

**Priscilla Teixeira Rodrigues**

**Análise biomecânica da utilização de palmilha em  
cunha medial associada à estabilizador de tornozelo**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da  
Universidade de São Paulo para obtenção do título  
de Doutor em Ciências

Programa de: Ciências Médicas

Área de concentração: Educação e Saúde

Orientadora: Profa. Dra. Rosa Maria Rodrigues Pereira

**São Paulo**

**2011**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Preparada pela Biblioteca da  
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Rodrigues, Priscilla Teixeira

Análise biomecânica da utilização de palmilha em cunha medial associada à estabilizador de tornozelo / Priscilla Teixeira Rodrigues. -- São Paulo, 2011.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.  
Programa de Ciências Médicas. Área de concentração: Educação e Saúde.  
Orientadora: Rosa Maria Rodrigues Pereira.

Descritores: 1.Osteoartrite 2.Joelho 3.Biomecânica 4.Marcha 5.Órtese

USP/FM/DBD-132/11

*Aos meus pais  
Carlos e Cidinalva pelo  
mais caloroso laço de afeto*

*Ao meu esposo Reinaldo  
pela compreensão e carinho*

*Ao meu filho Bruno pela  
alegria e motivação*

## **AGRADECIMENTOS**

À Profª Rosa Maria Rodrigues Pereira, minha orientadora, pela oportunidade, dedicação e ensinamento no decorrer de todo este trabalho, que muito representa para mim.

Ao Prof. Ricardo Fuller, por tudo que me tem ensinado ao longo desses anos, meu orientador em minha dissertação de mestrado, e desde então, um mestre sempre presente.

À Profª Eloisa Silva D. de Oliveira Bonfá, pela ajuda na conclusão do trabalho.

À Profª Julia Maria D'Andrea Greve, pela oportunidade da realização deste trabalho no LEM, e colaboração irrestrita.

À todas as pacientes que participaram desse trabalho, e nele depositaram sua confiança. Obrigada pela disposição!

Aos colegas do LEM, Lucia Gerreiro M. da Cunha Sales, Marcelo Pedro e Antonio Marcos B. Lopes.

Às colegas da secretaria da Reumatologia, Maria de Fátima Correia da Silva, Claudia Reis de Oliveira, Marta Janeti Pereira Caggiano e Iná Silva Santos.

Às colegas da Ciências Médicas, Rose Clere Ferreira e Angélica Belem de Souza.

Ao Rogério Ruscitto, por todo o cuidado com que foi realizada a análise estatística deste trabalho.

*“Bom mesmo é ir à luta com determinação,  
abraçar a vida e viver com intensidade,  
perder com classe e vencer com ousadia,  
pois o futuro pertence a quem se atreve.....  
..... e a vida é muito para ser insignificante”*

*Charles Chaplin*

## NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*. Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2011.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

# SUMÁRIO

Lista de abreviaturas, símbolos e siglas

Lista de figuras

Lista de tabelas

Resumo

Summary

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA .....	5
2.1	Aspectos gerais da osteoartrite .....	6
2.2	Osteoartrite de joelho .....	8
2.3	Tratamento da osteoartrite de joelho através da correção do desalinhamento axial .....	8
2.4	Órteses.....	10
2.5	Avaliação dinâmica das palmilhas .....	13
3	MÉTODOS .....	18
3.1	Critérios de inclusão.....	19
3.2	Critérios de exclusão.....	20
3.3	Método .....	21
3.4	Órteses e calçados .....	22
3.5	Calibração .....	24
3.6	Preparação para o teste.....	25
3.7	Avaliação estática .....	25
3.8	Avaliação dinâmica .....	26
3.10	Análise estatística .....	28
4	RESULTADOS .....	31
4.1	Pico de pressão estático .....	34
4.2	Pico de pressão dinâmico .....	35
4.3	Força vertical máxima estática.....	37
4.4	Força vertical máxima dinâmico.....	38
4.5	Deslocamento do centro de força .....	40

5	DISCUSSÃO .....	43
5.1	Aspectos metodológicos .....	44
5.2	Aspectos biomecânicos .....	49
6	CONCLUSÕES .....	53
7	ANEXOS .....	55
8	REFERÊNCIAS .....	96



## LISTA DE ABREVIATURAS

â.	ângulo
col.	colaboradores
D.	direito
diag.	Diagnóstico
E.	esquerdo
femorot.	femorotibial
FVM	força vertical máxima
mov.	movimento
PP	pico de pressão

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\text{Kg/m}^2$	kilograma por metro quadrado
$\text{km/h}$	kilometro por hora
$\text{kPa}$	kilopascal
$\text{m}$	metro
$\text{mm}$	milímetros
$\text{N}$	Newton
$n^{\circ}$	número
$\text{®}$	marca registrada
$>$	maior
$\geq$	maior ou igual
$<$	menor
$=$	igual a

## LISTA DE SIGLAS

AACD	Associação de Assistência à Criança Deficiente
ACR	American College of Rheumatology
EVA	Escala Visual Analógica
EVA	Etil Vinil Acetato
IMC	Índice de Massa Corpórea
FSCAN	In-shoe plantar pressure analysis
OA	Osteoartrite
WOMAC	Western Ontario and McMaster Universities

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ângulo femorotibial .....	22
<b>Figura 2.</b> Órtese composta por palmilha, estabilizador e calçado .....	23
<b>Figura 3.</b> Composição do exame .....	24
<b>Figura 4.</b> Teste estático e dinâmico .....	27
<b>Figura 5.</b> Representação gráfica do pico de pressão dinâmica .....	36
<b>Figura 6.</b> Representação gráfica da força vertical máxima dinâmica .....	39
<b>Figura 7.</b> Representação gráfica do deslocamento do centro de força .....	42

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Características antropométricas, clínicas e radiográficas das 21 pacientes com osteoartrite .....	33
<b>Tabela 2.</b> Correlações entre as variáveis clínicas e antropométricas .....	34
<b>Tabela 3.</b> Descrição das medidas de pico de pressão estático e dinâmico.....	35
<b>Tabela 4.</b> Resultado das análises de variâncias com medidas repetidas para verificar as diferenças nas medidas de pico de pressão e força entre os lados e tratamentos .....	37
<b>Tabela 5.</b> Descrição das medidas de força vertical máxima estática e dinâmica.....	38
<b>Tabela 6.</b> Correlação entre a melhora biomecânica e o ângulo femorotibial e o grau radiográfico da osteoartrite na comparação do uso da palmilha mais estabilizador de tornozelo com a condição sem palmilha .....	40
<b>Tabela 7.</b> Descrição do deslocamento do centro de força com os tratamentos .....	41

## RESUMO

Rodrigues PT. *Análise biomecânica da utilização de palmilha em cunha medial associada à estabilizador de tornozelo* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2011. 108p.

**INTRODUÇÃO:** Estudo prévio do nosso grupo demonstrou que uso de palmilha em cunha medial associada ao estabilizador de tornozelo produz uma melhora clínica na osteoartrite do joelho valgo. No entanto, não existem dados na literatura sobre os efeitos biomecânicos destas órteses. **OBJETIVO:** Avaliação biomecânica dos pés, de maneira estática e dinâmica na osteoartrite do joelho valgo com a utilização de palmilha em cunha medial associada ao estabilizador de tornozelo. **MÉTODO:** Um total de 42 pés de 21 mulheres com osteoartrite de joelho bilateral (critérios ACR) e deformidade em valgo  $\geq 8$  graus, foram avaliadas quanto a dados clínicos e biometria. As pacientes foram avaliadas em esteira ergométrica elétrica com: 1. calçado padrão sem a palmilha (controle), 2. palmilha em cunha medial (com 8 mm de elevação medial no retropé) e 3. com essas palmilhas e estabilizador de tornozelo em neoprene. O sistema FSCAN® versão 3.816, com palmilhas flexíveis e 960 sensores de carga na superfície foi utilizado para obter a força plantar vertical. **RESULTADOS:** Houve redução no pico de pressão plantar estático (PP) com a utilização da palmilha em cunha ( $P = 0,001$ ) e com a palmilha e estabilizador ( $P < 0,001$ ) vs. controle em ambos os lados. Além disso, o uso da palmilha associada ao estabilizador de tornozelo resultou em uma redução mais efetiva neste parâmetro em comparação ao uso somente da palmilha ( $P = 0,027$ ). A avaliação dinâmica deste parâmetro revelou resultado similar no lado direito, com uma redução mais significativa com o uso da palmilha ( $P < 0,001$ ) e com palmilha e estabilizador de tornozelo ( $P < 0,001$ ) em relação ao controle. Não foi observada diferença no lado esquerdo (osteoartrite mais grave). A força vertical máxima estática (FVM) também demonstrou diminuição em ambos os lados com o uso da palmilha ( $P = 0,001$ ) e palmilha associada ao estabilizador de tornozelo ( $P < 0,001$ ) em relação ao controle. Além disso, o uso da palmilha associada ao estabilizador de tornozelo resultou em uma redução mais efetiva da força vertical máxima estática em comparação ao uso somente da palmilha ( $P = 0,041$ ). Da mesma forma, na condição dinâmica, esse parâmetro foi significativamente reduzido com o uso da palmilha associada ao estabilizador de tornozelo em comparação à condição controle ( $P < 0,001$ ). Também houve redução na FVM entre o uso de palmilha com e sem estabilizador ( $P = 0,003$ ). A avaliação qualitativa revelou que a órtese altera significativamente a trajetória do vetor de força ( $P < 0,001$ ). **CONCLUSÃO:** O uso da palmilha em cunha medial associada ao estabilizador de tornozelo promoveu uma redução no pico de pressão plantar e na força vertical máxima em condições estática e dinâmica, subjacente à melhora clínica na osteoartrite do joelho valgo.

Descritores: 1.Osteoartrite 2.Joelho 3.Biomecânica 4.Marcha 5.Órtese

## SUMMARY

Rodrigues PT. *Biomechanical Evaluation of Medial-Wedge Insoles and Ankle Support in Patients with Valgus Knee Osteoarthritis* [tese]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2011. 108P.

**INTRODUCTION:** We have previously demonstrated a significant clinical improvement in valgus knee osteoarthritis with the use of medial-wedge insole associated with ankle support. There is, however, no data regarding the foot plantar forces underlying this beneficial effect. **Objective:** Static and dynamic feet plantar biomechanical evaluation of medial-wedge insole associated with ankle support in valgus knee osteoarthritis. **METHOD:** A total of 42 feet of 21 women with bilateral knee osteoarthritis (ACR criteria), with valgus deformity were evaluated regarding clinical and biometric data. Patients were assessed with: 1. standard shoes without the insoles (control); 2. medial-wedge insole; 3. insoles/neoprene ankle support. The system FSCAN® 3816 version, with flexible soles and 960 load sensors on the surface was used to obtain the foot plantar vertical forces. **RESULTS:** A decreased peak plantar pressure was observed with insoles ( $P = 0,001$ ) and insoles/ankle support ( $P < 0,001$ ) vs. control while standing motionless in both sides. In addition, insoles/ankle support resulted in a more effective reduction in this parameter than solely insoles ( $P = 0,027$ ). The dynamic evaluation of this parameter revealed a similar finding on the right side with a more significant reduction with use of insoles ( $P < 0,001$ ) and with insoles/ankle support ( $P < 0,001$ ) compared to controls. No difference was observed on the left side (more severe OA). The static maximum vertical force was also decreased in both sides with insoles ( $P = 0,001$ ) and insoles/ankle support ( $P < 0,001$ ) compared to control. In addition, the later condition provided a more significant reduction in the static maximum vertical force than solely insoles ( $P = 0,041$ ). Likewise, in the dynamic condition this parameter was significantly reduced with insoles/ankle support compared with control condition ( $P < 0,001$ ) and solely insoles ( $P = 0,003$ ). The qualitative evaluation revealed that orthoses significantly changed the center of force shift ( $P < 0,001$ ). **CONCLUSION:** We have identified that a reduction in the feet plantar peak and maximum vertical force in valgus knee osteoarthritis in static and dynamic conditions underlies the clinical improvement of medial-wedge insole associated with ankle support.

Descriptors: 1.Osteoarthritis 2.Knee 3Biomechanics 4.Gait 5.Orthoses

# **1 INTRODUÇÃO**

---

---



---

A osteoartrite (OA) é uma doença articular de alta prevalência e morbidade (Felson et al., 1987). É responsável pela incapacidade laborativa de aproximadamente 15% da população adulta mundial. No Brasil, a OA é responsável por 7,5% de todos os afastamentos do trabalho, e é a quarta doença a determinar aposentadoria (6,2%) (Seda et al., 2001).

Sabe-se que a articulação do joelho é a segunda mais afetada de todo o corpo humano, e a primeira em se tratando dos membros inferiores (Doherty, 2001). Sua progressão associa-se frequentemente ao mau alinhamento mecânico em varo ou valgo, acarretando cargas anormais nos compartimentos medial ou lateral, respectivamente (Lawrence et al., 1966; Brouwer et al., 2007). Nesse caso, uma das estratégias de tratamento é a correção do eixo mecânico da articulação.

Nos casos moderados a graves o realinhamento pode ser feito por meio das osteotomias. No entanto, a abordagem cirúrgica tem alto custo e necessidade de afastamento prolongado do paciente de suas atividades e inúmeras complicações (Grelsmer, 1995; Andrade, et al., 2009) e insucesso (Dowd et al., 2006; Benzakour et al., 2010).

Por outro lado, o uso de palmilhas com inclinação, representa uma alternativa ao tratamento cirúrgico uma vez que essa órtese pode transferir a carga do compartimento afetado para o contralateral (Sasaki e Yasuda, 1985).

---

O uso simultâneo de um estabilizador de tornozelo, melhora a eficácia da palmilha, evitando inclinação compensatória dos tornozelos (Tohyama et al., 1991; Rodrigues et al., 2008).

Um número relativamente grande de estudos avalia a correção angular do varo através de análise radiográfica dos ângulos (Sasaki e Yasuda, 1985; Yasuda e Sasaki, 1987; Ogata et al., 1997; Toda et al., 2005; Toda e Tsukimura, 2006; Toda e Tsukimura, 2008).

Já a avaliação dinâmica da marcha através da utilização de plataforma de força e análise tridimensional embora se constitua num método melhor para a análise da ação da palmilha, apenas foi utilizada num pequeno número de estudos relativos a joelhos varos. Nesse sentido, verificou-se que essas orteses são capazes de promover uma melhor distribuição da carga na superfície plantar (Kerrigan et al., 2002; Kakihana et al., 2005; Shimada et al., 2006; Hinman et al., 2009).

Conforme verificado em nosso estudo prévio, a utilização de palmilhas com elevação medial mostrou-se eficaz na melhora da dor e índices algo funcionais da osteoartrite do compartimento femorotibial lateral em pacientes com joelho valgo. O uso de estabilizador de tornozelo complementou esse procedimento ao determinar que o desvio angular do joelho fosse corrigido de modo mais eficaz (Rodrigues et al., 2008).

Esse estudo, representou um importante avanço, pois é o único na literatura médica a abordar essa modalidade clínica de tratamento na osteoartrite do joelho valgo. Entretanto, nesse estudo preliminar, os

---

presentes autores procuraram apenas comprovar o benefício clínico da palmilha em cunha medial, limitando-se a uma avaliação estática do membro através da avaliação dos ângulos do joelho e tornozelo.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito biomecânico do uso da palmilha em cunha medial, associada ao estabilizador de tornozelo em pacientes com osteoartrite no compartimento lateral do joelho e com desvio axial em valgo através da utilização de palmilhas flexíveis dotadas de sensores de carga em toda a superfície (podobarometria), em esteira ergométrica elétrica.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

---

---

## 2.1 Aspectos gerais da osteoartrite

A osteoartrite (OA) é uma artropatia que se caracteriza por erosão progressiva da cartilagem articular (Hochberg et al., 2000). Apesar de diversas etiologias, o processo tem características biológicas, patológicas, clínicas e radiográficas semelhantes (Brandt et al., 2003). É responsável por 7,5% de todos os afastamentos do trabalho, e a quarta doença a determinar aposentadoria (6,2%) (Seda et al., 2001).

A principal queixa é a dor articular de duração e intensidade variáveis de acordo ao estado evolutivo da doença do tipo mecânica, ou seja, relacionada à movimentação, melhorando com o repouso (Prado et al., 2001). A evolução do processo osteoartítico leva à perda gradual da estabilidade articular e, conseqüentemente, à piora da dor e a limitação funcional de defesa.

No raio x convencional, observa-se basicamente a redução do espaço articular, aumento da densidade no osso subcondral (esclerose óssea) e osteófitos. Baseado na presença e graduação dos achados acima, Kellgren e Lawrence (1957), estabeleceram 4 estágios para graduação radiográfica da osteoartrite:

- Grau I: Incerto – osteófito pequeno.
- Grau II: Mínimo – osteófito definido, espaço articular diminuído.
- Grau III: Moderado – moderada diminuição do espaço articular.
- Grau IV: Grave – espaço articular extremamente diminuído com esclerose do osso subcondral.

Do ponto de vista clínico, a osteoartrite pode ser avaliada por índices algo-funcionais como o Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) (Fernandes, 2003) e o Índice Lequesne (Marx et al., 2006).

O tratamento deve abordar 4 modalidades básicas: educação, tratamento físico, medicamentoso e cirúrgico. A educação consiste em orientar o paciente quanto à natureza e evolução da doença, reconhecer e afastar os fatores de risco e ensinar a conservação de energia (Adams e Hamblen, 1994). O tratamento físico refere-se principalmente aos exercícios e a termoterapia. Nessa categoria, incluem-se também as órteses, dispositivos para corrigir e/ou impedir o avanço da deformidade, melhorar a dor, auxiliar a marcha, amortecer os impactos, diminuir a ação do trauma e deformidades. Em um sentido mais amplo, diz-se que as órteses são usadas para assistir, resistir, alinhar e simular funções de partes do corpo (Washburn, 1976). O tratamento medicamentoso compreende analgésicos e antiinflamatórios não hormonais e os fármacos de ação lenta (Eccles et al., 1998; Moore et al., 1998; Reginster et al., 2001). Já o tratamento cirúrgico é indicado nos casos graves que apresentam dor persistente e refratária ao tratamento clínico, e/ou evoluem com limitação funcional ou deformidade progressiva (Schramm et al., 1999; Abidi et al., 2000).

## **2.2 Osteoartrite de joelho**

O joelho é uma articulação sinovial complexa, com três grandes compartimentos: tíbiofemoral lateral, tíbiofemoral medial, e a articulação patelofemoral (Dieppe e Klippel, 1997). Estes compartimentos podem ser acometidos pela OA separadamente, ou em qualquer combinação (Ahlback, 1969). Os compartimentos tíbiofemoral medial e o patelofemoral são os mais frequentemente afetados (McAlindon et al., 1993).

Sabe-se que a articulação do joelho é a segunda mais afetada de todo o corpo humano, e a primeira em se tratando de membros inferiores (Doherty, 2001).

Entre os fatores de risco para o desenvolvimento de osteoartrite de joelho estão: obesidade, lesão meniscal, meniscectomia, manter-se ajoelhado ou agachar-se com frequência e alterações do alinhamento (Petit, 2001; Muhlen, 2002).

