



# Biomecânica do complexo articular do tornozelo & pé

Isabel C. N. Sacco (Ph.D.)



Sacco, ICN

3

1

## FUNÇÕES

- Suporte do peso
- Controle e estabilização do MMII
- Ajuste à superfície de contato
- Manipulação de objetos e operação de máquinas
- Propulsão - locomoção
- Amortecimento de choques: músculos instrínsecos + coxins adiposos (calcanhar, 2ª a 4ª CMT)



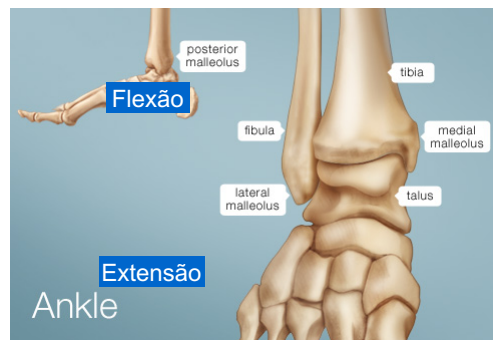
Sacco, ICN

4

2

# TORNOZELO

Formado por tíbia, fíbula e tálus



Sacco, ICN

6

3

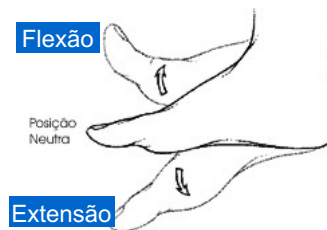
# TORNOZELO

Formado por tíbia, fíbula e tálus

Tipo Gínglimo – 1 grau liberdade

Flexão: 20 a 30°

Extensão: 30 a 50°



Sacco, ICN

6

4

# Flexão / Extensão

Não ocorre puramente no plano sagital

Obliquidade do eixo do tornozelo

+

Forma do corpo do tálus

→ movimento triplanar

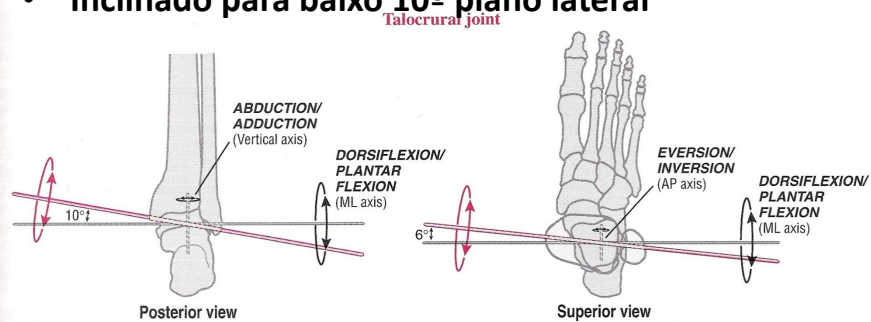


Sacco, ICN

5

# Eixo Tornozelo

- Rodado 20/30º plano transverso
- Inclinado para baixo 10º plano lateral



- Flexão: eversão e abdução do pé
- Extensão: inversão e adução do pé

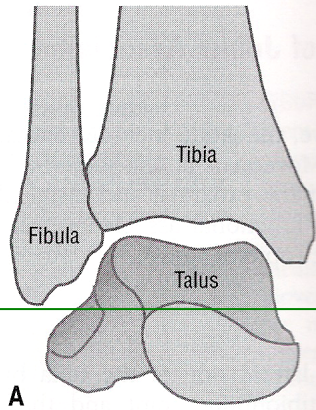


Sacco, ICN

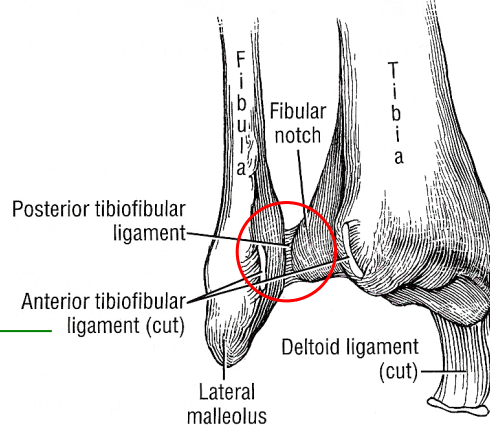
6

## Pinça Bimaleolar

The shape of the talocrural joint



Anterior-lateral view



Sacco, ICN

7

## Pinça Bimaleolar

### Flexão:

- Parte anterior da tróclea entra na pinça
- Pinça abre, fíbula se eleva e roda medialmente
- Ligamentos da articulação tibiofibular distal → estabilizador e fulcro para o movimento



