

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**  
**FACULDADE DE MEDICINA**

**A DOR CRÔNICA, O ESTADO EMOCIONAL E A DUPLA TAREFA NÃO ALTERAM A  
ESTABILIDADE POSTURAL EM INDIVÍDUOS COM OSTEOARTRITE LEVE E  
MODERADA NO JOELHO**

**FABIANA DA SILVA SOARES**

Fisioterapia

2018

FABIANA DA SILVA SOARES

**A DOR CRÔNICA, O ESTADO EMOCIONAL E A DUPLA TAREFA NÃO ALTERAM A  
ESTABILIDADE POSTURAL EM INDIVÍDUOS COM OSTEOARTRITE LEVE E  
MODERADA NO JOELHO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

Orientador: Profº Dr. Valdeci Carlos Dionisio

UBERLÂNDIA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

- S676d  
2018      Soares, Fabiana da Silva, 1992  
            A Dor crônica, o estado emocional e a dupla tarefa não alteram a  
            estabilidade postural em indivíduos com osteoartrite leve e moderada no  
            joelho / Fabiana da Silva Soares. - 2018.  
            76 f. : il.
- Orientador: Valdeci Carlos Dionisio.  
            Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,  
            Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.  
            Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2018.267>  
            Inclui bibliografia.
1. Ciências médicas - Teses. 2. Osteoartrite do Joelho - Teses. 3. Dor  
            crônica - Teses. 4. Joelho - Doenças - Teses. I. Dionisio, Valdeci Carlos.  
            II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em  
            Ciências da Saúde. III. Título.

---

CDU: 61

## FOLHA DE APROVAÇÃO

FABIANA DA SILVA SOARES

**A DOR CRÔNICA, O ESTADO EMOCIONAL E A DUPLA TAREFA NÃO ALTERAM A ESTABILIDADE POSTURAL EM INDIVÍDUOS COM OSTEOARTRITE LEVE E MODERADA NO JOELHO**

**Presidente da banca:** Profº. Dr. Valdeci Carlos Dionisio

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde.

### **Banca Examinadora**

**Titular:** Profa. Dra. Camilla Zamfolini Hallal.

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

**Titular:** Profa. Dra. Luciane Fernanda Rodrigues Martinho Fernandes

Instituição: Universidade Federal do Triângulo Mineiro

**Titular:** Prof. Dr. Valdeci Carlos Dionisio (orientador)

Instituição: Universidade Federal de Uberlândia

## DEDICATÓRIA

***A Deus, que me concedeu força para trilhar toda esta jornada!***

## AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Valdeci Carlos Dionisio, meu reconhecimento pela oportunidade de ser orientada por alguém a quem tenho tamanha admiração como profissional e considero pessoa de grande sucesso. Obrigada pelos anos de orientação, confiança, paciência e conhecimentos transmitidos.

Agradeço, sobretudo, aos meus irmãos Cristiana e Marcos, que me apoiaram nos momentos mais difíceis, que foram muitos neste último ano. Ao meu companheiro Tihago, pelo exemplo de sabedoria, simplicidade e paciência, que em meio a tantos momentos de preocupação, stress, descontentamento, choro e cansaço, sempre me acolhia com um abraço ou palavra aconchegante, e me reforçava sobre a importância de ser persistente. Obrigada por sempre acreditarem que isso seria possível!

Aos profissionais do Laboratório, em especial ao Mário Eduardo que estava sempre de prontidão a nos auxiliar nas coletas de dados e organização do espaço físico.

As alunas de graduação Natalia Foppa, Bruna Flausino e Samara Batista que me auxiliaram nas aquisições dos dados utilizados para o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos que participaram e contribuíram de alguma maneira para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

*Não cheguei ainda ao fim, pois a jornada é longa.*

*Mas tenho a certeza de que, o caminho futuro me reserva gratas surpresas!*

## RESUMO

**Antecedentes:** A Osteoartrite do Joelho (OAJ) é uma doença articular degenerativa progressiva e tem sido associado à redução do controle neuromuscular e da acuidade proprioceptiva, o que pode influenciar o controle do equilíbrio. O mau desempenho nos testes de atenção e memória foi relatado em pessoas com deficiência relacionada à dor crônica, mas não se sabe se os indivíduos com OAJ podem apresentar a capacidade de atenção reduzida. **Objetivo:** investigar o efeito das alterações de superfície (rígida e macia), visão e demanda de atenção no controle postural e verificar se a dor crônica e o estado emocional estão relacionados à capacidade de manter o equilíbrio em indivíduos com OAJ leve e moderada. **Métodos:** Trinta indivíduos com OAJ leve e moderada e 15 indivíduos saudáveis controle foram avaliados, utilizando a função física (Western Ontario e McMaster Universities Osteoarthritis Index - WOMAC) e estado emocional (Beck Depression Inventory - BDI), a hiperalgesia (limiar de pressão de dor - LDP) em dermatômos, miótômos e esclerótômos, bem como pela escala analógica visual (VAS). O equilíbrio estático foi avaliado através da plataforma de força em diferentes condições, com alterações somatossensoriais e visuais, com e sem demanda de atenção. **Resultados:** O grupo com OAJ apresentou pontuação significativamente pior para BDI, WOMAC e VAS. Os pontos de LDP apresentaram baixo limiar e foram fracos a moderadamente correlacionados com BDI e WOMAC. Os parâmetros do centro de pressão analisados foram afetados pelas alterações de superfície, visão e demanda de atenção para ambos os grupos, mas não houve efeito entre os grupos. **Conclusões:** os resultados sugerem que dor crônica, o estado emocional e dupla tarefa não alteram a estabilidade postural em indivíduos com osteoartrite leve e moderada no joelho.

**Palavras-chave:** osteoartrite de joelho, equilíbrio estático, dupla tarefa, dor crônica, limiar de dor por pressão, Inventário de Depressão de Beck.

## ABSTRACT

**Background:** Knee Osteoarthritis (KOA) is a progressive degenerative joint disease and has been associated to neuromuscular control and proprioceptive acuity reduced which may influence the balance control. Poor performance in attention and memory tests has been reported in people with chronic pain-related disability, but it is not known whether KOA individuals may have reduced attention span. **Objective:** To investigate the effect of surface changes (rigid and soft), vision and attentional demand on postural control, and to verify if chronic pain and emotional state are related to the ability to maintain balance in individuals with mild and moderate KOA. **Methods:** Thirty individuals with mild and moderate KOA and 15 healthy individuals control were evaluated using physical healthy (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index – WOMAC), and emotional state (Beck Depression Inventory – BDI), Hyperalgesia (pain pressure threshold - PPT) on dermatomes, myotomes and sclerotomes, as well as by visual analogue scale (VAS). The static equilibrium was evaluated through the force platform under different conditions, with somatosensory and visual changes, with and without attention demand. **Results:** The KOA group had significantly worse scores for BDI, WOMAC, and VAS. The PPT points presented low threshold and were weak to moderately correlational with BDI and WOMAC. The parameters from the center of pressure analyzed were affected by changes in surface, vision and attentional demand for both groups, but there was no effect between groups. **Conclusions:** The results suggest that chronic pain, emotional state, and dual task do not alter postural stability in individuals with mild and moderate knee osteoarthritis.

**Keywords:** knee osteoarthritis, static balance, dual task, chronic pain, pain pressure threshold, Beck Depression Inventory



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figure 1. (ARTIGO) Static equilibrium evaluated on force plate without (A) and with (B) somatosensory and visual alteration. Both also were performed with attentional demand (dual task).....	47
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características dos participantes .....	48
Tabela 2. Pontuação dos questionários para grupo com osteoartrite de joelho e controle saudável .....	48
Tabela 3. Pontos de limiar de dor por pressão para grupo com osteoartrite de joelho e grupos controle saudável .....	49
Tabela 4. Parâmetros do Centro de Pressão para tarefas posturais.....	50
Tabela 5. Correlações entre o limiar de dor por pressão e os escores de WOMAC e BDI .....	51

## LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

SNC	Sistema Nervoso Central
OAJ	Osteoartrite no Joelho
HC	Grupo Controle
MMSE	Mini-Exame de Estado Mental
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index
BDI	Inventário de Depressão de Beck
PPT	Limiar de Dor por Pressão
VM	Vasto Medial
GM	Glúteo Médio
TA	Tibial Anterior
CRB	Extensor Radial Curto do Carpo
SS	Supra-Espinhoso
PAB	Bursa da Pata de Ganso
PT	Tendão Patelar
Kgf	Quilogramas-força
EVA	Escala Visual Analógica
FSOE	Superfície Firme Olhos Abertos
FSOEDT	Superfície Firme Olhos Abertos com execução de Dupla Tarefa
FSCE	Superfície Firme Olhos Fechados

FSCEDT	Superfície Firme Olhos Fechados com execução de Dupla Tarefa
SSOE	Superfície Macia Olhos Abertos
SSOEDT	Superfície Macia Olhos Abertos com execução de Dupla Tarefa
SSCE	Superfície Macia Olhos Fechados
SSCEDT	Superfície Macia Olhos Fechados com execução de Dupla Tarefa
CoP	Centro de Pressão
VAP	Velocidade Antero-Posterior
VML	Velocidade Médio-Lateral
AR	Área de Deslocamento
ANOVA	Análise de Variância

## Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	12
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	14
2.1 Osteoartrite e envelhecimento .....	14
2.2 Dor na osteoartrite .....	15
2.3 Equilíbrio e osteoartrite no joelho.....	19
2.4 Função cognitiva e dupla tarefa .....	21
3. JUSTIFICATIVA .....	24
4. OBJETIVO DO ESTUDO .....	24
4.1 Objetivo Geral .....	24
4.2 Objetivos específicos .....	24
5. HIPÓTESES.....	25
6. ARTIGO.....	26
REFERENCIAS.....	52
ANEXOS .....	62

## 1. INTRODUÇÃO

A osteoartrite do joelho (OAJ) é uma das doenças musculoesquelética que mais acomete a população idosa. É a forma mais prevalente de artrite (TORRES; CICONELLI, 2005) e se caracteriza pela presença de dores, rigidez e perda progressiva de função (BUCKWALTER; SALTZMAN; BROWN, 2004). Essa doença está associada à instabilidade articular, redução da força muscular e déficit proprioceptivo (FELSON et al., 2000), que somados ao aumento de peso desta população, contribui para o comprometimento do equilíbrio postural (KIM et al., 2011; MASUI et al., 2006).

A dor crônica é um importante sintoma da OAJ e, está relacionada com o grau de comprometimento estrutural da articulação (FELSON, 2005), podendo ocorrer em áreas locais ou distantes ao joelho. Imamura et al. (2008) identificaram a hiperalgesia, de estruturas superficiais e profundas, em indivíduos com OAJ, propondo que o sistema nervoso central (SNC) e periférico podem estar ligados a dor crônica. No entanto, são complexos os processos envolvidos com a percepção da dor, visto que a mesma pode ser influenciada por uma série de fatores estruturais, dentre eles os emocionais (DIEPPE, 2005; SHARMA et al., 2003).

Indivíduos com dor no joelho demonstraram ter maior instabilidade postural, quando comparado ao grupo controle saudável, propondo que a dor está associada à redução do equilíbrio (HIRATA et al., 2011; 2012). Em contrapartida, o déficit de equilíbrio tem sido relacionado com o retardo na organização central das informações (COLLEDGE et al., 1994), ou seja, ao retardo das funções cognitivas. Isso é baseado no fato de que os mecanismos responsáveis pelo controle postural, em condições de dor ou doença, se encontram danificados e necessitam de destreza do SNC para reorganizar as informações durante a manutenção do equilíbrio (HORAK, 2010).

O equilíbrio é descrito como a capacidade de se manter o centro de massa dentro de uma base de apoio com o mínimo de oscilação (LEE, 1989). Seu controle é primordial para realização de tarefas cotidianas e, é atribuído ao sistema de controle postural, um termo que faz referencia às funções dos sistemas sensorial, nervoso e motor, responsáveis por desempenhar esse papel (SHUMWAY-COOK; BRAUER; WOOLLACOTT, 2000). A integração entre sistemas resultam na produção de forças

musculares corretas e adequadas para garantir a estabilização do centro de massa (HORACK, 2000; HORAK; SHUPERT; MIRKA, 1989). Deficiências em seu controle estão associadas, a dificuldades de mobilidades e aumento da dependência em indivíduos idosos (SHUMWAY-COOK; BRAUER; WOOLLACOTT, 2000). Isso ocorre porque o processo de envelhecimento, quando acrescido da presença de doenças, como a osteoartrite que reduz a integridade dos sistemas responsáveis pela sua manutenção e, conseqüentemente, geram dificuldades na execução de atividades, como caminhar, subir e descer escadas e estão relacionadas com o aumento do risco de quedas nestes indivíduos (HINMAN et al., 2002).

Grande parte das atividades diárias exige a execução simultânea de tarefas secundária, que envolvem funções cognitivas e/ou motoras (RANKIN et al., 2000) e promovem demanda divergente de atenção, repercutindo de maneira negativa sobre o equilíbrio de indivíduos mais velhos (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002) devido à redução da função cognitiva desta população (MAKI et al., 2001). Indivíduos com OAJ são, geralmente, aqueles em idade avançada e podem apresentar alterações resultantes do envelhecimento, assim como a dor crônica derivada da osteoartrite. A mesma pode afetar a demanda de atenção e o estado emocional, e conseqüentemente, provocar alterações na capacidade de manutenção do equilíbrio. Portanto o efeito da dor crônica, do aspecto emocional, que exerce influencia sobre a experiência dolorosa, e da execução de dupla tarefa sobre o equilíbrio postural em indivíduos com OAJ necessitam de maiores esclarecimentos, a fim de auxiliar em novas abordagens de tratamento da disfunção do equilíbrio nestes indivíduos. Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar o efeito das alterações de superfície, visão e demanda de atenção no controle postural e verificar se a dor crônica e o estado emocional estão relacionados à capacidade de manutenção o equilíbrio em indivíduos com OAJ leve e moderada.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 Osteoartrite e envelhecimento**

O processo de envelhecimento está relacionado com alterações fisiológicas como a sarcopenia, o acúmulo de tecido adiposo, disfunções do sistema nervoso e modificações nas unidades motoras e na elasticidade das fibras musculares (CAWTHON et al., 2009). Estas condições afetam o desempenho e a produção de força muscular, induzindo os indivíduos dessa faixa etária, a apresentarem dificuldades na execução de atividades diárias (REID; FIELDING, 2012). Assim, com avanço da idade, ocorrem alterações musculoesqueléticas que associadas à redução da função cognitiva, visual e auditiva, geram o declínio progressivo da flexibilidade, da velocidade da marcha, da aptidão física e do equilíbrio (BRADY; STRAIGHT; EVANS, 2014; BUCHMAN et al., 2007), que por sua vez, contribui para o surgimento de varias disfunções.