## **2.3 Tratamento da osteoartrite de joelho através da correção do desalinhamento axial**

O desalinhamento do eixo mecânico em varo ou valgo acarreta cargas anormais no joelho. No joelho varo, a maior carga ocorre no compartimento medial. Enquanto no valgo, a sobrecarga ocorrerá no

compartimento lateral. No tratamento da osteoartrite do joelho com desvios laterais, além do tratamento medicamentoso e fisioterápico, podem ser utilizadas órteses e tratamento cirúrgico (osteotomias e artroplastias). As órteses e osteotomias visam corrigir e redistribuir as pressões dos compartimentos sobrecarregados para os compartimentos que recebem menos carga (Avakian et al., 2008).

A osteotomia visa restabelecer o eixo anatômico tibiofemoral normal de 5 a 7 graus de valgo e assim, transferir a carga do compartimento afetado para o preservado retardando a evolução do processo artrósico (Haddad e Bentley, 2000; Benzakour et al., 2010). O pós-operatório das osteotomias exige repouso (restrição à marcha), por pelo menos um mês, e a partir daí, utilização de carga parcial. Somente após constatada a consolidação (que ocorre em média em 8 semanas), é possível o apoio total do membro operado (Cerqueira et al., 1993; Camargo et al., 1995; Andrade, et al., 2009). As complicações encontradas no pós-operatório das osteotomias ocorrem em torno de 15% dos casos, dentre elas podemos citar: tromboflebitides, lesões do nervo ciático poplíteo externo, hipoestesia do nervo fibular superficial, trombose venosa, tromboembolia e paralisia do nervo fibular comum (Zaidi et al. 1995; Saggin et al., 1996; van Heerwaarden et al., 2007). A causa principal de insucesso na osteotomia é a hipocorreção (Dowd et al., 2006; Benzakour et al., 2010).

A artroplastia total do joelho na osteoartrite é indicada via de regra na OA terminal. É importante citar o aspecto socioeconômico, no tocante ao



oneroso custo desse tipo de intervenção. Entre as complicações no pós-operatório, observa-se necrose de pele, trombose venosa, deiscência da sutura, infecção profunda, soltura asséptica dos componentes protéticos, fratura transtrocanteriana, fratura supracondiliana do fêmur (Tamminen et al., 2007; Julin et al., 2010).

## 2.4 Órteses

São dispositivos para corrigir e/ou impedir o avanço da deformidade, amortecer os impactos, diminuir a ação do trauma e das deformidades. Dentre os vários tipos de órteses destinadas ao tratamento da osteoartrite de joelho, estão por exemplo as joelheiras, fabricadas em elástico ou neoprene, podendo ser articulada, com barbatanas laterais, não articulada (fixa), com cintas ajustáveis e cintas cruzadas. Essas órteses objetivam o repouso e a redução da instabilidade da articulação. Existem órteses que visam a correção dos ângulos do eixo anatômico, tais como as palmilhas com inclinação lateral ou palmilhas em cunha (Hinkley et al., 1999; Brouwer et al., 2005; Michael et al., 2010).

Em 1985, Sasaki e Yasuda usaram palmilha em cunha lateral em pacientes com osteoartrite e joelho em varo. Houve melhora dos sintomas nos pacientes com estágio I, II e III da classificação de Kellgren e Lawrence. Nesse estudo, o uso da palmilha associado ao uso de imobilizador de tornozelo, fez com que o eixo mecânico do membro inferior se aproximasse

da normalidade. Nesta nova condição, houve uma diminuição da carga na superfície medial dos joelhos e na tensão do ligamento colateral, trato iliotibial, e na cápsula lateral, resultando no alívio da dor. Esses autores reportam ainda que a correção do ângulo femorotibial não foi muito eficaz sem o estabilizador de tornozelo (Sasaki e Yasuda, 1985; Yasuda e Sasaki, 1987).

Ogata e col. (1997), avaliaram o efeito das palmilhas nas pressões lateral e medial em joelhos normais e com OA unicompartmental. Foram utilizados dois tipos de palmilhas: com elevação lateral para os pacientes com OA no compartimento medial do joelho, e com elevação medial para pacientes com OA no compartimento lateral. Nesse estudo a pressão lateral e medial dos joelhos foi aferida. Nos joelhos com OA no compartimento medial, verificou-se diminuição da pressão medial com o uso da palmilha com elevação lateral, reduzindo a dor ao andar. Nos pacientes com OA no compartimento lateral demonstrou-se diminuição da pressão lateral com o uso da palmilha de elevação medial, reduzindo a dor em todos os joelhos estudados (Ogata et al., 1997).

Recentemente, Toda e Tsukimura (2006), também testaram a eficiência de uma cunha lateral associada ao estabilizador de tornozelo, comparado ao uso isolado de uma cunha inserida no calçado na osteoartrite do compartimento medial, através de radiografias. Neste estudo, os autores estabeleceram o uso da órtese num seguimento de dois anos, com utilização entre cinco e dez horas diárias. O grupo experimental (cunha com estabilizador de tornozelo), demonstrou significativa diminuição no ângulo

femorotibial e melhora do índice Lequesne, mesmo por um período prolongado de tempo, restringindo a progressão da degradação da cartilagem articular. O grupo que fez uso apenas da cunha, sem estabilizador, não apresentou melhora significativa (Toda e Tsukimura, 2006).

Num estudo anterior, os presentes autores Rodrigues e col. (2008), avaliaram a eficácia das palmilhas em cunha medial na osteoartrite do compartimento femorotibial lateral dos joelhos com desvio em valgo. O uso das palmilhas foi associado a um estabilizador de tornozelo. Neste estudo, os autores avaliaram a utilização desta órtese por oito semanas com uso diário entre 3 e 6 horas, em mulheres com idade entre 45 e 86 anos. Para avaliação clínica, foram verificados: dor noturna, dor ao repouso e dor ao movimento através de Escala Visual Analógica (EVA), Índice de Lequesne e questionário WOMAC, no início e após oito semanas de uso da órtese, através de avaliador cego. Foram realizadas radiografias dos joelhos em incidência ântero-posterior, com carga monopodálica com e sem as órteses para aferição dos ângulos femorotibial, talocalcâneo e inclinação do tálus bem como para a classificação do grau de OA. O grupo tratado fez uso de palmilha em cunha medial para o retropé, com altura de 8mm, inserida no calçado. Já o grupo controle utilizou palmilha com aspecto visual semelhante ao grupo tratado. Ambos os grupos fizeram uso do estabilizador de tornozelos com cinta elástica cruzada em “oito”, e calçado padronizado. Neste experimento, foi possível demonstrar significativa melhora da dor e dos parâmetros funcionais aferidos pelo Índice de Lequesne e questionário WOMAC no grupo que utilizou a palmilha em cunha medial. Houve também significativo aumento

do ângulo femorotibial no grupo com palmilha. Os autores concluíram que o tratamento conservador da OA do compartimento lateral dos joelhos através de palmilhas, representa uma opção de fácil utilização, barata e eficaz na melhora sintomática da OA (Rodrigues et al., 2008).

## **2.5 Avaliação dinâmica das palmilhas**

A podobarometria possibilita a obtenção de dados objetivos acerca da funcionalidade do pé. Esta avaliação é realizada através de sensores pressóricos de alta sensibilidade inseridos em palmilhas flexíveis e extremamente finas. O grande número de sensores distribuídos por toda a palmilha, faz com que a avaliação ocorra uniformemente por toda a superfície plantar. As medidas assim obtidas são analisadas por um programa que permite obter dados quantitativos, como as pressões verificadas nas superfícies plantares, e qualitativos, como as linhas que mostram, passo a passo, a trajetória do centro de gravidade pelas superfícies plantares, durante a marcha (Kato et al., 1983; Alexander, 1990).

As medidas podem ser coletadas com a marcha realizada em esteira, possibilitando analisar vários passos e com velocidade controlada (Van Gheluwe e Dananberg, 2004; Segal et al., 2004).

Através de um número relativamente grande de estudos, estabeleceu-se na literatura, a avaliação da eficácia do uso destas órteses na osteoartrite

do joelho com deformidade em varo de maneira estática, por meio da avaliação radiográfica dos ângulos (Sasaki e Yasuda, 1985; Yasuda e Sasaki, 1987; Ogata et al., 1997; Toda et al., 2001; Toda et al., 2004; Toda et al., 2005; Toda e Tsukimura, 2006; Toda e Tsukimura, 2008). Para o joelho valgo, esse tipo de aferição também foi utilizado (Rodrigues et al., 2008). A avaliação dinâmica através da utilização de plataforma de força e análise tridimensional foi realizada num pequeno número de trabalhos, todos relativos a joelhos varos.

Em 2002, Kerrigan e col. selecionaram 15 pacientes com osteoartrite e joelho em varo, sendo 8 homens e 7 mulheres, que fizeram uso de: (1) calçado sem palmilha, (2) palmilha com espessura de 3,17mm (controle), (3) palmilha com elevação lateral de 5°, (4) palmilha com elevação lateral de 10° e (5) palmilha com espessura homogênea de 6,35mm (controle). Todos os grupos foram avaliados cinematicamente e cineticamente através de análise tridimensional (Sistema Vicon 512) e plataforma de força, respectivamente. Nas palmilhas com elevação de 5 e 10 graus, houve diminuição significativa do torque em varo, diminuindo assim a carga no compartimento medial do joelho, comparado ao uso somente do calçado, e das palmilhas controle (Kerrigan et al., 2002).

Kakahana e col. (2005), avaliaram o efeito biomecânico da utilização de palmilha em cunha lateral em 13 pacientes com OA de joelhos e deformidade em varo e 13 indivíduos saudáveis. Foi realizada análise tridimensional (Sistema Vicon 512) em oito plataformas de força colocadas

num trecho de 7 metros, onde foi realizado o exame. Cada indivíduo foi analisado fazendo uso de palmilha controle ( $0^{\circ}$ ), e com elevação lateral ( $6^{\circ}$ ). A análise tridimensional foi obtida através de rotações dos eixos das articulações: a rotação da articulação do joelho foi definida pela rotação dos côndilos tibiais em relação aos côndilos femurais. A rotação da articulação do tálus foi definida pela rotação do calcâneo em relação aos maléolos medial e lateral. O eixo de rotação da articulação do joelho foi definido através de uma linha traçada do ponto médio traçado entre os côndilos lateral e medial do fêmur, e os côndilos ântero-lateral e ântero-medial da tíbia. O eixo de rotação da articulação do tálus foi definido por uma linha traçada da tuberosidade lateral do calcâneo à cabeça do tálus. Os autores concluíram que houve redução significativa do varo, aferido pela força de reação do solo, e verificou-se também um aumento no valgismo da articulação subtalar em ambos os grupos, porém a palmilha de  $6^{\circ}$  se mostrou mais eficiente no grupo de idosos saudáveis (Kakihana et al., 2005).

Em um outro estudo Shimada e col. (2006), compararam o efeito da palmilha em cunha lateral (10mm), de acordo com o grau radiográfico de osteoartrite. Foram avaliados 23 pacientes com OA de joelhos e deformidade em varo, e 19 indivíduos saudáveis. Foi utilizada análise tridimensional combinado a duas plataformas de força. Os pacientes que utilizaram a palmilha com elevação lateral, com OA graus I e II mostraram uma significativa diminuição no pico de força vertical de reação do solo. Já nos grupos de pacientes com OA graus III e IV, não houve diferença significativa, devido provavelmente à deformidade em varo mais grave. No

grupo de indivíduos saudáveis, também não houve diferença significativa no uso da palmilha (Shimada et al., 2006).

Hinman e col. (2008), avaliaram 40 voluntários, sendo 24 mulheres e 16 homens com OA no compartimento medial e joelho varo. Estes voluntários fizeram uso de palmilha em cunha lateral com elevação de 5° em toda a borda lateral do pé, durante 3 meses. Os participantes foram instruídos a utilizar as palmilhas uma hora por dia, aumentando seu uso, adicionando uma hora a mais por dia, até usá-las em tempo integral. Foi realizado RX dos joelhos, e aplicado questionário WOMAC, no início e ao final do estudo. A análise do efeito biomecânico do uso da palmilha foi feita através de análise tridimensional e 2 plataformas de força. Foi feita análise inicial sem a utilização da palmilha em cunha, e em seguida, com a palmilha em cunha lateral. Após o período de três meses, foi realizada nova avaliação constando apenas da aplicação do questionário WOMAC. Os autores verificaram diminuição da dor, diminuição da adução do ângulo do joelho no momento do passo, porém não houve mudança no ângulo dos joelhos na aferição estática (Hinman et al., 2008).

Num estudo subsequente, esses mesmos autores (Hinman et al., 2009), analisaram o efeito biomecânico do uso da palmilha em cunha lateral com elevação de 5°, através de análise tridimensional e 2 plataformas de força. Os participantes foram submetidos a 2 análises da marcha, utilizando seus próprios calçados, com e sem a palmilha com elevação de 5° em toda a borda lateral do pé. Foi realizado RX dos joelhos, e aplicado questionário

---

WOMAC, no início e ao final do estudo. Todos os participantes foram, então, instruídos a utilizar as palmilhas todos os dias, conforme tolerado. Após um mês, os indivíduos foram avaliados novamente como no início do estudo. Os resultados revelaram que os efeitos benéficos imediatos do uso da palmilha como, a diminuição da adução do ângulo do joelho no momento do passo e diminuição da dor e melhora funcional, permaneceram os mesmos após quatro semanas de uso das palmilhas, sugerindo que não ocorre uma degradação significativa da palmilha no curto prazo (Hinman et al., 2009).

Em resumo, os resultados destes trabalhos demonstram que o alívio da dor e melhora da função com a utilização da palmilha em cunha lateral, ocorre pela redução significativa da carga no compartimento medial do joelho, e esta mudança resulta na redução também do momento de adução do movimento do joelho. Com esta distribuição das cargas mais próxima do normal, pode-se observar uma melhor distribuição da carga também em toda a superfície plantar.



## **3 MÉTODOS**

---

---

---

Trata-se de um ensaio clínico, controlado, no qual foi estudado o efeito biomecânico do uso da palmilha em cunha medial, associado ao estabilizador de tornozelo em pacientes com osteoartrite no compartimento lateral do joelho e com desvio axial em valgo, através de esteira ergométrica elétrica e utilização de palmilhas flexíveis dotadas de sensores de carga em toda a superfície (podobarometria). Estas palmilhas foram conectadas a transdutores fixados na perna das pacientes por meio de braçadeiras, das quais partem cabos coaxiais conectando as palmilhas ao microcomputador.

### **3.1 Critérios de inclusão**

Foram selecionadas mulheres, com idade entre 45 e 86 anos, em seguimento no Ambulatório de Reumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de São Paulo, que preenchiam critérios para osteoartrite de joelho do ACR - American College of Rheumatology (Altman et al., 1986) e apresentassem deformidade em valgo igual ou superior a 8°.

As pacientes deveriam apresentar osteoartrite bilateral do joelho acometendo pelo menos o compartimento lateral (podendo também apresentá-la nos outros compartimentos).

As pacientes deveriam referir dor ao repouso de pelo menos 2 e não mais de 8 pontos na Escala Visual Analógica - EVA (Bellamy et al., 1988).

O Raio X foi realizado com as pacientes em apoio bipodálico.

### **3.2 Critérios de exclusão**

Escoliose.

Diferença de comprimento nos membros inferiores maior que 1 cm.

Pacientes submetidos à cirurgia prévia nos joelhos.

Hálux rígido.

Presença de outros tipos de artropatias como: artrite reumatóide, doenças difusas do tecido conjuntivo, artropatias microcristalinas, artropatias soronegativas. Também foram excluídos reumatismos de partes moles dos membros inferiores tais como: tendinopatia anserina, tendinopatia do tendão patelar e tendinopatia do tendão do calcâneo.

Índice de Massa Corpórea (IMC) maior que 40.

As pacientes poderiam fazer uso de fármacos de ação lenta na osteoartrite, desde que iniciadas oito semanas antes do início do estudo e mantidos até o término do mesmo. Também poderiam utilizar antiinflamatórios, analgésicos e miorelaxantes desde que prescritos pelo menos quatro semanas antes do início do estudo e infiltração de corticóide

---

nos três meses ou infiltração com ácido hialurônico nos seis meses que antecederam o início do trabalho.

### 3.3 Método

Foram realizadas radiografias dos membros inferiores na primeira visita (V1);

Aplicação de um protocolo na V1 constando de:

Dados de identificação;

Peso e altura;

Tempo de diagnóstico da osteoartrite;

Radiografias dos joelhos em incidência ântero-posterior, com carga bipodálica foram realizadas para a obtenção do grau de deformidade do eixo anatômico (Kapandji, 1987). Foi considerado como fisiológico um valgismo (eixo anatômico femorotibial) de 5° a 7° (Paccola et al., 1990; Camanho, 2001), as participantes deste estudo apresentaram grau de deformidade (EA) igual ou superior a 8° (Figura 1).

Para a avaliação dos sintomas, utilizou-se a Escala Visual Analógica – (EVA) - para a dor noturna e dor ao movimento, índice de Lequesne, (Marx et al., 2006) e questionário WOMAC (Fernandes, 2003).

As radiografias também foram utilizadas para a classificação do grau de osteoartrite segundo a escala de Kellgren e Lawrence (1957).



**Figura 1.** Ângulo femorotibial é formado pela intersecção dos eixos do fêmur e tíbia, obtidos através das linhas traçadas respectivamente no terço distal do fêmur e proximal da tíbia, ambas eqüidistantes dos limites externos das corticais ósseas

### 3.4 Órteses e calçados

Utilizou-se palmilhas em cunha medial para o retropé, com altura de 8 mm, inserida no calçado (Figura 2A). As palmilhas foram confeccionadas em EVA (Etil Vinil Acetato), de dureza 28 Shore A, pela AACD (Associação de Assistência à Criança Deficiente). A estabilização do tornozelo foi realizada através de um contensor de neoprene, com cinta

elástica cruzada em “oito”, com fixação por velcro (Fisiotensor Ltda., Brasil) (Figura 2B). As pacientes fizeram uso de calçado padronizado fornecido pelo avaliador (Figura 2C).



**Figura 2.** Órtese composta por palmilha, estabilizador e calçado

O exame podobarométrico foi realizado no Laboratório de Estudos dos Movimentos do Instituto de Ortopedia e Traumatologia da Universidade de São Paulo pelo FSCAN, versão 3.816, Tekscan®. O exame consiste na utilização de palmilhas com sensores pressóricos de alta resolução, unidade transdutora acoplada a um sistema computadorizado IBM, através de cabos coaxiais de 9,1m de comprimento. Estas palmilhas são compostas por circuitos impressos, são flexíveis e ultrafinas, com espessura aproximada de 0,18 mm. Cada palmilha contém cerca de 960 sensores de pressão distribuídas por toda a superfície.

Palmilhas novas foram recortadas para cada paciente de acordo com a numeração do calçado (Figura 3A). Foi utilizado calçado padronizado da marca Beira Rio®, modelo “Moleca”. Todas as avaliações foram realizadas com o mesmo tipo de meia fina. As palmilhas foram acopladas ao soquete periférico, que se encontrava fixo à extremidade distal da perna da paciente através de fitas de velcro (Figura 3B). Os cabos coaxiais eram conectados à parte superior do soquete e à cintura da paciente por meio de um cinto fornecido pelo fabricante.



