

# MFT 0833 - Biomecânica do Movimento Humano

Profa. Dra. Isabel de C. N. Sacco



icnsacco@usp.br

<http://www.usp.br/labimph>



---

---

---

---

---

---

---

---

## ORGANIZAÇÃO DA DISCIPLINA

### ■ Cronogramas sequenciais:

- Seg e sexta Ago + 1/9 - Biomecânica
- Seg – SET, OUT (30/10)
- Dia 15/9 – primeira aula Cinesiologia sexta



---

---

---

---

---

---

---

---

The screenshot shows the website for the Laboratory of Biomechanics of Human Movement and Posture (LaBiMPH) at USP. The header includes the university name and department. A navigation menu on the left lists: Home, Equipe, Linhas de Pesquisa, Publicações, Congressos, Equipamentos, Galeria, Links, and Biomecânica Online. The main content area features a video player with the URL <http://www.usp.br/labimph/>. Below the video, there is a 'Destaques' section with a video thumbnail and a 'Laboratório de Biomecânica - USP' section with a brief description of the lab's research focus.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Colaboradores da MFT0833



- Ft. Ms. Adriana de Sousa – **Apoio Didático** (drisousa@usp.br)
- **Monitor: XXXXX (XXXXXXXXXX)**
- Ft. Ms. Anice Pássaro – **Assoalho Pélvico** (anicepassaro@usp.br)
- Ft. Roberta Fontana – **Quadril e Lombar** (robertaffontana@gmail.com)

---

---

---

---

---

---

---

---

## BIBLIOGRAFIA



■ **SACCO, I.C.N.; TANAKA C. Cinesiologia e Biomecânica dos Complexos Articulares.** Guanabara Koogan, RJ, 2008.

■ **NEUMANN, D.A. Cinesiologia do Sistema Musculoesquelético: Fundamentos para Reabilitação.** 1ª ed. Ed. Guanabara Koogan, RJ, 2006.

■ **FRANKEL, V.H.; NORDIN, M. Biomecânica Básica do sistema musculoesquelético.** Guanabara Koogan, RJ, 2003.

---

---

---

---

---

---

---

---

## MATERIAL DIDÁTICO



- **Material didático STOA**

---

---

---

---

---

---

---

---

## OBJETIVOS



- Abordar e discutir as propriedades mecânicas dos tecidos biológicos
- Estabelecer relações entre a presença e ausência de adequados estímulos mecânicos externos e as respostas dos tecidos biológicos
- Analisar a mecânica mecânica e fisiologia dos complexos articulares de membros inferiores, superiores e coluna vertebral
- Discutir as bases mecânicas dos métodos de avaliação dos segmentos articulares e estabelecer relações com a biomecânica do movimento e postura humana
- Abordar e discutir os fatores fundamentais e determinantes da mecânica normal do movimento humano
- Oportunizar condições para o aluno prosseguir no estudo e investigação científica do movimento e postura humana

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## PROGRAMA DA DISCIPLINA



- **Módulo I** – Introdução à Biomecânica
- **Módulo II** – Cinesiologia e Biomecânica dos MMII
- **Módulo III** - Cinesiologia e Biomecânica dos MMSS
- **Módulo IV** - Cinesiologia e Biomecânica da Coluna Vertebral e Tronco
- AULA convidado Internacional – 11/8