A osteoartrite é a doença crônica mais frequente na população idosa mundial, sendo uma das principais causas de redução do equilíbrio, comprometimento da qualidade de vida e limitação das atividades de vida diárias (AVD's) (BADLEY; RASOOLY; WEBSTER, 1994; SHARMA et al., 2003). Ela é uma doença reumática progressiva que leva à degeneração das articulações sinoviais (MARTIN; BUCKWALTER, 2001) e se caracteriza pela presença de dores, limitações de movimento, derrame ocasional e diferentes graus de inflamação local, devido aos danos gerados na cartilagem articular, nos tecidos mole e ósseo (FILIPPIS et al., 2004). Desta forma, resulta no comprometimento do desempenho muscular, na redução da propriocepção e predominante dor (COOPER et al., 1994), que somados ao aumento de peso desta população, contribui para o comprometimento do equilíbrio (KIM et al., 2011; MASUI et al., 2006).

O joelho é a articulação mais acometida pela osteoartrite (SHAKOOR et al., 2008), sendo a articulação femorotibial a mais comumente afetada, seguida pela femoropatelar que também tem sido frequente fonte de dor e disfunção (CICUTTINI; SPECTOR; BAKER, 1997). O aumento da carga mecânica exercida sobre o joelho é um fator que pode contribuir especialmente para a progressão da OAJ (MIYAZAKI et al., 2002), pois a sobrecarga no tecido pode levar ao início (EWERS et al., 2002) ou a propagação de fissuras na superfície da cartilagem (KERIN et al., 2003), induzindo a progressão da



osteoartrite. E o nível de severidade da osteoartrite, por sua vez, é visto como um fator capaz de alterar o controle postural nesta população (MASUI et al., 2006).

Como fatores de risco para o desenvolvimento da OAJ, são considerados o sexo, a obesidade, a hereditariedade, a lesão prévia no joelho, a disfunção sensório-motora e a idade avançada (BOSOMWORTH, 2009). Seu diagnóstico é baseado em achados clínicos e radiológicos (CREAMER; LETHBRIDGE-CEJKU; HOCHBERG, 2000). O American College of Rheumatology utiliza como parâmetros de diagnóstico da OAJ: idade superior a 50 anos, presença de dor no joelho, rigidez matinal inferior a 30 minutos, crepitação articular, alteração da temperatura local, estreitamento do espaço articular, deformidade óssea, formação de osteófitos, nível de densidade óssea e sedimentação de eritrócitos (ALTMAN et al., 1986).

Tendo em vista o crescimento da longevidade e a prevalência da obesidade nessa população, a incidência OAJ está predita em aumentar substancialmente em todo o mundo (LAWRENCE, 2008), gerando encargos significativos nos serviços de saúde. De acordo com os dados do Instituto de Estudos Previdenciário no Brasil, em 2009, a osteoartrite foi classificada como a quarta causa de aposentadoria (Ieprev, 2009). Embora não exista cura para essa doença, os recursos terapêuticos estão voltados para o alívio da dor e preservação da função física, considerando em última instância, a cirurgia de reposição articular (MCALINDON et al., 2014).

## **2.2 Dor na osteoartrite**

A dor é o principal sintoma da OAJ e seus elevados níveis refletem na limitação da função física e redução da qualidade de vida (DIEPPE, 2005). Ela é relatada como uma resposta inflamatória crônica, relacionada com o grau de comprometimento estrutural da articulação (FELSON, DAVID, 2005). Os processos envolvidos em sua percepção são complexos, pois em condições fisiológicas normais, a cartilagem é um tecido avascular e aneural, gerando questionamentos a respeito de sua origem (LLUCH GIRBÉS et al., 2013). Porém, é conhecido que estímulos mecânicos, químicos ou físicos, acarretam uma série de danos na articulação (HUNTER; MCDOUGALL; KEEFE, 2008) e contribuem para a instalação de um processo inflamatório local, gerando alterações químicas e aumento de pressão, que ativam os nociceptores (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001).

O estímulo nociceptivo é transmitido da periferia para a medula espinhal e córtex cerebral, através das fibras não mielinizadas C (MILLAN, 1999). Quando as informações nociceptivas se tornam acentuadas e constantes (hiperalgesia primária), há um aumento da excitabilidade dos neurônios no corno dorsal (hiperalgesia secundária) (SCHADRACK et al., 1999; ZIMMERMANN, 1989), que por sua vez, passa a ser ativado por estímulos tidos como normais ou não nocivos (alodinia) (HOHEISEL et al., 1993), processo este que está associado à sensibilização central (WOOLF; AMERICAN COLLEGE OF PHYSICIANS; AMERICAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY, 2004). Isto sugere que, as interações entre o sistema central e periférico podem desempenhar um papel importante na manutenção da experiência dolorosa (BUSCHER; WILDER-SMITH; GOOR, 2006; PATRIZI et al., 2006).

De maneira complementar a isso, Im et al (2010) forneceram evidências in vivo de que as mudanças estruturais nos componentes da articulação do joelho correlacionaram-se com alterações nos compartimentos centrais (gânglios da raiz dorsal e medula espinhal), comprovando que a dor gerada pela osteoartrite está associada a sensibilização central, através da comunicação entre nociceptores periféricos e o sistema sensorial central. No entanto, a sensibilização central não faz referência apenas à amplificação dos impulsos aferentes, mas também às alterações do processamento sensorial no cérebro (STAUD et al., 2007), perda de mecanismos descendente que inibem a nocicepção (MEEUS et al., 2008), potencialização das sinapses neuronais no córtex cingulado anterior (ZHUO, 2007), entre outros. Assim, os mecanismos implícitos envolvidos na sensibilização central são inúmeros e complexos, mas o efeito verificado é uma amplificação da sinalização neural no SNC, produzindo hipersensibilidade a dor (WOOLF, 2011).

O Limiar de dor por pressão tem sido utilizado para avaliar a hiperalgesia superficial e profunda em indivíduos com OAJ. Para isto se utiliza um sensor de força digital, em pontos de dermatomos, através da manobra de aperto e rolo, miótomos e esclerótomos, sendo que os limiares de dor mais altos fazem referência aos sintomas menos severos (IMAMURA et al., 2008).

Indivíduos com OAJ muitas vezes apresentam dores referidas em áreas distantes à articulação afetada, devido ao erro de processamento da informação nociceptiva

periférica no SNC (GRAVEN-NIELSEN, 2006). A ressonância magnética funcional é um instrumento muito utilizado pra identificar o comportamento da dor no cérebro e sua variação em diferentes indivíduos (BORSOOK; BECERRA, 2006; SCHWEINHARDT; LEE; TRACEY, 2006). Estudos utilizando este instrumento demonstraram uma atividade aumentada da substância cinza periaquedutal nos pacientes com osteoartrite, quando comparado a indivíduos saudáveis, em resposta a estímulos nas regiões de dor referida, indicando alterações nos mecanismos descendentes facilitadores da dor, ou seja, alterações na redução da analgesia descendente (GWILYM et al., 2009), justificado o motivo de estes indivíduos apresentarem experiência de dor em regiões distantes ao joelho.

A percepção da dor pode ainda ser modulada por outros fatores, como ambientais, psicológicos, sociais e genéticos, conferindo um modelo biopsicossocial da dor (CROFFORD, 2015; PERROT, 2015). As principais zonas corticais responsáveis pela percepção dolorosa são a insula, o cíngulo anterior, o córtex pré-frontal (CROFFORD, 2015), límbico e somatossensorial, que também são regiões que abrangem o estado emocional e a atenção ou expectativa (PARKSL et al., 2011; PERROT, 2015). Desta forma, a conectividade destas regiões tornam o estado emocional e a cognição fatores que podem influenciar significativamente a percepção da dor, explicando por que os indivíduos com dor crônica, em longo prazo, desenvolvem ansiedade e depressão, e por que aqueles que apresentam distorção cognitiva e sofrimento psicológico apresentam maiores riscos de amplificação da dor (BUSHNELL; CEKO; LOW, 2013).

O Beck Depression Inventory (BDI) tem sido utilizado para avaliar a presença de sintomas depressivos em indivíduos com OAJ (ATTAL et al., 2014). Ele é composto por 21 itens de múltipla escolha, cuja intensidade varia de 0 a 3 e os escores mais elevados refletem as condições mais severas. Este instrumento é direcionado a indivíduos com idade superior a 13 anos e é composto de diversos itens relacionados aos sintomas depressivos como desesperança, irritabilidade, culpa ou sentimentos de punição, além de sintomas físicos como fadiga, perda de peso e diminuição da libido (BECK et al., 1961, 1996).

Vários estudos demonstraram uma correlação entre a dor crônica e as alterações cerebrais presentes na região do córtex parietal e cíngulo médio (BUCKALEW et al.,

2008; SCHMIDT-WILCKE et al., 2005), que estão envolvidos com a percepção da dor e com a cognição respectivamente (APKARIAN et al., 1999; PEYRON et al., 1999), constatando que a dor crônica tem efeitos prejudiciais sobre o volume cerebral e a função cognitiva (BUCKALEW et al., 2008; WEINER et al., 2006). De acordo com Karp et al., (2006) os pacientes adultos de idade avançada com dor crônica de origem não oncológica, apresentaram a intensidade da dor associada com a redução da função cognitiva. Em paralelo a isso, o comprometimento da cognição tem sido associado à redução da função física, em estudos que evidenciaram que indivíduos com comprometimento cognitivo leve, quando comparado a indivíduos com função cognitiva preservada, apresentavam redução da velocidade da marcha (VERGHESE et al., 2008).

Portanto, a cognição pode exercer um papel mediador fundamental entre a dor e a função física. A influência da dor sobre a função física é minimizada quando a cognição é conservada. Isto sugere que a repercussão da dor sobre a função física não está exclusivamente relacionada à percepção de dor, e sim ao efeito da dor sobre o SNC, que consequentemente afeta a função física (MORONE et al., 2014; WEINER et al., 2006).

Dentre os métodos utilizados para avaliar a função cognitiva, se encontra o Mini-Exame do Estado Mental (MMSE). Este é o instrumento mais amplamente utilizado para avaliação cognitiva na população idosa, em todo o mundo, além de ser validado e ter boa consistência interna e confiabilidade teste-reteste (TOMBAUGH, MCINTYRE, 1992). Elaborado por Folstein et al., (1975), o MMSE é composto por questões agrupadas em sete categorias que envolvem: orientação no tempo, orientação de localização, memória, atenção e cálculo, linguagem-nomeação, repetição, escrita e capacidade construtiva visual, podendo o escore variar de 0 a 30 pontos. Este teste não é utilizado com finalidade de diagnosticar e sim para estimar a função cognitiva.

Embora a cognição possa influenciar o desempenho físico, o presente estudo utilizou a função cognitiva preservada como critério de elegibilidade, pois o objetivo principal do mesmo foi verificar o efeito da dor crônica sobre a oscilação postural. Uma vez que não houvesse controle da função cognitiva, a mesma poderia se tornar uma variável de confusão e dificultar os esclarecimentos a respeito dos reais fatores de efeitos sobre o equilíbrio postural.

A capacidade funcional de indivíduos com OAJ comumente é avaliada através do questionário autoadministrável Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001). Este é um instrumento específico para avaliação da capacidade funcional em indivíduos com osteoartrite, composto por domínios que envolvem a dor, a rigidez articular e a capacidade física. O WOMAC é pontuado pela escala Likert, e oferece como itens de resposta: nenhuma, pouca, moderada, intensa e muito intensa, sendo que os escores são considerados como 0, 25, 50, 75 e 100 respectivamente, em que zero indica “a melhor condição” e cem indica “a pior condição”. Portanto, quanto maior for a pontuação, mais severa será a disfunção (BELLAMY, 1988).

A dor tem sido associada à instabilidade postural. Indivíduos com experiência de dor, próximo da articulação do joelho, apresentam déficit de equilíbrio em posições tranquilas (HIRATA et al., 2011, 2012). Por outro lado, estudos também relatam que a redução da capacidade de equilíbrio esta associada ao retardo no centro de processamento de informações, ou seja, à função cognitiva (COLLEDGE et al., 1994; STELMACH et al., 1989). Isto é fundamentado pelo fato de que na presença de doença ou dor, os sistemas sensoriais, que são cruciais para a manutenção do equilíbrio, podem ser danificados, necessitando de habilidades do SNC, que através da reorganização, aumenta a contribuição de áreas não comprometidas, no intuito de se conservar o equilíbrio (HORAK, FAY, 2010).

### ***2.3 Equilíbrio e osteoartrite no joelho***

Usualmente, a estabilidade postural se define como a capacidade de se controlar o posicionamento do corpo no espaço, com propósito de orientação e equilíbrio (WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002). Este é um mecanismo complexo, que envolve a integração central de informações aferentes oriundas dos sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, e resulta por sua vez, no recrutamento de unidades motoras e controle neuromuscular preciso, para garantir que o centro de massa permaneça estável em condições em que o equilíbrio é perturbado (G, 2000; HORAK, F B; SHUPERT; MIRKA, 1989).