**Figura 3.** A - Palmilha recortada de acordo com a numeração do calçado. B - Transdutor periférico fixo à extremidade distal da perna através de fitas de velcro. C - Esteira ergométrica elétrica

### 3.5 Calibração

A calibração do sensor foi realizada previamente a cada exame. Solicitava-se à paciente que permanecesse em posição ortostática apoiando apenas um pé sobre a esteira desligada, alternadamente. A calibração foi feita de forma automática quando fornecido o peso corpóreo da paciente.

### **3.6 Preparação para o teste**

Após o procedimento de calibração do equipamento, todas as pacientes receberam orientação quanto às avaliações estáticas e dinâmicas, através da descrição verbal das etapas dos testes. Solicitava-se às pacientes que deambulasse sobre a esteira com velocidade inicial de 0,5 Km/h. Esta velocidade foi aumentada paulatinamente, de acordo com o relato de conforto e segurança das mesmas. A velocidade máxima estabelecida para este estudo, foi de 2 km/h para todas as pacientes (Figura 3C).

Para o registro dos testes dinâmicos, as pacientes caminhavam sobre a esteira até que a velocidade de 2 km/h fosse atingida, e sem que estas pudessem perceber, o examinador procedia a gravação do exame no computador.

### **3.7 Avaliação estática**

Foram realizadas três avaliações de maneira estática, sempre alternando-se com a dinâmica. Na primeira, as pacientes fizeram uso do calçado padronizado apenas com a palmilha da podobarometria. Na segunda avaliação estática, além do calçado padrão, as pacientes utilizaram palmilha em cunha medial com elevação de 8 mm no retropé, e sobreposta a ela, a palmilha da podobarometria. Na terceira e última avaliação, utilizaram



---

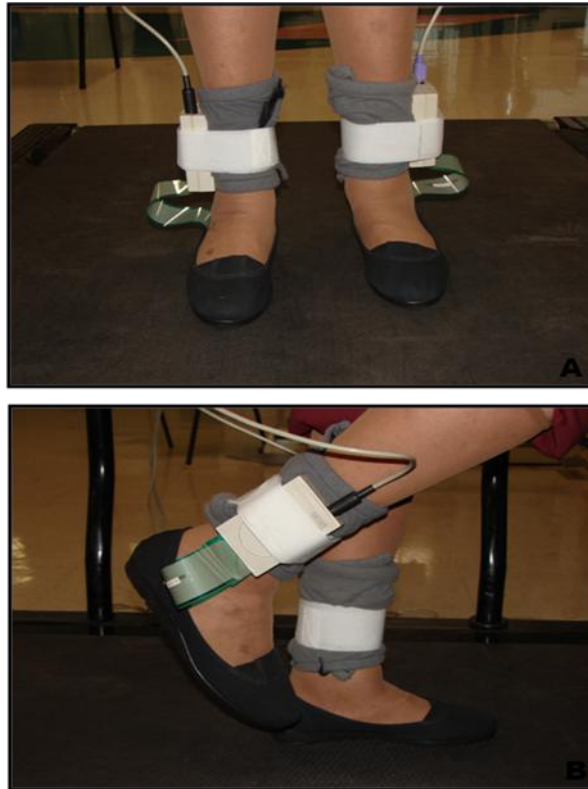
o calçado padrão, palmilha em cunha, palmilha podobarométrica e o estabilizador de tornozelo.

Para os três testes estáticos, foi solicitado às pacientes que permanecessem em posição ortostática, com os braços pendentes, olhando para o horizonte, pelo período de 7,88 segundos (Figura 4A), sendo considerado para análise o registro da média entre o segundo e sexto segundos.

### **3.8 Avaliação dinâmica**

Assim como na avaliação estática, as pacientes realizaram também três avaliações dinâmicas. A cada teste foi solicitado que deambulassem naturalmente, com os membros superiores soltos e olhar para o horizonte. As pacientes eram avisadas quando do aumento da velocidade da esteira até que se chegasse à velocidade de 2 km/h (Figura 4B). Os testes foram registrados somente quando as pacientes caminhavam com segurança. Para registro, foi considerado a média das medidas do segundo ao sexto passos.

Os dados obtidos com a utilização da palmilha com e sem o imobilizador dos tornozelos foram comparados com as respostas sem a utilização destas órteses.



**Figura 4.** A - Posição de teste para avaliação podobarométrica estática. B - Posição de teste para a avaliação podobarométrica dinâmica

## Processamento dos dados coletados

Os parâmetros considerados através da podobarometria foram os registros da pressão e da força vertical realizados em toda a superfície plantar e o deslocamento do vetor da força vertical de reação ao solo (deslocamento do centro de força).

A força plantar de reação ao solo é a resultante de todas as forças gravitacionais e inerciais que atuam na superfície plantar. A força vertical máxima (FVM) é o componente vertical desta força e é medida em Newton (N).

---

O pico de pressão (PP) plantar é a unidade de força dividida pela unidade de área. É expressa em kiloPascal (kPa).

A análise quantitativa (pico de pressão e força vertical) foi feita sobre o pé como um todo, sem divisões de região (antepé e retropé).

A análise qualitativa constou da verificação do deslocamento do vetor da força vertical de reação ao solo durante a fase de apoio da marcha.

## **Ética**

Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. Protocolo de pesquisa nº 0640/08.

### **3.10 Análise estatística**

O objetivo do estudo foi saber se as medidas realizadas diferem segundo os tratamentos e entre os lados direito e esquerdo e verificar se existe relação com dados clínicos. Definiu-se “tratamentos” como sendo as seguintes condições: calçado mais palmilha em cunha e calçado com palmilha em cunha mais estabilizador de tornozelo.

Para responder o objetivo do estudo, primeiramente, foram descritos os resultados com uso de medidas resumo (média, desvio padrão, mediana,

---

mínimo e máximo). Os valores de ângulo femorotibial e grau de OA foram comparados entre os lados com uso de teste t-Student pareado e teste de Wilcoxon pareado respectivamente. Foram apresentadas as medidas de pico de pressão e força vertical máxima segundo lado e tratamento, apresentando as médias observadas com os respectivos erros padrões. As medidas foram comparadas entre os lados e tratamentos com uso de análises de variâncias com medidas repetidas com dois fatores (Singer e Andrade, 2000), supondo estudo longitudinal com estrutura de correlações componente simétrica entre os lados e tratamentos.

Para as medidas que apresentaram diferenças estatisticamente significativas foram realizadas comparações múltiplas de Bonferroni (Neter, et. al. 1996) para verificar entre quais lados e tratamentos ocorrem as diferenças.

Foi calculada a matriz de correlações de Spearman (Kirkwood e Sterne, 2006) entre as medidas clínicas para verificar a existência de correlações entre elas.

O deslocamento do centro de força foi comparado entre os tratamentos considerando-se os joelhos como unidade amostral e realizados testes McNemar (Kirkwood e Sterne, 2006) para verificar se há alteração no deslocamento entre os tratamentos.

Foram calculadas as diferenças nas medidas de pico de pressão e força vertical máxima, tanto estática como dinâmica entre os tratamentos com palmilha e estabilizador e sem tratamento (somente o calçado) e

verificada a correlação do ângulo femorotibial e do grau de OA com a diferença calculada com uso de correlações de Pearson e de Spearman (Kirkwood e Sterne, 2006) respectivamente.

Os testes serão realizados com nível de significância de 5%.

## **4 RESULTADOS**

---

---

Para elaboração deste estudo foram avaliadas 21 mulheres com osteoartrite nos joelhos e desvio axial em valgo. Quarenta e dois joelhos foram analisados. Dezoito pacientes tinham o lado direito como dominante.

Na tabela 1 são apresentados idade, IMC e o tempo de diagnóstico de osteoartrite das pacientes. Ainda nesta tabela, encontram-se as avaliações clínicas, mensuradas através da escala visual analógica (EVA) para dor noturna, dor em repouso e dor ao movimento, índice de Lequesne e questionário WOMAC, ângulo femorotibial e grau radiográfico da osteoartrite (Tabela 1).

A idade média das 21 pacientes foi de  $65.14 \pm 10.24$  anos, a duração média da doença foi de  $9.33 \pm 3.48$  anos, o IMC foi de  $29.39 \pm 4.06$  Kg/m<sup>2</sup> (Tabela 1).

A dor em repouso foi de  $5.57 \pm 2.18$  e ao movimento  $8.05 \pm 1.63$ ; o índice de Lequesne foi de  $14.55 \pm 3.19$ , e o WOMAC  $70.81 \pm 11.23$  (Tabela 1). O ângulo femorotibial esquerdo foi menor que o direito ( $168.29 \pm 5.32$  vs.  $170.48 \pm 2.75$ ;  $P = 0.047$ ), e o grau radiográfico da OA foi similar entre os lados ( $2.67 \pm 0.80$  vs.  $2.57 \pm 0.87$ ;  $P = 0.414$ ).

**Tabela 1.** Características antropométricas, clínicas e radiográficas das 21 pacientes com osteoartrite

<b>Variável</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>N</b>
Idade	65,14	10,24	66	49	86	21
IMC	29,39	4,06	29,31	24,09	39,90	21
Tempo diag. (anos)	9,33	3,48	10	3	20	21
EVA noturno	6,33	2,35	7	2	10	21
EVA repouso	5,57	2,18	6	2	8	21
EVA mov.	8,05	1,63	9	4	10	21
Lequesne	14,55	3,19	15	9	20	21
WOMAC	70,81	11,23	71	40	87	21
â femorot. E	168,29	5,32	171,5	155	172	21
â femorot. D	170,48	2,75	172	164	172	21
grau OA E	2,67	0,80	2	2	4	21
grau OA D	2,57	0,87	2	2	4	21

IMC: Índice de Massa Corpórea; EVA: Escala Visual Analógica para dor; OA: Osteoartrite; D: direito; E: esquerdo; â: ângulo

A Tabela 2 mostra que as medidas da escala visual analógica (EVA) estão diretamente correlacionadas entre si, com o Lequesne e com o WOMAC.

O ângulo femorotibial e o grau da osteoartrite apresentaram correlação inversa estatisticamente significativa (Esquerda:  $r = -0.807$ ,  $P = 0.001$ ; Direita:  $r = -0.540$ ,  $P = 0.012$ ) (Tabela 2) Em outras palavras, quanto maior o valgismo, maior o grau da osteoartrite. É interessante notar que o ângulo femorotibial E também se correlacionou com osteoartrite radiograficamente mais grave à direita ( $r = -0,528$ ,  $P = 0,014$ ) (Tabela 2).



**Tabela 2.** Correlações entre as variáveis clínicas e antropométricas (matriz de correlações de Spearman)

Correlação	Idade	IMC	Tempo diag.	EVA noturno	EVA repouso	EVA mov.	Lequesne	WOMAC	â femorot. E	â femorot. D	grau OA E
IMC	r -0,418										
	p 0,059										
	N 21										
Tempo diag. (anos)	r 0,005	0,196									
	p 0,982	0,394									
	N 21	21									
EVA noturno	r -0,292	0,359	0,246								
	p 0,198	0,110	0,283								
	N 21	21	21								
EVA repouso	r -0,173	-0,228	0,203	0,492							
	p 0,453	0,320	0,377	<b>0,023</b>							
	N 21	21	21	21							
EVA mov.	r -0,059	0,180	0,105	0,596	0,600						
	p 0,800	0,435	0,650	<b>0,004</b>	<b>0,004</b>						
	N 21	21	21	21	21						
Lequesne	r 0,123	-0,010	0,159	0,523	0,453	0,746					
	p 0,597	0,966	0,492	<b>0,015</b>	<b>0,039</b>	<b>&lt;0,001</b>					
	N 21	21	21	21	21	21					
WOMAC	r 0,024	0,309	0,390	0,683	0,391	0,595	0,654				
	p 0,918	0,172	0,081	<b>0,001</b>	0,080	<b>0,004</b>	<b>0,001</b>				
	N 21	21	21	21	21	21	21				
â femorot. E	r -0,510	0,013	-0,313	-0,126	0,003	-0,422	-0,537	-0,368			
	p <b>0,018</b>	0,956	0,168	0,586	0,988	0,057	<b>0,012</b>	0,101			
	N 21	21	21	21	21	21	21	21			
â femorot. D	r -0,009	0,126	-0,051	-0,270	-0,089	-0,104	-0,071	-0,069	0,139		
	p 0,970	0,587	0,825	0,237	0,701	0,655	0,761	0,766	0,549		
	N 21	21	21	21	21	21	21	21	21		
grau OA E	r 0,532	-0,228	0,277	0,223	0,063	0,421	0,649	0,398	-0,807	-0,321	
	p <b>0,013</b>	0,321	0,225	0,331	0,787	0,058	<b>0,001</b>	0,074	<b>&lt;0,001</b>	0,156	
	N 21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	
grau OA D	r 0,383	-0,184	0,209	0,370	0,155	0,402	0,559	0,395	-0,528	-0,540	0,807
	p 0,087	0,426	0,363	0,098	0,503	<b>0,071</b>	<b>0,008</b>	<b>0,076</b>	<b>0,014</b>	<b>0,012</b>	<b>&lt;0,001</b>
	N 21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

IMC: Índice de Massa Corpórea; EVA: Escala Visual Analógica para a dor; diag.: diagnóstico; mov.: movimento; E: esquerdo; D: direito; â: ângulo; femorot.: femorotibial

#### 4.1 Pico de pressão estático (Tabela 3)

A avaliação sem o uso da palmilha (controle) mostrou o maior valor do PP estático. O uso da palmilha acarretou uma redução de 15.52 kPa no PP estático em relação ao controle ( $P = 0.001$ ) e de 25.05 kPa com o uso palmilha mais estabilizador versus controle ( $P < 0.001$ ). O uso de palmilha mais o estabilizador produziu redução ainda maior no PP estático, de 10.52 kPa em relação ao uso de palmilha isoladamente ( $P = 0.027$ ). Não houve diferença no PPE entre os lados direito e esquerdo ( $P = 0.982$ ) nem na resposta ao tratamento entre os lados ( $P = 0.105$ ) (Tabela 4).

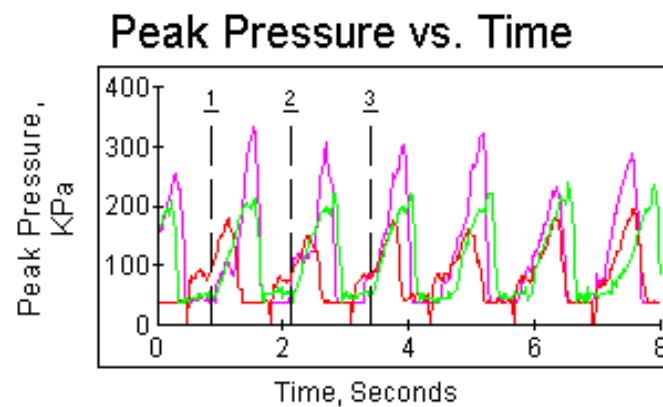
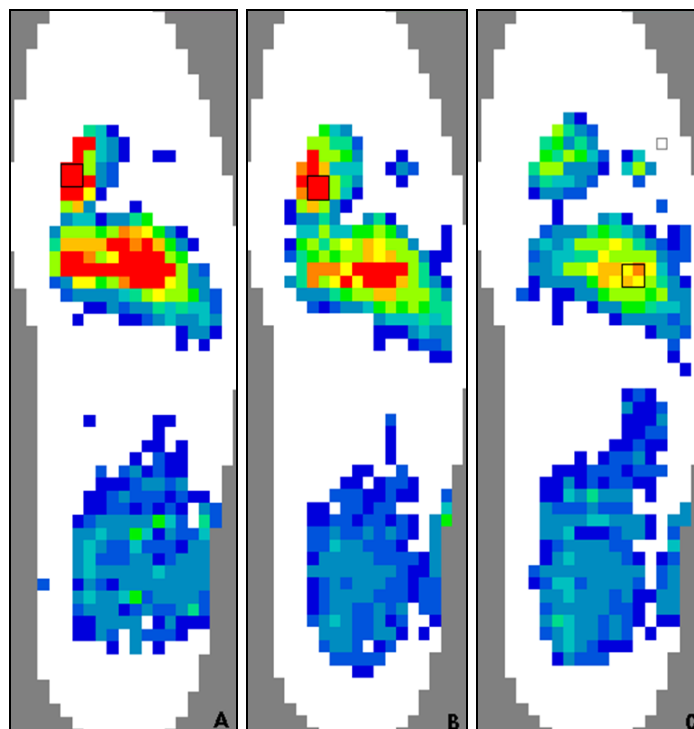
## 4.2 Pico de pressão dinâmico (Tabela 3 e figura 5)

O pico de pressão dinâmico apresentou comportamento diferente segundo os lados direito e esquerdo ( $P = 0.005$ ). No lado direito, houve redução do PP dinâmico de 77.34 kPa com o uso da palmilha versus controle ( $P < 0.001$ ) e de 97.86 kPa com a palmilha mais estabilizador versus controle ( $P < 0.001$ ). Na comparação do uso da palmilha versus palmilha e estabilizador, não foi observada diferença significativa no PP ( $P = 0.785$ ). No lado esquerdo, não foi encontrado diferenças significante no valor das pressões na situação com palmilha isoladamente ou associada ao estabilizador em relação ao controle (Tabela 4).

**Tabela 3.** Descrição das medidas de pico de pressão estático e dinâmico (kPa)\*

Variável	Lado	Tratamento	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	N
Pico de pressão estático	Esquerdo	Sem tratamento	106,48	25,39	94	72,5	168	21
		Palmilha	99,24	27,39	94,5	49	179	21
		Palmilha+Estabilizador	83,57	25,46	82,5	33	152	21
	Direito	Sem tratamento	114,02	29,95	110,5	80	189	21
		Palmilha	90,21	15,39	91	62	112,5	21
		Palmilha+Estabilizador	84,83	23,36	81,5	52	139	21
Pico de pressão dinâmico	Esquerdo	Sem tratamento	219,95	78,60	212	116	394	21
		Palmilha	203,38	78,59	187	129	392	21
		Palmilha+Estabilizador	180,05	64,42	156	109	318	21
	Direito	Sem tratamento	285,86	104,29	287	141	482	21
		Palmilha	208,52	68,32	192	113	376	21
		Palmilha+Estabilizador	178,00	66,09	168	94	337	21

\*Medidas em kiloPascal; DP: desvio padrão; N: número.