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

MÓDULO I – Introdução a Cinesiologia e Biomecânica				LaBIMPH
31/07 seg	Abertura da disciplina + Introdução à Biomecânica	Isabel Adriana	- Cap. 1 do livro: Fundamentos da Biomecânica. O corpo em movimento, 2014". Introdução à biomecânica. Sonia C. Corréa	1) Leitura prévia: Cap. Sônia C. Corréa
4/08 sex	Biomecânica do tecido muscular	Isabel	- Cap. 1 do livro: "Cadeias musculares" - "Plasticidade e Adaptação postural dos Músculos Esqueléticos" - Tania F. Salvini. - Artigo: Minamoto V. Classificação e adaptações das fibras musculares: uma revisão. Fisiologia e Pesquisa, v.12(3): 50-55, 2005. - Cap 4 e Cap 6 do livro "Biomecânica Básica do Sistema Musculoesquelético" Nordin e Frankel, 2003, 3ª edição.	1) Leitura prévia: texto Tania Salvini para responder questões em sala 2) Leitura prévia: texto Viviane B. Minamoto
7/08 seg	Biomecânica do tecido ósseo	Isabel	- Cap 4 - "Biomecânica do crescimento e desenvolvimento dos ossos" "Liane" "Biomecânica Básica". Susan Hall, 2010. 4ª edição. - Livro: "Biomecânica Básica do Sistema Musculoesquelético" Nordin e Frankel, 2003 3ª edição - Cap 2: Biomecânica do Osso - Cap 3: Biomecânica da Cartilagem Articular	1) Leitura prévia do cap. 4 Susan Susan Hall para responder questões em sala 2) Entregar questões corrigidas: tecido muscular – Tania Salvini
11/08 sex	BH00: Biomecânica do tecido conjuntivo e articular 10h30: "Conservative management of urinary incontinence and pelvic organ prolaps: the state of the evidences in 2017"	Isabel Chantale Dumoulin		
14/08 seg	Análise qualitativa do movimento humano	Isabel	- Cap 2: Plano e eixo do livro "Movimento Articular. Martelli, Rosa et al. 2005	1) Leitura prévia: Cap 2: Plano e eixo do livro: "Movimento Articular. Martelli, Rosa et al. 2005

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---



LaBIMPH

## Critérios de Avaliação

- Participação efetiva e presença às aulas e atividades
- Tarefas referentes às aulas (nt) (total aulas sem avaliação: 16)
- Casos Clínicos (cc) - entrega 01/12
- Avaliação Processual (P1) - 18/09
- Avaliação Final (P2) – 30/10

**Média final = (nt\*0,15 + cc\*0,05 + P1 \*0,3 + P2\*0,5)**

---

---

---

---

---

---

---

---

LaBIMPH

## Tempestade Cerebral

O que é?  
 Pra que serve?  
 Que áreas utilizam a biomecânica?  
 Que disciplinas do curso se relacionam com a biomecânica?  
 Como a Fisio se beneficia com a biomecânica?  
 Qual a relação da biomecânica com a prática da Fisio?

---

---

---

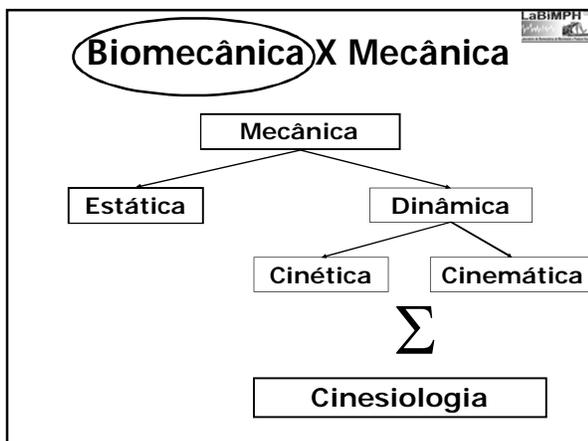
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---



"A **Biomecânica** examina o corpo humano e seus movimentos, fundamentando-se nas leis, princípios e métodos mecânicos e conhecimentos anatomo-fisiológicos"

---

---

---

---

---

---

---

---



## BIOMECÂNICA

Processo de **reabilitação / treinamento esportivo** contribuirá efetivamente para a **melhora da função/ desempenho** sem gerar maiores sobrecarga e solicitações mecânicas, desde que conte com uma adequada **Avaliação Biomecânica**