Sacco, ICN

8

# Pinça Bimaleolar

## Extensão:

- Parte anterior da tróclea sai da pinça
- Pinça fecha, fíbula se abaixa e roda lateralmente

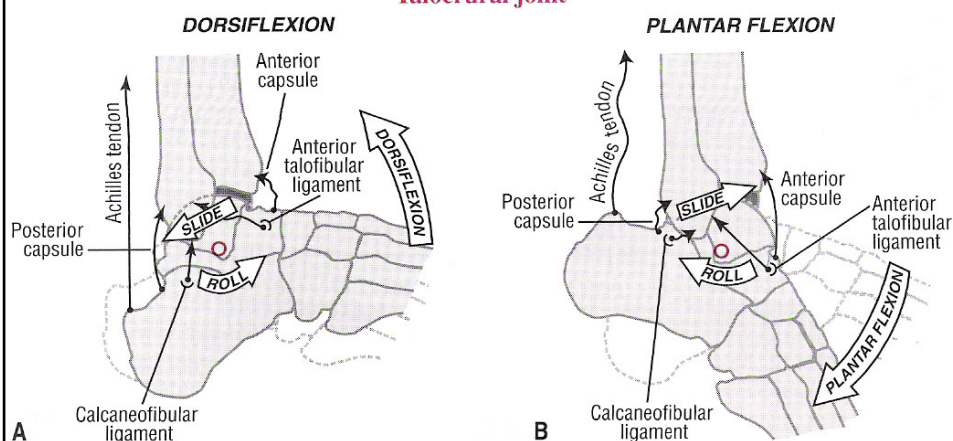


Sacco, ICN

9

# Artrocinemática - Tálus

## Talocrural joint



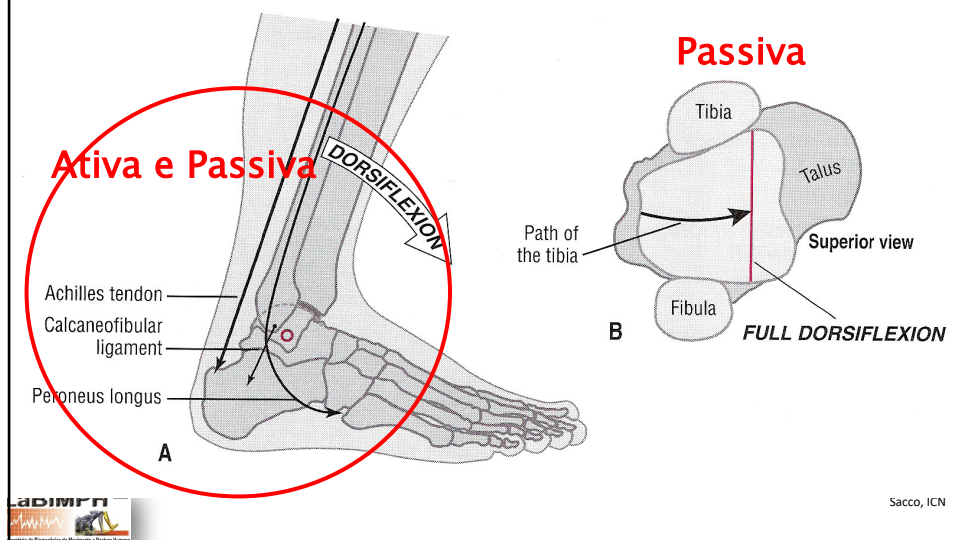
## deslizamento e rolamento



Sacco, ICN

10

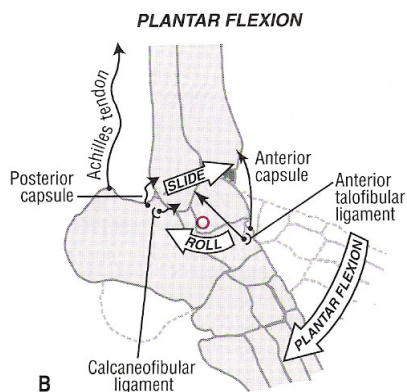
## Limitação de Flexão de Tornozelo



11

## Limitação de Extensão de Tornozelo

- Contato ósseo – talus/ calcâneo/ tíbia
- Cápsula anterior
- Lig. Talofibular anterior
- Tensão mm. Anteriores



12

# Estabilidade do Tornozelo

## MEDIAL

- ❖ Ligamento deltóide: tibiotalar anterior, tibiocalcaneal (tibiotalar posterior), tibionavicular