O joelho é uma articulação rica em componentes neurosensoriais, visto que o joelho é composto por ligamentos, meniscos, tendões, cápsula articular e músculos, que

atuam em conjunto e por meio dos mecanorreceptores presentes nessas estruturas, são responsáveis por detectar o senso de posição articular e seu movimento. Em casos de degeneração no joelho, há alterações do estado destes receptores sensoriais, influenciando conseqüentemente, no déficit da acuidade proprioceptiva e do controle neuromuscular (KNOOP et al., 2011), que somados ao aumento de peso, a presença de dor e a fraqueza do quadríceps femoral, características comum de indivíduos com OAJ, podem repercutir sobre a capacidade de manutenção do equilíbrio (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001).

A manutenção do equilíbrio é fundamental na execução das atividades motoras, sejam elas dinâmicas ou estáticas, e o seu controle depende de estímulo sensorial, processamento central e desempenho motor efetivo (SHUMWAY-COOK; BRAUER; WOOLLACOTT, 2000). Alterações nestes mecanismos, gerados pelo avanço da idade, associado à presença de doença, como osteoartrite, que acelera a deterioração dos sistemas responsáveis pelo seu controle, podem culminar no déficit do equilíbrio (HINMAN et al., 2002). Estudos revelaram que indivíduos com OAJ, quando comparado ao grupo controle saudável de mesma idade, apresentaram maior oscilação postural no sentido anteroposterior e latero-lateral (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001; TARIGAN et al., 2009). A instabilidade do equilíbrio postural, por sua vez, provocam dificuldades na execução de atividades, como caminhar, subir e descer escadas e estão relacionadas com o aumento do risco de quedas nestes indivíduos (HINMAN et al., 2002).

O controle postural pode ser avaliado através de testes dinâmicos, em que o equilíbrio é avaliado durante a realização de movimentos voluntários, como andar ou levantar de uma cadeira, ou através de testes estáticos, que avalia a manutenção do equilíbrio em posições ereta, em diferentes situações (WINTER; PATLA; FRANK, 1990). A oscilação postural é frequentemente utilizada como um indicador de equilíbrio estático. Sua avaliação é realizada através de plataformas de força ou posturografia, que quantificam as medidas lineares do centro de pressão (CoP), utilizando o ponto de aplicação resultante das forças verticais que atuam sobre a superfície da plataforma (KOLLEGER et al., 1992; SARABON et al., 2013; TALLON et al., 2013).

A plataforma de força é constituída por uma placa que se encontra sobre alguns sensores de força, do tipo célula de carga ou piezoelétrico, que medem os componentes

da força de reação do solo nas direções ântero-posterior (AP), médio-lateral (ML) e vertical ( $F_x$ ,  $F_y$  e  $F_z$ , respectivamente). Esses equipamentos são referidos como plataformas de três componentes. Há vários modelos de plataforma segundo o posicionamento dos sensores, mas em geral existem três mais utilizados: plataforma com um único sensor posicionado em seu centro; plataforma triangular com sensores nas três extremidades; e plataforma retangular com sensores nas quatro extremidades.

Para análise da posturografia, tem se utilizado plataformas compostas por três ou quatro células de carga que medem apenas a componente vertical da força de reação do solo para estimar o CoP. A partir dos sinais mensurados pela plataforma, pode se calcular a sua oscilação nas direções AP e ML e os dados podem ser visualizados pelo estatocinesigrama ou estabilograma. Grandes oscilações do CoP são geralmente considerados como instabilidade postural (WINTER; PATLA; FRANK, 1990). No presente estudo nós utilizamos a plataforma de força de três componentes e avaliamos a resultante das forças verticais no sentido ântero-posterior e médio-lateral, considerando como variáveis a área e as velocidades de deslocamento.

Estudos demonstraram que indivíduos com OAJ, quando comparado a indivíduos saudáveis de mesma idade, apresentam déficit de equilíbrio estático, quantificado pela posturografia (HASSAN; MOCKETT; DOHERTY, 2001; MASUI et al., 2006). Isto possui relevância na prática clínica, pois de acordo com Swinkels et al (2009), 24% dos pacientes que aguardavam em uma lista de espera para substituição da articulação do joelho, sofreram queda antes da cirurgia. Desta forma, identificar os fatores que contribuem para a falta de equilíbrio em indivíduos com OAJ, pode permitir novos esclarecimentos no desenvolvimento de estratégias específicas de tratamento e promover ainda, medidas de prevenção do risco de quedas.

## ***2.4 Função cognitiva e dupla tarefa***

A cognição é definida como o processo que engloba aquisição, discriminação, compreensão, preservação e execução de informações em condições adequadas. Ela é identificada pela presença de domínios visuo-espacial, executivo e psicomotor, linguagem, aprendizagem e memória. A demência é a condição cognitiva caracterizada pela limitação mínima de dois domínios, como perda de memória, atenção e função executiva, suficientes para influenciar as atividades diárias. Em contrapartida, o

comprometimento cognitivo leve compreende uma fase intermediária entre a demência e a condição normal de cognição, onde o indivíduo apresenta déficit de pelo menos um domínio cognitivo e suas atividades básicas permanecem conservados, exigindo apenas estratégias compensatórias. Seu diagnóstico é direcionado a déficits de memória, atenção, função executiva e linguagem (CICERONE et al., 2000; KNOPMAN; PETERSEN, 2014; MATTHEWS et al., 2007; STEPHAN et al., 2010).

O comprometimento cognitivo é uma condição comum entre indivíduos idosos e, é responsável por reduzir sua habilidade de inferência e resolução de problemas, dificultando a execução das atividades rotineiras e a capacidade de se adaptar as novas situações (OWEN et al., 1990). Para a manutenção do equilíbrio postural é necessário que ocorra respostas apropriadas às alterações ambientais, e as respostas adequadas só são possíveis através do processamento rápido de informações, que depende da atenção seletiva (COLLEDGE et al., 1994). Indivíduos com OAJ podem apresentar demanda de atenção reduzida, uma vez que o baixo desempenho em testes de atenção e memória tem sido relatado em pessoas com incapacidade relacionada à dor crônica (DOHRENBUSCH et al., 2008; MORIARTY; MCGUIRE; FINN, 2011). Assim, investigar os efeitos da demanda de atenção sobre o controle postural pode ser especialmente relevante para indivíduos com OAJ, visto que pode contribuir para novas abordagens no tratamento da disfunção do equilíbrio.

A execução de atividades diárias, em sua maioria, exige o desempenho simultâneo de tarefas secundárias que abrange funções cognitivas ou motoras e, promove por sua vez, requisição divergente de atenção, representando um obstáculo ao organismo (RANKIN et al., 2000; WOOLLACOTT; SHUMWAY-COOK, 2002; YOGEV-SELIGMANN; HAUSDORFF; GILADI, 2008). A dupla tarefa é representada pela interação entre cognição e mobilidade e, dado que em indivíduos com idade avançada, a requisição de atenção se encontra reduzida, realizar atividades com dupla tarefa pode gerar alterações sobre o equilíbrio e aumentar o risco de quedas destes indivíduos em circunstâncias desafiadoras (MAKI et al., 2001). Segundo Granacher et al., (2011) a realização simultânea de tarefas com interferência cognitiva e / ou motora, em postura tranquila ou durante a marcha, resultaram em aumento do deslocamento do centro de massa em idosos, em comparação com adultos jovens. Isto é explicado pelo fato de que,



informações conflitantes e alterações inesperadas no ambiente impõem desafios para o SNC, que utiliza maior tempo para interpretar as informações sensoriais acessíveis, solucionar os conflitos e produzir o controle muscular adequado à manutenção da postura (HORAK, F B; SHUPERT; MIRKA, 1989; WHIPPLE et al., 1993). Portanto, qualquer imprecisão destas etapas de processamento pode comprometer o equilíbrio postural (WHIPPLE et al., 1993).

As informações somatossensoriais são responsáveis por cerca de 70% do controle do equilíbrio durante posições tranquilas, enquanto 10% e 20% da informação visual e vestibular, respectivamente, sustentam o equilíbrio (PETERKA, 2002). Em condições em que as informações sensoriais do pé são alteradas, as informações visuais conseguem auxiliar a correção postural de indivíduos com OAJ. Porém, quando os dois sentidos são manuseados simultaneamente, a estabilidade postural é altamente afetada, expondo estes indivíduos a um maior risco de queda (HIRATA et al., 2013). Assim, com a redução da acuidade visual, proprioceptiva e vestibular associada ao avanço da idade, para manutenção da estabilidade postural é necessário maior demanda de atenção, principalmente em situações inesperadas (GRANACHER et al., 2011).

Indivíduos com meia-idade ou superior são, em geral, aqueles acometidos pela osteoartrite. Esses indivíduos também podem apresentar as alterações fisiológicas decorrentes do envelhecimento, bem como a dor crônica decorrente da OAJ, e as mesmas, poderiam afetar a requisição de atenção ou vice-versa, o que resultaria em prejuízo da função física e alteração da capacidade de manutenção do equilíbrio postural. Diversos estudos encontrados na literatura descrevem a avaliação do equilíbrio em indivíduos com OAJ, através de testes estáticos e dinâmicos (HSIEH et al., 2013; NGUYEN et al., 2014; TURCOT et al., 2011), no entanto, não há informações na literatura sobre o efeito das alterações de superfície e visão, da dor crônica e aspectos emocionais sobre o equilíbrio dos indivíduos com OAJ, durante a execução de dupla tarefa.

### 3. JUSTIFICATIVA

A OAJ é uma doença musculoesquelética muito frequente na população idosa mundial. Seu principal sintoma é a dor, que pode ser modulada por fatores ambientais, psicológicos e sociais, podendo ainda se tornar crônica e implicar em limitações da função física e redução da capacidade de equilíbrio postural. A instabilidade postural, por sua vez, dificulta a execução de atividades diárias e aumenta o risco de queda destes indivíduos, representando um fardo econômico significativo para a sociedade. Estudos prévios avaliaram o equilíbrio postural em indivíduos com OAJ, contudo, se desconhece se a experiência de dor, os aspectos emocionais e a execução de dupla tarefa são capazes de afetar a capacidade de manutenção do equilíbrio postural. Justificando assim, a necessidade de estudos como este, que visa auxiliar no esclarecimento de novas perspectivas de tratamento e prevenção do déficit de equilíbrio desta população.

### 4. OBJETIVO DO ESTUDO

#### **4.1 Objetivo Geral**

Investigar o efeito das alterações de superfície, visão e demanda de atenção no controle postural e verificar se a dor crônica e o estado emocional estão relacionados à capacidade de manutenção o equilíbrio em indivíduos com OAJ leve e moderada.

#### **4.2 Objetivos específicos**

Comparar a oscilação postural entre indivíduos com OAJ, leve e moderada, e o grupo controle.

Verificar se a execução de dupla tarefa afeta a área e a velocidade de deslocamento do centro de pressão em indivíduos com OAJ, quando comparado ao grupo controle.

Verificar se a experiência de dor esta relacionada com a área e a velocidade de deslocamento do centro de pressão, em indivíduos com OAJ.

Verificar se o estado emocional esta relacionado com a área e a velocidade de deslocamento do centro de pressão em indivíduos com OAJ.

Verificar se a hiperalgesia esta relacionada á função física e ao estado emocional em indivíduos com OAJ.

## **5. Hipóteses**

O grupo OAJ apresentaria maior oscilação postural, quando comparado ao grupo controle.

As alterações da oscilação postural no grupo OAJ estariam associadas à dor crônica, aos aspectos emocionais e a função física.

**Artigo 1. “A dor crônica, o estado emocional e a dupla tarefa não alteram a estabilidade postural em indivíduos com osteoartrite leve e moderada no joelho”.**

## **Chronic pain, emotional state, and dual task do not alter postural stability in individuals with mild and moderate knee osteoarthritis**

Fabiana da Silva Soares, PT, MsC <sup>a, b\*</sup> ([fabisilsoares@gmail.com](mailto:fabisilsoares@gmail.com))

Natalia Foppa, PT student ([natalia\\_foppa@hotmail.com](mailto:natalia_foppa@hotmail.com))

Valdeci Carlos Dionísio, PT, PhD <sup>a, b</sup> ([vcdionisio@gmail.com](mailto:vcdionisio@gmail.com))

<sup>a</sup> Physical Therapy Course, Federal University of Uberlandia, Uberlândia, Brazil

<sup>b</sup> Master Program in Health Sciences, Faculty of Medicine, Federal University of Uberlândia, Uberlândia, Brazil

### **Corresponding author**

Fabiana da Silva Soares\*

Physical Therapy Course, Federal University of Uberlandia, Campus Educação Física -  
Rua Benjamim Constant, 1286, Uberlândia - MG - CEP 38400-678

E-mail: [fabisilsoares@gmail.com](mailto:fabisilsoares@gmail.com)

### **Acknowledgements**

Funding for this study was provided by FAPEMIG grant (APQ-00146-17).

## **Abstract**

### **Background**

Knee Osteoarthritis (KOA) is a progressive degenerative joint disease and has been associated to neuromuscular control and proprioceptive acuity reduced which may influence the balance control. Poor performance in attention and memory tests has been reported in people with chronic pain-related disability, but it is not known whether KOA individuals may have reduced attention span.

### **Objective**

To investigate the effect of surface changes, vision and attentional demand on postural control, and to verify if chronic pain and emotional state are related to the ability to maintain balance in individuals with mild and moderate KOA.

### **Methods**

Thirty individuals with mild and moderate KOA and 15 healthy individuals control were evaluated using physical healthy (Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index – WOMAC), and emotional state (Beck Depression Inventory – BDI), Hyperalgesia (pain pressure threshold - PPT) on dermatomes, myotomes and sclerotomes, as well as by visual analogue scale (VAS). The static equilibrium was evaluated through the force platform under different conditions, with somatosensory and visual changes, with and without attention demand.

### **Results**

The KOA group had significantly worse scores for BDI, WOMAC, and VAS. The PPT points presented low threshold and were weak to moderately correlational with BDI and WOMAC. The parameters from the center of pressure analyzed were affected by changes in surface, vision and attentional demand for both groups, but there was no effect between groups.

### **Conclusions**

The results suggest that chronic pain, emotional state, and dual task do not alter postural stability in individuals with mild and moderate knee osteoarthritis.