---

---

---

---

---

---

---

---



## Casos Clínicos

- **Objetivo:** Discussão de casos clínicos.
- **Temas:** **Membro superior** (ombro, cotovelo, punho e mão); **Membro inferior** (quadril, joelho, tornozelo e pé); **Coluna vertebral** (lombar, cervical)
- **Tarefa:** entregar por escrito dia 01/12
- **Avaliação**
  - Formatação de trabalho científico
  - Ilustrações
  - Bibliografia
  - Conteúdo: Respondeu e seguiu as questões de orientação do caso clínico? Resolveu (respondeu) o caso com sucesso?

---

---

---

---

---

---

---

---

## Preparação próxima aula



### Dia 4/08 – Estudo de texto dirigido

#### Leitura do texto:

“Plasticidade e adaptação muscular dos músculos esqueléticos” **Tânia Salvini**

“Classificação e adaptações das fibras musculares” **Viviane Minamoto**

---

---

---

---

---

---

---

---

## Tarefa para dia 7/8



### SEGUNDA:

Entregar questões tecido muscular – Tania Salvini

Leitura Capítulo 2 - Osso - Susan Hall

---

---

---

---

---

---

---

---

## Importância da biomecânica na vida das pessoas



---

---

---

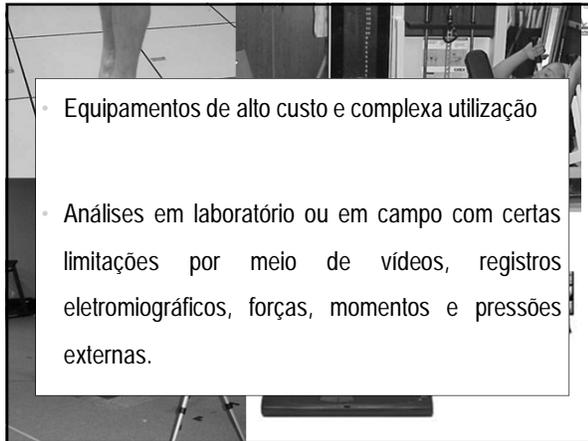
---

---

---

---

---



- Equipamentos de alto custo e complexa utilização
- Análises em laboratório ou em campo com certas limitações por meio de vídeos, registros eletromiográficos, forças, momentos e pressões externas.

---

---

---

---

---

---

---

---

- Por milhões de anos, na história da evolução do homem, esta incrível ferramenta nos garantiu a sobrevivência ao nos permitir correr longas distâncias para buscar comida e sem auxílio de qualquer calçado.
- O calçado surge na história apenas há 45.000 anos atrás, no período Paleolítico.
- O calçado moderno (como entendemos hoje): década 70!
- Porque mesmo com toda a evolução de tecnologias de construção de calçados ainda temos altíssima prevalência de lesões ao praticar modalidades esportivas?

