muscle stabilization strategies in people with medial knee osteoarthritis: the effect of instability. **J Orthop Res**, v. 26, p. 1180–1185, 2008.

SERRÃO, P. R. et al. Knee extensor torque of men with early degrees of osteoarthritis is associated with pain, stiffness and function. **Rev Bras Fisioter**, v. 16, p. 289–294, 2012.

SERRÃO, P. R. M. S. et al. Men with Early Degrees of Knee Osteoarthritis Present Functional and Morphological Impairments of the Quadriceps Femoris Muscle. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, p. 1–12, 13 ago. 2014.

SLEMENDA, C. et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. **Ann Intern Med**, v. 127, p. 97–104, 1997.

TAKACS, J.; CARPENTER, M. The role of neuromuscular changes in aging and knee osteoarthritis on dynamic postural control. **Aging and disease**, v. 4, n. 2, p. 84–99, 2013.

TERWEE, C. B. et al. Performance-based methods for measuring the physical function of patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review of measurement properties. **Rheumatology (Oxford, England)**, v. 45, n. 7, p. 890–902, jul. 2006.

THORLUND, J. B.; AAGAARD, P.; ROOS, E. M. Thigh muscle strength, functional capacity, and self-reported function in patients at high risk of knee osteoarthritis compared with controls. **Arthritis care & research**, v. 62, n. 9, p. 1244–51, set. 2010.

WEGENER, L.; KISNER, C.; NICHOLS, D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 25, p. 13–18, 1997.

WRIGHT, A. A et al. A comparison of 3 methodological approaches to defining major clinically important improvement of 4 performance measures in patients with hip

osteoarthritis. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 41, n. 5, p. 319–27, maio 2011.

YANAGAWA, T. et al. Effect of hamstrings muscle action on stability of the ACL-deficient knee in isokinetic extension exercise. **Clinical Biomechanics**, v. 17, n. 9-10, p. 705–712, nov. 2002.

3 ESTUDO I

POSTURAL CONTROL DURING MINI-SQUAT POSTURE, KNEE TORQUE,
PHYSICAL FUNCTION AND STIFFNESS IN INDIVIDUALS WITH EARLY KNEE
OSTEOARTHRITIS.

Artigo submetido ao periódico *Gait&Posture*

ABSTRACT:

This study aimed to determine if subjects with early knee osteoarthritis (OA) have altered postural control during mini-squat task, knee extensor and flexor torque, force muscular ratio, physical function and stiffness. This study also aims to verify if postural control correlate with these variables. Postural control during isometric mini-squat, knee extensor and flexor torque, force muscular ratio, physical function and stiffness WOMAC subscales were performed by 20 people with knee osteoarthritis grades I and II and 20 age, gender and body mass index matched control subjects. Statistical analyses were performed using MANOVA for parametric variables and U Mann- Whitney test for non-parametric data. Correlation between postural control and isokinetic variables, force muscular ratio, physical function and stiffness were verified by Spearman's correlation coefficient (ρ). The univariate tests demonstrated that OAG presented no difference in antero-posterior or medio-lateral displacement of center of pressure (Dcop_AP and Dcop_ML) and antero-posterior or medio-lateral displacement speed of center of pressure (Scop_AP and Scop_ML) compared to CG. The OAG had greater scores for physical function WOMAC subscale ($p < 0.00$) and stiffness WOMAC subscale ($p = 0.001$). For the isokinetic dynamometry, OAG presented with a greater functional hamstring:quariceps ratio for knee flexion ($p = 0.004$) and eccentric extensor peak torque ($p = 0,014$). Dcop_AP was moderately and negatively correlated with the physical function subscale ($\rho = -0.480$, $p = 0.02$). Scop_AP was moderately and negatively correlated with the physical function WOMAC subscale ($\rho = -0.52$, $p = 0,01$) and stiffness WOMAC subscale ($\rho = -0.44$, $p = 0.03$) These results may be relevant for early interventions to delay or prevent osteoarthritis in its early stages.

Key Words: Knee Osteoarthritis; Postural Control; Physical Function; Stiffness.

3.1 INTRODUCTION

Osteoarthritis (OA) is a disease with inflammatory mediators released by cartilage, bone and synovium and, consequently, articular degeneration (BERENBAUM, 2013). OA is a worldwide disease associated with high societal and health costs (BERENBAUM, 2013; HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001). The knee is the most commonly affected joint, and is related to the presence of limitation to perform daily life activities (MASUI et al., 2006; VAHTRIK et al., 2014; WEGENER; KISNER; NICHOLS, 1997).

Postural stability is also associated with limitations to perform daily living activities and is defined as the ability to maintain the center of mass in a support base during a standing posture in different situations (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001). An impairment of postural stability has been demonstrated when there is increased displacement of the body's center of pressure (COP) in both the antero-posterior (AP) and medio-lateral (ML) directions (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001; MASUI et al., 2006; VAHTRIK et al., 2014; WEGENER; KISNER; NICHOLS, 1997). Poor postural stability is observed in subjects with knee OA and is believed to be related to muscle weakness, proprioceptive deficits and pain (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001; HASSAN et al., 2002).

Individuals with knee OA present muscle weakness primarily in knee extensor muscles (HEIDEN; LLOYD; ACKLAND, 2009). Knee extensor muscle weakness is observed even in mild knee OA and is associated with individual's complaints (SERRÃO et al., 2014). Serrão *et. al.*(2014) found that individuals with mild knee OA demonstrate knee extensors weakness only during the eccentric contraction mode, which is essential for performing the tasks of daily living (HORTOBAGYI et al., 2004). Considering that muscle weakness is observed in the mild knee OA and is associated with poor postural stability, it is possible that individuals with mild knee OA can have significantly decreased postural stability.

Muscle balance between knee extensors and flexors may be an indirect factor contributing to the ability of the hamstrings to counteract the tibial anterior shear forces on the femur and is commonly used to describe knee joint muscle strength properties. The muscle balance between the knee extensors and flexors can be demonstrated as the ratio of the maximum hamstring (H) strength to the maximum quadriceps (Q) strength and may be better described as the functional H:Q ratio (KANNUS, 1994; KELLIS; BALTZOPOULOS, 1995). For knee flexion, the functional H:Q ratio is represented by the hamstrings concentric strength divided by the quadriceps eccentric strength (H_{con}/Q_{ecc}) (AAGAARD et al., 1995). Therefore,

in addition to eccentric knee extensor weakness, the relationship between knee flexors and extensors muscle strength can be increased in individuals with knee OA.

Tasks involving knee flexion during orthostatic posture, such as squatting, require knee extensor eccentric contractions (HORTOBAGYI et al., 2004). The literature has demonstrated that during tasks involving knee flexion the symptoms of knee OA become more evident (MARSH et al., 2003). Nevertheless, the investigation of postural stability in subjects with mild knee OA during tasks requiring quadriceps eccentric contraction maintenance and the relation between postural stability and muscle strength, H_{con}/Q_{ecc} , physical function and stiffness WOMAC subscales can improve disease understanding.

Considering the above, this study aimed to compare postural stability during the isometric mini-squat, eccentric extensor torque, concentric flexor torque, H_{con}/Q_{ecc} , self-reported physical function and stiffness in patients with the mild knee OA (grade I and II) and a control group. Furthermore, to verify the correlation between the variables of postural stability and the isokinetic variables, self-reported physical function and stiffness was also evaluated in this study.

This study hypothesized that individuals with mild knee OA have poor postural stability (higher antero-posterior and medio-lateral range and speed of center of pressure displacement) during the bipedal mini-squat, lower isokinetic variable values, greater H_{con}/Q_{ecc} and poor self-reported physical function and stiffness. We expected a negative correlation between the variables related to postural stability and eccentric extensor peak torque and concentric flexor peak torque. We also expected a positive correlation between the variables related to postural stability and the H_{con}/Q_{ecc} and physical function and the stiffness WOMAC subscales.

3.2 MATERIALS AND METHODS

3.2.1 Subjects

The *a priori* sample size was calculated with the G*Power 3.1.3 software on the basis of the isokinetic data from a pilot study with five subjects per group (two groups) (power = 0.95; alpha = 5%). A minimum of 16 subjects per group were required to adequately power the study. The participants in this study were 40 sedentary male volunteers, aged 40 to 65 (SERRÃO et al., 2014). The subjects were divided into two groups: the control group (CG) consisted of 20 volunteers with no joint disease or disorders of the lower limbs, and the

osteoarthritis group (OAG) consisted of 20 volunteers with grade I or II knee OA. Table 1 presents the anthropometric information for each group.

An OA diagnosis was based on the clinical and radiographic classification criteria of the American College of Rheumatology (2000) (ALTMAN et al., 1986). All subjects underwent a radiological examination of both knees, and the severity of knee OA was graded according to the Kellgren and Lawrence System to define OA and the group assignments (KELLGREN; LAWRENCE, 1957). The inclusion criteria for OAG were the presence of OA signs in at least one of the compartments of knee joint (HORTOBAGYI et al., 2004). Inclusion in the CG occurred when subjects demonstrated no indications of OA, reported no history of knee joint pain, and reported no history of illness, injury, trauma, surgery or fracture of the lower limbs.

The exclusion criteria for both groups included: physical therapy in the 3 months prior to the study; any knee or lower limb surgery in the previous 6 months; presence of systemic arthritis; the use of steroid injections in the previous 6 months; or report any medical condition that would restrict participation in the study (cardiorespiratory or rheumatic alterations) (BENNELL et al., 2003). The participants were also required to have no limitation in the 0-90° knee joint motion (0 degree = full knee extension). Study participants were recruited by verbal and written announcement in the community. All volunteers provided a written informed consent, and the study was approved by the Ethics Committee of the Federal University of São Carlos (No.309/2007).

3.2.2 Materials and Procedures

Following the group assignments, all volunteers underwent a postural stability assessment during a bipedal squat and knee extensor and flexor isokinetic evaluation. The assessments were performed in order and on different days with an interval of less than seven days. During the strength and balance assessment, the volunteers did not have any pain. At the time of study inclusion, all individuals answered a physical function and stiffness Western Ontario McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) questionnaire.

3.2.2.1 Postural Stability Measurement

Postural stability was assessed with a two force platform (Bertec Mod. USA) embedded into the floor. The subjects stood barefoot with their feet at hip's width and one on

each platform. Then, they were asked to stand as still as possible with their arms extended parallel to the ground while fixing a reference point located at eye level (2 m in front of them). From this position, the participants were instructed to perform a bipedal squat up to the range of 45 degrees of knee flexion (controlled by a goniometry). The volunteers were asked to stay in this position for 15 seconds and then return to the starting position. They performed 3 trials with a 1 minute rest between each trial, and the averages were used for data analysis. For safety, one of the researchers remained at the volunteer's side during each evaluation.

The force platform data were collected using a sample frequency of 100 Hz and stored for further processing. Information about the forces and moments were provided in the vertical and horizontal axes. A specific Matlab (MathWorks Inc., USA) routine was used to calculate the center of pressure (COP) in both the medial-lateral and anterior-posterior directions, and then to filter the COP using a second order Butterworth digital filter with a cutoff frequency of 5 Hz. After these procedures, the following variables were obtained: AP and ML displacement of COP (Dcop_AP and Dcop_ML) and AP and ML mean COP speed (Scop_AP e Scop_ML).

3.2.2.2 Isokinetic Assessment

The assessment of knee extensor and flexor knee torques was performed using an isokinetic dynamometer (Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Medical Incorporation, New York, NY, USA). The equipment was calibrated according to the manual provided by the manufacturer.

Before evaluation, participants performed a warm-up exercise on a bicycle ergometer at 60 rpm for 5 min at 0.5-2.0 kg resistance and performed self-stretching exercises of the lower limb muscles (SERRÃO et al., 2014).

Isokinetic evaluations of knee flexion and extension were performed in eccentric mode for knee extensors and concentrically to the knee flexors at a speed of 90°/s.

The evaluations were conducted with the volunteers seated on the device chair with the knees flexed at 90 degrees. The subjects were stabilized in the chair of the dynamometer by belts that ran across the trunk, thigh and pelvis. The axis of the knee joint (lateral epicondyle of the femur) was aligned with rotational axis of the dynamometer, and resistance was applied at 5 cm above the medial malleolus. To correct for the influence of gravity on the torque data acquired, the limb was weighed at 60 degrees of knee flexion before each test

according to the manufacturer's instructions, and the test results were automatically corrected using with the data acquisition software.

The subjects were instructed to keep their arms crossed in front trunk during the test. After receiving the test instructions and before each assessment, the subjects performed three submaximal and two maximal contractions to familiarize with the procedure (SERRÃO et al., 2014). Then, they performed five maximal voluntary concentric and five maximal voluntary eccentric contractions with a range of motion from 20 to 90 degrees (0 degrees = full extension) at an angular speed of 90 degrees/sec. There was a 5 min rest between each type of contraction (HORTOBAGYI et al., 2004). To motivate the subjects, verbal encouragement was provided during each trial (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001).