## LATERAL

- ❖ Ligamento tibiofibular posterior
- ❖ Ligamento talofibular posterior
- ❖ Ligamento talofibular anterior
- ❖ Ligamento calcaneofibular

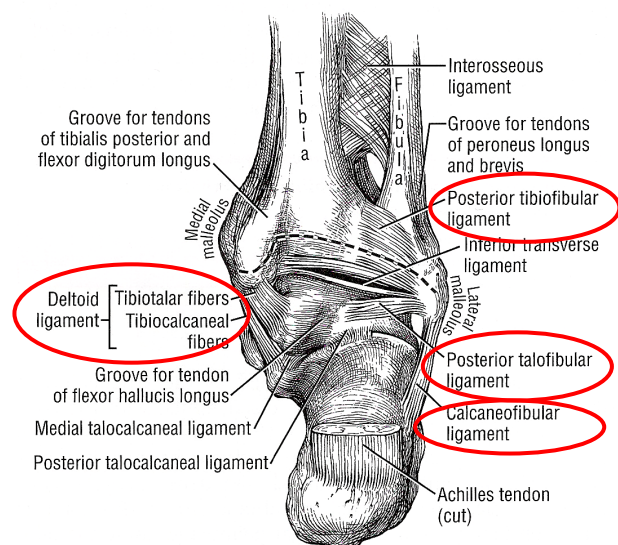


Sacco, ICN

13

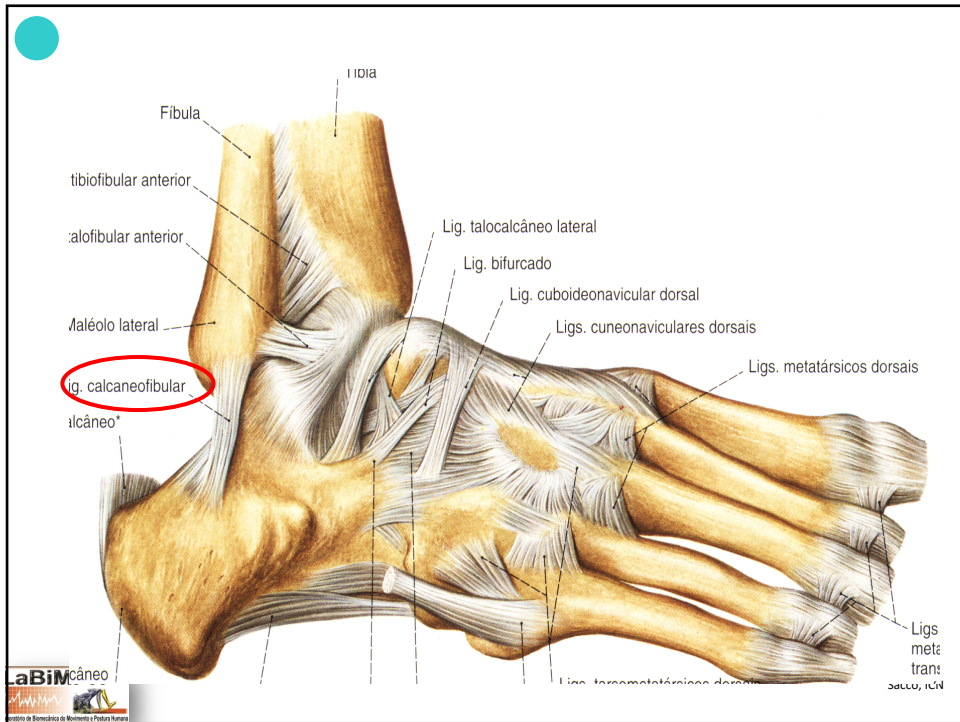
# Estabilidade do Tornozelo – Ligamentar