Lieberman. Exerc. Sport Sci. Rev. 2012




---

---

---

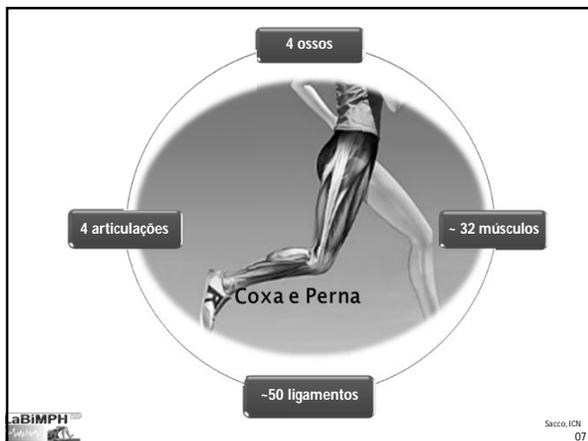
---

---

---

---

---



4 ossos

4 articulações

~32 músculos

Coxa e Perna

~50 ligamentos

laBIMPH

Sacro, ION 07

---

---

---

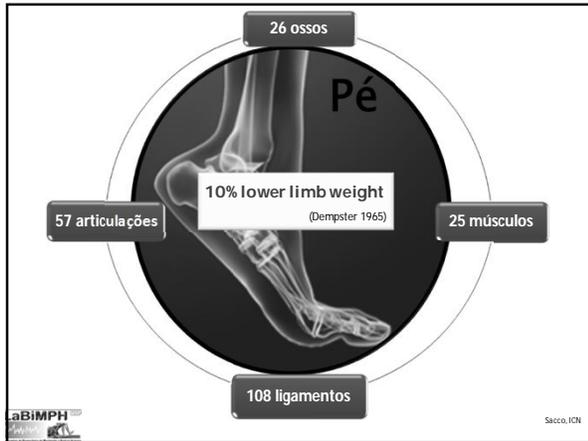
---

---

---

---

---




---

---

---

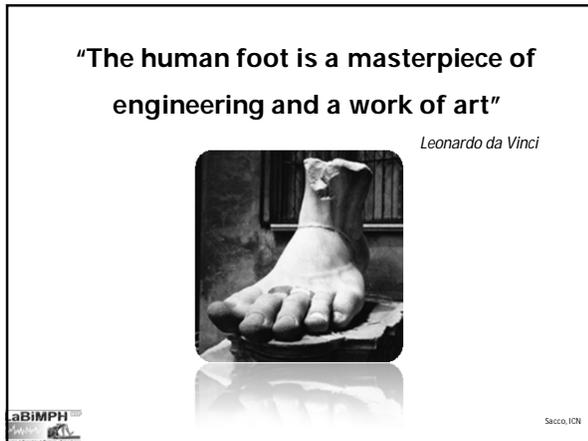
---

---

---

---

---




---

---

---

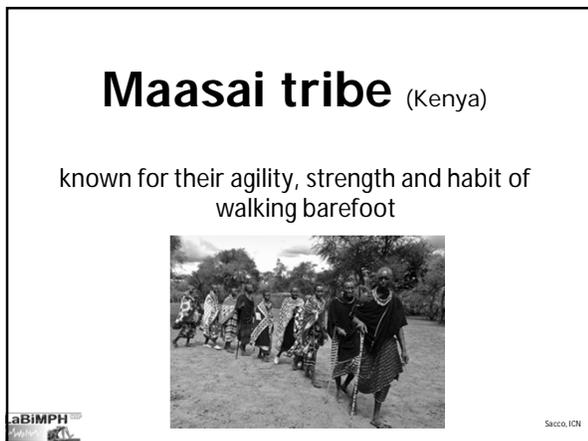
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### MBT (Maasai Barefoot Technology)



- Esta tecnologia MBT foi desenvolvida pelo engenheiro suíço Karl Muller, inspirado nas tribos Maasai (Lerud et al., 2007)
- Supostamente há benefícios que se assemelhariam ao andar descalço e o desenvolvimento de capacidades semelhantes aos Maasai (Romkes et al., 2006; Landry et al., 2010, Nigg et al., 2006).
- Adicionou-se uma instabilidade natural causada quando se caminha em superfícies irregulares como nos arrozais da Coreia.



Sacco, ION  
**11**

---

---

---

---

---

---

---

---

### MBT

Wearing MBTs can help to:

Standing	Walking
<ul style="list-style-type: none"> <li>improve balance</li> <li>reduce lower back pain</li> <li>activate protective muscles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>improve posture</li> <li>reduce lower back pain</li> <li>activate protective muscles</li> </ul>
	
Massal Sensor absorbs impact of heel strike	Plant point G balancing area generates dynamic resting action
	