Torque data were collected at an acquisition frequency of 100 Hz. For eccentric contractions during extension and concentric contractions during flexion, the average peak torque (PT_{ecc_ext} and PT_{con_flex} , respectively) was calculated. The torque data were normalized to the body weight using the following formula: (Nm torque/kg body mass) x 100 (SERRÃO et al., 2014).

For statistical, the mean (of the five contractions) extensor and flexor torque normalized by body weight . The H_{con}/Q_{ecc} was calculated as the concentric torque of the knee flexors divided by the eccentric torque of the knee extensors.

3.2.2.3 Physical Function and Stiffness Assessment

All volunteers answered the Physical Function and Stiffness subscales of the WOMAC questionnaire. This questionnaire is a self-reported instrument, and higher scores indicate greater impairment of the assessed dimension. For Physical Function and Stiffness subscales, respectively, the higher possible score are 68 and 8, according to a Likert scale (SANTOS et al., 2011).

3.2.5 Statistical Analysis

The data were analyzed with respect to their statistical distribution and variance homogeneity using the Shapiro-Wilk and Levene tests, respectively. Non-normal data (D_{cop_ML} e S_{cop_ML}) were transformed by a logarithmic transformation. Independent t-tests were performed to verify group differences regarding age, body mass height and body mass index (BMI). A one-way multivariate analyses of variance (MANOVA) was conducted

to determine the effect of group (OAG x GC) on the variables of postural stability, and another MANOVA to isokinetic variables and H_{con}/Q_{ecc} . Univariate tests were conducted as follow-up tests to the MANOVA's on each dependent variable. For data that remained non-normally distributed following a logarithmic transformation (Physical Function and Stiffness WOMAC subscales), the non-parametric U Mann-Whitney was conducted. To analyze the relationship between postural stability, isokinetic variables, H_{con}/Q_{ecc} and WOMAC subscales of physical function and stiffness scores Spearman's ρ correlation coefficients were used. The ρ values were interpreted using the following categories: 0.00 a 0.19 = none/mild; 0.2 a 0.39 = low; 0.40 a 0.69 = moderate; 0.7 a 0.89 = strong; and 0.9 a 1.00 = very strong. All analyses were conducted with an alpha level ≤ 0.05 using SPSS statistical software (version 17.0; SPSS Inc., Chicago, USA).

3.3 RESULTS

The demographic data are presented in Table 1. No differences were observed between the groups regarding age, body mass, height and body mass index ($p \geq 0.05$).

Table 1. Subjects Characteristics (mean \pm SD)

Characteristic	OA Group (n=24)	Control Group (n=20)	Significance Level (p)
Age (years)	52.35 \pm 5.00	51.40 \pm 8.07	0.53
Body Mass (kg)	86.28 \pm 11.76	81.07 \pm 12.11	0.36
Height (m)	1.71 \pm 0.07	1.73 \pm 0.091	0.49
BMI (kg/m²)	29.66 \pm 4.51	27.14 \pm 3.50	0.16

significant difference: $p \leq 0.05$

For postural stability, the MANOVA test indicated no significant group effect (Wilks' Lambda = 0,89, $F = 1,08$, $p = 0,38$). For articular torques and the H_{con}/Q_{ecc} , the MANOVA test indicated a significant group effect (Wilks' Lambda = 0,61, $F = 5,47$, $p = 0.02$). The univariate tests demonstrated that OAG presented with a greater H_{con}/Q_{ecc} ($p = 0,001$) and lower PT_{ecc_ext} ($p = 0.01$). There was no difference between the groups regarding PT_{con_flex} ($p = 0.72$). The comparisons between groups are shown in Table 2.

Table 2. Medio-Lateral and Antero-Posterior center of pressure displacement and speed values, isokinetic variables, H_{con}/Q_{ecc} , physical function and stiffness WOMAC subscales scores (mean \pm SD , \pm 95% CI).

	OA Group (n=24)		Control Group (n=20)		Significance Level (p)
	Mean \pm SD	\pm 95% CI	Mean \pm SD	\pm 95% CI	
Dcop_{AP}	0.29 \pm 0.09	(0.26 , 0.34)	0.35 \pm 0.09	0.31 , 0.39	0.07
Dcop_{ML}	0.16 \pm 0.17	(0.08 , 0.24)	0.11 \pm 0.04	(0,09 , 0,13)	0.58
Scop_{AP}	1.1 \pm 0.42	(0.91 , 1.3)	1.33 \pm 0.37	(1.15 , 1.51)	0.08
Scop_{ML}	0.64 \pm 0.67	(0.33 , 0.96)	0,43 \pm 0.14	(0,36 , 0,49)	0.59
PT_{con_flex}	102.75 \pm 38.14	(90.42,115,08)	97,24 \pm 27,81	(84,22, 110.26)	0.52
PT_{ecc_ext}	240.00 \pm 65.63	(209,3 , 270,73)	298.83 \pm 71,27	(265.47 , 332.18)	0.01*
H_{con}/Q_{ecc}	43.77 \pm 9.12	(38.5 , 48)	33.68 \pm 8.23	(29.18 , 37.52)	<0.001*

Dcop_{AP} (antero-posterior center of pressure displacement), Dcop_{ML} (medio-lateral center of pressure displacement), Scop_{AP} (antero-posterior center of pressure speed), Scop_{ML} (medio-lateral center of pressure speed), PT_{con_flex} (concentric knee flexion peak torque), PT_{ecc_ext} (eccentric knee extension peak torque), H_{con}/Q_{ecc} (Functional H:Q ratio for knee flexion).

*: significative difference: $p \leq 0.05$

The OAG had greater scores for physical function compared to the WOMAC subscale ($p < 0.001$) and stiffness WOMAC subscale ($p = 0.001$). (Table 3)

Table 3. Physical function and stiffness WOMAC subscales scores (median (max-min)).

	OA Group (n=24)	Control Group (n=20)	Significance Level (p)
	Median (max-min)	Median (max-min)	
Physical Function	9.5 (0-35)	0.0 (0-0)	$p < 0.001^*$
Stiffness	1.36 (0-5)	0.0 (0-0)	0.001*

Physical Function (Physical Function WOMAC subscale score) ; Stiffness (Stiffness WOMAC subscale score)

*: significative difference: $p \leq 0.05$

Dcop_{AP} was moderately and negatively correlated with the physical function subscale ($\rho = -0.48$, $p = 0.02$). Scop_{AP} was moderately and negatively correlated with the physical function WOMAC subscale ($\rho = -0.52$, $p = 0.01$) and stiffness WOMAC subscale ($\rho = -0.44$, $p = 0.03$) (Table 4).

Tabela 4. Correlation between postural control and isokinetic variables, H_{con}/Q_{ecc} , physical function and stiffness WOMAC subscales in the OAG (n=20).

	PT_{con_flex}		PT_{ecc_ext}		H_{con}/Q_{ecc}		Physical Function		Stiffness	
	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Dcop_{AP}	0.30	0.15	0.28	0.17	-0.26	0.22	-0.48 *	0.02	-0.36	0.08
Vcop_{AP}	0.31	0.10	0.35	0.09	-0.28	0.18	-0.52 *	0.01	-0.44 *	0.03
Dcop_{ML}	-0.31	0.14	-0.31	0.14	0.08	0.69	0.01	0.95	-0.18	0.4
Vcop_{ML}	-0.20	0.36	-0.19	0.38	0.03	0.90	-0.13	0.54	-0.22	0.30

* significative correlation: $p < 0.05$

These negative correlations indicate that lower Dcop_{AP} and Scop_{AP} are associated with higher levels of physical dysfunction. Lower Scop_{AP}, is associated with more stiffness in OAG.

3.4 DISCUSSION

The primary finding of this study was the no difference in Dcop_{AP} and Scop_{AP} during the mini-squat posture in OAG compared to CG.

This is the first study to assess postural control during the mini-squat posture in subjects with knee OA. Although the non significant statistical difference between groups, CG had greater Dcop_{AP} when compared to OAG. This lower oscillation observed in OAG does not agree with most studies investigating postural control in subjects with knee OA (DUFFELL et al., 2014; HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001; HINMAN et al., 2002a; MASUI et al., 2006; PETRELLA et al., 2012; PUA et al., 2011; REIS et al., 2014; SANCHEZ-RAMIREZ et al., 2013; WEGENER; KISNER; NICHOLS, 1997). During bipedal and unipodal stance, Lyytinen et al., detected no significant differences between subjects with different knee OA radiographic degrees and a control group. It is possible that these static tasks, as well as mini-squat posture were relatively easy tests for evaluate postural control, specially in early degrees of knee OA.

The results found in this study may also be due to a different sample profile. The literature has demonstrated increased postural sway in young adults, and at 60 years old, an increase in COP displacement becomes more evident (ERA et al., 2006). Previous studies included volunteers with a higher mean age (HINMAN et al., 2002a, 2002b; MASUI et al.,

2006; PETRELLA et al., 2012; REIS et al., 2014). In this study, the mean age was $52,75 \pm 5,50$ years old, which may have influenced the results.

In the present study, it is important to highlight that postural control was assessed only in subjects with the mild knee OA. Other studies in which postural control was also investigated included subjects without grade disease differentiation (HINMAN et al., 2002b; PUA et al., 2011; SANCHEZ-RAMIREZ et al., 2013). Duffel *et al* (2014) found greater postural sway in mild knee OA during unipodal stance. However, the study sample had a significantly higher BMI in the subjects with knee OA compared to the control group. Thus, it is possible that the strategy adopted by subjects with mild knee OA is different from the strategy observed in subjects with more advanced disease degrees. The present data suggests subjects of OAG have a stiffness strategy during the mini-squat posture maintenance.

In this study were also found a higher joint stiffness reported by individuals of OAG through the WOMAC questionnaire and a moderate negative correlation between the control group. This indicates that lower Scop_AP is associated with a greater WOMAC questionnaire score (and therefore worse stiffness symptoms).

Muscle weakness can also result in a feeling of instability and lead to a decline in personal confidence resulting in decreased performance and independence during daily activities (EMRANI et al., 2008). In the present study, OAG had less extensor eccentric knee peak torque but no difference in the concentric extensor knee peak torque. Previous studies corroborate with these findings (HORTOBAGYI et al., 2004; SERRÃO et al., 2014)

Balance between the knee extensors and flexors may be an indirect factor in the ability of the hamstrings to counteract the tibial shear forces related to the femur (AAGAARD et al., 1995). A higher H_{con}/Q_{ecc} was found in the OAG, which corroborates with previous results (PATSIKA et al., 2013). Although an intergroup difference was found for the H_{con}/Q_{ecc} , there was no correlation with postural control. This finding may be because (besides muscle strength) postural control also depends on other factors, such as proprioception and pain (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001).

In addition to the physical function and stiffness WOMAC subscales scores, no correlation was found between Dcop_AP, Dcop_ML, Scop_AP and Scop_ML and the isokinetic variables. It is possible that another neuromuscular mechanism is more postural control during mini-squat posture in subjects with knee OA. During functional activities, antagonistic muscle activity is higher in an effort to make the lower limb stiffer and decrease excessive joint movements (DE BOER et al., 2007; MELZER; BENJUYA; KAPLANSKI, 2001). Future studies involving the evaluation of other neuromuscular mechanisms around

knee, such as knee flexor and extensor coactivity may be relevant to determine the strategies used by individuals with knee OA during this task and other tasks. Therefore, the lack of investigation of electromyography activity of the knee extensor and flexors muscles during the isokinetic test and maintenance of the mini-squat posture can be cited as a limitation of the study. Concomitant use of electromyography, kinematics and kinetics may contribute to the understanding of the strategies used by individuals with knee OA.

Due to the observed correlation between postural control and physical function, future studies should investigate whether the addition of balance training in subjects undergoing OA rehabilitation protocols (in the early stages of knee OA) facilitates improvements in physical function.

3.5 CONCLUSION

The results demonstrated that individuals with early knee OA don't modify their postural control during the bipedal mini squat task in relation a control group. However, for knee OA individuals, postural sway displacement and speed of oscillation is related to poorer physical function. Additionally, individuals with mild knee OA differ from healthy subjects regarding the peak eccentric extensor torque, muscle ratio and level of physical function and stiffness, indicating that it is necessary to rehabilitate subjects from disease onset.

REFERENCES

- AAGAARD, P. et al. Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. **Acta Physiol Scand**, v. 154, p. 421–427, 1995.
- ALTMAN, R. et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. **Arthritis Rheum**, v. 29, p. 1039–1049, 1986.
- BENNEL, K. L. et al. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 21, p. 792–797, 2003.
- BERENBAUM, F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). **Osteoarthritis and cartilage / OARS, Osteoarthritis Research Society**, v. 21, n. 1, p. 16–21, jan. 2013.

DE BOER, M. D. et al. Changes in antagonist muscles' coactivation in response to strength training in older women. **J Gerontol A Biol Sci Med Sci**, v. 62, p. 1022–1027, 2007.