Posterior view

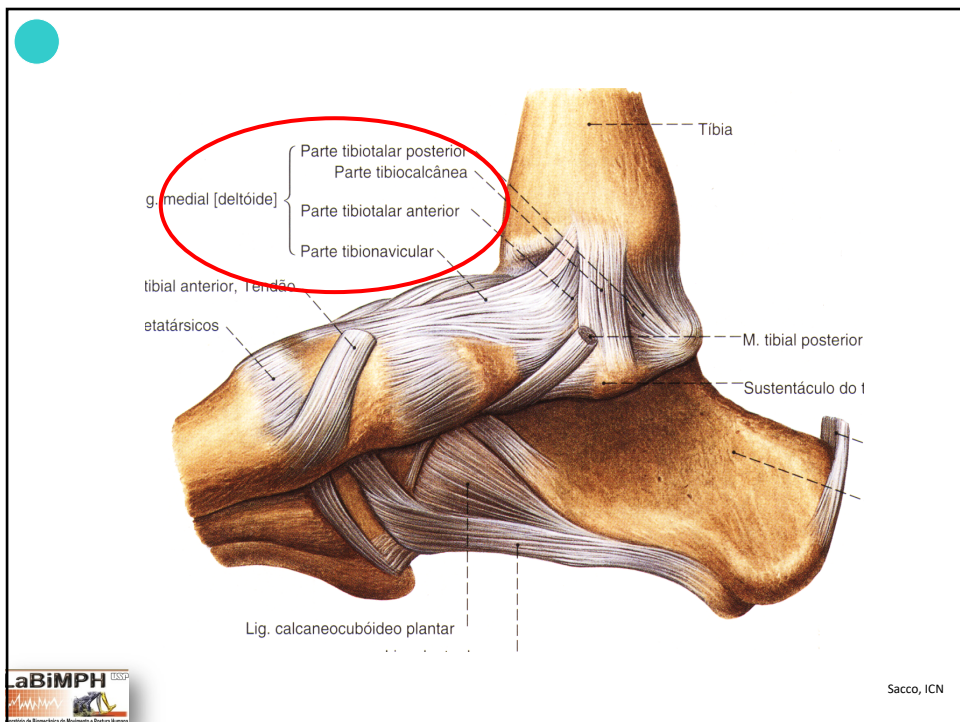


Sacco, ICN

14

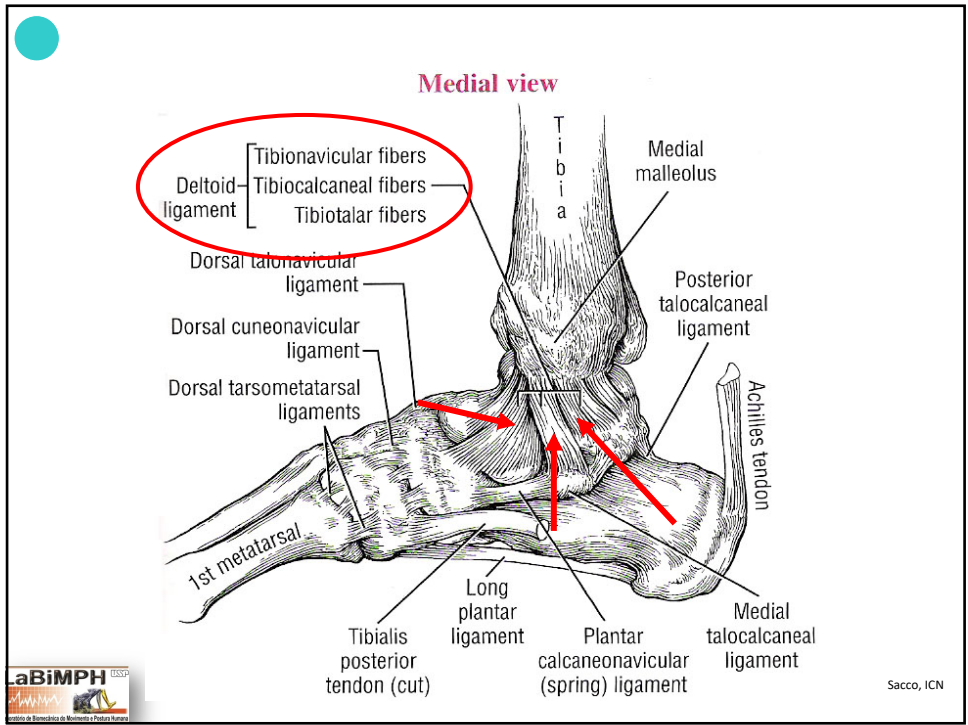


15

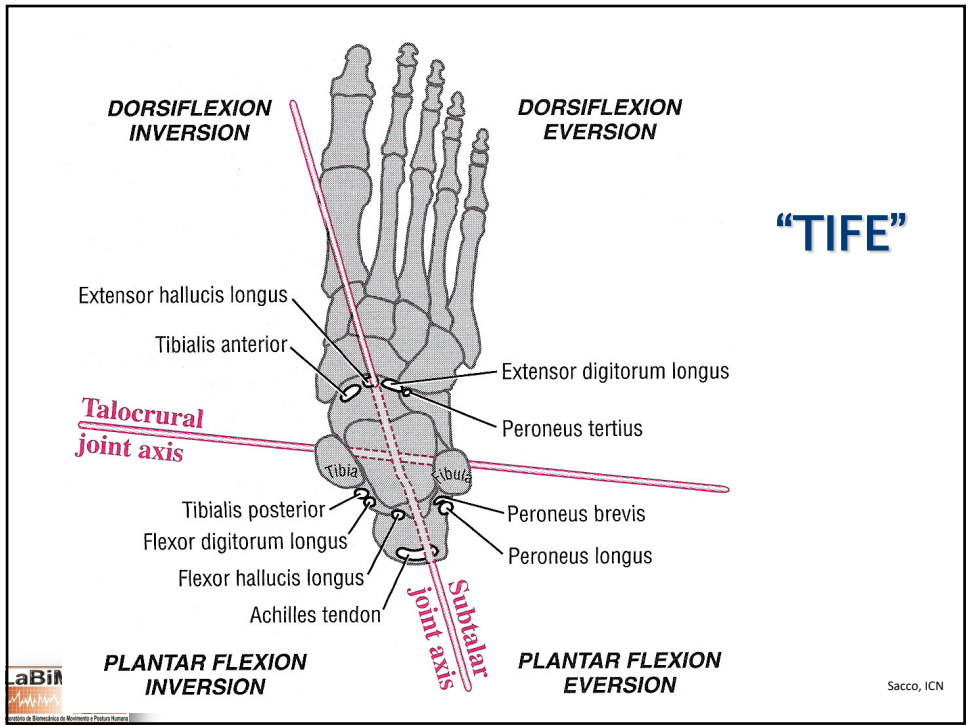


16

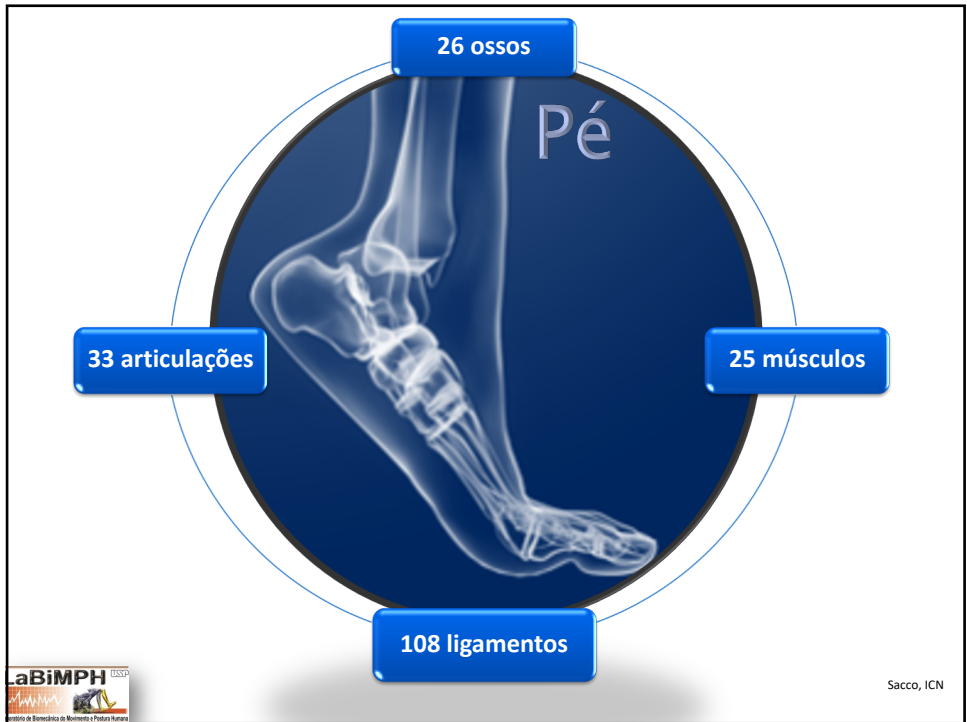




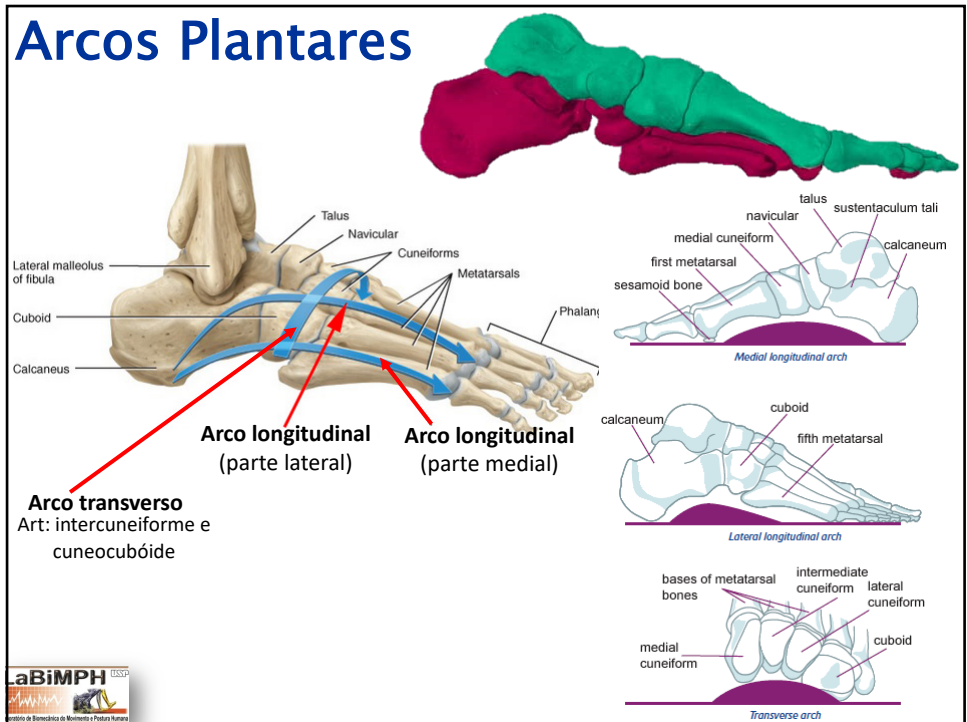