Sacco, ION  
**12**

---

---

---

---

---

---

---

---






---

---

---

---

---

---

---

---

**O que se busca em um calçado moderno?**

1. Confortáveis
2. Super acolchoados – absorção impacto
3. Com elevação nos calcanhares
4. Com suporte para os arcos
5. Controle da pronação/ supinação




---

---

---

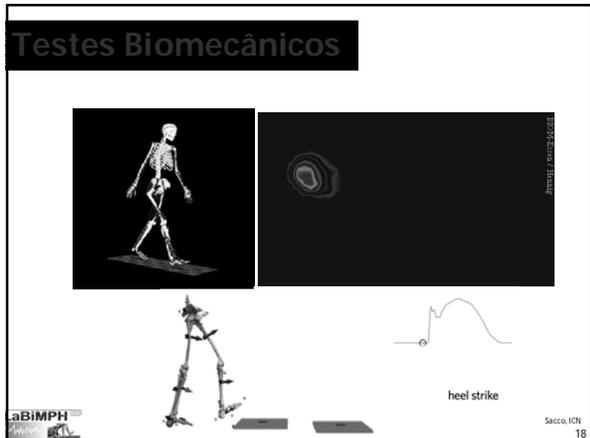
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

## Atenuação Impacto X Conforto

Estudo 1 (Hennig et al.)

Impacto vertical & Conforto (nota 0-10)

O calçado **mais votado** como mais macio e confortável foi o que produziu **maiores Impactos** !!!!



Sacco, ION  
19

---

---

---

---

---

---

---

---

## Atenuação Impacto X Amortecedor

Estudo 2 (Clarke et al.)

Redução de impacto em corredores ≠ densidades de solado nos calçados?

Calçados mais **macios não** reduziram o **Impacto!**



Sacco, ION  
20

---

---

---

---

---

---

---

---

## Atenuação Impacto & Conforto

Estudo 3 (Nigg et al.)

Modelo anos 70  
(sem amortecedor)



menor impacto

X

Modelo anos 80  
(com amortecedor)



maior impacto

X



Sacco, ION  
21

---

---

---

---

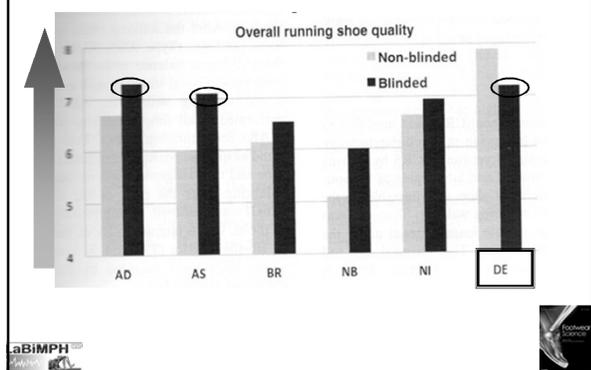
---

---

---

---

**Percepção CONFORTO:** avaliação cega X não cega




---

---

---

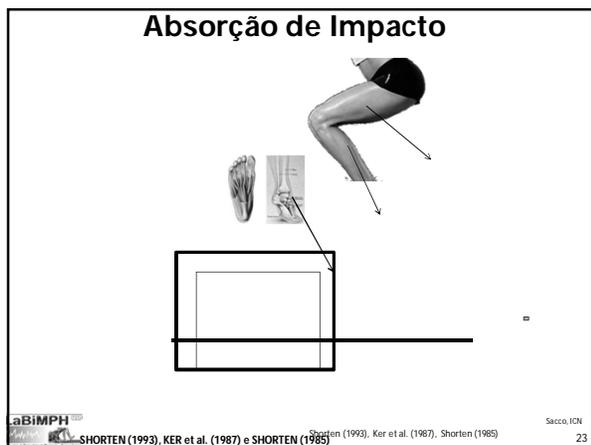
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

**Melhor:**

- Percepção sensorial
- Mobilidade tornozelo-pé
- transferência forças Intra-articulares
- Dissipação forças que chegam ao joelho