**Keywords:** knee osteoarthritis, static balance, dual task, chronic pain, pain pressure threshold, Beck Depression Inventory

## **Chronic pain, emotional state, and dual task do not affect postural stability in individuals with mild and moderate knee osteoarthritis**

### **1. Introduction**

Knee Osteoarthritis (KOA) is a progressive degenerative joint disease [1] and has been associated with neuromuscular control and reduced proprioceptive acuity, [2] which combined with the increase in weight, [3] pain and quadriceps muscle weakness, which influence the balance control. [4]

Although the reduction of proprioception and muscle strength were associated with postural instability in individuals with KOA, [4] there is no information in these studies if their participants presented chronic pain, or on their emotional state. If pain persists for more than six months it is considered chronic [5] and several studies have shown that in addition to primary (local) pain, it may also develop in distant locations from knee, such as upper limbs. [6] Pain levels have been related to postural instability, [7] and could be affected by emotional states. [8]

The maintenance of the balance is key point during the motor activities dynamic or static, and its control depends on sensorial stimulation, central processing, and effective motor performance. [9] Many studies have shown that individuals with KOA presented greater postural oscillation in conditions in which there is a disturbance of the visual and somatosensory systems, [4,10] as well as when associated with the execution of dual tasks. [11] Postural balance instability, in turn, causes difficulties in performing activities [12] and may increase the risk of falls. [13]

In general, the execution of daily activities requires the simultaneous performance of secondary tasks (dual task), which involves cognitive and/or motor

functions, and promotes, in turn, a divergent request for attention. [14] Poor performance in attention and memory tests has been reported in people with chronic pain-related disability [15], but it is not known whether KOA individuals may have reduced attention span. So far, few studies for this population evaluated postural balance during dual task execution. [11,16,17] Negahban et al. [16] evaluated the effects of cognitive task on postural control in KOA individuals and did not present a difference in postural balance during the execution of dual task. On the other hand, a non-linear analysis of CoP revealed that there were greater complexity and lower variability of postural balance associated with dual task in KOA individuals. [11] Also, Levinger et al [17] observed a reduction in postural control in KOA individuals during induced falls and dual task. Nonetheless, the results are inconclusive due to their methodological differences. In addition, the studies cited did not mention the level of KOA severity, pain (level and chronicity) or emotional state of the studied population. These factors could be relevant, since the level of KOA affects postural control, [18] and chronic pain reduces functional capabilities and quality of life, [19] aggravated by the emotional state [20].

This study aimed to investigate the effects of surface changes, vision and attentional demand on postural control, and to verify if chronic pain and emotional states are related to the ability to maintain balance in individuals with mild and moderate KOA. Our hypotheses were: 1) The KOA group would present greater oscillation when submitted to changes in the somatosensory, visual and attention demands; 2) These changes in KOA group could be associated with chronic pain and emotional aspects. This information could aid in new approaches in the treatment of postural instability in KOA individuals.



## 2. Methods

### 2.1 Participants

Thirty individuals with KOA (21 women) and 15 healthy individuals (10 women) from the control group (HC) participated in this study (Table 1). The eligibility criteria included the age group from 50 to 70 years; presence of knee pain for at least six months; diagnosis of KOA at mild or moderate levels, according to the criteria by the American College of Rheumatology; [21] radiological evidence, unilateral or bilateral involvement; participants should be literate and able to carry out the experiments. Volunteers should not present other musculoskeletal changes, chronic or autoimmune inflammatory diseases (rheumatoid arthritis, lupus, gout), diabetes mellitus, neuromuscular changes, vertigo, vestibular alterations, uncorrected deficits, either visual or auditory. Volunteers should not yet be in physiotherapeutic treatment, present cognitive impairment as evaluated by the Mini-Mental State Examination (MMSE); or any other condition that could affect sensory and movement control capacity, nor make use of painkillers for a period of fewer than 24 hours prior to the experiment. [22] The MMSE was used to assess cognitive function. Its score ranges from 0 to 30 points and a score  $\geq 24$  points was considered as absence of cognitive impairment. After admitting the volunteers as participants, they signed the consent form approved by Institutional Review Board (075496/2015).

### 2.1 Functional capacity assessment and emotional aspects

Participants underwent a functional capacity assessment using the self-administered Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC) questionnaire. To evaluate the occurrence of depressive symptoms, we used the Beck Depression Inventory (BDI), composed of 21 multiple choice items,

with intensities varying from 0 to 3, considering the higher scores as the more severe conditions. Both questionnaires were applied to all participants by the same examiner.

## *2.2 Pain Evaluation*

Participants were submitted to the pain pressure threshold (PPT) measurement to evaluate superficial and deep hyperalgesia. For this purpose, a digital force sensor (Force TEN<sup>™</sup>; FDX Wagner Instruments, Greenwich CT, USA) with a flat head of ½ inch in diameter was used. The measurements were performed by the same researcher in all participants. The dermatomes were evaluated at the L2, L3, and L4 levels, through the tightening and roller maneuver; [19] the myotomes at the vastus medialis (VM), gluteus medius (GM), tibialis anterior (TA) and carpi radialis brevis (CRB); and finally, sclerotomes were evaluated in the supraspinatus (SS) ligaments in the areas between L2-L3, L3-L4 and L4-L5, pes anserinus bursae (PAB) and patellar tendon (PT). Three PPT measurements were randomly taken, bilaterally, at each point. The measurement was expressed in kilograms-force (Kgf), with the highest values referred to less severe symptoms. Before starting the evaluation, a PPT measurement was performed on the back of the arm to ensure participants understood the procedure, and the evaluator requested that they verbally expressed the moment in which the pressure promoted by the force sensor became pain onset. Three PPT measurements were taken at each point and, for statistical analysis, the average of each point, [23] expressed in kilograms-force (Kgf) was considered.

The pain was also evaluated by the visual analog pain scale (VAS), in which the patient marked the face that most described his/her pain intensity [24] before (VAS1) and after (VAS2) the postural task.

### *2.3 Postural Task*

The static equilibrium was evaluated by the BIOMECH 400 force plate (EMG System do Brasil Ltda®), with the sampling frequency at 100 Hz. Participants were invited to stand barefoot on the platform in an upright position, they were placed on the shoulder line (according to the marked area) in a comfortable manner and arms on the sides, along with the body. Static equilibrium was evaluated for 60 seconds [11] under the following conditions: I - firm surface with open eyes (FSOE); II - firm surface with open eyes performing dual task (FSOEDT); III - firm surface with closed eyes (FSCE); IV) firm surface with closed eyes performing dual task (FSCEDT); V - soft surface with open eyes (SSOE); VI - soft surface with open eyes performing dual task (SSOEDT); VII - soft surface with closed eyes (SSCE); VIII - soft surface with closed eyes performing dual task (SSCEDT). In the soft surface conditions, foam of density 40 was placed on the platform, dimensions of 50X50cm by 15cm of height. Simultaneously with these conditions, individuals performed activities that produced attentional demand (dual task) and were instructed to stand firmly, performing the cognitive task with the utmost precision. Participants should verbally express arithmetic tasks of subtractions in series of three, from a number randomly selected by the examiner. [25] During the test with open eyes, participants placed a reference point at a distance of 150 cm to maintain the position of the head in a standardized way and avoid any vestibular alteration (Figure 1). On the other hand, during the

conditions with eyes closed, participants were blindfolded. During the execution of tests, participants were allowed a 5-minute break to prevent fatigue. To minimize the learning effect, the conditions were determined randomly (using the random function in Excel software).

The BIOMECH (V 1.1) EMG System Brazil software was used to capture and analyze center of pressure (CoP) displacement. The variables used were velocities in anteroposterior (VAP) and mediolateral (VML) directions, and area (AR) of displacement in  $\text{cm}^2$ . [16]

#### *2.4 Statistical analysis*

The Shapiro-Wilk test revealed that the data presented normal distribution. Thus, in order to test the hypothesis of difference between groups, the t-test of independent samples for the demographic data, PPT points and the WOMAC, MMSE, BDI and VAS scores were used. Repeated measures (RM) ANOVA of the three-way with Bonferroni correction was used to test the effect of groups in the AR, VAP e VML. We used surface (two factors), vision (two factors), attentional demand (two factors), and KOA and HC groups as factors between subjects. The post hoc test was used to verify the main effects, comparing each factor separately using Bonferroni correction. The Pearson correlation test was used to correlate PPTs with the WOMAC and BDI scores. [26] All tests were performed on the SPSS IBM software (version 22) considering a 5% alpha.

### **3. Results**

Results showed that individuals with KOA presented higher scores for BDI, WOMAC, VAS1, and VAS2 compared to the HC group (Table 2). The KOA group also demonstrated a low PPT (Table 3) at most of the points analyzed (71.4%).

The RM ANOVA showed that the AD (Table 4) was not affected by attentional demand ( $F = 0.826$ ,  $p = 0.369$ ), but was affected by surface changes ( $F = 141.30$ ,  $p < 0.001$ ); and vision ( $F = 88.01$ ,  $p < 0.001$ ) for both groups (KOA and HC). There was no interaction between groups and surface ( $F = 0.358$ ,  $p = 0.553$ ) or groups and vision ( $F = 0.971$ ,  $p = 0.330$ ).

The VAP was not affected by attentional demand ( $F = 3.170$ ,  $p = 0.082$ ), but was affected by surface changes ( $F = 259.243$ ,  $p < 0.001$ ) and vision ( $F = 157.010$ ;  $p < 0.001$ ) for both groups. There was no interaction between groups and surface ( $F = 0.022$ ,  $p = 0.883$ ) and groups and vision ( $F = 0.198$ ,  $p = 0.659$ ).

The VML was affected by surface changes ( $F = 185.798$ ,  $p < 0.001$ ), vision ( $F = 151.420$ ,  $p < 0.001$ ) and attentional demand ( $F = 8.150$ ,  $p < 0.007$ ), but there was no interaction between groups and surface ( $F = 0.772$ ,  $p = 0.385$ ), vision ( $F = 1.168$ ,  $p = 0.286$ ) or attentional demand ( $F = 0.266$ ,  $p = 0.609$ ).

We observed a low correlation between PPT points and BDI and WOMAC (Table 5).

#### **4. Discussion**

The aim of this study was to investigate the effect of surface changes, vision and attentional demand on postural control, and to verify if chronic pain and emotional aspects are related to the ability to maintain balance in individuals with KOA when compared to a healthy control group. The results demonstrated that KOA

group as previously described had higher BMI [3] and worse physical function [4]. Moreover, the KOA group presented a higher BDI score and lower PPT, indicating the presence of depressive symptoms, chronic pain and hyperalgesia (primary and secondary) for this group.

Imamura et al. [19] demonstrated that individuals with KOA have low PPT, which is linked with increased pain intensity, high scores for physical disability and reduced quality of life. Additionally, studies have also reported reduced PPT in the upper limbs, indicating that the pain may extend to regions distant to the involved knee in this population. [23] These findings support our results, in which 71.4% of the analyzed points presented lower PPT, indicating hyperalgesia in local points (primary hyperalgesia) and distant from the knee (secondary hyperalgesia). For example, the CRB reinforces the evidence that the central and peripheral nervous system are involved in the maintenance of chronic pain. [27]

The main cortical areas responsible for pain perception are also regions that encompass emotional state and attention. [28] Thus, the connectivity between these regions leads emotional state and cognition factors which can influence the perception of pain, explaining why individuals with chronic pain develop anxiety and depression. [8] We verified that individuals with KOA presented depressive symptoms. These results are supported by previous studies that demonstrate that subjects with KOA had significantly higher levels of anxiety and depression. [20,26]

Ferreira et al. [20] demonstrated that pain and depression have a lower level of functional capacity in individuals with KOA, which is different from our results, since there was a low correlation between PPT and WOMAC and BDI. This difference can be justified by the fact that in our study we used a more objective pain

measurement (PPT), while Ferreira et al. [20] used questionnaires, and the pain measured by self-report is associated with the psychological state. [29] Additionally, the sample in that study [29] had just women. Previous studies [30,31] showed that women have a higher perception of pain associated with depressive symptoms and greater functional disability.

Our results demonstrated that the KOA group presented greater postural oscillation when submitted to somatosensory, visual and attention-dependent changes, but there was no difference between the groups. Despite the KOA group was older compared to healthy control, there was no difference between groups, indicating that the age does not influence to results.

Our results did not confirm the hypothesis that the KOA group would show greater oscillation when submitted to somatosensory, visual and attentional demand. The difference between our results and other studies may be related to their methodology. Negahban et al. [16] observed greater postural oscillation in visual and somatosensory system alterations in individuals with KOA. However, the severity level of KOA was not reported for that sample and the level of joint involvement could possibly explain the difference between the results. Kim et al. [18] evaluated individuals with KOA at different levels of severity and observed that individuals with severe KOA showed larger postural oscillation when compared to the group with mild KOA and the control group. Another aspect to be considered is that our participants may have used compensatory actions, resorting to the contralateral limb for balance control, which could be considered a limitation of the study, since this aspect was not controlled. Hirata et al [10] suggest that under conditions of unilateral experimental knee pain, compensatory effects on the unaffected side are expected.

Dual task does not affect postural balance in individuals with chronic pain, and this supports the results of Negahban et al [16] for individuals with KOA, and the results of Salavati et al [32] for individuals with nonspecific lower back pain. Although there is an increase in the request for attention in the conditions in which the visual or sensorial information is changed, [33] the execution of a dual task also needs attentional demand, and postural control is prioritized to preserve balance. [34] Thus, individuals with KOA who took part in this study may have returned to attention for balance control during the dual task.