17



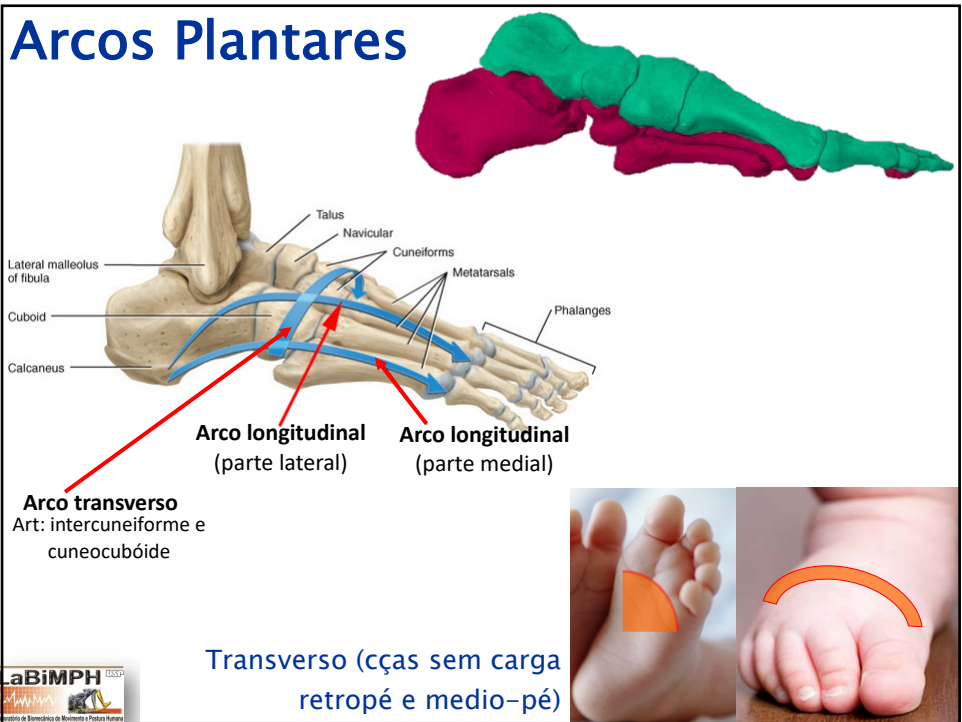
18



19



20



21



22

## Avaliação Arco longitudinal: impressão plantar

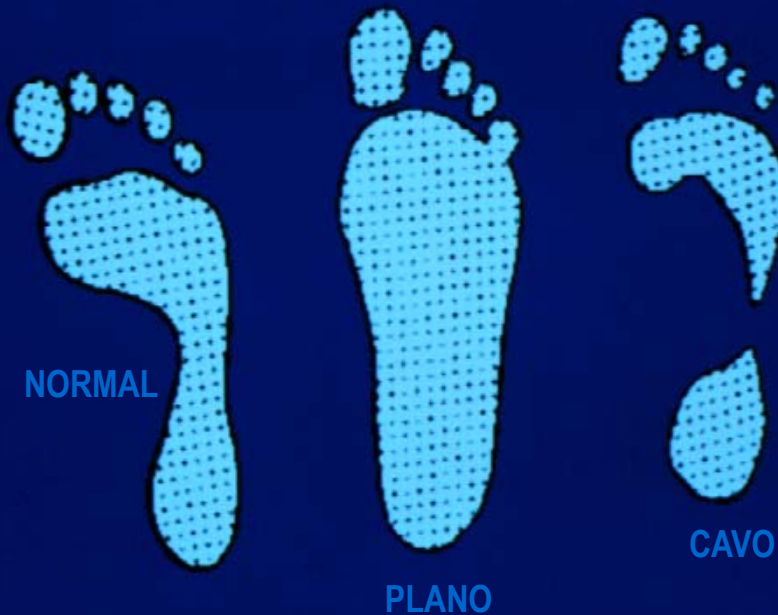
Pedígrafo



Sacco, ICN

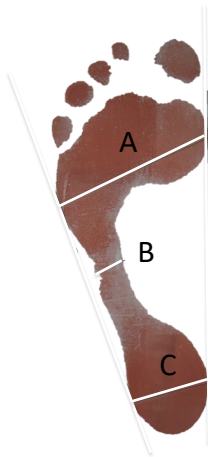
23