Apropriados mecanismos de rolamento do pé e cargas articulares menos danosas

laBIMPH

(Shakoor & Block, 2006, Doidge, 2007)

25

---

---

---

---

---

---

---

---

**Rolamento Fisiológico do Pé**

laBIMPH

Sacco, ION

26

---

---

---

---

---

---

---

---

**Foot strike patterns and collision forces in habitually barefoot versus shod runners**

David E. Lieberman<sup>1</sup>, Marjorie Van Emmerik<sup>1,2</sup>, William A. Werbel<sup>1</sup>, Adam L. Dussan<sup>1</sup>, Susan D'Andrea<sup>1</sup>, James S. Davis<sup>1</sup>, Robert Ojiambo Mang'Eni<sup>1</sup>, & Yannis Pitsalidis<sup>1</sup>

fore-foot strike

heel strike

Altura elevada calcanhares

nature

TREADSOFTLY

nature

Born to run

Sacco, ION

27

---

---

---

---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

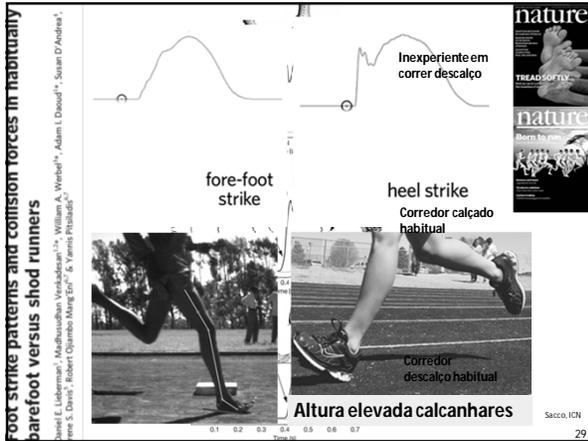
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

FILME

Lieberman – Barefoot Professor

LaBIMPH

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## O que se busca em um calçado moderno?

1. Confortáveis
2. Super acolchoados – absorção impacto
3. Com elevação nos calcanhares
4. Com suporte para os arcos
5. Controle da pronação/ supinação



aBiMPH

31

---

---

---

---

---

---

---

---



## Arcos Plantares

**Definição Arco:** “estrutura curva que suporta o peso de um material acima de um espaço vazio.”

Assim, um **ARCO** é uma estrutura que é capaz de suportar um peso acima de um espaço sem suporte, a partir do apoio de suas extremidades.



aBiMPH

32

---

---

---

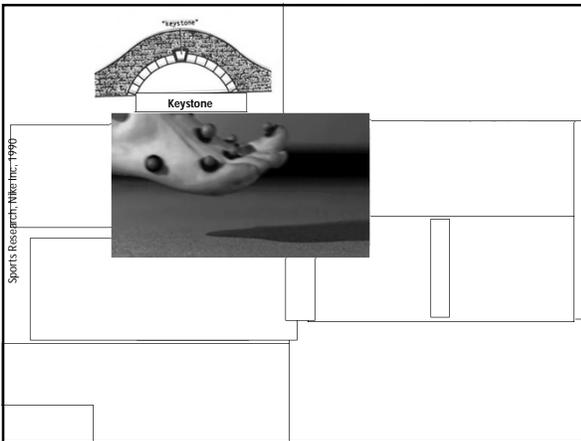
---

---

---

---

---



Sports Research, Nike, Inc., 1999

---

---

---

---

---

---

---

---

### Suporte para arcos plantares

Calçado convencional

Sacco, ION 37

---

---

---

---

---

---

---

---

### O que se busca em um calçado moderno?

1. Confortáveis
2. Super acolchoados – absorção impacto
3. Com elevação nos calcanhares
4. Com suporte para os arcos
5. Controle da pronação/ supinação