Levinger et al [17] investigated the temporal space responses, joint moments and amplitudes in postural oscillation in individuals with KOA during falls induction. They observed lower CoP velocity during the execution of the dual task, indicating that dynamic equilibrium used in that study [17] leads to smaller balance control than static equilibrium used in the present study. However, most the sample were women and half of them reported already having fallen in the previous year. Pain catastrophization may increase attention demand by inducing postural instability and women have a reduced ability to restore balance. [35] Thus, the anticipation of a potentially painful event may have interfered with task performance, [36] and influenced the results of Levinger et al [17]

Postural balance in individuals with KOA has also been evaluated by non-linear parameters [11]. Nonlinear methods provide information about the temporal structure of postural oscillation (including complexity and variability) that are not captured using traditional linear measurements. [37] Negahban et al [11] observed that individuals with KOA showed the lower complexity and increased CoP variability, however, as postural tasks became more challenging, both groups had the same



reaction. When comparing single and dual tasks, complexity increased and variability decreased. These findings partially diverge from our results due to the difference in CoP variables' analysis. Although the dynamic and stabilometric measures (linear and nonlinear measurements) diverge from each other, they are used to evaluate postural equilibrium behavior in a complementary way, [37] not invalidating the results of the present study.

VAS was applied twice, before and after postural oscillation evaluation. The previous study found that there was an attenuation of pain in individuals with chronic pain after a second task. [38] Our results do not support these findings. Verhoeven et al. [39] reported that pain experience was not influenced by information processing skills, as measured by inhibition and memory tests. Thus, individuals with KOA in the present study may not have benefited from distraction in pain reduction after the postural oscillation test, as they presented good performance in the assessment of cognitive function, which has the memory as one of its domains.

This is the first study to evaluate the effect of surface changes, vision and attentional demands on static equilibrium, considering the emotional aspects and chronic pain in individuals with KOA. The main practical application of these results is the development of treatments focused on other factors, such as muscle strength [4], which are related to reduced pain reported and to the risk of falls.

## **5. Conclusion**

Results suggest that under the conditions studied, the chronic pain, emotional state, and dual task provokes similar effect for healthy individuals and in individuals with mild and moderate knee osteoarthritis.

### **Author contributions**

Authors FSS and VCD conceived and designed the study. FSS and NF participated in the data acquisition and performed analysis and interpretation of the obtained data. FSS and VCD performed the analysis and interpretation of data, drafted the manuscript and performed multiple critical reviews of intellectual nature. All authors read and approved the final manuscript.

### **Conflicts of interest statement**

The authors have no conflict of interest.

### **Acknowledgements**

The authors thank the support by FAPEMIG's grant (APQ-00146-17).

### **References**

- [1] J.A. Martin, J.A. Buckwalter, Roles of articular cartilage aging and chondrocyte senescence in the pathogenesis of osteoarthritis., *Iowa Orthop. J.* 21 (2001) 1–7. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11813939> (accessed December 28, 2017).
- [2] J. Knoop, M. van der Leeden, C.A. Thorstensson, L.D. Roorda, W.F. Lems, D.L. Knol, M.P.M. Steultjens, J. Dekker, Identification of phenotypes with different clinical outcomes in knee osteoarthritis: Data from the osteoarthritis initiative, *Arthritis Care Res. (Hoboken)*. 63 (2011) 1535–1542. doi:10.1002/acr.20571.

- [3] M. Dutil, G.A. Handrigan, P. Corbeil, V. Cantin, M. Simoneau, N. Teasdale, O. Hue, The impact of obesity on balance control in community-dwelling older women., *Age (Dordr)*. 35 (2013) 883–90. doi:10.1007/s11357-012-9386-x.
- [4] B.S. Hassan, S. Mockett, M. Doherty, Static postural sway , proprioception , and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with knee osteoarthritis and normal control subjects Static postural sway , proprioception , and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with kne, (2001) 612–618. doi:10.1136/ard.60.6.612.
- [5] B. Haviv, S. Bronak, R. Thein, The complexity of pain around the knee in patients with osteoarthritis, *Isr. Med. Assoc. J.* 15 (2013) 178–181.
- [6] T.S. Joergensen, M. Henriksen, B. Danneskiold-Samsoe, H. Bliddal, T. Graven-Nielsen, Experimental knee pain evoke spreading hyperalgesia and facilitated temporal summation of pain, *Pain Med. (United States)*. 14 (2013) 874–883. doi:10.1111/pme.12093.
- [7] R.P. Hirata, U.F. Ervilha, L. Arendt-Nielsen, T. Graven-Nielsen, Experimental muscle pain challenges the postural stability during quiet stance and unexpected posture perturbation, *J. Pain*. 12 (2011) 911–919. doi:10.1016/j.jpain.2011.02.356.
- [8] M.C. Bushnell, M. Ceko, L.A. Low, Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain., *Nat. Rev. Neurosci.* 14 (2013) 502–11. doi:10.1038/nrn3516.
- [9] A. Shumway-Cook, S. Brauer, M. Woollacott, Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test., *Phys. Ther.* 80 (2000) 896–903. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10960937>

(accessed December 28, 2017).

- [10] R.P. Hirata, L. Arendt-Nielsen, S. Shiozawa, T. Graven-Nielsen, Experimental knee pain impairs postural stability during quiet stance but not after perturbations, *Eur. J. Appl. Physiol.* 112 (2012) 2511–2521. doi:10.1007/s00421-011-2226-3.
- [11] H. Negahban, M. Ali, M. Karimi, M. Parnianpour, Clinical Biomechanics Complexity and variability of the center of pressure time series during quiet standing in patients with knee osteoarthritis, *Jclb.* 32 (2016) 280–285. doi:10.1016/j.clinbiomech.2015.10.011.
- [12] R.S. Hinman, K.L. Bennell, B.R. Metcalf, K.M. Crossley, Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis : a comparison with matched controls using clinical tests, (2002) 1388–1394.
- [13] S.R. Lord, H.B. Menz, A. Tiedemann, A physiological profile approach to falls risk assessment and prevention., *Phys. Ther.* 83 (2003) 237–52. doi:10.1056/nejm198812293192604.
- [14] G. Yogev-Seligmann, J.M. Hausdorff, N. Giladi, The role of executive function and attention in gait., *Mov. Disord.* 23 (2008) 329–42; quiz 472. doi:10.1002/mds.21720.
- [15] O. Moriarty, B.E. McGuire, D.P. Finn, The effect of pain on cognitive function: A review of clinical and preclinical research, *Prog. Neurobiol.* 93 (2011) 385–404. doi:10.1016/j.pneurobio.2011.01.002.
- [16] H. Negahban, M. Karimi, S. Goharpey, M. Mehravar, N. Namnik, Posture-cognition interaction during quiet standing in patients with knee osteoarthritis, *Physiother. Theory Pract.* 31 (2015) 540–546.

doi:10.3109/09593985.2015.1065024.

- [17] P. Levinger , H. Nagano, C. Downie, A. Hayes, K. Sanders, F. Cicuttini, R. Begg, Balance recovery during induced falls is impaired in people with knee osteoarthritis: Implications for falls prevention, *Osteoarthr. Cartil.* 24 (2016) S92.  
  
<http://ovidsp.ovid.com/ovidweb.cgi?T=JS&PAGE=reference&D=emed18&NEWS=N&AN=72246132>.
- [18] H.S. Kim, D.H. Yun, S.D. Yoo, D.H. Kim, Y.S. Jeong, J.S. Yun, D.G. Hwang, P.K. Jung, S.H. Choi, Balance control and knee osteoarthritis severity, *Ann Rehabil Med.* 35 (2011) 701–9. doi:10.5535/arm.2011.35.5.701.
- [19] M. Imamura, S.T. Imamura, H.H.S. Kazyama, R.A. Targino, W.T. Hsing, L.P.M. De Souza, Ma.M. Cutait, F. Fregni, G.L. Camanho, Impact of nervous system hyperalgesia on pain, disability, and quality of life in patients with knee osteoarthritis: A controlled analysis, *Arthritis Rheum.* 59 (2008) 1424–1431. doi:10.1002/art.24120.
- [20] A.H. Ferreira, P.B.G. Godoy, N.R.C. de Oliveira, R.A.S. Diniz, R.E.A.S. Diniz, R. da C. Padovani, R.C.B. da Silva, Investigação da ansiedade, depressão e qualidade de vida em pacientes portadores de osteoartrite no joelho: um estudo comparativo, *Rev. Bras. Reumatol.* 55 (2015) 434–438. doi:10.1016/j.rbr.2015.03.001.
- [21] R. Altman, E. Asch, D. Bloch, G. Bole, D. Borenstein, K. Brandt, W. Christy, T.D. Cooke, R. Greenwald, M. Hochberg, 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.* 29 (1986) 1039–49.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3741515> (accessed December 28, 2017).
- [22] R.P. Hirata, T.S. Jørgensen, S. Rosager, L. Arendt-Nielsen, H. Bliddal, M. Henriksen, T. Graven-Nielsen, Altered Visual and Feet Proprioceptive Feedbacks during Quiet Standing Increase Postural Sway in Patients with Severe Knee Osteoarthritis, *PLoS One.* 8 (2013) 1–8.  
 doi:10.1371/journal.pone.0071253.
- [23] P. Moss, E. Knight, A. Wright, Subjects with Knee Osteoarthritis Exhibit Widespread Hyperalgesia to Pressure and Cold., *PLoS One.* 11 (2016) e0147526. doi:10.1371/journal.pone.0147526.
- [24] M.S.M. Bashir, A. Khade, P. Borkar, M. Saleem, V. Lingaswamy, D. Reddy, A comparative study between different pain rating scales in patients of osteoarthritis., *Indian J. Physiol. Pharmacol.* 57 (n.d.) 205–8.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24617173> (accessed December 28, 2017).
- [25] G.L. Pellecchia, Dual-Task Training Reduces Impact of Cognitive Task on Postural Sway, *J. Mot. Behav.* 37 (2005) 239–246.  
 doi:10.3200/JMBR.37.3.239-246.
- [26] M.M. Mukaka, Statistics corner: A guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research., *Malawi Med. J.* 24 (2012) 69–71.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23638278> (accessed December 28, 2017).
- [27] H.C.J.L. Buscher, O.H.G. Wilder-Smith, H. Goor, Chronic pancreatitis patients show hyperalgesia of central origin: A pilot study, *Eur. J. Pain.* 10 (2006) 363–

363. doi:10.1016/j.ejpain.2005.06.006.
- [28] E.L. Parks, P.Y. Gehal, M.N. Balikil, J. Katzl, T.J. Schnitzerl, A.V. Apkarianl, Brain activity for chronic knee osteoarthritis: Dissociating evoked pain from spontaneous pain, *Eur. J. Pain.* 15 (2011) 843.e1-843.e14. doi:10.1016/j.ejpain.2010.12.007.
- [29] B.L. Wise, J. Niu, Y. Zhang, N. Wang, J.M. Jordan, E. Choy, D.J. Hunter, Psychological factors and their relation to osteoarthritis pain, *Osteoarthr. Cartil.* 18 (2010) 883–887. doi:10.1016/j.joca.2009.11.016.
- [30] S.G. Leveille, Y. Zhang, W. McMullen, M. Kelly-Hayes, D.T. Felson, Sex Differences in musculoskeletal pain in older adults, *Pain.* 116 (2005) 332–338. doi:10.1016/j.pain.2005.05.002.
- [31] T. Rosemann, G. Laux, J. Szecsenyi, Osteoarthritis: quality of life, comorbidities, medication and health service utilization assessed in a large sample of primary care patients., *J. Orthop. Surg. Res.* 2 (2007) 12. doi:10.1186/1749-799X-2-12.
- [32] M. Salavati, M. Mazaheri, H. Negahban, I. Ebrahimi, A.H. Jafari, A. Kazemnejad, M. Parnianpour, Effect of Dual-Tasking on Postural Control in Subjects With Nonspecific Low Back Pain, *Spine (Phila. Pa. 1976)*. 34 (2009) 1415–1421. doi:10.1097/BRS.0b013e3181a3a917.
- [33] N. Teasdale, C. Bard, J. Larue, M. Fleury, On the cognitive penetrability of posture control, *Exp. Aging Res.* 19 (1993) 1–13. doi:10.1080/03610739308253919.
- [34] M.S. Redfern, M.E. Talkowski, J.R. Jennings, J.M. Furman, Cognitive influences in postural control of patients with unilateral vestibular loss, *Gait*

- Posture. 19 (2004) 105–114. doi:10.1016/S0966-6362(03)00032-8.
- [35] A. Ochi, S. Yokoyama, T. Abe, K. Yamada, H. Tateuchi, N. Ichihashi, Differences in muscle activation patterns during step recovery in elderly women with and without a history of falls, *Aging Clin. Exp. Res.* 26 (2014) 213–220. doi:10.1007/s40520-013-0152-4.
- [36] L.A. Brown, R.J. Sleik, M.A. Polych, W.H. Gage, Is the prioritization of postural control altered in conditions of postural threat in younger and older adults?, *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* 57 (2002) M785-92. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12456737> (accessed December 28, 2017).
- [37] G. Tallon, H. Blain, B. Seigle, P.L. Bernard, S. Ramdani, Dynamical and stabilometric measures are complementary for the characterization of postural fluctuations in older women, *Gait Posture.* 38 (2013) 92–96. doi:10.1016/j.gaitpost.2012.10.021.
- [38] L. Sharpe, M. Ianiello, B.F. Dear, K.N. Perry, K. Refshauge, M.K. Nicholas, Is there a potential role for attention bias modification in pain patients? Results of 2 randomised, controlled trials, *Pain.* 153 (2012) 722–731. doi:10.1016/j.pain.2011.12.014.
- [39] K. Verhoeven, V.D. Stefaanl, E. Christopherl, M.L.R. Dimitri, L. Valéryl, C. Geertl, Distraction from pain and executive functioning: An experimental investigation of the role of inhibition, task switching and working memory, *Eur. J. Pain.* 15 (2011) 866–873. doi:10.1016/j.ejpain.2011.01.009.



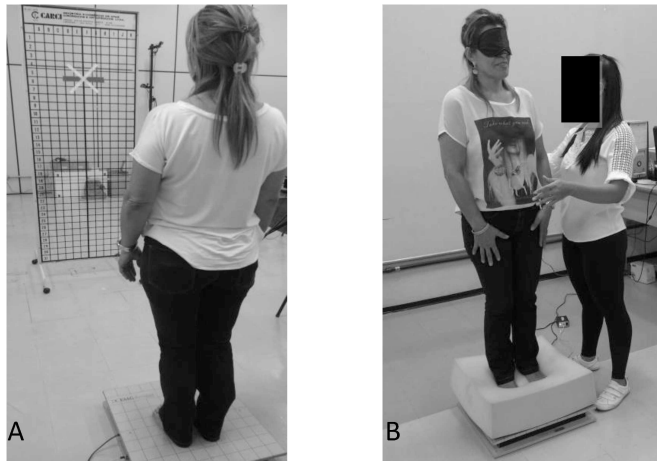


Figure1. Static equilibrium evaluated on force plate without (A) and with (B) somatosensory and visual alteration. Both also were performed with attentional demand (dual task).