DOS SANTOS, M. J.; GORGES, A. L.; RIOS, J. L. Individuals with chronic ankle instability exhibit decreased postural sway while kicking in a single-leg stance. **Gait Posture**, v. 40, p. 231–236, 2014.

DUFFELL, L. D. et al. Balance and gait adaptations in patients with early knee osteoarthritis. **Gait Posture**, v. 39, p. 1057–1061, 2014.

EMRANI, P. S. et al. Joint space narrowing and Kellgren-Lawrence progression in knee osteoarthritis: an analytic literature synthesis. **Osteoarthritis Cartilage**, v. 16, p. 873–882, 2008.

ERA, P. et al. Postural balance in a random sample of 7,979 subjects aged 30 years and over. **Gerontology**, v. 52, p. 204–213, 2006.

HASSAN, B. S. et al. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. **Ann Rheum Dis**, v. 61, p. 422–428, 2002.

HASSAN, B. S.; MOCKETT, S.; DOHERTY, M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 60, p. 612–618, 2001.

HEIDEN, T. L.; LLOYD, D. G.; ACKLAND, T. R. Knee extension and flexion weakness in people with knee osteoarthritis: is antagonist cocontraction a factor? **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 39, n. 11, p. 807–15, nov. 2009.

HINMAN, R. S. et al. Delayed onset of quadriceps activity and altered knee joint kinematics during stair stepping in individuals with knee osteoarthritis. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, p. 1080–1086, 2002a.

HINMAN, R. S. et al. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. **Rheumatology (Oxford)**, v. 41, p. 1388–1394, 2002b.

HORTOBAGYI, T. et al. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. **Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research**, v. 51, p. 562–569, 2004.

KANNUS, P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. **Int J Sports Med**, v. 15 Suppl 1, p. S11–8, 1994.

KELLGREN, J. H.; LAWRENCE, J. S. Radiological assessment of osteo-arthrosis. **Ann Rheum Dis**, v. 16, p. 494–502, 1957.

KELLIS, E.; BALTZOPOULOS, V. Isokinetic eccentric exercise. **Sports Med**, v. 19, p. 202–222, 1995.

- LYYTINEN, T. et al. Postural control and thigh muscle activity in men with knee osteoarthritis. **Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology**, v. 20, n. 6, p. 1066–74, dez. 2010.
- MARSH, A. P. et al. Baseline balance and functional decline in older adults with knee pain: the Observational Arthritis Study in Seniors. **J Am Geriatr Soc**, v. 51, p. 331–339, 2003.
- MASUI, T. et al. Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. **J Orthop Sci**, v. 11, p. 353–358, 2006.
- MELZER, I.; BENJUYA, N.; KAPLANSKI, J. Age-related changes of postural control: effect of cognitive tasks. **Gerontology**, v. 47, p. 189–194, 2001.
- PATSIKA, G. et al. Synergetic and antagonist muscle strength and activity in women with knee osteoarthritis. **Journal of geriatric physical therapy (2001)**, v. 37, n. 1, p. 17–23, 2013.
- PETRELLA, M. et al. Postural control parameters in elderly female fallers and non-fallers diagnosed or not with knee osteoarthritis. **Rev Bras Reumatol**, v. 52, p. 512–517, 2012.
- PUA, Y.-H. et al. Associations of knee extensor strength and standing balance with physical function in knee osteoarthritis. **Arthritis care & research**, v. 63, n. 12, p. 1706–14, dez. 2011.
- REIS, J. G. et al. Evaluation of postural control and quality of life in elderly women with knee osteoarthritis. **Rev Bras Reumatol**, v. 54, p. 208–212, 2014.
- SANCHEZ-RAMIREZ, D. C. et al. Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis. **J Rehabil Med**, v. 45, p. 192–197, 2013.
- SANTOS, M. L. A. S. et al. Muscle strength, muscle balance, physical function and plasma interleukin-6 (IL-6) levels in elderly women with knee osteoarthritis (OA). **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 52, p. 322–326, 2011.
- SERRÃO, P. R. M. S. et al. Men with Early Degrees of Knee Osteoarthritis Present Functional and Morphological Impairments of the Quadriceps Femoris Muscle. **American journal of physical medicine & rehabilitation / Association of Academic Physiatrists**, p. 1–12, 13 ago. 2014.
- VAHTRIK, D. et al. Postural stability in relation to anthropometric and functional characteristics in women with knee osteoarthritis following total knee arthroplasty. **Arch Orthop Trauma Surg**, v. 134, p. 685–692, 2014.
- WEGENER, L.; KISNER, C.; NICHOLS, D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 25, p. 13–18, 1997.

4 ESTUDO II

**COATIVAÇÃO DOS MÚSCULOS DO JOELHO E FUNÇÃO FÍSICA NOS
DIFERENTES GRAUS DA OSTEOARTRITE RADIOGRÁFICA DO JOELHO.**

RESUMO:

OBJETIVO: Foi proposta desse estudo comparar o nível de coativação do antagonista durante os movimentos de extensão e flexão do joelho ($C_{O_{ext}}$ e $C_{O_{flex}}$, respectivamente), somatório da integral do sinal eletromiográfico de flexores e extensores durante extensão e flexão isocinéticas do joelho ($\Sigma_{emg_{flex_flex}}$, $\Sigma_{emg_{ext_flex}}$, $\Sigma_{emg_{flex_ext}}$ e $\Sigma_{emg_{ext_ext}}$), relação I:Q funcional para flexão do joelho ($I_{con}:Q_{exc}$), torque extensor concêntrico e excêntrico, e torque flexor concêntrico (PT_{ext_con} , PT_{ext_exc} e PT_{flex_con} , respectivamente), auto-relato de disfunção física e desempenho em testes funcionais, entre os graus leve e moderado da osteoartrite (OA) do joelho. **MÉTODOS:** Vinte indivíduos com OA do joelho grau II (GOAII), 15 com OA do joelho grau III (GOAIII) e 19 saudáveis (GC) foram avaliados. Foi realizado teste isocinético de extensão do joelho, nos modos concêntrico e excêntrico e de flexão do joelho no modo concêntrico, a $60^\circ/s$. Simultaneamente, foi realizada avaliação eletromiográfica dos músculos do quadríceps (vasto lateral, reto femural e vasto medial) e isquiotibiais (bíceps femural e semitendíneo). Os sujeitos responderam à seção Função Física do questionário *Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index* (WOMAC) e realizaram testes funcionais de sentar e levantar de uma cadeira por 30 segundos (STS_{30s}), caminhada de 40 metros (Caminhada_{40m}) e subida e descida de escada (Escada). Para análise entre os grupos, foi utilizada ANOVA *one-way* para os dados paramétricos e o teste Kruskal-Wallis seguido de U Mann-Whitney para os dados não paramétricos. Foi considerado $\alpha \leq 0.05$. **RESULTADOS:** Na análise intergrupo o GOAII apresentou maior $C_{O_{flex}}$ ($p = 0.001$), maior $I_{con}:Q_{exc}$ ($p = 0,000$), $\Sigma_{emg_{flex_flex}}$ ($p < 0.000$), menores PT_{con_ext} ($p = 0.02$) e PT_{exc_ext} ($p = 0.008$) e pior auto-relato de função física ($p < 0.000$). No GOAIII foram identificados maior $I_{con}:Q_{exc}$ ($p < 0.000$), menores PT_{con_ext} ($p < 0.000$), PT_{exc_ext} ($p < 0.000$) e PT_{con_flex} ($p = 0.04$), pior auto-relato de função física ($p < 0.000$) e pior desempenho nos testes STS_{30s}, Caminhada_{40m} e Escada ($p = 0.017$, $p < 0.000$ e $p = 0.001$, respectivamente). Não houve diferença entre o GOAII e GOAIII para nenhuma das variáveis ($p \geq 0.05$). **CONCLUSÃO:** Os resultados sugerem uma adaptação neuromuscular presente nos indivíduos com OA do joelho, necessidade de intervenção desde os graus iniciais da doença e destacam a importância de levar em conta diferentes formas de avaliação da função física.

Palavras-Chave: Osteoartrite do Joelho; Dinamometria Isocinética; Eletromiografia; Função Física.

ABSTRACT

OBJECTIVE: This study aimed to compare the knee flexion and extension antagonist coactivation index (Co_{ext} e Co_{flex} , respectively), sum of the electromyographic signal integral of flexors and extensors during isokinetic knee extension and flexion ($\Sigma_{emgflex_flex}$, Σ_{emgext_flex} , $\Sigma_{emgflex_ext}$ e Σ_{emgext_ext}), the functional ratio for knee flexion, ($I_{con}:Q_{exc}$), concentric and eccentric knee extensor and concentric knee flexor torque (PT_{ext_con} , PT_{ext_exc} e PT_{flex_con}), self-reported physical function and functional tests scores in mild and moderate knee osteoarthritis (OA). **METHODS:** Twenty individuals with mild knee OA (GOAII), 15 with moderate knee OA (GOAIII) and 19 control subjects (GC) were evaluated. Isokinetic knee tests were performed for concentric and eccentric knee extension, and concentric knee flexion in a velocity of 60°/s. Simultaneously, were performed electromyography assessment of quadriceps muscles (vastus lateralis, rectus femoris, vastus medialis) and hamstring muscles (biceps femoris e semi-tendinosus). All subjects answered physical-function *Western Ontario and MacMaster Universities Osteoarthritis Index* WOMAC subscale and performed 30-s chair-stand test (STS_{30s}), 40m fast-paced walk test (Caminhada_{40m}) and a stair-climb test (Escada). Statistical analysis were performed using ANOVA *one-way* for parametric variables and Kruskal-Wallis test followed by U Mann-Whitney. Were considered $\alpha \leq 0.05$. **RESULTS:** Intergroup analysis demonstrated that GOAII presented higher Co_{flex} ($p = 0.001$), higher $I_{con}:Q_{exc}$ ($p < 0.000$), $\Sigma_{emgflex_flex}$ ($p < 0.000$), lower PT_{con_ext} ($p = 0.02$) and PT_{exc_ext} ($p = 0.008$) and worst physical function self-report ($p < 0.000$) compared to CG. Between GOAIII and GC were identified higher $I_{con}:Q_{exc}$ ($p < 0.000$), lower PT_{con_ext} ($p < 0.000$), PT_{exc_ext} ($p < 0.000$) e PT_{con_flex} ($p = 0.04$), worst physical function self report ($p < 0.000$) and worst STS_{30s}, Caminhada_{40m} e Escada tests scores ($p = 0.017$ $p < 0.000$ e $p < 0.001$). None difference were found between GOAII and GOAIII ($p \geq 0.05$). **CONCLUSION:** The results suggest a neuromuscular adaptation present in individuals with knee OA, the need of intervention from the early degrees of the disease and highlight the importance of taking into account different physical function assessment ways.

Key-words: Knee Osteoarthritis; Isokinetic Dynamometer; Electromyography; Physical Function.

4.1 INTRODUÇÃO

A Osteoartrite (OA) é a principal causa de incapacidade funcional crônica (MURRAY et al., 2012). Indivíduos com OA apresentam reduzida qualidade de vida, com limitação para execução das atividades da vida diária, e estão sujeitos à fraqueza da musculatura ao redor da articulação acometida (GÜR et al., 2002; HORTOBÁGYI et al., 2005; MURRAY et al., 2012).

A articulação de descarga de peso mais acometida pela OA é o joelho (FELSON et al., 2000). Atualmente, a classificação radiológica da OA é amplamente utilizada no meio clínico para caracterizar o estágio da doença (THORLUND; AAGAARD; ROOS, 2010). Apesar de haver diferenciação radiográfica entre os graus, poucos estudos investigam os aspectos neuromusculares e funcionais com intuito de compará-los entre os diferentes graus de acometimento da OA do joelho.

Sabe-se que a execução de uma tarefa depende da capacidade submáxima em gerar força e também de outros fatores neuromusculares, tais como coativação muscular (KELLIS et al., 2014; PATSIKA et al., 2013). É crescente na literatura o interesse por aspectos como estratégias de ativação muscular. Assim, a investigação de parâmetros neuromusculares, como a coativação, pode auxiliar no entendimento e desenvolvimento de programas de reabilitação para essa população (COOMBS; GARBUTT, 2002; KELLIS et al., 2014).

A coativação muscular é definida como a atividade simultânea dos grupos musculares agonista e antagonista ao redor de uma articulação (KELLIS, 1998). A literatura sugere a presença de maior coativação de flexores e extensores de joelhos nos sujeitos com OA do joelho (CHILDS et al., 2004; HORTOBÁGYI et al., 2005; HUBLEY-KOZEY; DELUZIO; DUNBAR, 2008; LEWEK; RUDOLPH; SNYDER-MACKLER, 2004a; SCHMITT; RUDOLPH, 2008). Especula-se que a presença de coativação aumente as forças compressivas da articulação, o que não seria desejável em sujeitos com OA (RAMSEY, D. K. et al, 2007; LEWEK; RUDOLPH; SNYDER-MACKLER, 2004b). Além disso, a coativação excessiva do antagonista durante a extensão de joelhos pode ser responsável pela fraqueza do músculo quadríceps presente nos indivíduos com OA do joelho, tratando-se neste caso, de uma fraqueza aparente (HEIDEN; LLOYD; ACKLAND, 2009). Considera-se fraqueza aparente pois, na presença de músculos agonistas e antagonistas ativados, durante avaliação do torque articular, o torque resultante na articulação do joelho corresponde à diferença do torque gerado pelo agonista e o torque gerado pelo antagonista em direção oposta e o nível de coativação pode influenciar o torque resultante (BILLOT et al., 2014; KELLIS, 1998).