**Figura 5.** Representação gráfica do pico de pressão dinâmica na superfície plantar (lado direito). Os pixels representam as pressões medidas: em vermelho os maiores valores, e na sequência, amarelo, verde e os menores valores em azul. Em A – sem palmilha; B – com palmilha em cunha medial; C – com palmilha em cunha medial e estabilizador. No gráfico, verifica-se as pressões na sequência de passos durante os 8 segundos de aferição. A linha rosa representa a avaliação sem palmilha, a verde a avaliação com palmilha em cunha e a vermelha a palmilha associada ao imobilizador de tornozelo

**Tabela 4.** Resultado das análises de variâncias com medidas repetidas para verificar as diferenças nas medidas de pico de pressão e força entre os lados e tratamentos

<b>Variável</b>	<b>Fator</b>	<b>GL num.</b>	<b>GL den.</b>	<b>Valor F</b>	<b>p</b>
Pico de pressão estático	Lado	1	20	0,00	0,982
	Tratamento	2	40	23,47	<b>&lt;0,001</b>
	Lado*Tratamento	2	40	2,39	0,105
Pico de pressão dinâmico	Lado	1	20	6,81	<b>0,017</b>
	Tratamento	2	40	24,00	<b>&lt;0,001</b>
	Lado*Tratamento	2	40	5,98	<b>0,005</b>
Força vertical máxima estático	Lado	1	20	1,85	0,189
	Tratamento	2	40	21,64	<b>&lt;0,001</b>
	Lado*Tratamento	2	40	0,35	0,709
Força vertical máxima dinâmico	Lado	1	20	4,52	<b>0,046</b>
	Tratamento	2	40	10,58	<b>&lt;0,001</b>
	Lado*Tratamento	2	40	0,19	0,825

GL num: graus de liberdade do numerador; GL den: graus de liberdade do denominador; valor de F: estatística de teste com distribuição de Fisher.

### 4.3 Força vertical máxima estática (Tabela 5)

O uso da palmilha determinou uma redução de 60.12 N na FVM estática em relação ao controle ( $P = 0.001$ ) e de 99.27 N em relação ao uso palmilha mais estabilizador versus controle ( $P < 0.001$ ). O uso de palmilha mais o estabilizador também apresentou vantagem ao reduzir a FVM estática em 39.16 N em relação ao uso de palmilha isoladamente ( $P = 0.041$ ). Não houve diferença na FVME entre os lados esquerdo e direito ( $P = 0.189$ ) e nem na resposta ao tratamento ( $P = 0.709$ ) (Tabela 4).

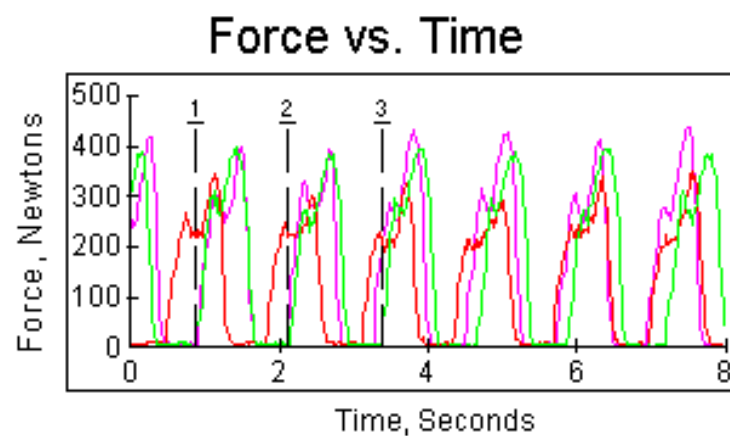
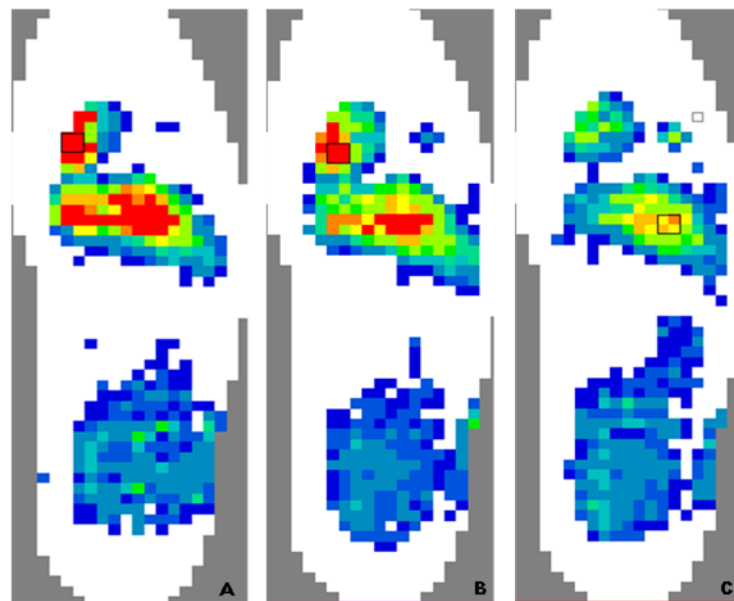
#### 4.4 Força vertical máxima dinâmica (Tabela 5 e figura 6)

Não houve diferença na FVM dinâmica entre o uso de palmilha e o controle. Os pacientes com palmilha mais estabilizador apresentaram uma redução na FVM dinâmica de 57.56 N em relação aos controles ( $P < 0.001$ ). O uso de palmilha mais estabilizador também foi mais eficiente que o uso de palmilha isoladamente, propiciando uma redução de 48.72 N na FVM dinâmica ( $P = 0.003$ ). A FVM dinâmica do lado esquerdo foi maior em comparação com o lado direito ( $P = 0.046$ ) mas não houve diferença de resposta ao tratamento em relação aos lados ( $P = 0.825$ ) (Tabela 4).

**Tabela 5.** Descrição das medidas de força vertical máxima estática e dinâmica (N)\*

Variável	Lado	Tratamento	Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	N
Força vertical máxima estática	Esquerdo	Sem tratamento	357,79	103,10	319,84	228,35	578,64	21
		Palmilha	288,66	99,67	257,49	65,64	442,46	21
		Palmilha+Estabilizador	261,73	110,39	235,57	51,62	459,26	21
	Direito	Sem tratamento	337,05	68,64	332,75	217,14	476,1	21
		Palmilha	285,95	80,02	281,09	160,98	490,41	21
		Palmilha+Estabilizador	234,57	88,52	212,78	101,85	410,04	21
Força vertical máxima dinâmica	Esquerdo	Sem tratamento	465,93	97,95	446,04	299,91	638,51	21
		Palmilha	465,11	102,52	438,58	271,57	677,12	21
		Palmilha+Estabilizador	414,46	109,32	423,04	227,12	625,75	21
	Direito	Sem tratamento	451,94	79,62	423,37	366,03	679,36	21
		Palmilha	435,09	86,71	413,26	336,77	650,05	21
		Palmilha+Estabilizador	388,29	114,58	355,28	227,49	625,1	21

\*Medidas em Newtons; DP: desvio padrão; N: número.



**Figura 6.** Representação gráfica da força vertical máxima dinâmica, através da escala de cores, nas três condições: A – sem palmilha; B – com palmilha em cunha medial; C – com palmilha em cunha medial e estabilizador. Pode-se observar diminuição da pressão plantar entre as três condições. No gráfico demonstra-se a sequência de passos de 0 a 8 segundos. Cada cor representa uma situação (A, B e C). A cor rosa representa a avaliação sem palmilha; a cor verde a avaliação com palmilha em cunha medial; e a cor vermelha, a avaliação com palmilha em cunha medial e estabilizador.

A Tabela 6 mostra não haver correlação estatisticamente significativa entre o ângulo femorotibial ou o grau OA com a melhora proporcionada pelo tratamento da palmilha mais estabilizador ( $P > 0.05$ ).

**Tabela 6.** Correlação entre a melhora biomecânica e o ângulo femorotibial e o grau radiográfico da osteoartrite na comparação do uso da palmilha mais estabilizador de tornozelo com a condição sem palmilha

Correlação	ângulo Femorot*		grau OA#
	r	p	
Melhora no pico de pressão estático	r	0,023	0,084
	p	0,883	0,599
	N	42	42
Melhora no pico de pressão dinâmico	r	-0,127	0,115
	p	0,425	0,467
	N	42	42
Melhora na força vertical máxima estático	r	-0,097	0,005
	p	0,539	0,974
	N	42	42
Melhora na força vertical máxima dinâmico	r	-0,229	0,124
	p	0,144	0,433
	N	42	42

\*Correlação de Pearson

#Correlação de Spearman

#### 4.5 Deslocamento do centro de força (Tabela 7, figura 7)

Na avaliação qualitativa observou-se que as orteses alteraram de modo significativo o deslocamento do centro de força ( $P < 0.001$ ), sendo que os tratamentos acarretam maiores percentuais de migração do padrão calcânhar-primeira articulação metatársica para o padrão calcânhar – hálux comparado com o controle.

**Tabela 7.** Descrição do deslocamento do centro de força com os tratamentos

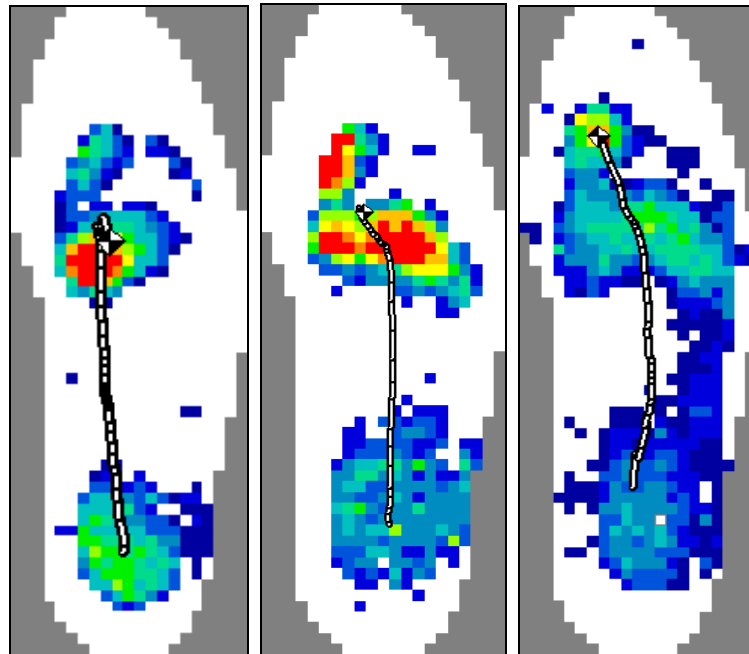
<b>Deslocamento do centro de força</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>n</b>	<b>%</b>	<b>p</b>
	<b>sem palmilha</b>		<b>com palmilha</b>		<b>&lt;0,001</b>
Calcânhar - 1º metatarso	2	4,8	3	7,1	
Calcânhar - 2º metatarso	34	81,0	20	47,6	
Calcânhar - hálux	6	14,3	19	45,2	
	<b>sem palmilha</b>		<b>com palm e estab</b>		<b>&lt;0,001</b>
Calcânhar - 1º metatarso	2	4,8	0	0,0	
Calcânhar - 2º metatarso	34	81,0	16	38,1	
Calcânhar - hálux	6	14,3	26	61,9	
	<b>com palmilha</b>		<b>com palm e estab</b>		<b>&lt;0,001</b>
Calcânhar - 1º metatarso	3	7,1	0	0,0	
Calcânhar - 2º metatarso	20	47,6	16	38,1	
Calcânhar - hálux	19	45,2	26	61,9	
<b>Total</b>	<b>42</b>	<b>100</b>	<b>42</b>	<b>100</b>	

Calcâneo – 1º metatarso: início no centro do calcâneo e término na primeira cabeça metatarsal.

Calcâneo – 2º metatarso: início no centro do calcâneo e término na segunda cabeça metatarsal.

Calcâneo – hálux: início no centro do calcâneo, passando pela segunda cabeça metatarsal, e término no hálux.





**Figura 7.** Representação gráfica do deslocamento do centro de força nas três condições: A – sem palmilha; B – com palmilha em cunha medial; C – com palmilha em cunha medial e estabilizador

Não houve relato de desconforto por nenhuma das pacientes, e todas realizaram os testes por completo.

## **5 DISCUSSÃO**

---

---

---

Este é o primeiro estudo no qual se avaliou o efeito biomecânico da utilização de palmilha com elevação medial (ou cunha medial) associado a um estabilizador de tornozelo para o tratamento da OA do compartimento lateral do joelho com deformidade em valgo, através de esteira ergométrica elétrica e utilização de palmilhas flexíveis (podobarometria).

## **5.1 Aspectos metodológicos**

Na presente casuística, deu-se preferência à seleção apenas de mulheres devido à maior prevalência de osteoartrite no sexo feminino, além de possibilitar a formação de um grupo mais homogêneo. Aos 70 anos, cerca de 50% das mulheres têm OA de joelhos, enquanto que nesta mesma faixa etária, apenas 30% da população masculina é afetada pela doença (Symonns et al., 2006).

A exclusão de pacientes com índice de massa corpórea (IMC) superior a 40 Kg/m<sup>2</sup> visou minimizar a influência dessa variável uma vez que verificou-se uma correlação direta entre o IMC e sintomas da osteoartrite (Felson, 1996; Mizuno et al., 2001; Messier et al., 2005). Além disso, valores extremos de massa corpórea poderiam dificultar o desempenho das pacientes na esteira e dispersar muito os dados obtidos. Não somente o IMC poderia comprometer o

---

desempenho das orteses. Toda e col. (2002), observaram uma correlação entre composição corporal e eficácia da órtese em joelhos osteoartíticos e varos. Os autores concluíram que a órtese se mostrou menos eficiente em pacientes com maiores valores de massa gorda.

Uma vez que a dor e a função podem interferir no desempenho das aferições biomecânicas, procurou-se caracterizar o grupo de estudo através de escala para a dor (EVA), índice de Lequesne, que avalia dor e função, e questionário WOMAC, que avalia dor, função e qualidade de vida.

No presente estudo, as medidas da escala visual analógica (EVA), foram diretamente correlacionadas entre si, com o índice de Lequesne e questionário WOMAC. Esta correlação entre os instrumentos de avaliação mostra a validade e reprodutibilidade destes métodos, corroborando com os achados de outros autores (Eyigor et al., 2004; Silva, et al., 2008; Kiliçoglu et al., 2010).

Todas as pacientes tiveram os dois lados avaliados, considerando-se que fatores como gravidade radiográfica, ângulo femorotibial, dor e função poderiam diferir, influenciando as aferições da podobarometria. Nos estudos com utilização de palmilhas em cunha lateral para joelhos varos, não houve avaliação separada dos membros inferiores; na maioria dos trabalhos os autores avaliaram os pacientes como um todo (não especificando esse aspecto nos métodos), ou avaliaram apenas o joelho com osteoartrite mais grave (Kerrigan et al., 2002; Kakihana et al., 2005; Butler et al., 2007; Hinman et al., 2008; Hinman et al., 2009). Outros autores contabilizaram o total de joelhos estudados (Shimada et al., 2006; Kuroyanagi et al., 2007).

---

A necessidade de avaliação das pressões plantares culminou no desenvolvimento de vários sistemas modernos computadorizados. Eles permitem a visualização quantificada e imediata da localização das áreas de maior e menor concentração das pressões plantares nas condições ortostática, na deambulação, ou até na corrida (Scranton e McMaster, 1976; Hamill et al., 1983; Flynn et al., 1997).

Corvi e colaboradores (1985), mostraram que a distribuição das pressões plantares é uma das variáveis da marcha sujeitas à medida objetiva e quantitativa. Da mesma forma, é útil o estudo do componente vertical das forças de reação do pé com o solo (Hutton e Drabble, 1972) e o do deslocamento do centro de força, enriquecendo a avaliação biomecânica da função do pé.

É importante também registrar de modo objetivo a eficácia de procedimentos terapêuticos na recuperação dos pacientes com disfunções do aparelho locomotor (Kerrigan et al., 2002; Kakihana et al., 2005; Shimada et al., 2006; Kuroyanagi et al., 2007; Butler et al., 2007; Hinman et al., 2008; Hinman et al., 2009).

Optou-se pelo sistema FSCAN®, por ser um método simplificado de estudo da força, de fácil manuseio, registrando com precisão medidas estáticas e dinâmicas (Grieve e D'Angelo, 1980). Permite também que as forças sejam avaliadas em diferentes terrenos e com diferentes tipos de calçados. A possibilidade do sensor ser inserido dentro do calçado, permite analisar os efeitos de diferentes órteses (Young, 1993).

Para que fosse possível analisar vários passos e com uma velocidade controlada, o exame podobarométrico foi realizado em esteira ergométrica elétrica e não em plataforma de força. Apesar da precisão das plataformas de força, essas têm limitação no tamanho, suficiente apenas para medir as forças plantares que ocorrem durante uma simples passada. O indivíduo deve ainda controlar os passos de modo a colocar corretamente o pé na plataforma, o que representa uma limitação para a marcha livre (Kuroyanagi et al., 2007).

A opção pela velocidade de 2 km/h decorreu do fato de ser uma velocidade segura e confortável, visto que, a faixa etária estudada situou-se entre 45 e 86 anos. Outra questão importante, foi a de eleger uma velocidade que acarretasse uma menor interferência nas pressões plantares em suas diferentes regiões.

Van Gheluwe e Dananberg (2004) avaliaram o uso de palmilhas com sete diferentes elevações (graus), em indivíduos normais, com média de idade de 22,2 anos, e velocidade controlada de 4 km/h. Os autores concluíram que nesta velocidade e com o uso das várias palmilhas, foram geradas diversas cargas em diferentes regiões do pé durante a marcha, porém sem diferença significativa na distribuição das mesmas.

A utilização da palmilha com elevação de 8 mm teve por base dados do nosso estudo anterior em joelhos valgos (Rodrigues et al., 2008) e de outros autores em joelhos varos (Toda et al, 2001). Nesses estudos, verificou-se que nesta conformação, as órteses foram eficazes no controle dos sintomas, bem como possibilitaram que ocorresse um aumento no ângulo femorotibial.

Kerrigan e col (2002), reportaram desconforto na utilização de palmilhas com altura maior que 10 mm, sugerindo como adequada uma elevação entre 5 e 10 mm. Essa medida também foi utilizada por outros autores (Kakihana et al., 2005; Shimada et al., 2006; Kuroynagi et al., 2007; Butler et al., 2007; Hinman et al., 2008; Hinman et al., 2009).

No presente estudo, optou-se por um estabilizador de tornozelo comercialmente disponível, em forma de meia, mais prático que o modelo utilizado por Kuroyanagi e col. (2007). A eficiência desta órtese pôde ser aferida pela menor variação dos ângulos do tornozelo antes e após o uso da palmilha em nosso estudo anterior, permitindo uma maior eficiência na correção angular dos joelhos (Rodrigues, et al., 2008). De maneira similar, Toda e col. (2001), conseguiram uma redução do varo quase similar à osteotomia alta da tibia (Wada et al., 1998) ao utilizar uma palmilha em cunha lateral associada a estabilizador de tornozelo para tratar osteoartrite de joelhos varos. A escolha de um calçado padronizado, embora seja um cuidado elementar em estudos sobre o uso de palmilhas com inclinação lateral, somente foi realizada por dois autores em estudos sobre osteoartrite (Butler et al., 2007; Rodrigues, et al., 2008). Erhart e col. (2008), compararam o uso de calçado rígido versus flexível em pacientes artríticos com joelhos varos. Houve piora dos parâmetros biomecânicos nos pacientes que utilizaram o calçado rígido. No estudo anterior, Rodrigues e colaboradores (Rodrigues, et al., 2008) testaram vários tipos de calçados, optando por um que proporcionou estabilidade e segurança sendo ao mesmo tempo flexível e confortável. Esse mesmo modelo foi o utilizado no presente trabalho.