**Table 1.** Participant's characteristics.

Characteristics	KOA (n = 30)	HC (n = 15)	t	p-value
	Mean(SD)	Mean(SD)		
Age (years)	61.3(7.54)	56.73(6.9)	1.96	0.056
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	30.33(4.08)	25.66(2.72)	3.987	0.001*
MMSE	26.(2.52)	26.93(1.48)	-1.035	0.306
Sex (n)	Women (21)	Woman (10)	-	-
	Men (9)	Men (5)		
Physical activity (n)	Yes (15)	Yes (8)	-	-
	No (15)	No (7)		
Unilateral KOA (n)	Left (5)	-	-	-
	Right (3)			
Bilateral KOA (side more affected - n)	Left (10)	-	-	-
	Right (12)			

\*Significant difference:  $p \leq 0.05$ ; KOA: knee osteoarthritis group; HC: Healthy control group; MMSE: Mini Mini-Mental State Examination; BMI: Body Mass Index

**Table 2.** Questionnaires' scores for knee osteoarthritis and healthy control groups.

Questionnaires	KOA	HC	t	p-value
	Mean(SD)	Mean(SD)		
BDI	12.63(9,34)	6.93(7.12)	2.076	0.044*
WOMAC	49(17.77)	2(2.85)	10.119	0.001*
VAS1	4.73(2.95)	0.33(0.72)	5.645	0.001*
VAS2	4.37(3.07)	0.13(0.51)	5.258	0.001*

\*Significant difference:  $p \leq 0.05$ ; KOA: knee osteoarthritis group; HC: healthy control group; BDI: Beck Depression Inventory; WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index; VAS: Visual Analogic Scale; 1: Before postural task; 2: After postural task.

**Table 3.** Pain pressure threshold points for knee osteoarthritis and healthy control groups.

<b>PPTs</b> <b>(Kgf)</b>	<b>KOA</b> <b>Mean (SD)</b>	<b>HC</b> <b>Mean(SD)</b>	<b>t</b>	<b>p-value</b>
<b>Myotomes</b>				
CRB_R	2.283(1.25)	3.310(1.53)	-2.400	0.021*
CRB_Lf	2.225(1.01)	3.319(1.48)	-2.917	0.006*
GM_R	3.701(1.79)	4.652(1.70)	-1.707	0.095
GM_Lf	3.883(1.98)	4.907(1.84)	-1.672	0.102
VM_R	2.076(1.13)	3.136(1.46)	-2.673	0.011*
VM_Lf	2.140(1.22)	3.138(1.61)	-2.315	0.025*
TA_R	3.686(1.92)	5.385(2.60)	-2.481	0.017*
TA_Lf	4.243(2.76)	4.962(2.15)	-0.881	0.383
<b>Dermatomes</b>				
L2_R	1.247(0.55)	1.905(0.89)	-3.038	0.004*
L2_Lf	1.405(0.67)	2.045(0.97)	-2.584	0.013*
L3_R	1.417(0.71)	2.191(1.13)	-2.797	0.008*
L3_Lf	1.496(0.69)	2.241(1.16)	-2.693	0.010*
L4_R	1.921(0.82)	2.781(1.25)	-2.764	0.008*
L4_Lf	1.903(0.83)	2.834(1.60)	-2.572	0.014*
<b>Sclerotomes</b>				
PAB_R	1.853(0.97)	3.084(1.43)	-3.395	0.001*
PAB_Lf	1.834(0.97)	2.970(1.27)	-3.322	0.002*
SS_L2-L3	3.439(1.59)	3.992(1.46)	-1.125	0.267
SS_L3-L4	3.564(1.81)	4.014(1.86)	-0.777	0.441
SS_L4-L5	3.773(2.07)	4.166(1.86)	-0.618	0.540
PT_R	3.621(1.89)	5.301(2.31)	-2.606	0.013*
PT_Lf	3.287(1.93)	5.004(2.54)	-2.521	0.015*

\*Significant Difference:  $p \leq 0.05$ ; PPT: pain pressure threshold; Kgf: kilograms-force; R: right; Lf: left; CRB: carpi radialis brevis; GM: gluteus medius; VM: vastus medialis; TA: tibialis anterior; PAB: pes anserinus bursae; PT: patellar tendon; SS: supraspinatus ligament; L2-L3: second and third lumbar segments; L3-L4: third and

fourth lumbar segments; L4-L5: fourth and fifth lumbar segments.

**Table 4.** Center of Pressure parameters for postural tasks.

Conditions	Attentional Demand			
	Without Dual Task		With Dual Task	
	KOA Mean(SD)	HC Mean(SD)	KOA Mean(SD)	HC Mean(SD)
<b>FSOE</b>				
AD (cm <sup>2</sup> )	4.34(5.53)	2.77(3.81)	5.15(3.62)	3.93(3.93)
VAP (cm/s)	1.10(0.54)	1.20(0.44)	1.27(0.64)	1.24(0.38)
VML (cm/s)	1.19(0.55)	1.29(0.46)	1.39(0.43)	1.45(0.56)
<b>FSCE</b>				
AD (cm <sup>2</sup> )	5.34(4.81)	4.82(8.97)	4.83(3.57)	3.60(3.95)
VAP (cm/s)	1.27(0.54)	1.32(0.55)	1.35(0.76)	1.30(0.40)
VML (cm/s)	1.51(0.50)	1.40(0.49)	1.61(0.85)	1.50(0.45)
<b>SSOE</b>				
AD (cm <sup>2</sup> )	10.63(6.82)	9.31(4.25)	12.07(7.64)	10.07(5.05)
VAP (cm/s)	1.65(0.50)	1.74(0.34)	1.91(0.57)	1.87(0.47)
VML (cm/s)	2.06(0.75)	1.98(0.47)	2.46(1.03)	2.24(0.42)
<b>SSCE</b>				
AD (cm <sup>2</sup> )	36.01(15.07)	38.37(26.21)	31.01(12.86)	34.86(23.88)
VAP (cm/s)	3.25(0.90)	3.15(0.65)	3.17(0.89)	3.18(0.72)
VML (cm/s)	4.15(1.36)	3.87(0.89)	4.31(1.68)	3.95(0.93)

AD:Area of displacement; VAP: Velocity in AP; VML: Velocity in ML; FSOE: firm surface with open eyes; FSCE: firm surface with closed eyes; SSOA: soft surface with open eyes; SSCE: soft surface with closed eyes; KOA: knee osteoarthritis group; HC: healthy control group.

**Table 5.** Correlations between Pain Pressure Threshold and WOMAC and BDI scores.

PPTs (Kgf)	WOMAC		BDI	
	r	p-value	r	p-value
L2_R	-0.498	0.001*	-0.411	0.005*
L2_Lf	-0.419	0.004*	-0.476	0.001*
L3_R	-0.423	0.004*	-0.408	0.005*
L3_Lf	-0.371	0.012*	-0.382	0.010*
L4_R	-0.375	0.011*	-0.371	0.012*
L4_Lf	-0.329	0.027*	-0.402	0.006*
PAB_R	-0.495	0.001*	-0.352	0.018*
PAB_Lf	-0.480	0.001*	-0.394	0.007*
SSL2-L3	-0.139	0.364	-0.216	0.155
TA_R	-0.287	0.056*	-0.299	0.046*
TA_Lf	-0.360	0.813	-0.002	0.990
PT_R	-0.352	0.018*	-0.412	0.005*
PT_Lf	-0.364	0.014*	-0.377	0.011*
VM_R	-0.349	0.019*	-0.415	0.005*
VM_Lf	-0.357	0.016*	-0.392	0.008*

\*Significant Difference:  $p \leq 0.05$ ; PPT: pain pressure threshold; Kgf: kilograms-force; R: right; Lf: left; VM: vastus medialis; TA: tibialis anterior; PAB: pes anserinus bursae; PT: patellar tendon; SS: supraspinatus ligament; L2-L3: second and third lumbar segments; WOMAC: Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis; BDI: Beck Depression Inventory.

## REFERÊNCIAS

- 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 and rheumatism**, v. 29, n° 8, p. 1039–49, Aug 1986. DOI <https://doi.org/10.1002/art.1780290816>
- APKARIAN, A. V. et al. Differentiating Cortical Areas Related to Pain Perception From Stimulus Identification: Temporal Analysis of fMRI Activity. **Journal of Neurophysiology**, v. 81, n° 6, p. 2956–2963, Jun 1999. DOI <https://doi.org/10.1152/jn.1999.81.6.2956>
- ATTAL N, MASSELIN-DUBOIS A, MARTINEZ V, JAYR C, ALBI A, FERMANIAN J, BOUHASSIRA D, BAUDIC S. Does cognitive functioning predict chronic pain? Results from a prospective surgical cohort. **Brain**, v.137, n° Pt 3, p.904-17, Mar 2014.
- BADLEY, E. M.; RASOOLY, I.; WEBSTER, G. K. Relative importance of musculoskeletal disorders as a cause of chronic health problems, disability, and health care utilization: findings from the 1990 Ontario Health Survey. **The Journal of rheumatology**, v. 21, n° 3, p. 505–14, Mar 1994.
- BELLAMYN, BUCHANAN WW, GOLDSMITH CH, CAMPBELL J, STITT L: 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. **J Rheumatol**, 1988; v.15, p.1833-40.
- Beck AT, Steer RA, Brown GK. **Manual for the Beck Depression Inventory-II**. San Antonio, TX: Psychological Corporation; 1996.
- Beck AT, Ward CH, Mendelson M, Mock J, Erbaugh J. An inventory for measuring depression. **Arch Gen Psychiatry**, v. 4, p. 561–71, 1961. DOI <https://doi.org/10.1001/archpsyc.1961.01710120031004>
- BORSOOK, D.; BECERRA, L. R. Breaking down the barriers: fMRI applications in pain, analgesia and analgesics. **Molecular pain**, v. 2, p. 30, Sep 2006. DOI <https://doi.org/10.1186/1744-8069-2-30>

BOSOMWORTH, N. J. Exercise and knee osteoarthritis: benefit or hazard? **Can Fam Physician**, v. 55, n° 9, p. 871–8, Sep 2009.

BRADY, A. O.; STRAIGHT, C. R.; EVANS, E. M. Body composition, muscle capacity, and physical function in older adults: an integrated conceptual model. **Journal of aging and physical activity**, v. 22, n° 3, p. 441–52, Jul 2014. DOI <https://doi.org/10.1123/JAPA.2013-0009>

BUCHMAN, A. S. et al. Physical activity and motor decline in older persons. **Muscle & Nerve**, v. 35, n° 3, p. 354–362, Mar 2007. DOI <https://doi.org/10.1002/mus.20702>

BUCKWALTER, J. A.; SALTZMAN, C.; BROWN, T. The impact of osteoarthritis: implications for research. **Clinical orthopaedics and related research**, n° 427 Suppl, p. S6-15, Oct 2004.

BUSCHER, H. C. J. L.; WILDER-SMITH, O. H. G.; GOOR, H. Chronic pancreatitis patients show hyperalgesia of central origin: A pilot study. **European Journal of Pain**, v. 10, n° 4, p. 363–363, May 2006. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2005.06.006>

BUSHNELL, M. C.; CEKO, M.; LOW, L. A. Cognitive and emotional control of pain and its disruption in chronic pain. *Nature reviews*. **Neuroscience**, v. 14, n° 7, p. 502–11, Jul 2013. DOI <https://doi.org/10.1038/nrn3516>

CAWTHON, P. M. et al. Do Muscle Mass, Muscle Density, Strength, and Physical Function Similarly Influence Risk of Hospitalization in Older Adults? **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 57, n° 8, p. 1411–1419, Aug 2009. DOI <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02366.x>

CICERONE, K. D. et al. Evidence-based cognitive rehabilitation: Recommendations for clinical practice. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 81, n° 12, p. 1596–1615, Dec 2000. DOI <https://doi.org/10.1053/apmr.2000.19240>

CICUTTINI, F. M.; SPECTOR, T.; BAKER, J. Risk factors for osteoarthritis in the tibiofemoral and patellofemoral joints of the knee. **The Journal of rheumatology**, v. 24, n° 6, p. 1164–7, Jun 1997.

COLLEDGE, N. R. et al. Ageing and balance: the measurement of spontaneous

sway by posturography. **Gerontology**, v. 40, n° 5, p. 273–8, 1994. DOI <https://doi.org/10.1159/000213596>

COOPER, C. et al. Occupational activity and osteoarthritis of the knee. **Annals of the rheumatic diseases**, v. 53, n° 2, p. 90–3, Feb 1994. DOI <https://doi.org/10.1136/ard.53.2.90>

CREAMER, P.; LETHBRIDGE-CEJKU, M.; HOCHBERG, M. C. Factors associated with functional impairment in symptomatic knee osteoarthritis. **Rheumatology**, v. 39, n° 5, p. 490–6, May 2000. DOI <https://doi.org/10.1093/rheumatology/39.5.490>

CROFFORD, L. J. Psychological aspects of chronic musculoskeletal pain. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, v. 29, n° 1, p. 147–155, Feb 2015. DOI <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.027>

DIEPPE, P. A. Relationship between symptoms and structural change in osteoarthritis: what are the important targets for therapy? **The Journal of rheumatology**, v. 32, n° 6, p. 1147–9, Apr 2005.