Também associada à função articular, está a relação funcional de força concêntrica de isquiotibiais e excêntrica de quadríceps. Durante a realização de movimentos dinâmicos da articulação do joelho, a relação funcional de força concêntrica de isquiotibiais e excêntrica de quadríceps têm sido proposta para descrever o equilíbrio da força entre agonistas e antagonistas na flexão do joelho (AAGAARD; SIMONSEN, 1998; AAGAARD et al., 1995). Se a geração de torque articular estiver diminuída nos indivíduos com OA do joelho e essa perda acontecer de maneira desequilibrada entre extensores e flexores, possivelmente haverá comprometimento da relação de força muscular.

Aspectos neuromusculares relacionados à função articular, como os citados anteriormente, uma vez comprometidos, podem acompanhar piora na realização de tarefas funcionais, como levantar e sentar de uma cadeira, caminhada e subida e descida de escadas (LIKAVAINIO et al., 2008; MALY; COSTIGAN; OLNEY, 2006; PUA et al., 2011). Estas tarefas estão entre as retratadas pelo questionário WOMAC, específico para OA de membros inferiores e que permite analisar a percepção do indivíduo sobre sua função física (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012). No entanto, formas objetivas de avaliação das tarefas funcionais devem ser consideradas (TERWEE et al., 2006). Salienta-se ainda, que nos diferentes graus da OA do joelho, aspectos neuromusculares e função física podem apresentar-se significativamente diferentes.

Considerando o exposto, a proposta deste estudo foi investigar o nível de coativação do antagonista durante movimento de extensão e flexão de joelhos, relação I:Q funcional para flexão de joelhos, pico de torque, auto-relato de disfunção física e o desempenho nos testes funcionais nos sujeitos com graus leve e moderado da OA do joelho. Hipotetiza-se que indivíduos com OA do joelho apresentam maiores índices de coativação dos músculos antagonistas durante a extensão e flexão de joelhos, maior relação funcional I:Q para flexão de joelho, menores pico de torque extensor e flexor e piores pontuações nos testes funcionais e seção função física do questionário WOMAC, sendo que os indivíduos com OA moderada (Grau III) apresentam maior comprometimento.

4.2 MATERIAIS E MÉTODOS

4.2.1 Participantes

O cálculo do tamanho da média da amostra foi realizado utilizando o software GPOWER 3.1, baseado nos dados isocinéticos de torque extensor de um estudo piloto com 5 indivíduos por grupo (poder = 0.80; alfa = 5%). Com base neste cálculo, o estudo deveria contar com pelo menos 15 voluntários em cada grupo.

Participaram deste estudo 55 voluntários, com idades entre 45-65 anos, divididos em 3 grupos: Grupo Osteoartrite Leve (GOAII, n=20), Grupo Osteoartrite Moderada (GOAIII, n=15), e Grupo Controle (GC, n=19).

Para inclusão dos sujeitos dos grupos GOAII e GOAIII, estes apresentaram diagnóstico de OA do joelho, podendo ser unilateral ou bilateral de acordo com os critérios clínicos e radiográficos do *American College of Rheumatology* (ALTMAN et al., 1986) e presença de sinais radiológicos correspondentes aos graus II ou III, respectivamente, de acordo com o critério de graduação de Kellgren e Lawrence (Kellgren e Lawrence, 1957). Compuseram o GC indivíduos com graus 0 ou I de OA do joelho, de acordo com os critérios de Kellgren & Lawrence (ausência ou presença duvidosa de sinais radiográficos de OA do joelho, respectivamente) e ausência de sinais e sintomas clínicos de OA do joelho. Os grupos foram pareados de acordo com sexo e idade. Para inclusão nos grupos os sujeitos deveriam possuir idade de 40 a 65 anos. Todos os voluntários realizaram exame radiográfico de ambos os joelhos, nas posições axiais, anteroposterior e lateral, em posição ortostática, para identificar sinais de OA tibiofemural e/ou patelofemural (HORTOBAGYI et al., 2004)

Foram excluídos do estudo sujeitos que realizaram cirurgias prévias dos joelhos ou quadril, história prévia de trauma do membro inferior, uso de infiltração com corticosteróide nos joelhos nos 6 meses prévios à avaliação, relato de alergia a material adesivo, relato de presença de qualquer outra doença reumatológica, ou alguma restrição médica que impedia a realização das avaliações propostas (alterações cardiovasculares, respiratórias, neurológicas e/ou músculo-esqueléticas) (BENNELL et al., 2003). Também não deveriam ter limitação na amplitude de movimento de 0 a 90° da articulação do joelho, incapacidade para levantar-se e sentar-se de uma cadeira, caminhar ou subir e descer escadas.

Os voluntários foram recrutados no ambulatório de fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos e na comunidade da cidade de São Carlos e o espaço utilizado para as coletas foi o Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos. O projeto

foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade (Parecer nº 664.715) (ANEXO A) e um termo de consentimento livre e esclarecido foi assinado pelos voluntários (APÊNDICE A). Trata-se de um estudo observacional transversal.

4.2.2 Instrumentos e Procedimentos

Após contato com o voluntário, este foi convidado para comparecer ao Departamento de Fisioterapia.

Foram coletados de todos os voluntários parâmetros antropométricos (massa corporal, altura e índice de massa corporal), sendo em seguida realizada uma avaliação inicial (APÊNDICE B) e, posteriormente, solicitação do exame radiográfico de ambos os joelhos.

Após inclusão no estudo os testes de sentar e levantar de uma cadeira durante 30 segundos (STS_{30s}), teste de caminhada de 40 metros (Caminhada_{40m}) e o teste de subir degraus (Escada) foram realizados, além da aplicação da seção função física do questionário WOMAC. Em outra visita, os voluntários realizaram avaliação isocinética de flexão e extensão dos joelhos, concomitantemente com a coleta do sinal eletromiográfico dos músculos vasto medial, vasto lateral, reto femural, cabeça longa do biceps femural e semitendíneo.

4.2.2.1. Avaliação Isocinética e Eletromiográfica

Os torques flexores e extensores do joelho foram avaliados por meio de um dinamômetro isocinético (Biodex Multi-Joint System 3, Biodex Medical Incorporation, New York, NY, USA). Previamente à avaliação isocinética, o equipamento foi calibrado de acordo com o manual fornecido pelo fabricante. Os voluntários realizaram aquecimento em bicicleta ergométrica por 5 minutos, com carga de 75W e velocidade constante de 20km/h e auto-alongamentos para os membros inferiores antes de iniciar o teste (SERRÃO et al., 2012). As avaliações isocinéticas de extensão do joelho foram realizadas nos modos concêntrico e excêntrico e as de flexão de joelho foram realizadas no modo concêntrico, na velocidade de 60°/s.

O voluntário foi posicionado sentado na cadeira do equipamento, estabilizado por meio de cintos que transpassam o tronco e pelo cinto pélvico, com flexão de joelho a 90°. O eixo mecânico de rotação do dinamômetro estava alinhado ao epicôndilo lateral do fêmur; a resistência foi aplicada distalmente na articulação do tornozelo, 5 cm acima do maléolo

medial. Para correção do efeito da gravidade no torque, o membro inferior foi pesado de acordo com o manual do equipamento, a 60° de flexão do joelho.

Após as instruções a respeito de cada teste, os voluntários realizaram 5 repetições submáximas e 2 repetições máximas para familiarização com o modo de contração. Após 2 minutos de repouso, foram realizadas 5 contrações isocinéticas para cada tipo de contração (concêntrica e excêntrica) máximas. Entre cada tipo de contração foi permitido um período de repouso de 5 minutos. Para encorajar os voluntários a produzirem o torque máximo durante as contrações foi fornecido comando verbal. Durante os testes, os voluntários foram orientados a manter os braços cruzados a frente do tronco. A angulação na qual foram realizadas as contrações foi de 20° a 90° (0° = extensão completa do joelho) (SERRÃO et al., 2014).

Concomitantemente à avaliação isocinética, foi coletada a atividade eletromiográfica de superfície dos músculos vasto lateral, vasto medial, reto femural, bíceps femural e semitendíneo do membro acometido nos casos de OA unilateral e, no membro mais acometido pela OA (maior grau de acordo com Kellgren e Lawrence) quando a presença da doença era bilateral.

Foi utilizado um eletromiógrafo EMG System do Brasil, modelo EMG-8, que possui uma placa de conversão analógico digital de 12 bits, ganho de amplificação total de 1000 vezes, filtro passa-banda de 20 a 400Hz, e modo-comum de rejeição de 100dB. Os sinais foram captados a partir de 2 eletrodos monopolares de superfície descartáveis auto-adesivos, de Ag/AgCl (Medi-Trace, Kendall Mansfield, MA, USA), conectados a um pré amplificador simples diferencial (ganho de 20 vezes). Os dados foram registrados com frequência de amostragem de 1000 Hz por canal, a partir do software AqDados, que também registrou os dados de amplitude de movimento do dinamômetro isocinético, possibilitando a sincronização dos dados.

Após tricotomia e limpeza da pele com álcool 70%, os eletrodos foram fixados na pele a uma distância de 20 mm entre eles, sobre o ventre muscular dos músculos citados, de acordo com as recomendações do “Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessment of Muscles” (SENIAM) (HERMENS et al., 2000). Um eletrodo de referência foi posicionado no punho oposto ao membro a ser avaliado. Os eletrodos foram fixados com fita adesiva hipoalergênica para reduzir artefatos de movimento.

Para a comparação entre os grupos foi considerada a média do pico de torque extensor (normalizado pela massa corporal em Kg), desconsiderando a primeira e a última contração, tanto para a contração concêntrica quanto para a excêntrica e a média do pico de torque flexor concêntrico (normalizado pela massa corporal em Kg), também desconsiderando

a primeira e a última contração. Ainda, foi calculada a relação funcional do torque do joelho ($I_{con}:Q_{exc}$) que consistia do pico de torque concêntrico flexor do joelho (normalizado pela massa corporal em Kg) dividido pelo pico de torque excêntrico extensor do joelho (normalizado pela massa corporal em Kg).

Os sinais eletromiográficos dos músculos vasto lateral, vasto medial e reto femoral, bíceps femoral e semitendíneo, obtidos durante as contrações isocinéticas concêntricas máximas, foram processados a partir do *software* MATLAB (version 7.0.1, MathWorks Inc, Natick, MA). Os dados foram filtrados com filtro passa-banda de 20 a 400Hz, *Butterwoth* de 4ª ordem e atraso de fase zero. O sinal foi retificado e suavizado por um envoltório linear a partir de um filtro passa-baixa de 8Hz (*butterworth* de 4ª ordem e atraso de fase zero). Foi considerado o somatório da amplitude do sinal EMG (normalizada pela contração isométrica voluntária máxima) no momento do pico de torque durante a extensão e flexão do joelho entre 30 e 70 graus. O cálculo dos índices de coativação de flexão (C_{flex}) e extensão (C_{ext}) foi realizado de acordo com Heiden et al. (2009).

De acordo com esses autores, se a média da integral do sinal eletromiográfico do agonista for maior que a média da integral do sinal eletromiográfico do antagonista, o índice de coativação (Cox) foi representado pela fórmula:

$$Cox = 1 - \frac{\text{média da integral do sinal eletromiográfico do antagonista}}{\text{média da integral do sinal eletromiográfico do agonista}}, \text{ sendo } x = \text{flex ou ext}$$

Se a média da integral do sinal eletromiográfico do agonista for menor que a média da integral do sinal eletromiográfico do antagonista, a fórmula utilizada para o coativação foi o seguinte:

$$Cox = \frac{\text{média da integral do sinal eletromiográfico do agonista}}{\text{média da integral do sinal eletromiográfico do antagonista}} - 1, \text{ sendo } x = \text{flex ou ext}$$

De acordo com a metodologia utilizada para o cálculo do índice de coativação durante a extensão e flexão concêntricas do joelho, a máxima coativação corresponde ao valor "0". Dessa forma, um menor valor para Cox corresponde a um maior índice de coativação. (HEIDEN et al., 2009).