## 5.2 Aspectos biomecânicos

Nas avaliações estáticas, o uso de palmilha em cunha foi eficiente para reduzir tanto o pico de pressão quanto a força vertical máxima. Assim, a melhora clínica verificada com o uso desse tipo de órtese por outros autores (Sasaki e Yasuda, 1985; Ogata et al., 1997) poderia ser explicada por esse mecanismo. Essa redução das pressões plantares foi majorada quando além da palmilha, os pacientes utilizaram o imobilizador do tornozelo, indicando que, provavelmente nessa situação, a correção angular estaria sendo mais eficiente, o que também explicaria os resultados clínicos verificados previamente (Yasuda e Sasaki, 1987; Toda et al., 2001; Toda et al., 2004; Toda et al., 2005; Toda e Tsukimura, 2006; Toda e Tsukimura, 2008; Rodrigues et al., 2008). Nas aferições estáticas tanto do pico de pressão, como da força vertical máxima, não se observou diferença entre os lados direito e esquerdo. É possível que devido ao pequeno tempo de gravação dos dados, as pacientes tenham conseguido distribuir a carga igualmente nos membros inferiores.

Os resultados quanto às medidas dinâmicas mostram que o uso das palmilhas com elevação medial foi capaz de reduzir as pressões durante a marcha, e assim como na condição estática, esse efeito foi mais pronunciado com a estabilização dos tornozelos. Durante a marcha, o estresse mecânico sobre as articulações é muito maior que na posição ortostática de modo que a redução das pressões nessa condição traria um benefício ainda maior aos pacientes com osteoartrite dos joelhos. Desse modo, esta poderia ser uma



das principais causas da melhora da dor e função verificada nesses pacientes com o uso de órteses verificado nos estudos anteriores (Kerrigan et al., 2002; Kakihana et al., 2005; Shimada et al., 2006; Kuroyanagi et al., 2007; Hinman et al., 2008; Hinman et al., 2009).

Entretanto, a resposta nas aferições dinâmicas não foi simétrica. O pico de pressão nas condições basais foi maior no lado direito. Duas hipóteses podem ser aventadas para explicar esse achado. A maior pressão poderia estar relacionada ao lado dominante (18 das 21 pacientes tinham o lado direito dominante). Outra possibilidade seria a diferença no ângulo femorotibial e gravidade radiográfica entre os lados.

Ainda em relação às aferições dinâmicas, houve resposta às intervenções somente no lado direito quanto ao pico de pressão. Nesse lado, o grau de valgismo foi menor. É possível que quanto maior o desvio angular do joelho, menor a resposta ao uso da palmilha devido à maior gravidade da osteoartrite nessa circunstância. Alguns autores (Shimada et al, 2006) verificaram que pacientes com osteoartrite e joelhos varos com graus radiográficos I e II mostraram uma significativa diminuição no pico de força vertical de reação do solo, enquanto os com doença mais grave (Kellgren e Lawrence III e IV) não apresentavam resposta. Kerrigan e colaboradores (2002), utilizando plataforma de força e análise tridimensional verificaram que o uso de palmilhas em cunha lateral foi capaz de reduzir o torque em varo durante a marcha mais eficientemente nos joelhos varos com osteoartrite grau III em comparação com o grau IV. Ainda no mesmo sentido,

---

Kuroyanagi e colaboradores (2007) obtiveram uma redução nos momentos de pico em varo durante a marcha em pacientes com osteoartrite com joelhos varos sob uso de palmilha com elevação de 10 mm apenas nos pacientes com Kellgren e Lawrence grau II e III enquanto nos com grau IV a ortese não foi eficaz nesse aspecto. Corroborando essa linha de resultados, no presente estudo constatou-se que o valgo foi menos acentuado à direita, e o desvio angular guardou relação com a gravidade radiográfica da OA. Por outro lado, não houve correlação entre a resposta biomecânica (redução das pressões) e o ângulo femorotibial e o grau da OA. Essa discrepância pode ser devida à dispersão dos valores gerando um maior desvio padrão e ao pequeno tamanho da amostra.

O uso da palmilha propiciou uma sensível redução na força vertical máxima dinâmica. Esse efeito foi intensificado com o uso do imobilizador de tornozelo. Outros autores (Kuroyanagi et al, 2007) obtiveram resultados muito semelhantes na osteoartrite de joelhos em varo, num estudo com um desenho similar ao presente trabalho. Por outro lado, Kakihana e colaboradores (2005), compararam o uso de palmilha controle com o uso de palmilha em cunha lateral em joelhos varos, e não verificaram alteração nos valores da força vertical. Entretanto, nesse estudo a altura da palmilha foi baixa (inferior a 5 mm), não foi utilizado imobilizador de tornozelos, não foi relatado o grau da OA e o número de pacientes foi pequeno, comprometendo a comparação.

O deslocamento do centro de força, enriqueceu a avaliação biomecânica da função dos pés destas pacientes. Nesta avaliação qualitativa, observou-se

que quando as pacientes fizeram uso da palmilha em cunha isoladamente e depois uso da palmilha associada ao estabilizador, o deslocamento do centro de força excursionou do primeiro para o segundo metatarso, e por fim para o hálux, estabelecendo um padrão mais fisiológico de ação. Não existem estudos que tenham aferido o deslocamento do centro de força em pacientes com osteoartrite no joelho (varo ou valgo) com a utilização de palmilhas em cunha (lateral ou medial). Por outro lado, os achados do presente estudo foram semelhantes aos descritos por Sharma et al., (1979); Brand et al., (1981); Simkin (1981) e Simkin e Stokes (1982) em pés normais e reumatóides.

Finalizando, uma das principais vantagens da órtese completa é seu baixo custo: palmilha R\$ 35,00, estabilizador de tornozelo R\$ 35,00 e calçado R\$ 25,00, o que facilitaria sua aplicação em larga escala, mesmo para grupos populacionais mais carentes.

Considerando-se as limitações, complicações e custo das osteotomias e outros procedimentos cirúrgicos, bem como das outras modalidades terapêuticas, o tratamento conservador da OA do compartimento lateral dos joelhos através de palmilhas representa uma opção de fácil utilização, barata e eficaz na melhora sintomática da OA.

## **6 CONCLUSÕES**

---

---

O uso de palmilha em cunha medial acarretou uma redução das pressões plantares, tanto ao repouso como na marcha, com um deslocamento do centro de força, principalmente na região do antepé nos pacientes com osteoartrite com joelho valgo. Esse efeito foi mais pronunciado quando a palmilha foi utilizada junto com um estabilizador de tornozelo. Esses achados poderiam explicar a melhora clínica observada num estudo anterior do autor.

O grau de valgismo e a gravidade radiográfica da osteoartrite não se correlacionaram com a magnitude das alterações nas pressões.

A podobarometria mostrou ser um método eficiente para detectar alterações nas pressões plantares e deslocamento da linha de força em pacientes com osteoartrite de joelhos e desvio axial em valgo.

## **7 ANEXOS**

---

---



## APROVAÇÃO

A Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa - CAPPesq da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 24/09/2008, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **0640/08**, intitulado: "**ANÁLISE BIOMECÂNICA DA UTILIZAÇÃO DE PALMILHA EM CUNHA MEDIAL ASSOCIADA À ESTABILIZADOR DE TORNOZELO.**" apresentado pelo Departamento de **CLÍNICA MÉDICA**, inclusive o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar à CAPPesq, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 196, de 10/10/1996, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: **Dra. Rosa Maria Rodrigues Pereira**

Pesquisador (a) Executante: **Priscilla Teixeira Rodrigues**

CAPPesq, 25 de Setembro de 2008

**Prof. Dr. Eduardo Massad**  
**Presidente da Comissão de**  
**Ética para Análise de Projetos**  
**de Pesquisa**

**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL**

1. NOME: .....
- DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº: ..... SEXO: .M  F
- DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
- ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....
- BAIRRO:..... CIDADE .....
- CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....
2. RESPONSÁVEL LEGAL .....
- NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.) .....
- DOCUMENTO DE IDENTIDADE : .....SEXO: M  F
- DATA NASCIMENTO: ...../...../.....
- ENDEREÇO ..... Nº ..... APTO: .....
- BAIRRO:..... CIDADE .....
- CEP:..... TELEFONE: DDD (.....) .....

**DADOS SOBRE A PESQUISA**

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Análise biomecânica da utilização de palmilha em Cunha Medial associada à estabilizador de tornozelo.**

**PESQUISADOR : Dra. Rosa Maria Rodrigues Pereira**

**CARGO/FUNÇÃO: Médica/ prof. associada**  
**Nº 45920**

**INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL**

**UNIDADE DO HCFMUSP: Reumatologia**

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO

RISCO MÉDIO

RISCO BAIXO

RISCO MAIOR

4. DURAÇÃO DA PESQUISA : 2 anos



Você está sendo convidada a participar de um estudo de pesquisa. Você só precisa decidir se deseja participar. Leia cuidadosamente as perguntas abaixo e tire as dúvidas que tiver com os responsáveis pelo estudo. Se você concordar em participar do estudo, e autorizar o uso das informações referentes a sua pessoa, você será convidada a assinar a última página desse formulário.

### **Por que este estudo está sendo feito?**

A osteoartrite é uma doença que causa dor e inchaço nas “juntas”. É uma doença muito comum no adulto e causa incapacidade. As mulheres são as mais acometidas, sendo mais freqüente a partir dos 60 anos. Em pacientes com osteoartrite de joelho, pode ocorrer a perda do alinhamento nos membros inferiores (pernas), desenvolvendo por exemplo o joelho valgo (joelhos voltados para dentro).

O objetivo deste estudo é avaliar o uso de uma palmilha com elevação medial associado à um estabilizador de tornozelo (tornozeleira) e calçado padronizado, em pacientes com osteoartrite de joelho e joelho valgo (joelho em X). A avaliação desta palmilha será feita com você, sobre uma plataforma de força (esta plataforma analisa como você pisa no solo).

### **Quem não deve participar do estudo?**

- Tem menos de 45 anos e mais de 85;
- Homens;
- Possui história de outros tipos de artrite inflamatória;
- Portadora de escoliose (desvio na coluna);
- Com diferença de membros inferiores (pernas);
- Que já tenha feito cirurgia nos joelhos;
- Obesa (excesso de peso).

### **O que será pedido que eu faça? Quais são meus requisitos?**

Os responsáveis pelo estudo solicitarão seu histórico médico e o examinará. O estudo constará de três análises na plataforma de força. A primeira avaliação na plataforma de força, será feita com você utilizando somente o calçado que lhe será fornecido. Numa segunda etapa, você utilizará palmilha em cunha medial, e o calçado padronizado. Na terceira etapa, você fará uso da palmilha descrita acima associada à um estabilizador de tornozelo (tornozeleira), e o calçado.

Abaixo segue cronograma que os responsáveis pelo estudo farão nas visitas:

- Obter o consentimento informado (visita 1);
- Avaliar a história médica (visita 1);
- Fazer as medidas de peso e altura (visita 1);
- Responder a um questionário de saúde (visita 1);
- Fazer RX dos membros inferiores (pernas) (visita 1);
- Realizar um exame físico (visita 2);
- Avaliação na esteira ergométrica (visita 2).

### **O que se sabe sobre esta órtese?**

Este tipo de órtese (palmilha + tornozeleira), foi utilizada no Japão e recentemente foi realizado estudo no Brasil, com bons resultados, principalmente na melhora da dor referida pelos pacientes que a utilizaram por um certo período.

### **Quanto tempo ficarei no estudo?**

Você fará apenas duas visitas para a realização deste estudo.

### **Quantas pessoas participarão do estudo?**

Cerca de 20 pessoas.

### **Serei paga pela minha participação no estudo?**

Você não terá despesas com relação ao estudo (exames, órtese), mas também não receberá pagamento por sua participação.

### **Quais efeitos colaterais (ruins) podem me ocorrer ao participar deste estudo?**

Nos estudos anteriores, uma parcela muito pequena de participantes relataram ter sentido dores nas pernas.

### **Se eu tiver um efeito adverso (ruim), quem pagará as despesas do médico e do hospital?**

Caso você apresente algum efeito indesejável (ruim), resultante diretamente do uso da órtese, você terá toda a assistência oferecida pelo Hospital das Clínicas FMUSP.

**Que benefícios posso esperar?**

Não há benefício direto para você, trata-se de um estudo experimental testando a hipótese de que com a utilização desta órtese, você pisará na plataforma de maneira diferente, comparado ao seu pisar habitual.

**Saberei se novas informações sobre a órtese forem descobertas durante o estudo?**

Você será informada sobre qualquer informação relevante que possa afetar sua disposição em permanecer no estudo.

**Alguém irá me fornecer as informações sobre mim do estudo?**

Após terminar o estudo, você poderá pedir aos responsáveis do estudo para ter acesso às suas informações que foram obtidas durante o estudo.

**Este formulário de consentimento e autorização perderá a validade?**

Não. Este formulário de consentimento e autorização não perderá a validade, mas você poderá sair do estudo a qualquer momento, conforme descrito em “Posso me recusar a ficar no estudo e posso ser indicado para sair do estudo?”

**Para quem posso ligar se tiver dúvidas?**

Você terá acesso a qualquer tempo às informações sobre os procedimentos relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas.

O principal investigador deste estudo é a Dra. Rosa Maria R. Pereira, que pode ser encontrada no endereço Av. Dr. Arnaldo, 455 3º andar tel. 3061.7213.

Para perguntas sobre seus direitos como participante do estudo, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: [cappesq@hcnet.usp.br](mailto:cappesq@hcnet.usp.br)

**Posso me recusar a ficar no estudo e posso ser indicado para sair do estudo?**

Sua participação neste estudo é voluntária. Você pode escolher não participar dele a qualquer momento que desejar. Se você não quiser participar ou sair do estudo, você não perderá quaisquer benefícios que você tem direito, mas você precisará avisar os responsáveis do estudo.

**Podem me pedir para deixar o estudo?**

Sim. Os responsáveis do estudo poderão pedir que você deixe o estudo, sem seu consentimento. Se pedirem para você sair do estudo, você não perderá quaisquer benefícios que você tenha direito.

**O que será feito com as informações sobre mim neste estudo?**

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outras pacientes, não sendo divulgado a identificação de nenhuma paciente.

Acredito ter sido suficientemente informada a respeito das informações que li / foram lidas para mim, descrevendo o estudo " Análise biomecânica da utilização de palmilha em cunha medial associada à estabilizador de tornozelo."

Eu discuti com a Priscilla Teixeira Rodrigues sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do paciente/representante legal      Data    /   /   

\_\_\_\_\_  
Assinatura da testemunha                              Data    /   /   

\_\_\_\_\_  
Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do responsável pelo estudo              Data    /   /

## PROTOCOLO

Paciente nº \_\_\_\_\_ Iniciais \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

### VISITA 1

#### DADOS DEMOGRÁFICOS

Data de nascimento: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_ sexo:  m  f

Altura: \_\_\_\_\_ cm Peso: \_\_\_\_\_

Raça:  branca  negra  amarela  mestiça

Obtenção do termo e consentimento?  sim  não (excluir)

#### DADOS DIAGNÓSTICOS

O paciente foi diagnosticado como com osteoartrite de joelho?

sim  não (excluir)

Classe funcional (critério ARA):

I

II

III

IV

Tempo de diagnóstico da osteoartrose: \_\_\_\_\_ anos \_\_\_\_\_ meses

Paciente nº \_\_\_\_\_ Iniciais \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

### HISTÓRIA CLÍNICA

O paciente refere alguma patologia?

---

---

---

### HISTÓRIA TERAPÊUTICA ATUAL E ANTERIOR

Especificar toda a medicação administrada ao paciente nos 03 meses anteriores ao início do tratamento.

Medicação	Dose	Início	Término

### AVALIAÇÃO RADIOLÓGICA

Raio – X de joelhos

Data de realização do exame:                    \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Paciente nº \_\_\_\_\_ Iniciais \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

### AVALIAÇÃO CLÍNICA

Dor referida pelo paciente (assinale com um círculo):

Dor noturna

0 \_\_ 1 \_\_ 2 \_\_ 3 \_\_ 4 \_\_ 5 \_\_ 6 \_\_ 7 \_\_ 8 \_\_ 9 \_\_ 10

Sem dor

Dor extrema

Dor em repouso

0 \_\_ 1 \_\_ 2 \_\_ 3 \_\_ 4 \_\_ 5 \_\_ 6 \_\_ 7 \_\_ 8 \_\_ 9 \_\_ 10

Sem dor

Dor extrema

Dor ao movimento

0 \_\_ 1 \_\_ 2 \_\_ 3 \_\_ 4 \_\_ 5 \_\_ 6 \_\_ 7 \_\_ 8 \_\_ 9 \_\_ 10

Sem dor

Dor extrema

## AVALIAÇÃO CLÍNICA

Índice Algorítmico para avaliação de Quadril/joelho proposto por Lequesne, validado para a Língua portuguesa (Brasil). (MARX, BELLINI, RIBEIRO & OLIVEIRA, 2004)

### Dor ou desconforto

Durante o descanso noturno:

- nenhum ou insignificante 0
- somente em movimento ou em certas posições 1
- mesmo sem movimento 2

Rigidez matinal ou dor que diminui após se levantar

- 1 minuto ou menos 0
- mais de 1 minuto porém menos de 15 minutos 1
- mais de 15 minutos 2

Depois de andar por 30 minutos 0 – 1

Enquanto anda

- nenhuma 0
- somente depois de andar alguma distância 1
- logo depois de começar a andar e aumenta se continuar a andar 2
- depois de começar a andar, não aumentando 1

Enquanto se levanta da cadeira, sem ajuda dos braços (joelho) 0 – 1

### Máxima distância caminhada/ andada (pode caminhar com dor):

- sem limite 0
- mais de 1 Km, porém com alguma dificuldade 1
- aproximadamente 1 Km (em + ou – 15 minutos) 2
- de 500 a 900 metros (aproximadamente 8 a 15 minutos) 3
- de 300 a 500 metros 4
- de 100 a 300 metros 5
- menos de 100 metros 6
- com uma bengala ou muleta 1
- com 2 muletas ou 2 bengalas 2

### Atividade do dia a dia/ vida diária (somente joelho)

- consegue subir um andar de escadas 0 – 2
- consegue descer um andar de escadas 0 – 2
- agachar-se ou ajoelhar-se 0 – 2
- consegue andar em chão irregular / esburacado 0 – 2



## ÍNDICE WOMAC PARA OSTEOARTROSE

### SEÇÃO A

Instrução para os pacientes

As questões abaixo referem-se a intensidade da dor que você geralmente sente devido a artrose em seu joelho. Para cada situação, por favor marque a intensidade da dor nas últimas 72 horas.

Quanta dor você tem?

1. Caminhando numa superfície plana.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

2. Subindo ou descendo escadas.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

3. A noite, deitado na cama.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

4. Sentando ou deitando.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

5. Ficando em pé.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

## SEÇÃO B

### Instruções para os pacientes

As seguintes questões referem-se a 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.