## DISTRIBUIÇÃO DE CARGA DO PÉ



24

## Cálculo índice Arco Plantar

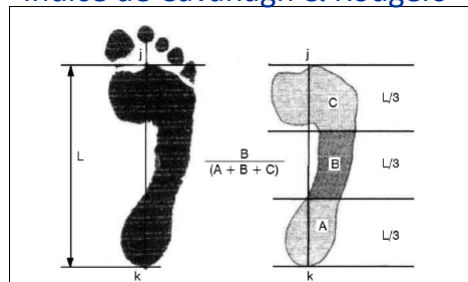


A – Largura Antepé  
B – Largura Médio-pé  
C – Largura calcanhar

$B/A$  – Chippaux-Smirak Index

$B/C$  – Staheli Index

### Índice de Cavanagh & Rodgers

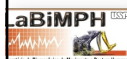
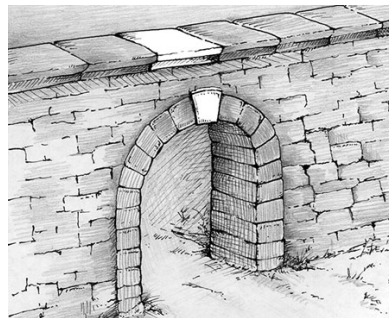


25

## Arcos Plantares

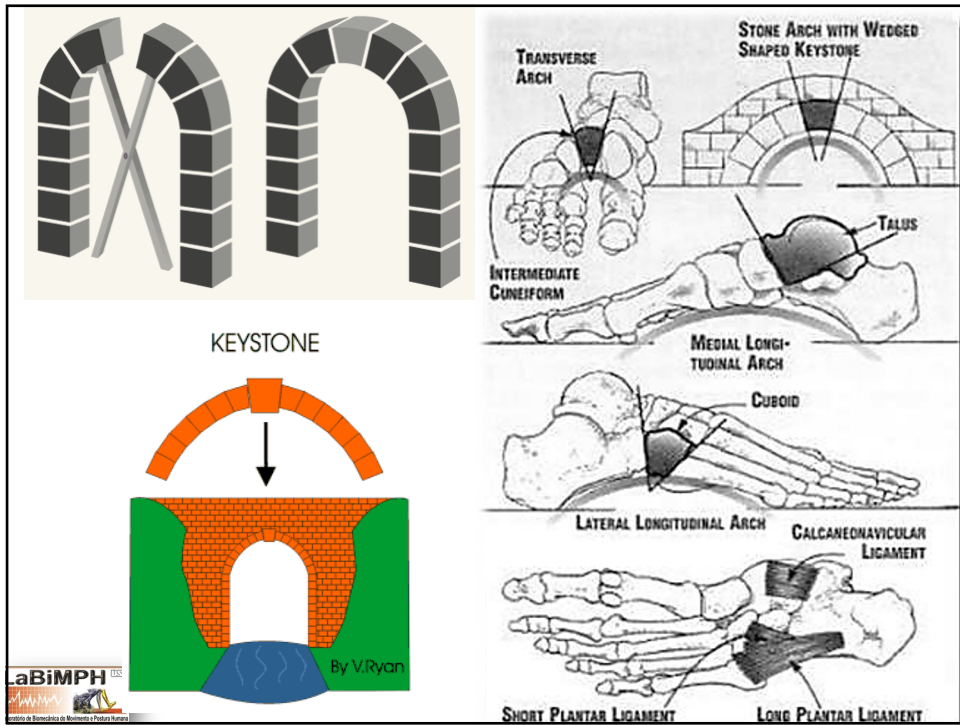
**Definição Arco:** “estrutura curva que suporta o peso de um material acima de um espaço vazio.”