Também foi avaliado o somatório da integral do sinal eletromiográfico dos músculos extensores (Σ_{emgext}) e flexores ($\Sigma_{emgflex}$) do joelho, durante a extensão ($_{ext}$) e flexão ($_{flex}$) do joelho (Σ_{emgext_ext} , $\Sigma_{emgflex_ext}$, Σ_{emgext_flex} e $\Sigma_{emgflex_flex}$)

4.2.2.2 Avaliação da Função física

Todos os voluntários responderam à seção Função Física do questionário WOMAC (ANEXO B). Este é um instrumento de auto-relato, com maiores escores indicando maior comprometimento da dimensão avaliada (BELLAMY et al., 1988; SANTOS et al., 2011).

Além disso, todos os indivíduos realizaram os testes funcionais recomendados por (DOBSON et al., 2013). O teste de sentar-se e levantar-se de uma cadeira (STS_{30s}) teve início com o indivíduo sentado em uma cadeira com altura padronizada de 43 cm, com braços cruzados em frente ao peito e sem uso do encosto. Ao receber o comando o indivíduo iniciava a tarefa de levantar-se e sentar-se, e o número de vezes que a tarefa era realizada, durante os 30 segundos de duração do teste, era computado (GILL; MCBURNEY; TROBE, 2008; JONES; RIKLI; BEAM, 2013). Para o teste da Caminhada_{40m} os voluntários deveriam caminhar o mais rápido possível por uma distância de 10 metros, fazer a volta ao redor de um cone e repetir a tarefa novamente até completar a distância total de 40 metros; o tempo gasto para percorrer a distância total de 40 metros foi cronometrado (WRIGHT et al., 2011). Por fim, foi realizado o teste da Escada, em que os voluntários deveriam subir e descer uma escada com 9 degraus o mais rápido possível e com segurança e o tempo total para execução da tarefa foi computado em segundos. Para garantir a compreensão do voluntário, houve um treino para cada teste (KENNEDY et al., 2005).

4.2.3 Análise Estatística

Para a análise da normalidade e homogeneidade da variância dos dados foram utilizados os testes de Shapiro-Wilk e Levene, respectivamente. Para identificar diferenças com relação à idade, peso, altura e índice de massa corporal (IMC) dos voluntários foi aplicado o teste “*one-way univariate analysis of variance*” (ANOVA *one-way*). Os dados com distribuição normal (PT_{con_ext} , PT_{exc_ext} , PT_{con_flex}) foram comparados entre os grupos por meio de ANOVA *one way* para determinar o efeito do grupo nas variáveis de interesse. Na presença de diferença significativa, foi utilizado o teste post-hoc de Tukey para comparação

entre os pares. Para os dados que não apresentaram distribuição normal (C_{flex} , C_{ext} , Σ_{emgext_ext} , $\Sigma_{emgflex_ext}$, Σ_{emgext_flex} , $\Sigma_{emgflex_flex}$, $I_{con:Q_{exc}}$, STS_{30s}, Caminhada_{40m}, Escada e seção Função Física do questionário WOMAC), foi aplicado o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis. Quando encontrada diferença significativa ($p \leq 0.05$), comparações entre pares por meio do teste de Mann-Whitney foram realizadas utilizando o ajuste de Bonferroni ($p \leq 0.017$).

Todos os teste foram realizados utilizando o software SPSS (SPSS Inc, Chicago, USA). Para todas as análises foi considerado um $\alpha = 0.05$.

4.3 RESULTADOS

O estudo foi composto por um total de 55 sujeitos. Tivemos 19 do GC (12 homens e 7 mulheres), 21 indivíduos no GOAII (8 homens e 13 mulheres) e 15 participantes (8 homens e 7 mulheres) no GOAIII. Com relação à idade, altura e massa corporal não foi encontrada diferença significativa entre os grupos. O GOAIII apresentou maior IMC em relação aos GC GOAII ($p \leq 0.05$) (Tabela 1).

Tabela 1. Dados antropométricos (média \pm desvio-padrão).

	Grupo Controle (n=19)	Grupo OA Grau II (n=21)	Grupo OA Grau III (n=15)	Nível de Significância (<i>p</i>)
Idade (anos)	55.21 \pm 6.38	56.57 \pm 5.71	59.26 \pm 4.96	0.13
Massa Corporal (kg)	71.3 \pm 16.7	74.6 \pm 9.86	82.95 \pm 12.67	0.044
Altura (m)	1.67 \pm 0.11	1.66 \pm 0.09	1.65 \pm 0.09	0.86
IMC (kg/m²)	25.32 \pm 3.67	27.17 \pm 2.86	30.42 \pm 3.81	<0.001 ^{b c}
Homens/ Mulheres	12/7	8/13	8/7	

^b $p \leq 0.05$ para comparação do grupo controle (GC) com o grupo OA grau III (GOAIII) por meio do post-hoc da ANOVA one-way

^c $p \leq 0.05$ para comparação do grupo OA grau II (GOAII) com o grupo OA grau III (GOAIII) por meio do post-hoc da ANOVA one-way.

3.1 C_{flex} , C_{ext} , Σ_{emg} e $I_{con:Q_{exc}}$

Com relação aos índices de coativação foi observada diferença apenas entre GOAII e GC ($p = 0.001$) para C_{flex} , sendo esta variável maior para o GC. Para os grupo GOAII e

GOAIII houve diferença na variável $I_{con}:Q_{exc}$ em relação ao GC ($p < 0.000$ e $p < 0.000$, respectivamente), porém não houve diferença quando comparado o GOAII ao GOAIII ($p = 0.30$), (Tabela 2). O somatório do valor da integral da atividade elétrica dos músculos do quadríceps e isquiotibiais diferenciou-se apenas entre o GOAII e GC para $\Sigma_{emgflex_flex}$ ($p < 0.000$). Os resultados relacionados a estas variáveis estão apresentados na Figura 1.

Tabela 2. Mediana (máx-min) das variáveis índice de coativação durante flexão e extensão (Co_{flex} e Co_{ext}) e relação I:Q funcional para flexão de joelhos ($I_{con}:Q_{exc}$).

	Grupo Controle (n = 19)		Grupo OA grau II (n = 21)		Grupo OA grau III (n = 15)		Significance Level (p)
	Mediana (Máx-min)	95% IC	Mediana (Máx-min)	95% IC	Mediana (Máx-min)	±95% IC	
Co_{ext}	0.84 (0.75 - 0.92)	0.82-0.87	0.90 (0.7-0.9)	0.83-0.88	0.84 (0.62-0.90)	0.75-0.86	0.157
Co_{flex}	0.84 (0.81-0.95)	0.84-0.88	0.8 (0.6-0.9)	0.73-0.82	0.81 (0.2-0.94)	0.58-0.85	0.011 ^a
$I_{con}:Q_{exc}$	0.26 (0.25-0.42)	0.23-0.29	0.3 (0.3-0.6)	0.32-0.41	0.38 (0.56-0.22)	0.34-0.43	0.000 ^{a b}

^a : diferença significativa na comparação entre os grupos controle (GC) e grau leve de OA do joelho (GOAII), com $p \leq 0.05$.

^b diferença significativa na comparação entre os grupos controle e grau moderado de OA do joelho (GOAIII), com $p \leq 0.05$.

^c diferença significativa na comparação entre os graus leve e moderado de OA do joelho (GOAII e GOAIII), com $p \leq 0.05$.

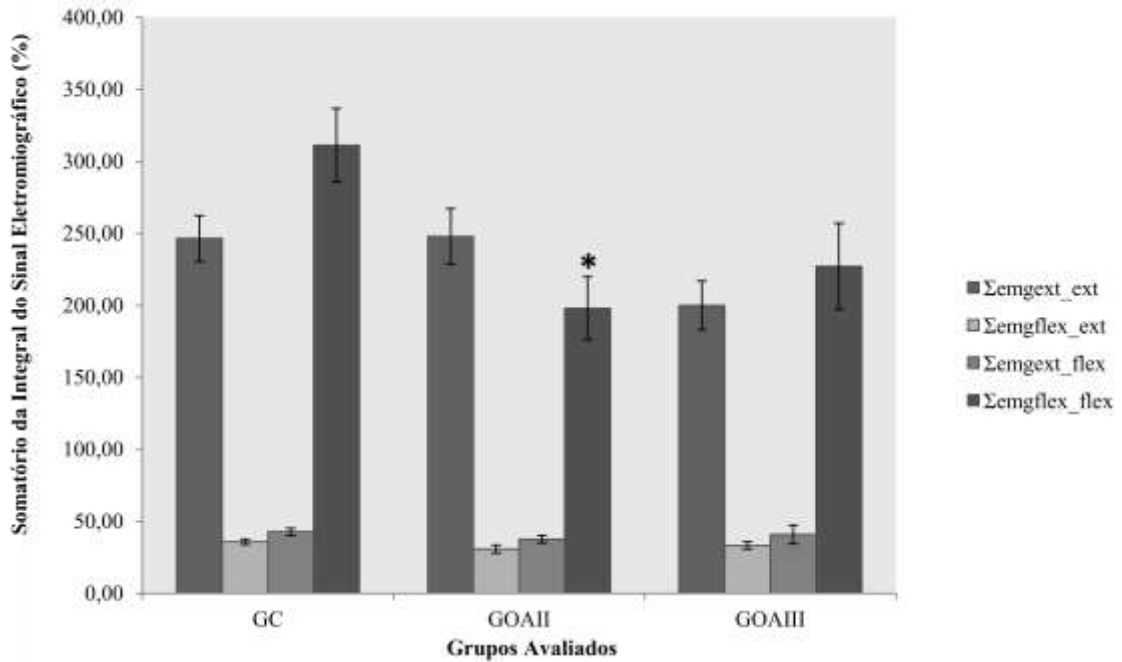


Figura 1. Somatório da integral do sinal eletromiográfico dos extensores e flexores do joelho durante extensão isocinética concêntrica do joelho (Σemg_{ext_ext} e Σemg_{flex_ext}) e somatório da integral do sinal eletromiográfico durante flexão isocinética concêntrica (Σemg_{ext_flex} e Σemg_{flex_flex}). Resultados apresentados para os três grupos avaliados durante teste isocinético realizado na velocidade de 60°/s.

* $P \leq 0,05$ GOAII versus GC

4.3.2. Variáveis isocinéticas

É possível verificar na Figura 2 que o PT_{con_ext} e PT_{exc_ext} apresentaram diferença significativa quando comparados o GOAII ($p = 0.02$ e $p = 0.008$, respectivamente) e GOAIII ($p < 0.000$ e $p < 0.000$, respectivamente) ao GC, porém, não foi observada diferença significativa na comparação entre GOAII e GOAIII ($p = 0.18$ e $p = 0.25$, respectivamente). Apesar da ausência de diferença entre os diferentes graus da OA do joelho, os sujeitos do GOAII apresentarem maiores valores do pico de torque extensor concêntrico e excêntrico. Para o PT_{con_flex} , diferença significativa foi observada apenas ao comparar o GOAIII ao GC ($p = 0.04$).

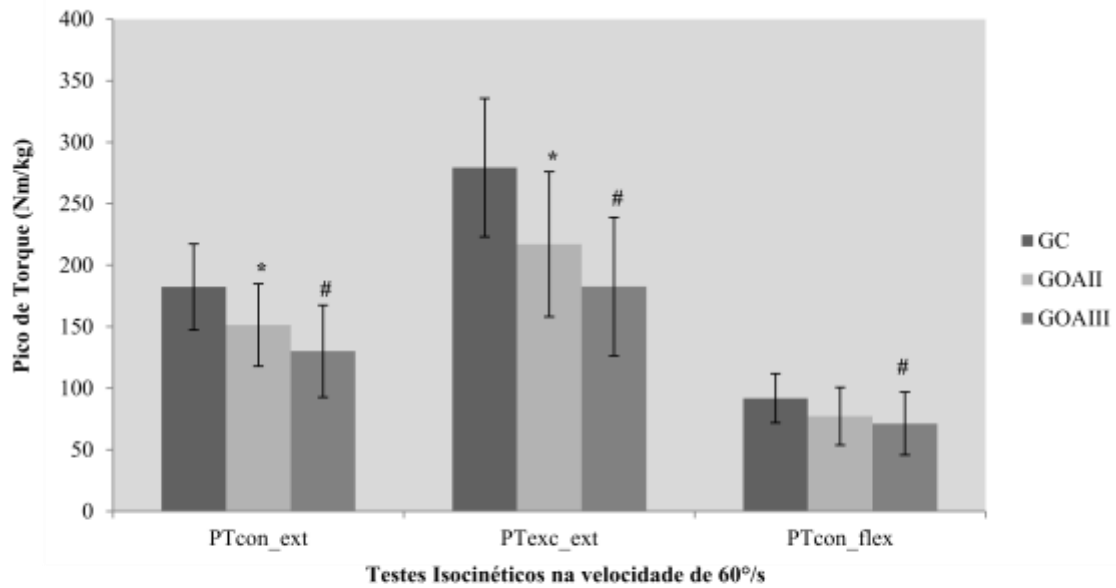


Figura 2. Picos de torque concêntrico e excêntrico para extensão do joelho (PTcon_ext e PTexc_ext) e Pico de torque concêntrico na flexão do joelho (PTcon_flex). Resultados apresentados para os três grupos avaliados durante avaliação isocinética na velocidade de 60 °/s.