DOHRENBUSCH, R. et al. Impact of Chronic Somatoform and Osteoarthritis Pain on Conscious and Preconscious Cognitive Processing. **The Journal of Pain**, v. 9, n° 10, p. 927–939, Oct 2008. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2008.05.004>

EWERS BJ, JAYARAMAN VM, BANGLMAIER RF, HAUT RC. Rate of blunt impact loading affects changes in retropatellar cartilage and underlying bone in the rabbit patella. **J Biomech**, v. 35, p.747–55, 2002. DOI [https://doi.org/10.1016/S0021-9290\(02\)00019-2](https://doi.org/10.1016/S0021-9290(02)00019-2)

FELSON, D T et al. Osteoarthritis: new insights. Part 1: the disease and its risk factors. **Annals of internal medicine**, v. 133, n° 8, p. 635–46, Oct 2000. DOI <https://doi.org/10.7326/0003-4819-133-8-200010170-00016>

FELSON, David T. The sources of pain in knee osteoarthritis. **Current opinion in rheumatology**, v. 17, n° 5, p. 624–8, Sep 2005. DOI <https://doi.org/10.1097/01.bor.0000172800.49120.97>

FILIPPIS, L. De et al. **Epidemiologia e fattori di rischio**. v. 16, n° Suppl 2, p. 12–16, 2004.



FOLSTEIN, M.F; FOLSTEIN, S.E; MC.HUGH, P.R. "Mini-mental state" A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. **J Psychiatr Res**, v.12, p.189 – 198, 1975. DOI [https://doi.org/10.1016/0022-3956\(75\)90026-6](https://doi.org/10.1016/0022-3956(75)90026-6)

FRANSEN, M. et al. Exercise for osteoarthritis of the knee. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, Jan 2015. DOI <https://doi.org/10.1002/14651858.CD004376.pub3>

G, M. J. POSTURE. **Principles of neural science**. Ed. 4 ed. New York: McGraw-Hill: 2000. p. 816–31.

GRANACHER, U. et al. Age-Related Effects on Postural Control under Multi-Task Conditions. **Gerontology**, v. 57, n° 3, p. 247–255, Oct 2011. DOI <https://doi.org/10.1159/000322196>

GRAVEN-NIELSEN, T. Fundamentals of muscle pain, referred pain, and deep tissue hyperalgesia. **Scandinavian Journal of Rheumatology**, v. 35, n° sup122, p. 1–43, 2006.

GWILYM, S. E. et al. Psychophysical and functional imaging evidence supporting the presence of central sensitization in a cohort of osteoarthritis patients. **Arthritis & Rheumatism**, v. 61, n° 9, p. 1226–1234, Sep 2009. DOI <https://doi.org/10.1002/art.24837>

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 Static postural sway , proprioception , and maximal voluntary quadriceps contraction in patients with kne. **Ann Rheum Dis**. v. 60, n° 6, p. 612–618, Jun 2001. DOI <https://doi.org/10.1136/ard.60.6.612>

HINMAN, R. S. et al. Balance impairments in individuals with symptomatic knee osteoarthritis: a comparison with matched controls using clinical tests. **Rheumatology**, v. 41, n° 12, p. 1388–1394, Dec 2002. DOI <https://doi.org/10.1093/rheumatology/41.12.1388>

HIRATA, Rogerio Pessoto et al. Altered Visual and Feet Proprioceptive Feedbacks during Quiet Standing Increase Postural Sway in Patients with Severe Knee Osteoarthritis. **PLoS ONE**, v.8, n°8, p. 1–8, Aug 2013.

HIRATA, Rogério Pessoto et al. Experimental muscle pain challenges the postural stability during quiet stance and unexpected posture perturbation. **Journal of Pain**, v. 12, n° 8, p. 911–919, Aug 2011. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jpain.2011.02.356>

HIRATA, Rogério Pessotos et al. Experimental knee pain impairs postural stability during quiet stance but not after perturbations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n° 7, p. 2511–2521, Jul 2012. DOI <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2226-3>

HOHEISEL, U. et al. Appearance of new receptive fields in rat dorsal horn neurons following noxious stimulation of skeletal muscle: a model for referral of muscle pain? **Neuroscience letters**, v. 153, n° 1, p. 9–12, Apr 1993. DOI [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(93\)90064-R](https://doi.org/10.1016/0304-3940(93)90064-R)

HORAK, F B; SHUPERT, C. L.; MIRKA, A. Components of postural dyscontrol in the elderly: a review. **Neurobiology of aging**, v. 10, n° 6, p. 727–38, Nov 1989. DOI [https://doi.org/10.1016/0197-4580\(89\)90010-9](https://doi.org/10.1016/0197-4580(89)90010-9)

HORAK, Fay B. Postural compensation for vestibular loss and implications for rehabilitation. **Restorative neurology and neuroscience**, v. 28, n° 1, p. 57–68, 2010.

HSIEH, R.-L. et al. Postural Stability in Patients With Knee Osteoarthritis: Comparison With Controls and Evaluation of Relationships Between Postural Stability Scores and International Classification of Functioning, Disability and Health Components. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 94, n° 2, p. 340–346.e1, Feb 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.09.022>

HUNTER, D. J.; MCDOUGALL, J. J.; KEEFE, F. J. The Symptoms of Osteoarthritis and the Genesis of Pain. **Rheumatic Disease Clinics of North America**, v. 34, n° 3, p. 623–643, Aug 2008. DOI <https://doi.org/10.1016/j.rdc.2008.05.004>

KERIN AJ, COLEMAN A, WISNOM MR, ADAMS MA. Propagation of surface fissures in articular cartilage in response to cyclic loading in vitro. **Clin Biomech**, v.18, p.960–8, 2003. DOI <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2003.07.001>

KIM, H.-S. et al. Balance control and knee osteoarthritis severity. **Annals of**

**rehabilitation medicine**, v. 35, n° 5, p. 701–9, Oct 2011. DOI <https://doi.org/10.5535/arm.2011.35.5.701>

KNOOP, J. et al. Identification of phenotypes with different clinical outcomes in knee osteoarthritis: Data from the osteoarthritis initiative. **Arthritis Care & Research**, v. 63, n° 11, p. 1535–1542, Nov 2011. DOI <https://doi.org/10.1002/acr.20571>

KNOPMAN, D. S.; PETERSEN, R. C. Mild Cognitive Impairment and Mild Dementia: A Clinical Perspective. **Mayo Clinic Proceedings**, v. 89, n° 10, p. 1452–1459, Oct 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2014.06.019>

KOLLEGER, H. et al. Spontaneous body sway as a function of sex, age, and vision: posturographic study in 30 healthy adults. **European neurology**, v. 32, n° 5, p. 253–9, 1992. DOI <https://doi.org/10.1159/000116836>

LEE, W. A. A control systems framework for understanding normal and abnormal posture. **The American journal of occupational therapy**, v. 43, n° 5, p. 291–301, May 1989. DOI <https://doi.org/10.5014/ajot.43.5.291>

LLUCH GIRBÉS, E. et al. Pain Treatment for Patients With Osteoarthritis and Central Sensitization. **Physical Therapy**, v. 93, n° 6, p. 842–851, Jun 2013. DOI <https://doi.org/10.2522/ptj.20120253>

MAKI, B. E. et al. Cognitive demands of executing postural reactions: does aging impede attention switching? **Neuroreport**, v. 12, n° 16, p. 3583–7, Nov 2001. DOI <https://doi.org/10.1097/00001756-200111160-00042>

MARTIN, J. A.; BUCKWALTER, J. A. Roles of articular cartilage aging and chondrocyte senescence in the pathogenesis of osteoarthritis. **The Iowa orthopaedic journal**, v. 21, p. 1–7, 2001.

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. 353–358, Jul 2006. DOI <https://doi.org/10.1007/s00776-006-1034-9>

MATTHEWS, F. E. et al. Operationalisation of Mild Cognitive Impairment: A Graphical Approach. **PLoS Medicine**, v. 4, n° 10, p. e304, Oct 2007. DOI

<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0040304>

MCALINDON, T. E. et al. OARSI guidelines for the non-surgical management of knee osteoarthritis. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 22, n° 3, p. 363–388, Mar 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.003>

MEEUS, M. et al. Diffuse noxious inhibitory control is delayed in chronic fatigue syndrome: An experimental study. **Pain**, v. 139, n° 2, p. 439–448, Oct 2008. DOI <https://doi.org/10.1016/j.pain.2008.05.018>

MILLAN, M. J. The induction of pain: an integrative review. **Progress in neurobiology**, v. 57, n° 1, p. 1–164, Jan 1999. DOI [https://doi.org/10.1016/S0301-0082\(98\)00048-3](https://doi.org/10.1016/S0301-0082(98)00048-3)

MIYAZAKI T, WADA M, KAWAHARA H, SATO M, BABA H, SHIMADA S. Dynamic load at baseline can predict radiographic disease progression in medial compartment knee osteoarthritis. **Ann Rheum Dis**, v.61, p.617–22, 2002. DOI <https://doi.org/10.1136/ard.61.7.617>

MORIARTY, O.; MCGUIRE, B. E.; FINN, D. P. The effect of pain on cognitive function: A review of clinical and preclinical research. **Progress in Neurobiology**, v. 93, n° 3, p. 385–404, Mar 2011. DOI <https://doi.org/10.1016/j.pneurobio.2011.01.002>

MORONE, N. E. et al. Pain and Decreased Cognitive Function Negatively Impact Physical Functioning in Older Adults with Knee Osteoarthritis. **Pain Medicine**, v. 15, n° 9, p. 1481–1487, Sep 2014. DOI <https://doi.org/10.1111/pme.12483>

NGUYEN, U.-S. D. T. et al. The impact of knee instability with and without buckling on balance confidence, fear of falling and physical function: the Multicenter Osteoarthritis Study. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 22, n° 4, p. 527–534, Apr 2014. DOI <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.01.008>

OWEN, A. M. et al. Planning and spatial working memory following frontal lobe lesions in man. **Neuropsychologia**, v. 28, n° 10, p. 1021–34, 1990. DOI [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(90\)90137-D](https://doi.org/10.1016/0028-3932(90)90137-D)

PARKSL, E. L. et al. Brain activity for chronic knee osteoarthritis: Dissociating evoked pain from spontaneous pain. **European Journal of Pain**, v. 15, n° 8, p. 843.e1-

843.e14, Sep 2011. DOI <https://doi.org/10.1016/j.ejpain.2010.12.007>

PATRIZI, F. et al. Novel Therapeutic Approaches to the Treatment of Chronic Abdominal Visceral Pain. **The Scientific World JOURNAL**, v. 6, p. 472–490, Apr 2006. DOI <https://doi.org/10.1100/tsw.2006.98>

PERROT, S. Osteoarthritis pain. **Best Practice & Research Clinical Rheumatology**, v. 29, n° 1, p. 90–97, Feb 2015. DOI <https://doi.org/10.1016/j.berh.2015.04.017>

PETERKA, R. J. Sensorimotor Integration in Human Postural Control. **Journal of Neurophysiology**, v. 88, n° 3, p. 1097–1118, Sep 2002. DOI <https://doi.org/10.1152/jn.2002.88.3.1097>

PEYRON, R. et al. Haemodynamic brain responses to acute pain in humans: sensory and attentional networks. **Brain : a journal of neurology**, v. 122 ( Pt 9), p. 1765–80, Sep 1999. DOI <https://doi.org/10.1093/brain/122.9.1765>

RANKIN, J. K. et al. Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults. **The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences**, v. 55, n° 3, p. M112-9, Mar 2000. DOI <https://doi.org/10.1093/gerona/55.3.M112>

REID, K. F.; FIELDING, R. A. Skeletal Muscle Power. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 40, n° 1, p. 4–12, Jan 2012. DOI <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e31823b5f13>

SARABON, N. et al. The effect of vision elimination during quiet stance tasks with different feet positions. **Gait & Posture**, v. 38, n° 4, p. 708–711, Sep 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.03.005>

SCHADRACK, J. et al. Metabolic activity changes in the rat spinal cord during adjuvant monoarthritis. **Neuroscience**, v. 94, n° 2, p. 595–605, 1999. DOI [https://doi.org/10.1016/S0306-4522\(99\)00186-4](https://doi.org/10.1016/S0306-4522(99)00186-4)

SCHMIDT-WILCKE, T. et al. Gray matter decrease in patients with chronic tension type headache. **Neurology**, v. 65, n° 9, p. 1483–1486, Nov 2005. DOI <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000183067.94400.80>

SCHWEINHARDT, P.; LEE, M.; TRACEY, I. Imaging pain in patients: is it meaningful? **Current Opinion in Neurology**, v. 19, n° 4, p. 392–400, Aug 2006. DOI <https://doi.org/10.1097/01.wco.0000236620.89710.63>

SHAKOOR, N. et al. Pain and its relationship with muscle strength and proprioception in knee OA: results of an 8-week home exercise pilot study. **Journal of musculoskeletal & neuronal interactions**, v. 8, n° 1, p. 35–42, Jan 2008.

SHARMA, L. et al. Physical functioning over three years in knee osteoarthritis: Role of psychosocial, local mechanical, and neuromuscular factors. **Arthritis & Rheumatism**, v. 48, n° 12, p. 3359–3370, Dec 2003. DOI <https://doi.org/10.1002/art.11420>

SHUMWAY-COOK, A.; BRAUER, S.; WOOLLACOTT, M. Predicting the probability for falls in community-dwelling older adults using the Timed Up & Go Test. **Physical therapy**, [s.l.], v. 80, n° 9, p. 896–903, Sep 2000.

STAUD, R. et al. Brain activity related to temporal summation of C-fiber evoked pain. **Pain**, v. 129, n° 1, p. 130–142, May 2007. DOI <https://doi.org/10.1016/j.pain.2006.10.010>

STELMACH, G. E. et al. Age, functional postural reflexes, and voluntary sway. **Journal of gerontology**, v. 44, n° 4, p. B100–6, Jul 1989. DOI <https://doi.org/10.1093/geronj/44.4.B100>

STEPHAN, B. C. M. et al. Dementia risk prediction in the population: are screening models accurate? **Nature Reviews Neurology**, v. 6, n° 6, p. 318–326, Jun 2010. DOI <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2010.54>

TALLON, G. et al. Dynamical and stabilometric measures are complementary for the characterization of postural fluctuations in older women. **Gait & Posture**, v. 38, n° 1, p. 92–96, May 2013. DOI <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2012.10.021>

TARIGAN, T. J. E. et al. The degree of radiographic abnormalities and postural instability in patients with knee osteoarthritis. **Acta medica Indonesiana**, v. 41, p. 15–19, Jan 2009.