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

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

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

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

## SEÇÃO C

### Instruções para os pacientes

As seguintes questões referem-se à sua atividade física. Isto que 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 a artrose em seu joelho.

Qual é o grau de dificuldade que você tem:

8. Descendo escadas.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

9. Subindo escadas.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

10. Levantando-se de uma cadeira.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

11. Ficando em pé.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

12. Curvando-se para tocar o chão.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

13. Caminhando no plano.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

14. Entrando ou saindo do carro.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

15. Fazendo compras.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

16. Colocando as meias / meias-calça.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

17. Levantando da cama.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

18. Tirando as meias / meias-calça.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

19. Deitando na cama.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

20. Entrando ou saindo do banho.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

21. Sentando-se.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

22. Sentando-se ou levantando-se do vaso sanitário.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

23. Fazendo tarefas domésticas pesadas.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

24. Fazendo tarefas domésticas leves.

Nenhuma    Leve    Moderada    Muito forte

---

## **Biomechanical Beneficial Effect of Medial-Wedge Insoles and Ankle Support in Patients with Valgus Knee Osteoarthritis**

Priscilla T Rodrigues, Rosa M R Pereira, Julia Greve, Eloisa Bonfa, Ricardo Fuller

**Introduction:** We have previously demonstrated a significant clinical improvement in valgus knee osteoarthritis with the use of medial-wedge insole associated with ankle support. There is, however, no data regarding the foot plantar forces underlying this beneficial effect.

**Objective:** Static and dynamic feet plantar biomechanical evaluation of medial-wedge insole associated with ankle support in valgus knee osteoarthritis.

**Method:** A total of 42 feet of 21 women with bilateral knee osteoarthritis (ACR criteria), with valgus deformity were evaluated regarding clinical and biometric data. Patients were assessed with: 1. standard shoes without the insoles (control); 2. medial-wedge insole; 3. insoles/neoprene ankle support. The system FSCANR 3816 version, with flexible soles and 960 load sensors on the surface was used to obtain the foot plantar vertical forces.

**Results:** A decreased peak plantar pressure was observed with insoles ( $P=0.001$ ) and insoles/ankle support ( $P<0.001$ ) vs. control while standing motionless in both sides. In addition, insoles/ankle support resulted in a more effective reduction in this parameter than solely insoles ( $P=0.027$ ). The dynamic evaluation of peak plantar pressure revealed a similar finding on the right side with a more significant reduction with use of insoles ( $P<0.001$ )

---

and with insoles/ankle support ( $P<0.001$ ) compared to controls. No difference was observed on the left side (more severe OA). The static maximum vertical force was also decreased in both sides with insoles ( $P=0.001$ ) and insoles/ankle support ( $P<0.001$ ) compared to control. In addition, insoles/ankle support provided a more significant reduction in the static maximum vertical force than solely insoles ( $P=0.041$ ). Likewise, in the dynamic condition maximum vertical force was significantly reduced with insoles/ankle support compared with control condition ( $P<0.001$ ) and solely insoles ( $P=0.003$ ). The qualitative evaluation revealed that orthoses significantly changed the center of force shift ( $P<0.001$ ).

**Conclusion:** We have identified that a reduction in the feet plantar peak and maximum vertical force in valgus knee osteoarthritis in static and dynamic conditions underlies the clinical improvement of medial-wedge insole associated with ankle support.

---

**Running head:** Biomechanics of insoles and ankle support in valgus knee OA

Osteoarthritis (OA) is a highly prevalent joint disease with a high OA-related morbidity (1). The knee is the most frequently affected joint, and OA progression is commonly associated with the mechanical stress created by varus or valgus malalignment, which in turn overloads the medial and lateral compartments, respectively (2,3). In such cases, treatment strategies included restoration of the mechanical axis of the leg and in moderate and severe cases realignment can be achieved by osteotomy. However, the surgical approach has disadvantages, such as high cost and the need for patient withdrawal from activities (4,5). In addition, 5-year and 10-year failure rates of 20% and 40%, respectively, have been reported in cases with appropriate indications and no complications (6). The use of wedged insoles represents therefore an alternative to surgical treatment. The basis for use of such insoles is to transfer the load from the involved joint compartment to the contralateral compartment (7). Simultaneous use of an ankle orthosis increases the efficacy of insoles by preventing compensatory tilt of the ankle (8,9). The underlying mechanism for these improvements is not well understood since most published studies are restricted to evaluation of varus angle correction through static measurements (7,8,10–18). Dynamic evaluation of the gait by means of a force platform and three-dimensional analysis constitutes a better method for analyzing the effect of insoles but available information is limited to a few reports involving varus knees osteoarthritis (19-22). The aforementioned studies demonstrated that lateral-wedge insoles help to alleviate pain and

improve function by significantly reducing the load on the medial compartment of the knee and, consequently, the knee adduction moment. An improvement in load distribution over the plantar surface of the foot with lateral-wedge insoles was also observed (19–22).

Concerning valgus knee osteoarthritis, we have recently demonstrated a reduction in pain and improvement in function, as well as a realignment of the femorotibial angle with medial-wedge insoles with ankle support (9), but the biomechanical beneficial effect of these orthoses is not known.

The objective of this study was therefore to evaluate, statically and dynamically, plantar pressures in patients with valgus knee OA wearing medial-wedge insoles with ankle support.

## **PATIENTS AND METHODS**

**Patients.** We consecutively selected 21 women (42 feet) followed in the Rheumatology Division of the University of São Paulo School of Medicine *Hospital das Clínicas*, São Paulo, Brazil, who met the American College of Rheumatology criteria for knee OA (23) with bilateral valgus deformity  $\geq 8^\circ$ . Radiographic grading of OA was defined according to Kellgren/Lawrence (K/L) grading scale (24). The inclusion criteria were knee OA with lateral compartment involvement (K/L grade 2 or higher), absent or minimal involvement (K/L grade 0 or 1) in the medial compartment, and pain at rest and on movement  $> 2$  and  $< 8$ , as measured by a visual analog scale (VAS). The exclusion criteria were body mass index (BMI)  $\geq 40$  kg/m<sup>2</sup>, scoliosis, difference in lower limb length  $> 1$  cm, history of knee surgery, hallux rigidus,



---

and any other symptomatic disease of the lower limbs. The use of nonsteroidal anti-inflammatory drugs and analgesics or slow-acting drugs was allowed if prescribed at least 4 weeks and 8 weeks, respectively, before entry and remaining unchanged throughout the study. Intra-articular injections of corticosteroids and hyaluronic acid were allowed if administered up to 3 and 6 months prior to entry, respectively. The study was approved by the Institution Ethics Committee, and all patients gave written informed consent.

**Orthoses.** Medial-wedge insoles (8 mm in thickness at the rearfoot) made of ethylene-vinyl acetate (Shore A hardness of 28) were inserted into the shoes. A commercially available neoprene ankle support with adjustable “figure-eight” Velcro straps was used. All patients wore standardized shoes. These orthoses have previously been shown to be effective in providing symptom relief in knee OA (9).

**Study protocol.** Night pain and pain on movement were evaluated by a VAS, and function was evaluated by the Lequesne OA index (25) and the Western Ontario and McMaster Universities (WOMAC) OA index (26). Anteroposterior X-rays of the knees were taken under bipodal loading in order to measure the anatomical axis angle (14) and determine the severity of OA (24).

Biomechanical evaluation was performed by means of computerized pedobarography and a treadmill. In-shoe plantar pressure analysis was performed with an *F-Scan*<sup>®</sup> system, version 3816 (Tekscan Inc., South Boston, MA, USA). The system consists of insoles with high-resolution

---

pressure sensors and a transducer connected to a computerized system through coaxial cables of 9.1 m in length. The insoles are composed of printed circuit boards, as well as being flexible and ultraslim (approximately 0.18 mm in width). Each insole contains approximately 960 pressure sensors distributed over its surface (27,28).

Before each test, we calibrated the equipment. For static measurements, patients were asked to remain in the orthostatic position, with their arms hanging loosely, looking at the horizon, for a period of 7.88 s. For dynamic measurements, patients were asked to walk on the treadmill at an initial speed of 0.5 km/h, which was progressively increased to 2 km/h, at which point the measurements were taken. The examiner began taking the measurements only when the patients were walking with confidence, and the patients were therefore unaware of when the data were being recorded. We considered the following parameters: peak pressure (kPa) and maximum vertical force (N) over the plantar surface of the foot (while the patients were standing motionless and while they were walking); and the shift of the vector of vertical ground reaction force (shift of the center of force). The quantitative analysis (peak pressure and vertical force) considered the foot as a whole, and not separated regions (forefoot and rearfoot). In the static evaluation, we considered the mean of the values registered between seconds 2 and 6. For the dynamic evaluation, we considered the mean of the measurements taken between steps 2 and 6. Qualitative analysis (shift of the center of force) was performed by evaluating and locating the vector shift.

---

All measurements were performed under the following conditions and in the following sequence:

1. patient wearing standard shoes without medial-wedge insoles and without ankle support (control)
2. patient wearing standard shoes with medial-wedge insoles (without ankle support)
3. patient wearing standard shoes with medial-wedge insoles and ankle support

**Statistical analysis.** The right and left sides were compared in terms of the femorotibial angle and the severity of OA by paired Student's *t*-test and paired Wilcoxon test, respectively. Peak plantar pressure and maximum vertical force measurements are presented according to the side of the body (right or left) and the type of treatment (control; with insoles only; and with insoles/ankle support), as means and standard errors. The measurements were compared between the sides and among types of treatment by two-way repeated measures analysis of variance, because the study was longitudinal with symmetric correlations between sides and among treatments. For the measurements that were significantly different, we performed the Bonferroni test for multiple comparisons in order to determine the differences between sides and among treatments. Spearman's correlation was calculated in order to determine whether there were correlations among the clinical measurements. The treatments were compared in terms of the shift of the center of force considering the knees as a sampling unit. McNemar's test was performed to determine whether there were differences among the types

of treatment in terms of the shift of the center of force. We calculated the differences among the types of treatment in terms of the peak plantar pressure and maximum vertical force (while standing motionless and while walking). We also determined the correlations of femoral angle and severity of OA with the calculated difference using Pearson's and Spearman's correlation coefficients, respectively. The level of significance was set at 5%.

## RESULTS

Among the 21 patients evaluated, the mean age was  $65.14 \pm 10.24$  years, the mean disease duration was  $9.33 \pm 3.48$  years, and the mean BMI was  $29.39 \pm 4.06 \text{ kg/m}^2$  (Table 1).

VAS evaluation revealed pain at rest of  $5.57 \pm 2.18$ , and pain on movement of  $8.05 \pm 1.63$ . The Lequesne index was  $14.55 \pm 3.19$ , and the WOMAC index was  $70.81 \pm 11.23$  (Table 1). The femorotibial angle was significantly decreased on the left side compared to the right side ( $168.29 \pm 5.32$  vs.  $170.48 \pm 2.75$ ;  $P = 0.047$ ), in spite of a comparable radiographic severity of OA ( $2.67 \pm 0.80$  vs.  $2.57 \pm 0.87$ ;  $P = 0.414$ ). There was a significant inverse correlation between the femorotibial angle and the severity of OA (left:  $r = -0.81$ ,  $P = 0.001$ ; right:  $r = -0.54$ ,  $P = 0.012$ ).

**Static peak plantar pressure.** There were no significant differences between the right and left sides in terms of peak plantar pressure while standing motionless ( $P > 0.05$ ). The highest values of peak plantar pressure while standing motionless was observed when the insoles were not used (control condition) [110.25 (27.35)] (Table 2). A decreased peak plantar

pressure was observed with insoles [94.73 (22.41),  $P = 0.001$ ] and insoles/ankle support [84.20 (24.14),  $P < 0.001$ ] compared to control condition. In addition, a significant reduction of peak plantar pressure with the use of insoles/ankle support compared to solely insoles was observed [84.20 (24.14) vs. 110.25 (27.35),  $P = 0.027$ ].

**Dynamic peak plantar pressure.** Significant differences between the right and left sides was observed regarding the peak plantar pressure while walking in the control group [285.86 (104.29) vs. 219.95 (78.60),  $P = 0.005$ ] (Table 2). On the right side, the peak pressure values obtained with the use of insoles [208.52 (68.32),  $P < 0.001$ ] and insoles/ankle support [178.00 (66.09),  $P < 0.001$ ] were lower than those obtained in the control group [285.86 (104.29)]. On the right side, there were no significant differences between insoles and insoles/ankle support group regarding dynamic peak plantar pressure [208.52 (68.32) vs. 178.00 (66.09),  $P = 0.785$ ]. On the left side, comparable values of peak pressure values was observed with insoles [203.38 (78.59)] or in combination with ankle support [180.05 (64.42)] and those obtained without the insoles [vs. 219.95 (78.60),  $P > 0.05$ ]. (Table 2)

**Static maximum vertical force while standing motionless.**

A decreased maximum vertical force was observed with the use of insoles [287.30 (89.28),  $P = 0.001$ ] and with insoles in combination with ankle support [250.30 (100.02),  $P < 0.001$ ] compared to control condition [vs. 347.42 (86.09)]. In addition, a reduction in maximum vertical force was observed in the insoles/ankle support group compared with solely insoles group [250.30 (100.02) vs. 287.30 (89.28), ( $P = 0.041$ ). There were no

significant differences between the right and left sides in terms of the maximum vertical force while standing motionless ( $P > 0.05$ ) (Table 2).

**Maximum vertical force while walking (Figure 2).** There were no significant differences between insoles group and control group with regard to maximum vertical force while walking [450.10(94.99) vs. 458.94(87.38),  $P > 0.05$ ] whereas a significant decrease in this force was observed with insoles/ankle support group compared with control condition [401.38 (111.40) vs. 458.94 (87.38),  $P < 0.001$ ] and with solely insoles group [450.10(94.99) vs. 458.94 (87.38),  $P = 0.003$ ]. Maximum vertical force while walking was significantly greater on the left side than on the right in control group ( $P = 0.046$ ) but there was no difference in treatment response between the sides ( $P = 0.825$ ) (Table 2).

Peak plantar pressure and maximum vertical force did not correlate with the femorotibial angle or with the radiographic severity of OA (Table 3).

**Center of force shift.** The qualitative evaluation revealed that orthoses significantly changed the center of force shift ( $P < 0.001$ ), and the use of insoles (isolated or in combination with ankle support) resulted in greater percentages of migration from the heel-first metatarsophalangeal joint pattern to the heel-hallux pattern when compared with those observed without the insoles (Table 4 and Figure 3).

## DISCUSSION

This is the first study to evaluate the biomechanical effect of medial-wedge insoles in combination with ankle support for the treatment of patients

---

with OA of the lateral compartment of the knee with valgus deformity providing novel evidence that a more homogeneous plantar force distribution underlies the beneficial effect of these orthoses.

We evaluated the right and left sides of all patients, bearing in mind that factors such as radiographic severity, femorotibial angle, pain, and function might differ from patient to patient, which could influence the pedobarographic measurements. In the present study, we used the *F-Scan*<sup>®</sup> system because it is an easy and simple method for studying force; in addition, the system precisely registers static and dynamic temporal data (27). It also allowed the evaluation of forces on distinct surfaces and with different types of shoes. Moreover, the analysis of the different orthoses was possible due to the possibility to insert the sensor into the shoe (28).

The pedobarography on a treadmill, used herein, has the advantage to analyze various steps at a controlled speed. In contrast, force platforms have limited breadth, which is sufficient to measure only the plantar forces that occur during a single stride and individuals must control their gait in order to place their feet correctly on the platform, resulting in an unnatural gait (29).

The option for 8-mm-high wedge insoles was based on data from our previous study involving patients with valgus deformity of the knee (9) that demonstrated a significant improvement in knee OA symptoms and an increase in femorotibial angle. In a study conducted by Kerrigan et al (19), patients wearing insoles higher than 10 mm reported discomfort, and the authors therefore recommended the use of insoles of 5–10 mm in height, as have other authors (20–22,29–31). In the present study, we used a

---

commercially available sock-type ankle support, which proved to be more effective than other proposed models (29). The effectiveness of this type of ankle support was demonstrated in our previous study, by the lower variation in ankle tilt angles before and after the use of insoles (9). The use of standardized shoes aimed to rule out a potential confounding factor. Before the study, we evaluated various types of shoes, in an attempt to find one that provided stability and confidence to patients, as well as being flexible and comfortable. Erhart et al (32) compared rigid shoes with flexible shoes in patients with arthritis and varus deformity of the knee and found that the biomechanical parameters worsened in those who wore rigid shoes. It is of note that only two previously published studies reported standardization of the shoes (9,30).

There were no significant differences between the right and left sides in terms of peak plantar pressure and maximum vertical force while standing motionless, possibly because the static test is recorded for only 8 s, a short period of time during which patients can distribute lower limb loading more equally. The present study was the first to analyze peak plantar pressure and maximum vertical force in patients with varus deformity of the knee while they stood motionless, which makes it impossible to compare our findings with those of other studies involving the use of insoles (19–22, 29–31).

In the present study, there were significant differences between the right and left sides in terms of the dynamic values obtained without the medial-wedge insole. Peak plantar pressure was greater on the right side than on the left. This difference between the sides might be explained by the



---

fact that the right side was the dominant side in 18 of the 21 patients evaluated. Another hypothesis is that valgus deformity of the left knee was more severe than was that of the right knee in most of the patients analyzed.

Peak plantar pressure values while walking were lower with the use of insoles and even lower with the use of insoles in combination with ankle support. However, this reduction was statistically significant only on the right side. This might be due to the fact that the valgus deformity was less severe for the right knee than for the left knee, which suggests that insoles can be more effective in patients with mild to moderate OA (i.e., those in whom the femorotibial angle is less pronounced). These data are in accordance with those reported by other authors, who found an association between radiographic severity and peak plantar pressure values while walking, as well as lower insole efficacy in patients with severe OA (19,21,29).

In the present study, maximum vertical force while walking was lowest with the use of medial-wedge insoles in combination with ankle support. Although there have been no similar studies involving patients with valgus deformity of the knee, this finding regarding maximum vertical force is in contrast with those of Kakihana et al (20). The authors compared the use of control insoles with the use of lateral-wedge insoles in patients with varus knee OA and found no changes in vertical force values.

In studies involving the use of lateral-wedge insoles in patients with varus deformity of the knee, the lower limbs were not evaluated separately. In most such studies, the authors evaluated patients as a whole or evaluated the knees according to the severity of OA (19,20,22,30,31). Other authors

---

based their calculations on the total number of knees studied (21,29). The present finding of a maximum vertical force values without the medial-wedge insoles greater on the left side than on the right reinforces the need for a separate evaluation of this parameter to discriminate the beneficial effect of the orthoses according to the severity of osteoarthritis.

In the present study, the center of force shifted from rearfoot to forefoot when patients wore solely medial-wedge insole or in combination with ankle support. On this curve, the center of force shifted from the first to the second metatarsal bone, and then to the hallux. Although there have been no studies demonstrating center of force shift in patients with varus or valgus knee OA wearing lateral-wedge or medial-wedge insoles, our findings are similar to those reported by other authors, who studied normal and rheumatoid feet (33–36).