* $P \leq 0,05$ GOAII versus GC

$P \leq 0,05$ GOAIII versus GC

4.3.3 Função Física:

Quando avaliados por meio do auto-relato da seção Função Física do questionário WOMAC, indivíduos com OA do joelho apresentaram piores resultados tanto no GOAII como no GOAIII, quando comparados ao GC ($p = 0.000$ e $p = 0.000$, respectivamente). Todos os sujeitos do estudo completaram os testes funcionais. Para os testes funcionais STS_{30s}, Caminhada-40 e Escada, diferença significativa foi observada apenas entre o GOAIII e o GC nos testes STS_{30s}, Caminhada_{40m} e Escada ($p = 0.017$ $p = 0.000$ e $p = 0.001$, respectivamente). Nenhuma das variáveis apresentou diferença na comparação dos diferentes graus da doença ($p \geq 0.017$). Estes resultados podem ser vistos na Tabela 3.

Tabela 3. Mediana (máx-min) das variáveis testes funcionais (STS_{30s}, Caminhada_{40m} e Escada) e seção Função Física do questionário WOMAC, nos três grupos avaliados.

	Grupo Controle (n = 19)		Grupo OA grau II (n= 21)		Grupo OA grau III (n= 15)		Significance Level (p)
	Mediana (Máx-min)	95% IC	Mediana (Máx-min)	95% IC	Mediana (Máx-min)	±95% IC	
STS_{30s}	14 (10-21)	12.66-15.22	13 (7-19)	11.09-13.70	12 (7-18)	10.45-13.40	0.043 ^b
Caminhada_{40m}	21.8 (25.66-15.21)	20.56-22.97	23.8 (34.25-17.93)	21.99-25.62	26.2 (32.06-22.15)	24.83-28.00	0.000 ^b
Escada	10.47 (11.72-7)	9.70-10.90	11.34 (08.06-18.13)	10.39-12.68	12.83 (8-23.5)	11.49-15.69	0.000 ^b
Função Física	0.00 (0.00-10.00)	0.32-2.84	20 (5-43)	16.76-27.62	34 (4-47)	23.20-37.20	0.000 ^{a b}

^a : diferença significativa na comparação entre os grupos controle (GC) e grau leve de OA do joelho (GOAII), com $p \leq 0.05$.

^b diferença significativa na comparação entre os grupos controle e grau moderado de OA do joelho (GOAIII), com $p \leq 0.05$.

^c diferença significativa na comparação entre os graus leve e moderado de OA do joelho (GOAII e GOAIII), com $p \leq 0.05$.

4.4 DISCUSSÃO

O principal achado deste estudo foi a maior C_{oflex} para o GOAII. Durante o teste isocinético de flexão de joelho, no qual os isquiotibiais atuam como agonistas, foi observado que os sujeitos do GOAII apresentam maior coativação dos músculos do quadríceps quando comparados ao GC. No entanto, este aumento na coativação do quadríceps durante a flexão do joelho, não apareceu na comparação do GOAIII e GC.

Como apresentado anteriormente, os métodos de avaliação da coativação levam em conta o somatório dos músculos anteriores e posteriores da coxa avaliados (HEIDEN; LLOYD; ACKLAND, 2009). Analisando os dados do somatório da atividade elétrica dos músculos do quadríceps e isquiotibiais durante a flexão do joelho, observamos que para o quadríceps não houve diferença entre os grupos, enquanto que o somatório da atividade elétrica de flexão foi significativamente menor para o GOAII em relação ao GC. Portanto, apesar de durante avaliação isocinética da flexão do joelho o GOAII apresentar maior índice

de coativação, podemos inferir que este se deve à menor atividade elétrica de isquiotibiais. Ainda assim, é possível sugerir que pode se tratar de um desequilíbrio neuromuscular presente no grau leve de OA do joelho. Este resultado não corrobora com o encontrado por Patsika et al. (2013), que identificaram menor índice de coativação do antagonista durante a flexão isocinética do joelho em indivíduos com OA do joelho. Além desses autores incluírem graus leve e moderado da doença em um mesmo grupo, diferenças metodológicas no cálculo do índice de coativação podem dificultar a comparação dos resultados. No presente estudo, é possível que a presença da OA do joelho em grau mais avançado tenha provocado adaptações neuromusculares, fazendo com que diferenças estatísticas da C_{flex} desaparecessem.

A hipótese de maior coativação dos isquiotibiais durante a extensão do joelho nos indivíduos com OA do joelho, não foi confirmada. Outros estudos que incluíram indivíduos com lesão do joelho, observaram que durante a execução de testes isocinéticos, houve maior coativação de isquiotibiais naqueles com lesão do ligamento cruzado anterior (LCA) (ALKJÆR et al., 2012; BARATTA et al., 1988; YANAGAWA et al., 2002). É possível que para indivíduos que apresentem degeneração articular a estratégia de maior coativação de flexores de joelho não seja necessária para a estabilização do joelho nessa condição avaliada. Durante atividade funcional, como a marcha, adaptações neuromusculares demonstradas por níveis mais elevados de coativação dos músculos do quadríceps e isquiotibiais foram observadas no sentido de proporcionar maior estabilidade funcional (RAMSEY, D. K. et al., 2007).

Conforme esperado, houve diferença na $I_{con}:Q_{exc}$ na comparação dos GOAII e GOAIII com o GC. Novamente, não houve diferença significativa entre GOAII e GOAIII, ainda que os sujeitos do GOAIII apresentaram maior $I_{con}:Q_{exc}$ que o GOAII. Este resultado corrobora com o de Patsika et al. (2013), que encontraram maior $I_{con}:Q_{exc}$ no grupo com OA do joelho na velocidade de 60°/s. Neste estudo, os autores atribuíram à menor força de quadríceps a diferença encontrada na $I_{con}:Q_{exc}$. Esta mesma justificativa pode ser atribuída ao nosso estudo. Cabe ressaltar que, apesar de em nossa amostra o PT_{con_flex} apresentar-se significativamente diminuído, apenas na comparação do GOAIII com o GC, o PT_{exc_ext} foi menor tanto para o GOAII quanto para o GOAIII.

A fraqueza do músculo quadríceps tem sido investigada como um dos possíveis fatores causadores da OA do joelho (BENNELL et al., 2013; HEIDEN; LLOYD; ACKLAND, 2009; HURLEY, 1999; LIKAVAINIO et al., 2008; SLEMENDA et al., 1997), (OUESTAD et al., 2014). Corroborando com a literatura, no presente estudo menores PT_{con_ext} e PT_{exc_ext} foram observados nos indivíduos com OA, sugerindo uma perda de força já

presente desde o grau leve da doença, visto que foi encontrada diferença entre o GC e o GOAII e também entre o GC e o GOAIII. Apesar de não haver diferença significativa para PT_{con_ext} e PT_{exc_ext} entre GOAII e GOAIII, observou-se redução de 14% no pico de torque concêntrico e 13% no modo excêntrico no GOAIII em relação aos voluntários do GOAII.

Ao comparar o PT_{con_flex} , houve diferença significativa apenas na comparação entre o GOAIII e o GC, sendo o PT_{con_ext} menor para o GOAIII. Não existe consenso na literatura com relação à presença de fraqueza dos músculos flexores de joelhos em indivíduos com OA do joelho (EMRANI; BAGHERI, 2006; SLEMENDA et al., 1997). Destaca-se que nos estudos citados anteriormente, foram incluídos indivíduos diagnosticados com diferentes graus de OA do joelho, o que pode influenciar os resultados encontrados. Em nossa amostra, os indivíduos com graus leve e moderado da doença foram alocados em grupos distintos, mostrando que, possivelmente, nos graus mais avançados da doença a diminuição do PT_{con_ext} torna-se significativa em relação a um grupo controle. Ainda que o PT_{con_flex} tenha sido observado apenas no grau moderado da doença, sugerimos que é importante direcionar programas de reabilitação desde graus iniciais da doença.

Na prática clínica é pouco comum a presença de instrumentos de avaliação mais acurados, como o dinamômetro isocinético e eletromiografia. Em relação à avaliação da função física por meio de testes funcionais, os resultados deste estudo sugerem que houve auto-relato de disfunção física nos sujeitos do GOAII e GOAIII em relação ao GC. Apesar disso, quando avaliados por meio da execução de testes funcionais, foi identificada diferença significativa apenas no GOAIII para os testes STS_{30s}, Caminhada_{40m} e Escada. Este resultado pode ser devido a uma tendência dos indivíduos com OA levarem em conta a dor durante o preenchimento de um questionário que se refere à dificuldade para realizar uma tarefa, diferentemente do que acontece quando são avaliados por meio de testes funcionais. (ALNAHDI; ZENI; SNYDER-MACKLER, 2012). Com relação à função física, é importante haver um padrão na forma de avaliação (subjetiva ou objetiva), pois resultados diferentes são encontrados entre os diferentes grupos dependendo do instrumento utilizado na avaliação.

Enfatiza-se que entre os graus II e III de OA do joelho, no presente estudo, não foi identificada diferenças significativas em nenhuma das variáveis avaliadas. No entanto, observando os valores numéricos absolutos, é possível identificar piores valores para os sujeitos do GOAIII.

Algumas limitações podem ser observadas nesse estudo. Apesar de nossa amostra ter sido composta por grupos incluindo diferentes graus da OA do joelho, uma limitação deste

estudo é não saber a quanto tempo cada indivíduo apresenta-se com a doença do momento da inclusão no estudo.

Podemos concluir que alterações neuromusculares, como maiores C_{flex} e $I_{con}:Q_{exc}$ estão presentes no grau leve de OA do joelho, juntamente com menor torque extensor. No grau moderado da doença, há semelhança ao GC da C_{flex} , sugerindo uma possível adaptação neuromuscular nos graus mais avançados na condição avaliada.

No sentido de identificar se mudanças no padrão de coativação do agonista durante tarefas funcionais estão relacionadas com a função física sugere-se a avaliação desta variável durante a execução de tarefas funcionais.

4.5 CONCLUSÃO

Maior C_{flex} observada no grau leve de OA e ausência de diferença nesta variável para o grau moderado da OA, pode sugerir uma adaptação neuromuscular presente nos indivíduos com OA do joelho. No grau leve da doença há piores $I_{con}:Q_{exc}$ e torque articular extensor e no grau moderado também é identificado pior torque extensor, reforçando a necessidade de intervenção desde os graus iniciais da doença. O auto-relato de disfunção física está presente tanto no grau leve como moderado da OA de joelhos, enquanto pior desempenho nos testes funcionais é observado apenas nos sujeitos do grau moderado, destacando a importância de considerar instrumentos subjetivos e objetivos de avaliação da função física.

REFERÊNCIAS

- AAGAARD, P. et al. Isokinetic hamstring/quadriceps strength ratio: influence from joint angular velocity, gravity correction and contraction mode. **Acta Physiol Scand**, v. 154, p. 421–427, 1995.
- AAGAARD, P.; SIMONSEN, E. A new concept for isokinetic hamstring: quadriceps muscle strength ratio. **The American journal**, v. 26, n.2, p. 231-237, 1998.
- ALKJÆR, T. et al. Antagonist muscle moment is increased in ACL deficient subjects during maximal dynamic knee extension. **The Knee**, v. 19, n. 5, p. 633–9, out. 2012.
- ALNAHDI, A. H.; ZENI, J. A; SNYDER-MACKLER, L. Muscle impairments in patients with knee osteoarthritis. **Sports health**, v. 4, n. 4, p. 284–92, jul. 2012.
- ALTMAN, R. et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association. **Arthritis Rheum**, v. 29, p. 1039–1049, 1986.
- ARDEN, N.; NEVITT, M. C. Osteoarthritis: Epidemiology. **Best Practice & Research in Clinical Rheumatology**, v. 20, p. 3–25, 2006.
- BALTZOPOULOS, V.; BRODIE, D. A. Isokinetic dynamometry. Applications and limitations. **Sports Med**, v. 8, p. 101–116, 1989.
- BARATTA, R. et al. Muscular coactivation: The role of the antagonist musculature in maintaining knee stability. **The American Journal of Sports Medicine**, v. 16, n. 2, p. 113–122, 1 mar. 1988.
- BELLAMY, N. et al. Validation-study of WOMAC - A health-status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug-therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee. **Journal of Rheumatology**, v. 15, p. 1833–1840, 1988.
- BENNELL, K.; HUNT, M.; WRIGLEY, T. Role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. **Rheumatic Disease Clinics of North America**, v. 34, p. 731–754, 2008.
- BENNELL, K. L. et al. Relationship of knee joint proprioception to pain and disability in individuals with knee osteoarthritis. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 21, p. 792–797, 2003.
- BENNELL, K. L. et al. Update on the role of muscle in the genesis and management of knee osteoarthritis. **Rheumatic diseases clinics of North America**, v. 39, n. 1, p. 145–76, fev. 2013.
- BERENBAUM, F. Osteoarthritis as an inflammatory disease (osteoarthritis is not osteoarthrosis!). **Osteoarthritis and cartilage**, v. 21, n. 1, p. 16–21, jan. 2013.