TOMBAUGH, T.N.; MCINTYRE, N.J. The mini-mental state examination: a

comprehensive review. **Journal of American Geriatrics Society**, v. 40, nº 9, p. 922-935, Set 1999..

TORRES, T.M.; CICONELLI, R. . **Epidemiologia da osteoartrose**. In: PARDINI, AG; SOUZA, J. (Org.). Clínica ortopédica – atualização em osteoartroses. 1a ed. ed. Rio Janeiro: Guanabara Koogan: 2005. p. 209–17.

TURCOT, K. et al. Evaluation of unipodal stance in knee osteoarthritis patients using knee accelerations and center of pressure. **Osteoarthritis and Cartilage**, v. 19, nº 3, p. 281–286, Mar 2011. DOI <https://doi.org/10.1016/j.joca.2010.12.007>

VERGHESE, J. et al. Gait Dysfunction in Mild Cognitive Impairment Syndromes. **Journal of the American Geriatrics Society**, v. 56, nº 7, p. 1244–1251, Jul 2008. DOI <https://doi.org/10.1111/j.1532-5415.2008.01758.x>

WEINER, D. K. et al. The Relationship Between Pain, Neuropsychological Performance, and Physical Function in Community-Dwelling Older Adults with Chronic Low Back Pain. **Pain Medicine**, v. 7, nº 1, p. 60–70, Jan 2006.

WHIPPLE, R. et al. Altered sensory function and balance in older persons. **Journal of gerontology**, v. 48 Spec No, p. 71–6, Sep 1993.

WINTER, D. A.; PATLA, A. E.; FRANK, J. S. Assessment of balance control in humans. **Medical progress through technology**, v. 16, nº 1–2, p. 31–51, May 1990.

WOOLF, C. J. Central sensitization: Implications for the diagnosis and treatment of pain. **Pain**, v. 152, nº Supplement, p. S2–S15, Mar 2011.

WOOLF, C. J.; AMERICAN COLLEGE OF PHYSICIANS; AMERICAN PHYSIOLOGICAL SOCIETY. Pain: moving from symptom control toward mechanism-specific pharmacologic management. **Annals of internal medicine**, v. 140, nº 6, p. 441–51, Mar 2004.

WOOLLACOTT, M.; SHUMWAY-COOK, A. Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. **Gait & posture**, v. 16, nº 1, p. 1–14, Aug 2002.

YOGEV-SELIGMANN, G.; HAUSDORFF, J. M.; GILADI, N. The role of executive function and attention in gait. **Movement disorders: official journal of the Movement Disorder Society**, v. 23, n° 3, p. 329–42; quiz 472, Feb 2008.

ZHUO, M. A synaptic model for pain: long-term potentiation in the anterior cingulate cortex. **Molecules and cells**, v. 23, n° 3, p. 259–71, Jun 2007.

ZIMMERMANN, M. Pain mechanisms and mediators in osteoarthritis. **Seminars in arthritis and rheumatism**, v. 18, n° 4 Suppl 2, p. 22–9, May1989.



**ANEXO****WOMAC****INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES**

Nas seções A, B e C as questões serão feitas no seguinte formato, e você deverá responder marcando um "X" nos parênteses abaixo.

**NOTA:****1. Se você colocar o "X" no quadrado da esquerda, ex.:**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**Você está indicando que não sente qualquer dor.**

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

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**Você está indicando que sua dor é muito forte.**

**3. Favor observe:**

- a. Que quanto mais para a direita você colocar o "X", mais dor você está sentindo.
- b. Que quanto mais para a esquerda você colocar o "X", menos dor você está sentindo
- c. Favor não colocar o "X" fora dos parênteses.

Você será solicitado a indicar neste tipo de escala a quantidade de dor, rigidez ou incapacidade física que você está sentindo. Favor lembrar que quanto mais para a direita você marcar o "X", maior dor, rigidez ou incapacidade física você está sentindo.

## SEÇÃO A

### INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

A questão abaixo se refere à intensidade da dor que você geralmente sente devido à artrose em seu joelho. Para cada situação, por favor, marque a intensidade da dor sentida nas últimas 72 horas (favor marcar suas respostas com um “X”).

**Questão:**

Quanta dor você tem?

**1- Caminhando numa superfície plana.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**2- Subindo ou descendo escadas.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**3- À noite, deitado na cama.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**4- Sentando ou deitando.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**5- Ficando em pé.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

## SEÇÃO B

### INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As seguintes questões referem-se à intensidade de rigidez articular (não a dor) que você vem sentindo em seu joelho nas últimas 72 horas. Rigidez é uma sensação de restrição ou lentidão na maneira como você move suas articulações (favor marcar suas respostas com um "X")

**1- Qual a intensidade de sua rigidez logo após acordar de manhã?**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**2- Qual a intensidade da rigidez após sentar-se, deitar-se ou descansar durante o dia?**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

## SEÇÃO C

### INSTRUÇÕES PARA OS PACIENTES

As seguintes questões referem-se à sua atividade física. Isto quer dizer, sua habilidade para locomover-se e para cuidar-se. Para cada uma das seguintes atividades, por favor, marque o grau da dificuldade que você vem sentindo nas últimas 72 horas devido à artrose em seu joelho (favor marcar suas respostas com um “X”).

**Questão: Qual é o grau da dificuldade que você tem:**

**1-Descendo escadas.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**2-Subindo escadas.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**3-Levantando-se de uma cadeira.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**4-Ficando em pé.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**5-Curvando-se para tocar o chão.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**6-Caminhando no plano.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**7-Entrando ou saindo do carro.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**8-Fazendo compras.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**9-Colocando as meias / meias-calça.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**10-Levantando da cama.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**11-Tirando as meias / meias-calça.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**12-Deitando na cama.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**13-Entrando ou saindo do banho.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**14-Sentando-se.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**15-Sentando-se ou levantando-se do vaso sanitário.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**16-Fazendo tarefas domésticas pesadas.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

**17-Fazendo tarefas domésticas leves.**

Nenhuma ( )    Leve ( )    Moderada ( )    Forte ( )    Muito forte ( )

## ANEXO

### Mini-exame do Estado Mental (MMSE)

#### Questões

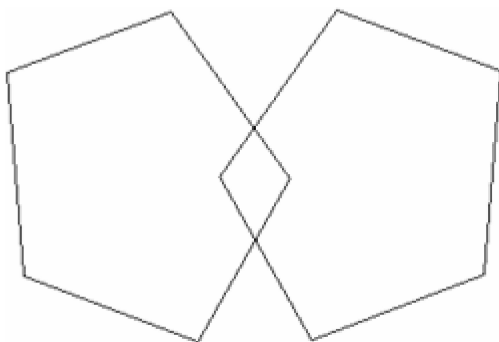
1. Qual é: Ano? Estação (Metade do ano)? Data? Dia? Mês?
2. Onde estamos: Estado? País? Cidade? Bairro ou hospital? Andar?
3. Nomeie três objetos (carro, vaso, janela) levando 1 segundo para cada. Depois, peça ao paciente que os repita para você. Repita as respostas até o indivíduo aprender as 3 palavras (5 tentativas).
4. 7s seriados: Subtraia 7 de 100. Subtraia 7 desse número, etc.  
Interrompa após 5 respostas.  
Alternativa: Soletre "MUNDO" de trás para frente.
5. Peça ao paciente que nomeie os 3 objetos aprendidos em 3.
6. Mostre uma caneta e um relógio. Peça ao paciente que os nomeie conforme você os mostre.
7. Peça ao paciente que repita "nem aqui, nem ali, nem lá".

8. Peça ao paciente que obedeça a sua instrução: "Pegue o papel com sua mão direita. Dobre-o ao meio com as duas mãos. Coloque o papel no chão".

9. Peça ao paciente para ler e obedecer o seguinte: "Feche os olhos".

10. Peça ao paciente que escreva uma frase de sua escolha.

11. Peça ao paciente que copie o seguinte desenho:



Escore total: (máximo de 30) \_\_\_\_\_

## **ANEXO**

### **Inventario de Depressão de Beck (BDI)**

Este questionário consiste em 21 grupos de afirmações. Depois de ler cuidadosamente cada grupo, faça um círculo em torno do número (0, 1, 2 ou 3) próximo à afirmação, em cada grupo, que descreve melhor a maneira como você tem se sentido nesta semana,

incluindo hoje. Se várias afirmações num grupo parecerem se aplicar igualmente bem, faça um círculo em cada uma. Tome o cuidado de ler todas as afirmações, em cada grupo, antes de fazer a sua escolha.

**1.**

- 0 Não me sinto triste.
- 1 Eu me sinto triste.
- 2 Estou sempre triste e não consigo sair disso.
- 3 Estou tão triste ou infeliz que não consigo suportar.

**2.**

- 0 Não estou especialmente desanimado quanto ao futuro.
- 1 Eu me sinto desanimado quanto ao futuro.
- 2 Acho que nada tenho a esperar.
- 3 Acho o futuro sem esperança e tenho a impressão de que as coisas não podem melhorar.

**3.**

- 0 Não me sinto um fracasso.
- 1 Acho que fracassei mais do que uma pessoa comum.
- 2 Quando olho para trás, na minha vida, tudo o que posso ver é um monte de fracassos.
- 3 Acho que, como pessoa, sou um completo fracasso.



**4.**

- 0 Tenho tanto prazer em tudo como antes.
- 1 Não sinto mais prazer nas coisas como antes.
- 2 Não encontro um prazer real em mais nada.
- 3 Estou insatisfeito ou aborrecido com tudo.

**5.**

- 0 Não me sinto especialmente culpado.
- 1 Eu me sinto culpado às vezes.
- 2 Eu me sinto culpado na maior parte do tempo.
- 3 Eu me sinto sempre culpado.

**6.**

- 0 Não acho que esteja sendo punido.
- 1 Acho que posso ser punido.
- 2 Creio que vou ser punido.
- 3 Acho que estou sendo punido.

**7.**

- 0 Não me sinto decepcionado comigo mesmo.
- 1 Estou decepcionado comigo mesmo.

2      Estou enojado de mim.

3      Eu me odeio.

**8.**

0      Não me sinto de qualquer modo pior que os outros.

1      Sou crítico em relação a mim devido a minhas fraquezas ou meus erros.

2      Eu me culpo sempre por minhas falhas.

3      Eu me culpo por tudo de mal que acontece.

**9.**

0      Não tenho quaisquer idéias de me matar.

1      Tenho idéias de me matar, mas não as executaria.

2      Gostaria de me matar.

3      Eu me mataria se tivesse oportunidade.

**10.**

0      Não choro mais que o habitual.

1      Choro mais agora do que costumava.

2      Agora, choro o tempo todo.

3      Costumava ser capaz de chorar, mas agora não consigo mesmo que o queira.

**11.**

- 0 Não sou mais irritado agora do que já fui.
- 1 Fico molestado ou irritado mais facilmente do que costumava.
- 2 Atualmente me sinto irritado o tempo todo.
- 3 Absolutamente não me irrito com as coisas que costumavam irritar-me.

**12.**

- 0 Não perdi o interesse nas outras pessoas.
- 1 Interesse-me menos do que costumava pelas outras pessoas.
- 2 Perdi a maior parte do meu interesse nas outras pessoas.
- 3 Perdi todo o meu interesse nas outras pessoas.

**13.**

- 0 Tomo decisões mais ou menos tão bem como em outra época.
- 1 Adio minhas decisões mais do que costumava.
- 2 Tenho maior dificuldade em tomar decisões do que antes.
- 3 Não consigo mais tomar decisões.

**14.**

- 0 Não sinto que minha aparência seja pior do que costumava ser.
- 1 Preocupo-me por estar parecendo velho ou sem atrativos.

2 Sinto que há mudanças permanentes em minha aparência que me fazem parecer sem atrativos.

3 Considero-me feio.

**15.**

0 Posso trabalhar mais ou menos tão bem quanto antes.

1 Preciso de um esforço extra para começar qualquer coisa.

2 Tenho de me esforçar muito até fazer qualquer coisa.

3 Não consigo fazer nenhum trabalho.

**16.**

0 Durmo tão bem quanto de hábito.

1 Não durmo tão bem quanto costumava.

2 Acordo uma ou duas horas mais cedo do que de hábito e tenho dificuldade para voltar a dormir.

3 Acordo várias horas mais cedo do que costumava e tenho dificuldade para voltar a dormir.

**17.**

0 Não fico mais cansado que de hábito.

1 Fico cansado com mais facilidade do que costumava.

2 Sinto-me cansado ao fazer quase qualquer coisa.

3 Estou cansado demais para fazer qualquer coisa.

**18.**

- 0 Meu apetite não está pior do que de hábito.
- 1 Meu apetite não é tão bom quanto costumava ser.
- 2 Meu apetite está muito pior agora.
- 3 Não tenho mais nenhum apetite.

**19.**

- 0 Não perdi muito peso, se é que perdi algum ultimamente.
- 1 Perdi mais de 2,5 Kg.
- 2 Perdi mais de 5,0 Kg.
- 3 Perdi mais de 7,5 Kg.

Estou deliberadamente tentando perder peso, comendo menos: SIM ( ) NÃO ( )

**20.**

- 0 Não me preocupo mais que o de hábito com minha saúde.
- 1 Preocupo-me com problemas físicos como dores e aflições ou perturbações no estômago ou prisão de ventre.
- 2 Estou muito preocupado com problemas físicos e é difícil pensar em outra coisa que não isso.
- 3 Estou tão preocupado com meus problemas físicos que não consigo pensar em outra coisa.

**21.**

- 0 Não tenho observado qualquer mudança recente em meu interesse sexual.
- 1 Estou menos interessado por sexo que costumava.
- 2 Estou bem menos interessado em sexo atualmente.
- 3 Perdi completamente o interesse por sexo