Considering the cost and complications of osteotomy and other surgical procedures, as well as those of other treatment modalities, conservative treatment of OA of the lateral compartment of the knee using insoles represents an easy-to-use, low-cost and effective option.

---

## REFERENCES

1. Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF: The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum* 1987;30:914-8.
2. Lawrence JS, Bremner JM, Bier F. Osteo-arthrosis: prevalence in the population and relationship between symptoms and x-ray changes. *Ann Rheum Dis* 1966;25:1-24.
3. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 2007;56:1204-11.
4. Grelsmer RP. Current concepts review. Unicompartmental osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg* 1995;77A:278-92.
5. Maquet P. The treatment of choice in osteoarthritis of the knee. *Clin Orthop* 1985;192:108-12.
6. Majima T, Yasuda K, Katsuragi R, Kaneda K. Progression of joint arthrosis 10 to 15 years after high tibial osteotomy. *Clin Orthop Relat Res* 2000;381:177-84.
7. Sasaki T, Yasuda K. Clinical evaluation of the treatment of osteoarthritic knees using a newly designed wedged insole. *Clin Orthop Relat Res* 1985;221:181-7.
8. Tohyama H, Yasuda K, Kaneda K. Treatment of osteoarthritis of the knee with heel wedges. *Int Orthop* 1991;15:31-3.

- 
9. Rodrigues PT, Ferreira AF, Pereira RMR, Bonfá E, Borba E, Fuller R. Effectiveness of medial-wedge insole treatment for valgus knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*. 2008;59(5):603-8.
  10. Yasuda K, Sasaki T. The mechanics of treatment of the osteoarthritic knee with a wedged insole. *Clin Orthop Relat Res* 1987;215:162–72.
  11. Keating EM, Faris PM, Ritter MA, Kane J. Use of lateral heel and sole wedges in the treatment of medial osteoarthritis of the knee. *Orthop Rev* 1993;19:921–4.
  12. Ogata K, Yasunaga M, Nomiya H. The effect of wedged insoles on the thrust of osteoarthritic knees. *Int Orthop* 1997;21:308–12.
  13. Crenshaw SJ, Pollo FE, Calton EF. Effects of lateral-wedged insoles on kinetics at the knee. *Clin Orthop Relat Res* 2000;375:185–92.
  14. Toda Y, Segal N, Kato A, Yamamoto S, Irie M. Effect of a novel insole on the subtalar joint of patients with medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol* 2001;28:2705–10.
  15. Toda Y, Tsukimura N, Kato A. The effects of different elevations of laterally wedged insoles with subtalar strapping on medial compartment osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil* 2004;85:673–7.
  16. Toda Y, Tsukimura N, Segal N. An optimal duration of daily wear for an insole with subtalar strapping in patients with varus deformity osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage* 2005;13:353–60.

- 
17. Toda Y, Tsukimura N. A 2-year follow-up of a study to compare the efficacy of lateral wedge insoles with subtalar strapping and in-shoe lateral wedge insoles in patients with varus deformity osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2006;14:231-237.
18. Toda Y, Tsukimura N. Influence of concomitant heeled footwear when wearing a lateral wedged insole for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage* 2008;16:244-253.
19. Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, Merriman GJ, Kaplan RJ, Felson DT. Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2002;83:889-93.
20. Kakihana W, Akai M, Nakazawa K, Takashima T, Naito K, Torii S. Effects of laterally wedge insoles on knee and subtalar joint moments. *Arch Phys Med Rehabil*. 2005;86:1465-71.
21. Shimada S, Kobayashi S, Wada M, Uchida K, Sasaki S, Kawahara H, Yayama T, Kitade I, Kamei K, Kubota M, Baba H. Effects of disease severity on response to lateral wedge shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006;87:1436-41.
22. Hinman RS, Bowles KA, Bennell KL. Laterally wedged insoles in knee osteoarthritis: do biomechanical effects decline after one month of wear? *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2009;10(146):1-8.

- 
23. Altman R, Asch E, Bloch D, Bole G, Borenstein D, Brandt K, et al. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis: classification of osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum* 1986;29:1039–49.
24. Kellgren JH, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthrosis. *Ann Rheum Dis* 1957;16:494–502.
25. Lequesne MG, Mery C, Samson M, Gerard P. Indexes of severity for osteoarthritis of the hip and knee. Validation: value in comparison with other assessment tests [published errata appear in *Scand J Rheumatol* 1988;17:241 and *Scand J Rheumatol Suppl* 1988;73:1]. *Scand J Rheumatol Suppl* 1987;65:85–9.
26. Bellamy N. Outcome measurement in osteoarthritis clinical trials. *J Rheumatol* 1995;22 Suppl 43:49–51.
27. Grieve DW, D'Angelo M. Spatial distribution of peak pressures under the feet as recorded by the foil pedobarography. *J Anat.* 1980;130:648.
28. Young CR. The F-Scan system of foot pressures analysis. *Clin Podiatr Med Surg.* 1993;10:455-461.
29. Kuroyanagi Y, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Nakamura T, Toyama Y. The lateral wedged insole with subtalar strapping significantly reduces dynamic knee load in the medial compartment- Gait nalysis on patients with medial knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007;15:932-6.

- 
30. Butler RJ, Marchesi S, Royer T, Davis IS. The effect of a subjectspecific amount of lateral wedge on knee mechanics in patients with medial knee osteoarthritis. *J Orthop Res.* 2007;25:1121-7.
31. Hinman RS, Payne C, Metcalf BR, et al. Lateral wedges in knee osteoarthritis: what are their immediate clinical and biomechanical effects and can these predict a three-month clinical outcome? *Arthritis Rheum (Arthritis Care Res).* 2008;59:408-415.
32. Erhart, JC, Mundermann A, Elspas B, Giori NJ, Andriacchi TP. A variable-stiffness shoe lowers the knee adduction moment in subjects with symptoms of medial compartment knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics.* 2008;41:2720–2725.
33. Sharma M, Dhanendran M, Hutton WC, Corbett, M. Changes in load bearing in the rheumatoid foot. *Ann Rhem Dis.* 1979;38(6):549-52.
34. Brand RA, Laaveg SJ, Crowninshield RD, Ponseti IV. The center of pressure path in treated clubfeet. *Clin Orthop.* 1981;160:43-7.
35. Simkin A. The dynamic force distribution during level walking under normal and rheumatic feet. *Rheumatol Rehabil.* 1981;20(2):88-97.
36. Simkin A, Stokes IA. Characterisation of the dynamic vertical force distribution. *Med Biol Eng Comput.* 1982;20(1):12-8.

Table 1. Demographic, anthropometric, clinical and radiographic data of 21 patients with valgus knee osteoarthritis (OA)

	Patients with OA N=21
Age, years	65.14 (10.24)
BMI, kg/m <sup>2</sup>	29.39 (4.06)
Disease duration, years	9.33 (3.48)
VAS night	6.33 (2.35)
VAS at rest	5.57 (2.18)
VAS at movement	8.05 (1.63)
Lequesne	14.55 (3.19)
WOMAC	70.81 (11.23)
Left femorotibial angle	168.29 (5.32)
Right femorotibial angle	170.48 (2.75)*
Left OA grade (K/L)	2.67 (0.80)
Right OA grade (K/L)	2.57 (0.87)

BMI: Body mass index; VAS: visual analogic scale; OA: Osteoarthritis; K/L:

Kellgren/Lawrence

Data were expressed in mean (standard deviation)

\* P<0.05 vs. left femorotibial angle



Table 2. Measurements of static peak plantar pressure, dynamic peak plantar pressure, static maximum vertical force, dynamic maximum vertical force from right, left and total feet analyzed.

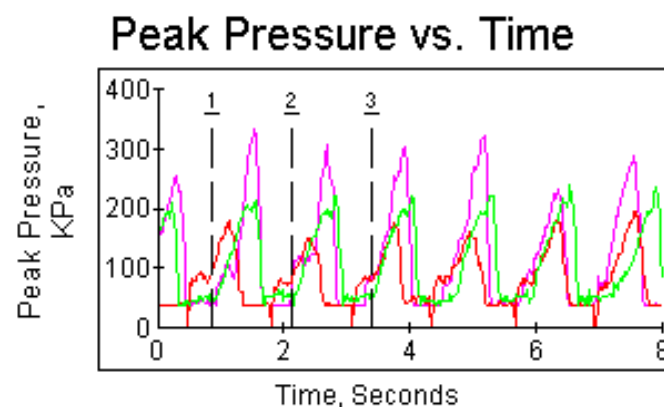
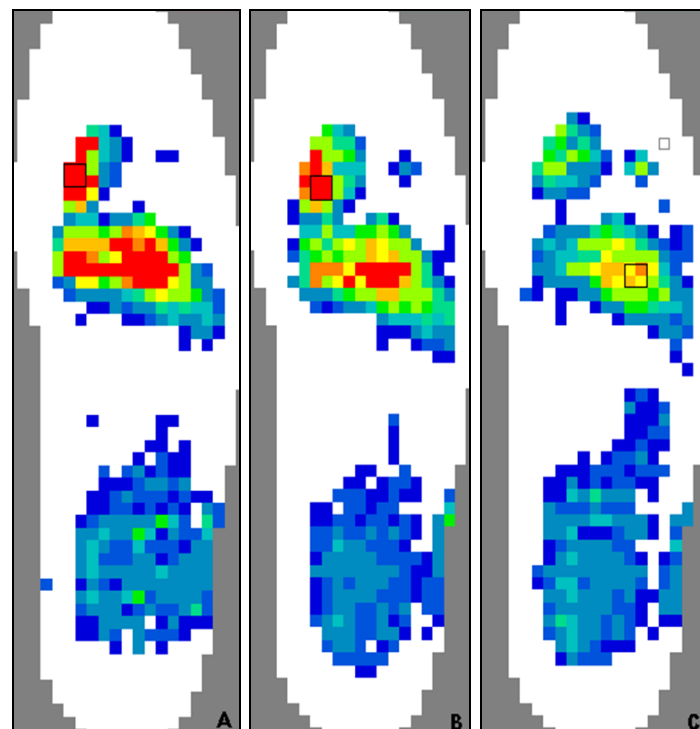
		Insoles	Insoles/ankle support	Control
<b>Static peak plantar pressure (kilopascal, kPa)</b>	<b>Total</b>	<b>94.73 (22.41)*</b>	<b>84.20 (24.14)*#</b>	<b>110.25 (27.35)</b>
	Left	99.24 (27.39)	83.57 (25.46)	106.48 (25.39)
	Right	90.21 (15.39)	84.83 (23.36)	114.02 (29.95)
<b>Dynamic peak plantar pressure (kilopascal, kPa)</b>	<b>Total</b>	<b>205.95 (72.78)</b>	<b>179.02 (64.47)</b>	<b>252.90 (95.95)</b>
	Left	203.38 (78.59)	180.05 (64.42)	219.95 (78.60)
	Right	208.52 (68.32)*	178.00 (66.09)*	285.86 (104.29)+
<b>Static maximum vertical force (newtons, N)</b>	<b>Total</b>	<b>287.30 (89.28)*</b>	<b>250.30 (100.02)*#</b>	<b>347.42 (86.09)</b>
	Left	288.66 (99.67)	261.73 (110.39)	357.79 (103.10)
	Right	285.95 (80.02)	234.57 (88.52)	337.05 (68.64)
<b>Dynamic maximum vertical force (newtons, N)</b>	<b>Total</b>	<b>450.10 (94.99)</b>	<b>401.38 (111.40)*#</b>	<b>458.94 (87.38)</b>
	Left	465.11 (102.52)	414.46 (109.32)	465.93 (97.95)
	Right	435.09 (86.71)	388.29 (114.58)	451.94 (79.62)

Data were expressed in mean (standard deviation)

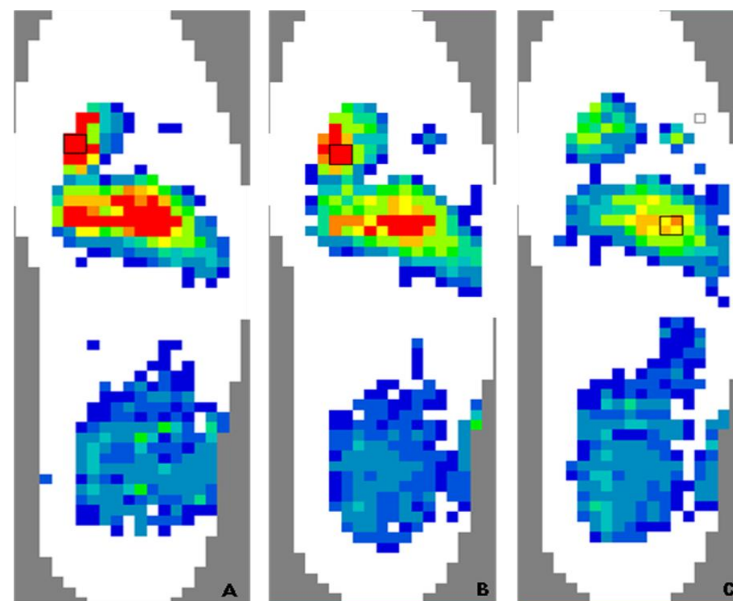
\* P<0.05 vs. control group

# P<0.05 vs. Insoles group

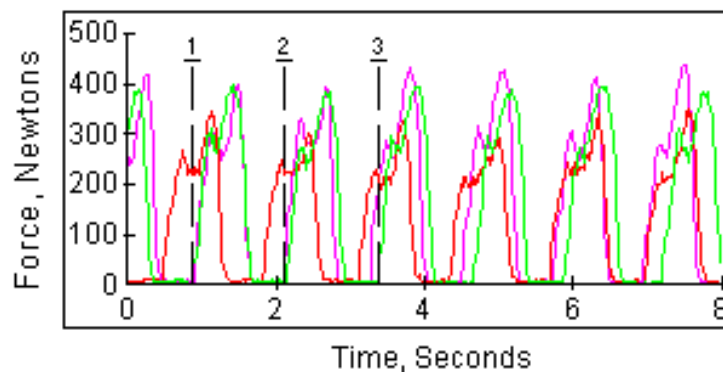
+ P<0.05 vs. left side



**Figure 1.** Graphical representation of dynamic peak plantar pressure (right feet). Pixels represent the measured pressures: the highest values are represented in red; median values are represented in yellow and green. Blue pixels represents the lowest values. In A – control group, B - insoles with medial wedge, C – insoles in combination with ankle support. The graph shows the pressures on the sequence of steps during the 8 seconds of measurement. The pink line represents the evaluation without insole, green line represents the measures with insole and the red line represents the evaluation with insoles and ankle support.



### Force vs. Time



**Figure 2.** Graphical representation of the maximum vertical force while walking through the color scale in three conditions (right foot): A - control group, B - insoles, C - insoles in combination with ankle support. A decrease of plantar pressure is observed among the three conditions. The chart shows the sequence of steps 0 to 8 seconds. Each color represents the condition (A, B and C). The color pink represents the assessment in control group; green color the evaluation with insoles and the red color the insoles in combination with ankle support.

**Table 3.** Correlations between biomechanical improvement observed with insoles in combination with ankle support and control group with the femorotibial angle and grade of OA

		<b>Femorotibial angle *</b>	<b>OA grade #</b>
<b>Static improvement of peak plantar pressure</b>	r	0.023	0.084
	P	0.883	0.599
	N	42	42
<b>Dynamic improvement of peak plantar pressure</b>	r	-0.127	0.115
	P	0.425	0.467
	N	42	42
<b>Static improvement of maximum vertical force</b>	r	-0.097	0.005
	P	0.539	0.974
	N	42	42
<b>Dynamic improvement of maximum vertical force</b>	r	-0.229	0.124
	P	0.144	0.433
	N	42	42

N: number of feet

\* Pearson correlation

# Spearman correlation

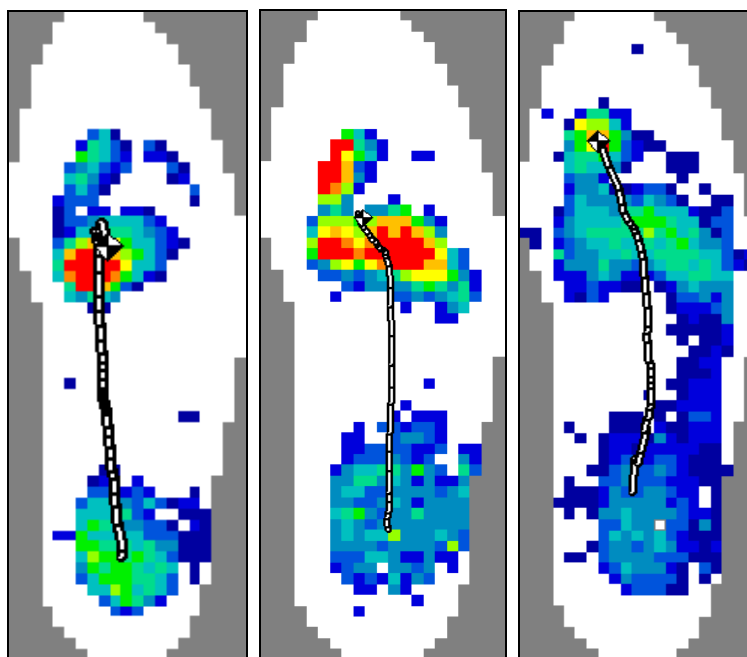
**Table 4.** Center of force shift in the three conditions

<b>Center of force shift</b>	<b>N (%)</b>	<b>N (%)</b>	<b>P</b>
	<b>Control</b>	<b>Insoles</b>	
Calcaneus - 1st metatarsal	2 (4.8)	3 (7.1)	
Calcaneus - 2nd metatarsal	34 (81.0)	20 (47.6)	<0.001
Calcaneus - hallux	6 (14.3)	19 (45.2)	
	<b>Control</b>	<b>Insoles/ ankle support</b>	
Calcaneus - 1st metatarsal	2 (4.8)	0 (0)	
Calcaneus - 2nd metatarsal	34 (81.0)	16 (38.1)	<0.001
Calcaneus - hallux	6 (14.3)	26 (61.9)	
	<b>Insoles</b>	<b>Insoles/ ankle support</b>	
Calcaneus - 1st metatarsal	3 (7.1)	0 (0)	
Calcaneus - 2nd metatarsal	20 (47.6)	16 (38.1)	<0.001
Calcaneus - hallux	19 (45.2)	26 (61.9)	

Calcaneus - 1st metatarsal: beginning at the center of the calcaneus and ending at the first head metatarsal

Calcaneus - 2nd metatarsal: beginning at the center of the calcaneus and ending on the second head metatarsal.

Calcaneus - hallux: beginning at the center of the calcaneus, through the second metatarsal head, and ends at toe



**Figure 3.** Graphical representation of the center of force shift in the three conditions: A - control group, B - insoles, C - insoles in combination with ankle support.

## **8 REFERÊNCIAS**

---

---

---

Abidi NA, Gruen GS, Conti SF. Ankle arthrodesis: indications and techniques. *J Am Acad Orthop Surg.* 2000; 8: 200-9.