BILLOT, M. et al. Is co-contraction responsible for the decline in maximal knee joint torque in older males? **Age (Dordrecht, Netherlands)**, v. 36, n. 2, p. 899–910, abr. 2014.

CHENG, Y.; HOOTMAN, J.; MURPHY, L. Morbidity and Mortality Weekly Report. Prevalence of doctor-diagnosed arthritis and arthritis-attributable activity limitation: United States, 2007-2009. **MMWR Morb Mortal Wkly Rep**, v. 59, n. 39, p. 2007–2009, 2010.

CHILDS, J. D. et al. Alterations in lower extremity movement and muscle activation patterns in individuals with knee osteoarthritis. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 19, p. 44–49, 2004.

COOMBS, R.; GARBUTT, G. Review article: Developments in the use of the hamstring/quadriceps ratio for the assessment of muscle balance. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 1, p. 56–62, 2002.

D'AMBROSIA, R. D. Epidemiology of osteoarthritis. **Orthopedics**, v. 28, p. S201–S205, 2005.

RAMSEY, D. K. et al. A mechanical hypothesis for the effectiveness of knee bracing for medial compartment knee osteoarthritis. **J Bone Joint Surg Am.**, v. 89, n. 11, p. 2398–2407, 2007.

DOBSON, F. et al. OARSI recommended performance-based tests to assess physical function in people diagnosed with hip or knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and cartilage**, v. 21, n. 8, p. 1042–52, ago. 2013.

DUFFELL, L. D. et al. Balance and gait adaptations in patients with early knee osteoarthritis. **Gait Posture**, v. 39, p. 1057–1061, 2014.

EMRANI, A.; BAGHERI, H. Isokinetic strength and functional status in knee osteoarthritis. **Journal of Physical**, v. 18, p. 107–114, 2006.

FELSON, D. T. et al. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. **Ann Intern Med**, v. 133, p. 635–646, 2000.

FISHER, N. M.; GRESHAM, G.; PENDERGAST, D. R. Effect of a quantitative progressive rehabilitation program applied unilaterally to the osteoarthritic knee. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 74, p. 1319–1326, 1993.

FITZGERALD, G. K. et al. Quadriceps activation failure as a moderator of the relationship between quadriceps strength and physical function in individuals with knee osteoarthritis. **Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research**, v. 51, p. 40–48, 2004.

FUJISAWA, N.; MASUDA, T.; INAOKA, H. Human standing posture control system depending on adopted strategies. **Medical and Biological**, v. 43 p. 107–114, 2005.

EBENBICHLER, G. R. et al. The role of biarticular agonist and cocontraction antagonist pair in isometric. **Muscle & Nerve**, v. 21, n. Dec, p. 1706–1713, 1998.

GILL, S.; MCBURNEY, H.; TROBE, L. Reliability of performance-based measures in people awaiting joint replacement surgery of the hip or knee. **Physiother. Res. Int.**, v. 13, n. Aug., p. 141–152, 2008.

GUCCIONE, A. A. Arthritis and the process of disablement. **Phys Ther**, v. 74, p. 408–414, 1994.

GÜR, H. et al. Concentric versus combined concentric-eccentric isokinetic training: Effects on functional capacity and symptoms in patients with osteoarthrosis of the knee. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 83, n. 3, p. 308–316, mar. 2002.

HASSAN, B. S. et al. Effect of pain reduction on postural sway, proprioception, and quadriceps strength in subjects with knee osteoarthritis. **Ann Rheum Dis**, v. 61, p. 422–428, 2002.

HASSAN, B. S.; MOCKETT, S.; DOHERTY, M. Static postural sway, proprioception, and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 60, p. 612–618, 2001.

HEIDEN, T. L.; LLOYD, D. G.; ACKLAND, T. R. Knee extension and flexion weakness in people with knee osteoarthritis: is antagonist cocontraction a factor? **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 39, n. 11, p. 807–15, nov. 2009.

HINMAN, R. S. et al. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. **Rheumatology (Oxford)**, v. 41, p. 1388–1394, 2002.

HORTOBAGYI, T. et al. Aberrations in the control of quadriceps muscle force in patients with knee osteoarthritis. **Arthritis & Rheumatism-Arthritis Care & Research**, v. 51, p. 562–569, 2004.

HORTOBÁGYI, T. et al. Altered hamstring-quadriceps muscle balance in patients with knee osteoarthritis. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 20, n. 1, p. 97–104, jan. 2005.

HUBLEY-KOZEY, C.; DELUZIO, K.; DUNBAR, M. Muscle co-activation patterns during walking in those with severe knee osteoarthritis. **Clin Biomech (Bristol, Avon)**, v. 23, p. 71–80, 2008.

HURLEY, M. V et al. Sensorimotor changes and functional performance in patients with knee osteoarthritis. **Annals of the Rheumatic Diseases**, v. 56, n. 11, p. 641–648, 1 nov. 1997.

HURLEY, M. V. the Role of Muscle Weakness in the Pathogenesis of Osteoarthritis. **Rheumatic Disease Clinics of North America**, v. 25, n. 2, p. 283–298, maio 1999.

JONES, C. J.; RIKLI, R. E.; BEAM, W. C. A 30-s Chair-Stand Test as a Measure of Lower Body. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 70, n.2, may., p. 37–41, 2013.

KANNUS, P. Isokinetic evaluation of muscular performance: implications for muscle testing and rehabilitation. **Int J Sports Med**, v. 15 Suppl 1, p. S11–8, 1994.

KELLGREN, J. H.; LAWRENCE, J. S. Radiological assessment of osteo-arthritis. **Ann Rheum Dis**, v. 16, p. 494–502, 1957.

KELLIS, E. Quantification of quadriceps and hamstring antagonist activity. **Sports Med**, v. 25, p. 37–62, 1998.

KELLIS, E. et al. Neuromuscular interactions around the knee in children, adults and elderly. **World J Orthop**, v. 5, p. 469–485, 2014.

KENNEDY, D. M. et al. Assessing stability and change of four performance measures: a longitudinal study evaluating outcome following total hip and knee arthroplasty. **BMC musculoskeletal disorders**, v. 6, p. 3, jan. 2005.

LEWEK, M. D.; RUDOLPH, K. S.; SNYDER-MACKLER, L. Control of frontal plane knee laxity during gait in patients with medial compartment knee osteoarthritis. **Osteoarthritis Cartilage**, v. 12, p. 745–751, 2004a.

LEWEK, M. D.; RUDOLPH, K. S.; SNYDER-MACKLER, L. Quadriceps femoris muscle weakness and activation failure in patients with symptomatic knee osteoarthritis. **Journal of orthopaedic research**, v. 22, n. 1, p. 110–5, jan. 2004b.

LIKAVAINIO, T. et al. Physical function and properties of quadriceps femoris muscle in men with knee osteoarthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 89, n. 11, p. 2185–94, nov. 2008.

MALY, M. R.; COSTIGAN, P. A; OLNEY, S. J. Determinants of self-report outcome measures in people with knee osteoarthritis. **Archives of physical medicine and rehabilitation**, v. 87, n. 1, p. 96–104, jan. 2006.

MARSH, A. P. et al. Baseline balance and functional decline in older adults with knee pain: the Observational Arthritis Study in Seniors. **J Am Geriatr Soc**, v. 51, p. 331–339, 2003.

MASUI, T. et al. Increasing postural sway in rural-community-dwelling elderly persons with knee osteoarthritis. **Journal of orthopaedic science**, v. 11, n. 4, p. 353–8, jul. 2006.

MILLS, K. et al. A systematic review and meta-analysis of lower limb neuromuscular alterations associated with knee osteoarthritis during level walking. **Clinical biomechanics (Bristol, Avon)**, v. 28, n. 7, p. 713–24, ago. 2013.

MURRAY, C. J. L. et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. **Lancet**, v. 380, n. 9859, p. 2197–223, 15 dez. 2012.

NORDESJO, L. et al. Isometric Strength and endurance in patients with severe rheumatoid arthritis or osteoarthritis in the knee joints: A comparative study in healthy men and women. **Scand J Rheumatology**, v. 12, p. 152–156, 1983.

OIESTAD, B. E. et al. Knee extensor muscle weakness is a risk factor for development of knee osteoarthritis. A systematic review and meta-analysis. **Osteoarthritis and cartilage**, p. 1–7, 1 nov. 2014.

- PATSIKA, G. et al. Synergetic and antagonist muscle strength and activity in women with knee osteoarthritis. **Journal of geriatric physical therapy**, v. 37, n. 1, p. 17–23, 2013.
- PETRELLA, M. et al. Postural control parameters in elderly female fallers and non-fallers diagnosed or not with knee osteoarthritis. **Rev Bras Reumatol**, v. 52, p. 512–517, 2012.
- PUA, Y. H. et al. Associations of knee extensor strength and standing balance with physical function in knee osteoarthritis. **Arthritis Care Res (Hoboken)**, v. 63, p. 1706–1714, 2011.
- REILLY, S. C. O. et al. Quadriceps weakness in knee osteoarthritis: the effect on pain and disability. **Ann Rheum Dis**, v. 57, n. 10, p. 588–594, 1998.
- REIS, J. G. et al. Evaluation of postural control and quality of life in elderly women with knee osteoarthritis. **Rev Bras Reumatol**, v. 54, p. 208–212, 2014.
- SANCHEZ-RAMIREZ, D. C. et al. Association of postural control with muscle strength, proprioception, self-reported knee instability and activity limitations in patients with knee osteoarthritis. **Journal of rehabilitation medicine**, v. 45, n. 2, p. 192–7, fev. 2013.
- SANGHI, D. et al. Is radiology a determinant of pain, stiffness, and functional disability in knee osteoarthritis? A cross-sectional study. **Journal of Orthopaedic Science**, v. 16, p. 719–725, 2011.
- SANTOS, M. L. A. S. et al. Muscle strength, muscle balance, physical function and plasma interleukin-6 (IL-6) levels in elderly women with knee osteoarthritis (OA). **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 52, p. 322–326, 2011.
- SCHMITT, L. C.; RUDOLPH, K. S. Muscle stabilization strategies in people with medial knee osteoarthritis: the effect of instability. **J Orthop Res**, v. 26, p. 1180–1185, 2008.
- SERRÃO, P. R. et al. Knee extensor torque of men with early degrees of osteoarthritis is associated with pain, stiffness and function. **Rev Bras Fisioter**, v. 16, p. 289–294, 2012.
- SERRÃO, P. R. M. S. et al. Men with Early Degrees of Knee Osteoarthritis Present Functional and Morphological Impairments of the Quadriceps Femoris Muscle. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, p. 1–12, 13 ago. 2014.
- SLEMENDA, C. et al. Quadriceps weakness and osteoarthritis of the knee. **Ann Intern Med**, v. 127, p. 97–104, 1997.
- TAKACS, J.; CARPENTER, M. The role of neuromuscular changes in aging and knee osteoarthritis on dynamic postural control. **Aging and disease**, v. 4, n. 2, p. 84–99, 2013.
- TERWEE, C. B. et al. Performance-based methods for measuring the physical function of patients with osteoarthritis of the hip or knee: a systematic review of measurement properties. **Rheumatology (Oxford, England)**, v. 45, n. 7, p. 890–902, jul. 2006.
- THORLUND, J. B.; AAGAARD, P.; ROOS, E. M. Thigh muscle strength, functional capacity, and self-reported function in patients at high risk of knee osteoarthritis compared with controls. **Arthritis care & research**, v. 62, n. 9, p. 1244–51, set. 2010.

WEGENER, L.; KISNER, C.; NICHOLS, D. Static and dynamic balance responses in persons with bilateral knee osteoarthritis. **J Orthop Sports Phys Ther**, v. 25, p. 13–18, 1997.

WRIGHT, A. A et al. A comparison of 3 methodological approaches to defining major clinically important improvement of 4 performance measures in patients with hip osteoarthritis. **The Journal of orthopaedic and sports physical therapy**, v. 41, n. 5, p. 319–27, maio 2011.

YANAGAWA, T. et al. Effect of hamstrings muscle action on stability of the ACL-deficient knee in isokinetic extension exercise. **Clinical Biomechanics**, v. 17, n. 9-10, p. 705–712, nov. 2002.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta dissertação sugerem que indivíduos com graus iniciais da OA apresentam modificação dos aspectos neuromusculares, além de auto-relato de disfunção física. Durante a postura de mini-agachamento bipodal isométrico, sujeitos com graus leve da OA do joelho não modificaram o padrão de oscilação do COP quando comparados a um grupo controle. Entretanto a amplitude e velocidade de oscilação se relacionaram a uma pior função física. Quanto à maior Coativação de antagonista durante a flexão do joelho, observada nos grau leve de OA e ausência de diferença nesta variável para o grau moderado da OA sugerem uma adaptação neuromuscular presente nos indivíduos com OA do joelho. Com relação aos piores índices de relação IQ, e pico de torque extensor observados no grau leve e o menor pico de torque flexor identificado no grau moderado da OA do joelho e justifica a necessidade de intervenção desde os graus iniciais da doença.