Sacco, ION 38

---

---

---

---

---

---

---

---

### Pronação e supinação

Right Foot

Pronation      Supination

Sacco, ION 39

---

---

---

---

---

---

---

---

## Calçados com controle estabilidade




---

---

---

---

---

---

---

---

## Calçados com "motion control"

- Estudo prospectivo com 189 corredores (22 meses)
- **Sem diferença** na incidência de lesões no joelho e tornozelo em função do uso de calçados com controle de estabilidade



Hein, Janssen, Fritz & Stefan Grau (2011)




---

---

---

---

---

---

---

---

FOOT MECHANIC	CURRENT SHOE WEAR	SHOE TYPE RECOMMENDED
UNDERPRONATION	HAS EXTREME WEAR ON THE OUTSIDE EDGE OF THE SHOE.	NEUTRAL
NEUTRAL	THIS RUNNER NORMALLY HAS WEAR EVENLY DISTRIBUTED FRONT OF THE SHOE AND MIDDLE OF THE FOOT.	NEUTRAL
SEVERE OVERPRONATION	THIS RUNNER NORMALLY HAS MILD WEAR ON THE INSIDE OF THE FOOT AND SLIGHTLY UNDER THE BIG TOE AREA.	STABILITY
MILD OVERPRONATION	THIS RUNNER NORMALLY HAS SIGNIFICANT WEAR ON THE INSIDE OF THE FOOT EXTENDING FROM THE BALL ALL THE WAY TO THE BIG TOE.	MOTION CONTROL



Sacco, ICM 42

---

---

---

---

---

---

---

---

## Calçado moderno: cumpre o que 'se propõe'?

1. Confortáveis – **conforto subjetivo sem relação com propriedades biomecânicas** (Dinato, Sacco et al J Scie Med Sport 2014)
2. Super acolchoados / absorção impacto – **não há atenuação superior ao que o sistema musculoesquelético é capaz**
3. Com elevação nos calcanhares – **induzem aumento de impacto agressivo ao toque do calcanhar no solo** (Lieberman, 2010, 2012)
4. Com suporte para os arcos – **arcos sustentam-se pela sua estrutura biomecânica**
5. Controle da pronação/ supinação – **sem nenhum efeito para prevenir lesão** (Hein et al, 2011)



43

---

---

---

---

---

---

---

---

## Uso crônico do calçado moderno

1. Aumento sobrecarga mecânica crônica (transiente impact)
2. Mantém alavanca pé rígida
3. Diminuição percepção: informação aferente alterada (Shakoor & Block, 2006, Doidge, 2007)
4. Desuso da musculatura intrínseca do pé



Secco, ICM

44

---

---

---

---

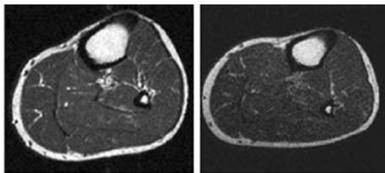
---

---

---

---

## ATROFIA COM 9 ANOS DE DESUSO



Andriessen CS et al. 2009 Jun 52(6):1182-91

45

---

---

---

---

---

---

---

---

# Quando o calçado pode ajudar ?



Sacco, ION  
46

---

---

---

---

---

---

---

---

► Doença reumática mais prevalente no mundo (Woolf e Pfleger, 2003)

► É caracterizada pela degeneração da cartilagem hialina, dor e incapacidade funcional (Scott et al., 1998; Vad et al., 2002)

► O joelho é a segunda articulação de todo o corpo mais acometida pela doença, com 37% dos CASOS (Senna et al., 2004).