Adams JC, Hamblen DL. *Manual de Ortopedia.* 11ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 1994.

Ahlback S. Osteoarthrosis of the knee. *Acta Radiol.* 1969; 277(Suppl): 7-72.

Alexander IJ, Chao E, Jonhson KA. The assessment of dynamic foot to ground contact forces and plantar pressure distribution: a review of the evolution of current techniques and clinical applications. *Foot Ankle.* 1990; 11(3): 152-67.

Altman R, Asch E, Bloch D. The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 1986; 29: 1039-49.

Andrade MAP, Gomes DCFF, Portugal AL, Silva GMA. Osteotomia femoral distal de varização para osteoartrose no joelho valgo: seguimento em longo prazo. *Rev Bras Ortop.* 2009; 44(4): 346-350.

Avakian R. et al. Osteotomia tibial alta em pacientes com artrose do joelho. *Acta ortop. bras.* [online]. 2008; 16(3): 152-6.

Bellamy N, 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; 15: 1830-40.

Bennett JC, Plum F. *Cecil- Tratado de Medicina Interna.* 20<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1997.

Benzakour T, Hefti A, Lemseffer M, Ahmadi JD, Bouyarmene H, Benzakour A. High tibial osteotomy for medial osteoarthritis of the knee: 15 years follow-up. *Int Orthop.* 2010; 34(2): 209-215.

Brand RA, Laaveg SJ, Crowninshield RD, Ponseti IV. The center of pressure path in treated clubfeet. *Clin Orthop.* 1981; 160: 43-7.

Brandt KD. *Diagnosis and Nonsurgical Management of Osteoarthritis.* 3<sup>rd</sup> ed. Professional Communications, Inc; 2003.

Brouwer RW, van Raaij TM, Jakma TT, Verhagen AP, Verhaar JAN, Bierma-Zeinstra SMA. Braces and orthoses for treating osteoarthritis of the knee. *Cochrane Database Syst Rev.* 2005; 1: CD004020

Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, Belo JN, Bernsen RM, Reijman M, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum.* 2007; 56: 1204–11.

Butler RJ, Marchesi S, Royer T, Davis IS. The effect of a subjectspecific amount of lateral wedge on knee mechanics in patients with medial knee osteoarthritis. *J Orthop Res.* 2007; 25: 1121-7.

Camanho GL. Tratamento da osteoartrose. *Rev Bras Ortop.* 2001; 36(5): 135-140.

Camargo OPA, Severino NR, Aihara T, Cury RPL, Souza DG, Palomino EM, Cillo MSP. Osteotomia tibial alta: estudo comparativo entre os métodos de fixação por “agrafes” e aparelho e Ilizarov. *Rev Bras Ortop.* 1995; 30(5): 305-10.

Cerqueira NB, Souza JMG, Fonseca EA. Osteotomia alta da tibia em “V” invertido no tratamento da artrose do joelho. *Rev Bras Ortop.* 1993; 28(5): 273-6.

Corvi A, Reale S, Saggini R. L`analysis della interazione suolo – piede nel passo come ausilio nella diagnosi e nella valutazione di procedure terapeutiche e riabilitative. *Arch Putti Chir Organi Mov.* 1985; 35: 125-34.

Costa RA, Santos HRO, Menezes LC. Osteotomia supracondiliana do fêmur em “V” no tratamento da deformidade em valgo do joelho. *Ver Bras Ortop.* 1992; 27(4): 222-26.

Dieppe PA, Klippel JH. *Rheumatology.* 2nd. ed. Philadelphia: Mosby; 1997.

Doherty M. Risk factors for progression of knee osteoarthritis. *Lancet.* 2001; 358(9284): 775-6.

Dowd GSE, Somayaji HS, Uthukuri M. High tibial osteotomy for medial compartment osteoarthritis. *The Knee.* 2006; 13: 87-92.

Eccles M, Freemantle N, Mason J. North of England evidence based guideline development project: summary guideline for non-steroidal anti-inflammatory drugs versus basic analgesia in treating the pain of degenerative arthritis. The North of England non-steroidal anti-inflammatory Drug Guideline Development Group. *BMJ.* 1998; 317: 526-30.

Erhart JC, Mundermann A, Elspas B, Giori NJ, Andriacchi TP. A variable-stiffness shoe lowers the knee adduction moment in subjects with symptoms of medial compartment knee osteoarthritis. *Journal of Biomechanics*. 2008; 41: 2720-25.

Eyigor S, Hegguler S, Capaci K. A comparison of muscle training methods in patients with knee osteoarthritis. *Clin Rheumatol*. 2004; 23(2): 109-15.

Felson DT, Naimark A, Anderson J, Kazis L, Castelli W, Meenan RF. The prevalence of knee osteoarthritis in the elderly. The Framingham Osteoarthritis Study. *Arthritis Rheum*. 1987; 30: 914-8.

Felson DT. Does excess weight cause osteoarthritis and, if so, why? *Ann Rheum Dis*. 1996; 55: 668-70.

Felson DT, Levitt MC. The effects of estrogen on osteoarthritis. *Cur Opin Rheumatol*. 1998; 10: 269-272.

Fernandes MI: *Tradução e validação do questionário de qualidade de vida específico para osteoartrose WOMAC (Western Ontario McMaster Universities) para a língua portuguesa* [dissertação]. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo; 2003.

Flynn TW, Canavan PK, Cavanagh PR, Chiang JH. Plantar pressure reduction in an incremental weight-bearing system. *Phys Ther*. 1997; 77(4): 410-6.

Grelsmer RP. Current concepts review. Unicompartmental osteoarthritis of the knee. *J Bone Joint Surg*. 1995; 77A: 278-92.

Grieve DW, D'Angelo M. Spatial distribution of peak pressures under the feet as recorded by the foil pedobarography. *J Anat*. 1980; 130: 648.

---

Haddad FS, Bentley G. Total knee arthroplasty after high tibial osteotomy: a medium-term review. *J Arthroplasty*. 2000; 15(5): 597-603.

Hamill J, Bates BT, Knutzen KM. Ground reaction force symmetry during walking and running. *Med Sci Sports Exerc*. 1983; 15(2): 170.

Hinkley A, Websterbogaert S, Litchfield R: The effect of bracing on varus gonarthrosis. *J Bone Joint Surg*. 1999; 81: 539-48.

Hinman RS, Payne C, Metcalf BR, et al. Lateral wedges in knee osteoarthritis: what are their immediate clinical and biomechanical effects and can these predict a three-month clinical outcome? *Arthritis Rheum (Arthritis Care Res)*. 2008; 59: 408-15.

Hinman RS, Bowles KA, Bennell KL. Laterally wedged insoles in knee osteoarthritis: do biomechanical effects decline after one month of wear? *BMC Musculoskeletal Disorders*. 2009; 10(146): 1-8.

Hochberg MC, McAlindon T, Felson DT. Osteoarthritis: New Insights – Part 2: Treatment Approaches. *Ann Intern Med*. 2000; 9(133): 726-37.

Hutton WC, Drabble GE. Na apparatus to give the distribution of vertical load under the foot. *Rheum Phys Med*. 1972; 11: 313-7.

Julin J, Esa J, Timo P, Yrjö TK, Teemu M. Younger age increases the risk of early prosthesis failure following primary total knee replacement for osteoarthritis. A follow-up study of 32,019 total knee replacements in the Finnish Arthroplasty. *Acta Orthopaedica*. 2010; 81(4): 413-9.

Kakihana W, Akai M, Nakazawa K, Takashima T, Naito K, Torii S. Effects of laterally wedge insoles on knee and subtalar joint moments. *Arch Phys Med Rehabil.* 2005; 86: 1465-71.

Kapandji IA. *Fisiologia Articular.* Esquemas comentados de mecânica humana. 5ª ed. São Paulo: Manole; 1987.

Kato Y, Chao EY, Laughman RK, Schneider E, Morrey BF. Biomechanical analysis of foot function during gait and clinical applications. *Clin Orthop.* 1983; 177: 23-33.

Kellgren JK, Lawrence JS. Radiological assessment of osteoarthritis. *Ann Rheum Dis.* 1957; 15: 494-501.

Kerrigan DC, Lelas JL, Goggins J, Merriman GJ, Kaplan RJ, Felson DT. Effectiveness of a lateral-wedge insole on knee varus torque in patients with osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2002; 83: 889-93.

Kiliçoglu O, Donmeza A, Karagulle Z, Erdogan N, Akalan E. Effect of balneotherapy on temporospatial gait characteristics of patients with osteoarthritis of the knee. *Rheumatol Int.* 2010; 30(6): 739-47.

Kirkwood BR, Sterne JAC. *Essential medical statistics.* 2nd ed. Massachusetts: Blackwell Science; 2006.

Kuroyanagi Y, Nagura T, Matsumoto H, Otani T, Suda Y, Nakamura T, Toyama Y. The lateral wedged insole with subtalar strapping significantly reduces dynamic knee load in the medial compartment- Gait analysis on patients with medial knee osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2007; 15: 932-6.

Lawrence JS, Bremner JM, Bier F. Osteo-arthrosis: prevalence in the population and relationship between symptoms and x-ray changes. *Ann Rheum Dis*. 1966; 25: 1–24.

Lazzareschi JC. Tratamento da artrose de joelho femorotibial Unicompartimental com desvio axial em varo ou valgo pela osteotomia alta supratuberositária da tíbia com ressecção cuneiforme. Casuística e métodos. *F Méd (BR)*. 1991; 103(2): 87-94.

Lequesne MG. The algo funcional índices for hip and knee osteoarthritis. *J Rheumatol*. 1997; 24(4): 779-81.

Levitt MD, Felson DT. The epidemiology of osteoarthritis in the peripheral joints: sex hormones and the risk of osteoarthritis in women: epidemiologic evidence. *Ann Rheum Dis*. 1996; 55: 673-676.

Marx FC, Magalhães LO, Bellini CG, Ribeiro MCC. Tradução e validação cultural do questionário algofuncional de Lequesne para osteoartrite de joelhos e quadris para a língua portuguesa. Translation and cultural validation of the Lequesne's algofuncional questionnaire for osteoarthritis of knee and hip for portuguese language. *Rev Bras Reumatol*. 2006; 46(4): 253-60.

McAlindon TE, Cooper C, Kirwan JR, Dieppe PA. Determinants of disability in osteoarthritis of the knee. *Ann Rheum Dis*. 1993; 52: 258-262.

Messier, SP, Gutekunst, DJ, Davis, C, DeVita, P. Weight Loss Reduces Knee-Joint Loads in Overweight and Obese Older Adults With Knee Osteoarthritis. *Arthritis & Rheumatism*. 2005; 52(7): 2026-32

Mestriner LA, Filho JL. Artroplastia total do joelho em osteoartrose. *Rev Bras Ortop*. 1993; 28(1/2): 79-84.

---

Michael JW, Schlüter-Brust KU, Eysel P. The epidemiology, etiology, diagnosis, and treatment of osteoarthritis of the Knee. *Dtsch Arztebl Int.* 2010; 107(9): 152-62.

Mizuno Y, Kumagai M, Mattessich SM, Elias JJ, Ramrattan N, Cosgarea AJ. et al. Q – Angle influences tibiofemoral an patella kinematcs. *J Orthop Res.* 2001; 19: 834-40.

Moore RA, Tramer MR, Carroll D, Wiffen PJ, McQuay HJ. Quantitative systematic review of topically applied nonsteroidal anti-inflammatory drugs. *BMJ.* 1998; 316: 333-8.

Muhlen CA. Osteoartrose: como diagnosticar e tratar. *Rev Bras Med.* 2002; 59(12).

Müller W, Jani L. Experiences with 75 digt tibial osteotomies. *Reconstr Surg Traumatol.* 1971; 12: 53-66.

Neter J, Kutner MH, Nachtsheim CJ, Wasserman W. *Applied Linear Statistical Models.* 4ª ed. Illinois: Richard D. Irwing; 1996.

Ogata K, Yasunaga M, Nomiya H. The effect of wedged insoles on the thrust of osteoarthritic knees. *Int Orthop.* 1997; 21: 308-12.

Paccola CAJ, Lemos ERS, Kuniota CT, Vaz-Jr AJ. Fixação interna para osteotomia valgizante alta da tibia. *Rev Bras Ortop.* 1990; 25(9): 303-310.

Petit JD. *Artrose primária e secundária.* Fisioterapia em traumatologia ortopedia e reumatologia. Rio de Janeiro: Revinter; 2001.

---

Prado FC, Ramos J, Valle JR. *Atualização Terapêutica 2001*. Manual Prático de Diagnóstico e Tratamento. 20ª ed. São Paulo: Artes Médicas; 2001.

Reginster JY, Deroisy R, Rovati LC, Lee RL, Lejeune E, Bruyere O, et al. Long –term effects of glucosamine sulphate on osteoarthritis progression: a randomized, placebo-controlled clinical trial. *Lancet*. 2001; 357: 251-6.

Rodrigues PT, Ferreira AF, Pereira RMR, Bonfá E, Borba E, Fuller R. Effectiveness of medial-wedge insole treatment for valgus knee osteoarthritis. *Arthritis Care & Research*. 2008; 59(5): 603-8.

Saggin JI, Severo A, Borges JLP. Osteotomia valgizante proximal da tíbia no tratamento da osteoartrose. *Rev Bras Ortop*. 1996; 31(5): 383-8.

Sasaki T, Yasuda K. Clinical Evaluation of the treatment of osteoarthritic knees using a newly designed wedged insole. *Clin Orthop*. 1985; 221: 181-7.

Schramm M, Pitto RP, Rohm E, Hohmann D. Long–term results of spherical acetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Br* . 1999; 81: 60-6.

Scranton PEJR, McMaster JH. Momentary distribution of forces under the foot. *J Biomch*. 1976; 9(1): 45-8.

Seda H, Seda AC. *Osteoartrites: noções práticas de reumatologia*. Health, Belo Horizonte: Health; 2001.

Segal A, Rohr E, Orendurff M, Shofer J, O'brien M, Sangeorzan B. The effect of walking speed on peak plantar pressure. *Foot & Ankle International*. 2004; 25(12): 926-33.



Sharma M, Dhanendran M, Hutton WC, Corbett M. Changes in load bearing in the rheumatoid foot. *Ann Rheum Dis*. 1979; 38(6): 549-52.

Shimada S, Kobayashi S, Wada M, Uchida K, Sasaki S, Kawahara H, Yayama T, Kitade I, Kamei K, Kubota M, Baba H. Effects of disease severity on response to lateral wedge shoe insole for medial compartment knee osteoarthritis. *Arch Phys Med Rehabil*. 2006; 87: 1436-41.

Silva LE, Valim V, Pessanha AP, Oliveira LM, Myamoto S, Jones A, Natour J. Hydrotherapy versus conventional land-based exercise for the management of patients with osteoarthritis of the knee: a randomized clinical trial. *Phys Ther*. 2008; 88(1): 12-21.

Simkin A. The dynamic force distribution during level walking under normal and rheumatic feet. *Rheumatol Rehabil*. 1981; 20(2): 88-97.

Simkin A, Stokes IA. Characterisation of the dynamic vertical force distribution. *Med Biol Eng Comput*. 1982; 20(1): 12-8.

Singer JM, Andrade DF. Analysis of longitudinal data. In: Sen PK, Rao CR. *Handbook of Statistics. Bio-Environmental and Public Health Statistics*. 18<sup>a</sup> ed. Amsterdam (North Holland): 2000. p.115-160.

Symmons, D. Mathers, C. Pflieger, B. *Global burden of osteoarthritis in the year 2000. World health organization*. [serial online]. 2006 [cited 2006 ago 15]. Available from: [http://www.who.int/healthinfo/statistics/bod\\_osteoarthritis.pdf](http://www.who.int/healthinfo/statistics/bod_osteoarthritis.pdf)

Tamminen P, Jämsen E, Pajamäki J, Moilanen T. Reasons for revision knee replacement and problems in registration. *J Finn Orthop Assoc*. 2007; 30(3): 211-4.

Toda Y, Toda T, Takemura S, Wada T, Morimoto T, Ogawa R. Change in body fat, but not body weight or metabolic correlates of obesity, is related to symptomatic relief of obese patients with knee osteoarthritis after control program. *J Rheumatol*. 1998; 25: 2181-6.

Toda Y, Segal N, Kato A, Yamamoto S, Irie M. Effect of a novel insole on the subtalar joint of patients with medial compartment osteoarthritis of the knee. *Journal Rheumatol* 2001; 28: 2705-10.

Toda Y, Segal N, Kato A, Yamamoto S. Correlations between body composition and efficacy of lateral wedged insoles for medial compartment osteoarthritis of the knee. *J Rheumatol*. 2002; 29: 541-5.

Toda Y, Tsukimura N, Kato A. The effects of different elevations of laterally wedged insoles with subtalar strapping on medial compartment osteoarthritis of the knee. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004; 85: 673-7.

Toda Y, Tsukimura N, Segal N. An optimal duration of daily wear for an insole with subtalar strapping in patients with varus deformity osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage*. 2005; 13: 353-60.

Toda Y, Tsukimura N. A 2-year follow-up of a study to compare the efficacy of lateral wedge insoles with subtalar strapping and in-shoe lateral wedge insoles in patients with varus deformity osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis and Cartilage*. 2006; 14: 231-237.

Toda Y, Tsukimura N. Influence of concomitant heeled footwear when wearing a lateral wedged insole for medial compartment osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage*. 2008; 16: 244-253.

Tohyama H, Yasuda K, Kaneda K. Treatment of osteoarthritis of the knee with heel wedges. *Int Orthop*. 1991; 15: 31-3.

Van Gheluwe B, Dananberg HJ. Changes in plantar foot pressure with in-shoe varus or valgus wedging. *Journal of American Podiatric Medicine Association*. 2004; 94(1): 1-11.

van Heerwaarden R, Wymenga A, Freiling D, Lobenhoffer P. Distal medial closed wedge varus femur osteotomy stabilized with the TomoFix plate fixator. *Oper Tech Orthop*. 2007; 17(1): 12-21.

van Saase JLCM, van Romunde LKJ, Cats A, Vandenbroucke JP, Valkenburg HA. Epidemiology of osteoarthritis: Zoertermeer survey. Comparison of radiologic osteoarthritis in a Dutch population with that in 10 others populations. *Ann Rheum Dis*. 1989; 48: 271-80.

Wada M, Imura S, Nagatani K. Relationship between gait and clinical results after high tibial osteotomy. *Clin Orthop*. 1998; 354: 180-8.

Washburn K. *Physical medicine and rehabilitation: a practitioner's guide*. 2nd ed. New York: Medical Examination Publishing Co.; 1981.

Weber BG, Brunner CF. *Special techniques in internal fixation*. New York: Springer-Verlag; 1982.

Yasuda K, Sasaki T. The mechanics of treatment of the osteoarthritic knee with a wedged insole. *Clin Orthop Relat Res*. 1987; 215: 162-72.

Young CR. The F-Scan system of foot pressures analysis. *Clin Podiatr Med Surg*. 1993; 10: 455-461.

Zaidi SHA, Cobb AG, Bentley G. Danger to the popliteal artery in high tibial osteotomy. *J Bone Joint Surg Br*. 1995; 77(3): 384-6.