Os achados relacionados à função física desses indivíduos apontam a importância de considerar instrumentos subjetivos e objetivos de avaliação da função física. Tanto no grau leve como moderado da doença houve auto-relato de disfunção física. No entanto, nos sujeitos com grau moderado de OA de joelhos houve pior desempenho nos testes funcionais, além do auto-relato.

Por fim, este trabalho permitiu conhecer algumas alterações presentes em cada fase da doença, o que permite a elaboração e estudo de programas de reabilitação específicos para cada grau da OA do joelho.

APÊNDICE A.**Termo de Consentimento Livre e Esclarecido**

Nome: _____ Registro nº: _____
Data de nascimento: _____ R.G: _____
Endereço: _____

O senhor (a) está sendo convidado a participar do estudo intitulado “*Análise cinemática e do padrão de ativação muscular das tarefas sentar e levantar e mini-agachamento em indivíduos com osteoartrite de joelho*”, que possui o objetivo de avaliar possíveis alterações durante a execução de alguns movimentos que o (a) senhor (a) realiza em seu dia a dia e que também são utilizados pela fisioterapia no tratamento das pessoas que possuem osteoartrite (“desgaste”) nos joelhos.

Inicialmente, o senhor (a) será submetido (a) a uma avaliação do seu peso e altura e responderá a um questionário sobre a dor e a função de seus joelhos.

As outras avaliações serão realizadas em duas etapas, portanto será necessária a sua presença em dois dias. Em uma das etapas serão colocados sobre a pele de suas pernas alguns eletrodos para que seja medida a atividade elétrica de seus músculos. Será realizada limpeza da pele com algodão embebido em álcool para eliminar oleosidade e facilitar a colocação dos eletrodos. Os eletrodos serão colocados em uma de suas pernas, superficialmente sobre a pele, com uma fita adesiva dupla face. Após colocação dos eletrodos, a pesquisadora realizará a avaliação da sua força dos membros inferiores através de um instrumento chamado dinamômetro isocinético, no qual o (a) senhor (a) permanecerá sentado e deverá realizar alguns movimentos como dobrar e esticar joelhos. Na segunda etapa será avaliada a realização de movimentos como levantar-se e sentar-se de uma cadeira e mini-agachamento. Para isso, os eletrodos serão colocados novamente sobre sua perna da mesma forma como foi descrito anteriormente e serão colocados alguns marcadores revestidos por fita reflexiva em pontos específicos no seu corpo. Após a colocação dos eletrodos e marcadores, o senhor (a) será filmado por 6 câmeras de vídeo enquanto executa os movimentos de levantar-se e sentar-se da cadeira e o mini-agachamento.

O tempo de duração desta avaliação será em torno de 2 horas e permitirá que o (a) senhor (a) conheça mais sobre seu desempenho nessas atividades.

Os seus dados pessoais serão mantidos em sigilo. Não há despesas pessoais relacionadas com sua participação na pesquisa e não haverá compensação financeira relacionada com sua participação, nem cobertura de gastos com transporte ao local das avaliações.

É importante que informe a equipe sobre todo e qualquer tipo de procedimento (e/ou tratamento) externo que está sendo ou será realizado no futuro, para não comprometer os dados coletados durante a pesquisa. Durante ou após as avaliações o (a) senhor (a) poderá sentir uma possível dor muscular proveniente do esforço físico realizado durante as avaliações no dinamômetro isocinético e, nesse caso, o (a) senhor (a) receberá atendimento imediato realizado no local pelos pesquisadores. Os próprios pesquisadores se responsabilizam pelas condutas de primeiros socorros ou atendimento fisioterapêutico, quando necessário. A qualquer momento o (a) senhor (a) poderá desistir de participar e retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga prejuízos ou penalizações em sua relação com os pesquisadores ou com a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar).

Possivelmente o (a) Sr (a) poderá se sentir cansado (a) por permanecer alguns minutos em pé ou pela repetição de alguns movimento, e assim sendo o (a) senhor (a) poderá descansar quando quiser. Não haverá nenhuma avaliação invasiva. Antes e durante o curso da pesquisa é garantido a você os esclarecimentos necessários sobre todos os procedimentos do estudo. Haverá sempre um fisioterapeuta ao seu lado a fim de prezar pela sua segurança durante a realização dos testes.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

O (a) Sr (a) receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço dos principais pesquisadores, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Marina Petrella
Pesquisadora

Profa. Dra. Stela Marcia Mattiello
Orientadora

Contato: (19) 981898987

Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, Rod. Washington Luiz,
235 – CEP 13565-905 – São Carlos, SP.

Telefone: (16) 3351-8031

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar. O pesquisador me informou que o projeto foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UFSCar que funciona na Pró-reitoria de Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, localizada na Rod. Washington Luiz, 235 – CEP 13565-905 – São Carlos, SP. Fone (16) 3351-8110. Endereço eletrônico: cephumanos@power.ufscar.br.

São Carlos, ____ de _____ de _____.

_____.

Assinatura do participante

APÊNDICE B.

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Laboratório de Análise da Função Articular (LAFAR)
Avaliação Fisioterapêutica Inicial

Examinador(a): _____ Data da avaliação: ___/___/___

1. Dados pessoais:

Nome: _____

Idade: _____ anos. Data de nascimento: ___/___/___ Sexo: () M () F

Estado Civil: () Solteiro(a) () Casado(a) () Viúvo(a) () Divorciado(a)

Profissão: _____ Tempo de atuação: _____

Endereço: _____

Telefone para contato: () _____ Celular () _____

2. Anamnese:

Diagnóstico clínico: _____

Médico (a): _____ Especialidade: _____

Cirurgia prévia: _____ Data: ___/___/___

Medicamentos () Não () Sim. Qual(is)? _____

Doenças associadas: _____

HMP e HMA

Estado físico: () Ativo(a) () Sedentário(a) () Outros: _____

Avaliação antropométrica:

PA: _____ mmHg FC: _____ bpm FR: _____ rpm

Altura: _____ cm Peso: _____ Kg IMC: _____

Avaliação da dor:

Presença de dor no joelho: () Sim () Não.

Lado: () Bilateral () Unilateral () direito () esquerdo



Caracterização da dor: _____

Dor em mais alguma parte do corpo: () Não () Sim. Qual? _____

Palpação: _____

ADM:

Movimento testado	Direito		Esquerdo	
	ACM	AIM	ACM	AIM
Flexão do joelho	ACM	AIM	ACM	AIM
Extensão do joelho	ACM	AIM	ACM	AIM
Flexão do quadril	ACM	AIM	ACM	AIM
Extensão do quadril	ACM	AIM	ACM	AIM
Abdução do quadril	ACM	AIM	ACM	AIM
Adução do quadril	ACM	AIM	ACM	AIM
Rotação medial do quadril	ACM	AIM	ACM	AIM
Rotação lateral do quadril	ACM	AIM	ACM	AIM
Dorsiflexão do tornozelo	ACM	AIM	ACM	AIM
Flexão Plantar do tornozelo	ACM	AIM	ACM	AIM
Inversão do tornozelo	ACM	AIM	ACM	AIM
Eversão do tornozelo	ACM	AIM	ACM	AIM

(ACM): Amplitude Completa de Movimento e **(AIM):** Amplitude Incompleta de Movimento.

Testes especiais

Teste	Direito	Esquerdo
Gaveta anterior		
Gaveta posterior		
Estresse em valgo		
Estresse em varo		
McMurray		
Appley		
Palpação da linha articular		
Palpação dos bordos patelares		
Compressão de Clark		
Presença de derrame		
Presença de crepitações		

Critérios de inclusão e exclusão:

INCLUSÃO	EXCLUSÃO
<input type="checkbox"/> Idade acima de 40 anos	<input type="checkbox"/> Prótese parcial ou total do joelho, quadril ou tornozelo
<input type="checkbox"/> IMC <40	<input type="checkbox"/> Fisioterapia nos últimos 6 meses
<input type="checkbox"/> Caminhar, subir e descer escadas, sentar e levantar-se sem auxílio	<input type="checkbox"/> Doenças autoimunes
<input type="checkbox"/> Dor na linha articular ou retropatelar (GOA)	<input type="checkbox"/> Cirurgia prévia no joelho
<input type="checkbox"/> Ausência de doenças autoimunes	<input type="checkbox"/> Fratura nos membros inferiores
<input type="checkbox"/> Ausência de Infiltração articular, uso de medicamentos a base de corticosteróides ou injeção de viscosuplementação	<input type="checkbox"/> Uso de condroprotetores
	<input type="checkbox"/> Dor no joelho de origem tendínea (patelar ou quadriciptal.
	<input type="checkbox"/> Dor predominante na coluna

ANEXO A.

APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Análise cinemática e do padrão de ativação muscular das tarefas sentar e levantar e mini agachamento em indivíduos com osteoartrite de joelhos.

Pesquisador: Marina Petrella

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 27234514.0.0000.5504

Instituição Proponente: Centro de Ciências Biológicas e da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 664.715

Data da Relatoria: 06/04/2014

Apresentação do Projeto:

O projeto está apresentado de acordo com as normas de um projeto de pesquisa e expando de forma clara a hipótese de trabalho.

Objetivo da Pesquisa:

Os objetivos também estão colocados de forma clara e bem delineados.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Existe o risco do voluntário sentir dor muscular após a avaliação de força, entretanto tratam-se de atividades que provavelmente os voluntários realizam de forma cotidiana e serão apenas de 5 a 10 repetições de cada movimento durante a avaliação, considerando possíveis erros e treino para cada tarefa, além disso eles serão orientados quanto ao uso de medidas analgésicas (uso de gelo ou bolsa com água quente em caso de dor). Este tipo de risco está colocado de forma bem clara no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os voluntários do estudo serão beneficiados pela realização de exame para diagnóstico da osteoartrite de joelho e poderão saber, em relação as variáveis analisadas, como se encontram se comparados a outros indivíduos diagnosticados com OA de joelhos e aqueles que não possuem a doença. Os participantes também serão orientados a realizar medidas de auto-cuidado que auxiliem no tratamento da doença.

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



Continuação do Parecer: 664.715

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A osteoartrite (AO) é uma doença reumática de caráter degenerativo, caracterizada por alterações na cartilagem articular, na membrana sinovial e no osso subcondral. A doença possui grande importância, pois além de ser mundialmente frequente, está associada a elevados custos para a saúde e sociedade, provocando assim considerável impacto na qualidade de vida da população. Esta doença representa impacto negativo no trabalho e é responsável por grande parte da incapacidade dos membros inferiores observada nos idosos, população na qual é predominante. Dentro deste contexto, existem poucos estudos investigando a cinemática e a ativação muscular durante a execução destas tarefas nos graus iniciais da doença. Nesse sentido, a presente pesquisa visa investigar a cinemática de tronco e membros inferiores e o padrão de ativação de músculos do membro inferior durante execução de tarefas. Desta forma, os resultados desse estudo serão importantes para auxiliar na elaboração de estratégias de intervenção em uma fase precoce da doença.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O proponente do projeto apresentou Folha de Rosto preenchida e devidamente assinada. O TCLE foi apresentado apontando os riscos e os benefícios para o objeto da pesquisa e as questões que fazem parte do questionário que será apresentado ao objeto da pesquisa foi apresentado para avaliação desse comitê

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

A pendência indicada no parecer anterior foi sanada.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

CEP: 13.565-905

UF: SP

Município: SAO CARLOS

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SÃO CARLOS/UFSCAR



Continuação do Parecer: 664.715

SAO CARLOS, 28 de Maio de 2014

Assinado por:
Ricardo Carneiro Borra
(Coordenador)

Endereço: WASHINGTON LUIZ KM 235

Bairro: JARDIM GUANABARA

UF: SP

Município: SAO CARLOS

CEP: 13.565-905

Telefone: (16)3351-9683

E-mail: cephumanos@ufscar.br

ANEXO B.**ÍNDICE WOMAC PARA OSTEOARTRITE**

Nome: _____ **Data:** ____/____/201____

As perguntas a seguir se referem à INTENSIDADE DA DOR que você está atualmente sentindo devido a artrite de seu joelho. Para cada situação, por favor, coloque a intensidade da dor que sentiu nas últimas 72 horas (3 dias)

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

TOTAL: _____

As perguntas a seguir se referem a intensidade de RIGIDEZ nas junta (não dor), que você está atualmente sentindo devido a artrite em seu joelho nas últimas 72 horas. Rigidez é uma sensação de restrição ou dificuldade para movimentar suas juntas.

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

TOTAL: _____

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.

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- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

7- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

8- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

9- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

10- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

11- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

12- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

13- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

14- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

15- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

16- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

17- Abaixar-se para pegar algo

Nenhuma Pouca Moderada Intensa Muito intensa

TOTAL: _____