A cada aumento de 1,5 unidades de sobrecarga (torque) aumenta 6,5 risco progressão OA

**OSTEOARTRITE (OA)**

---

---

---

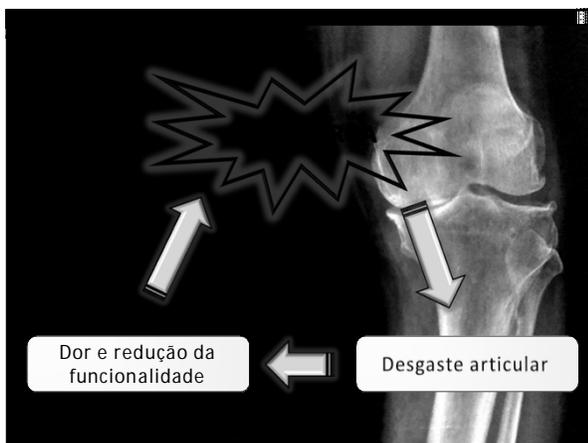
---

---

---

---

---



Dor e redução da funcionalidade

Desgaste articular

---

---

---

---

---

---

---

---

Propriedades mecânicas dos calçados modernos (com 'salto') usados para caminhada interferem negativamente na progressão da OA (Kerrigan et al., 1998; Kerrigan et al., 2001; Kerrigan et al., 2005; Shakoore e Block, 2006)

ARTHRITIS & RHEUMATISM  
Vol. 48, No. 5, September 2006, pp 2423-2427  
DOI 10.1002/art.22323  
© 2006, American College of Rheumatology

Shakoore e Block, 2006

Walking Barefoot Decreases Loading on the Lower Extremity Joints in Knee Osteoarthritis

Najia Shakoore and Joel A. Block

Redução sobrecarga joelho  
**agudamente**

Trombini-Souza, Sacco et al., 2010  
Sacco et al., 2012



49

---

---

---

---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

**Ensaio Clínico randomizado e controlado cego**

- 6 meses uso
- 5x/semana – 6 horas diárias
- AVD's

laBIMPH Sacco, ICM  
50

---

---

---

---

---

---

---

---



...uma forma de tratamento mecânico conservador da OA com o objetivo de:

1. **minimizar a DOR (67%)**
2. **melhorar os aspectos FUNCIONAIS** para as AVDs (63%)
3. **diminuir o consumo de MEDICAÇÃO ANALGÉSICA**
4. Evitar piora características clínicas (edema e derrame)
5. Reduzir impulso articular nos joelhos (15%) ou não aumentar carga



Sacco, ION  
51

---

---

---

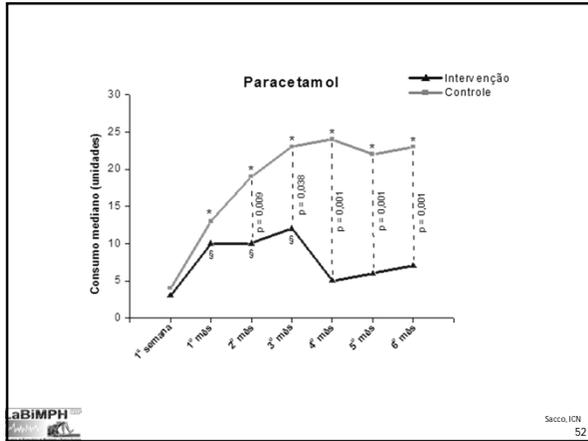
---

---

---

---

---



Sacco, ION  
52

---

---

---

---

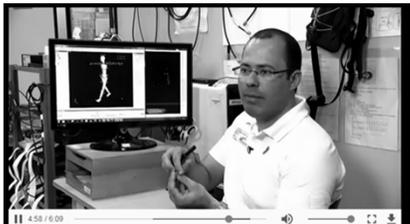
---

---

---

---

## Programa Globo Reporter 8/8/14



Sacco, ION

---

---

---

---

---

---

---

---

# O que fazer agora?

aBiMPH

Sacco, ION  
53

---

---

---

---

---

---

---

---



aBiMPH

54

---

---

---

---

---

---

---

---

## Programa Bem Estar – Globo 8/11 e 5/17



55

---

---

---

---

---

---

---

---