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.

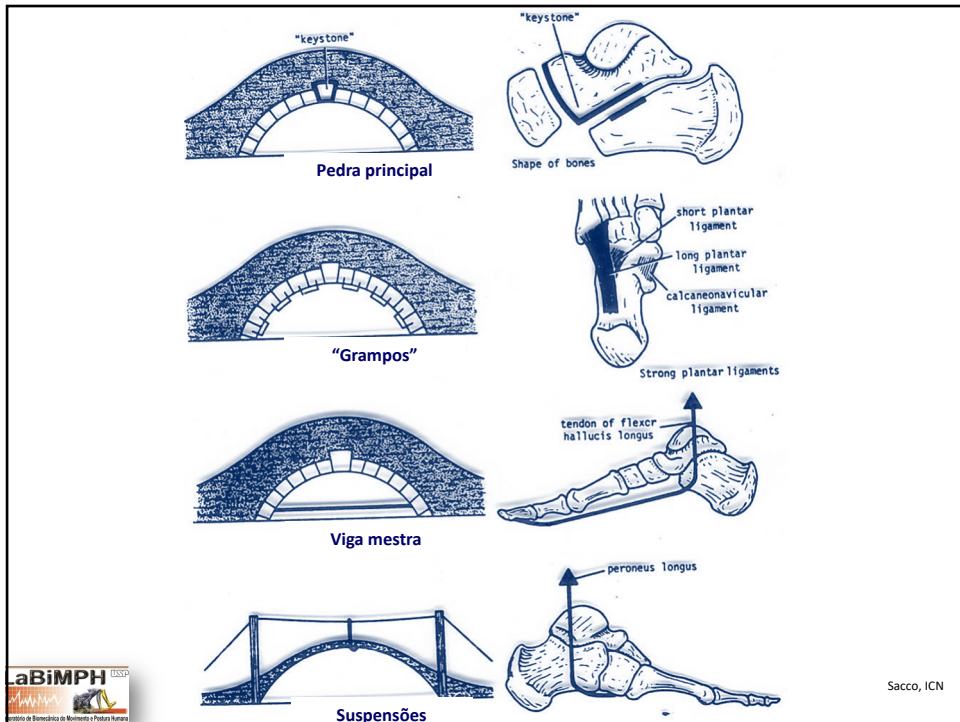


Sacco, ICN

26



27

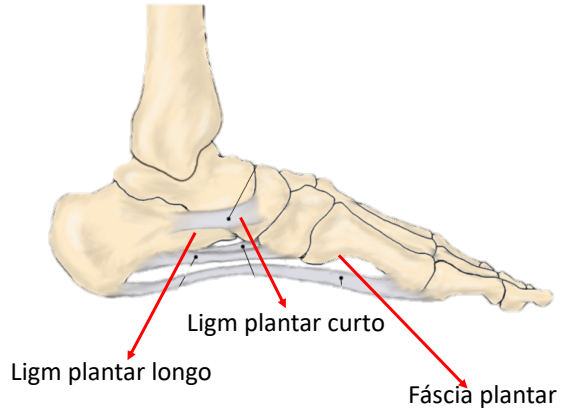


28

## Estabilizadores passivos



Fásia plantar



Ligm plantar longo

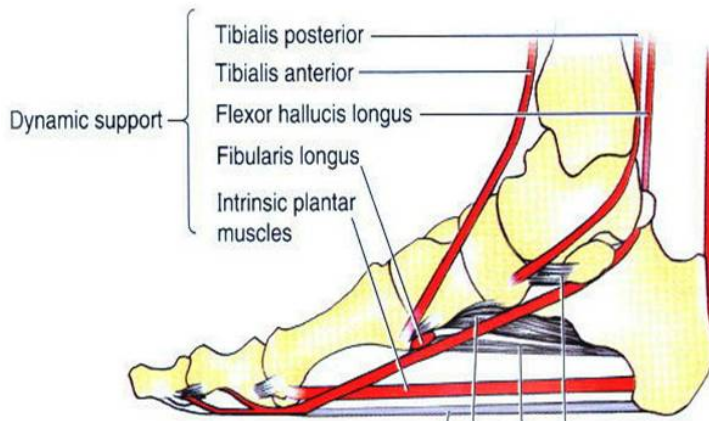
Ligm plantar curto

Fásia plantar



29

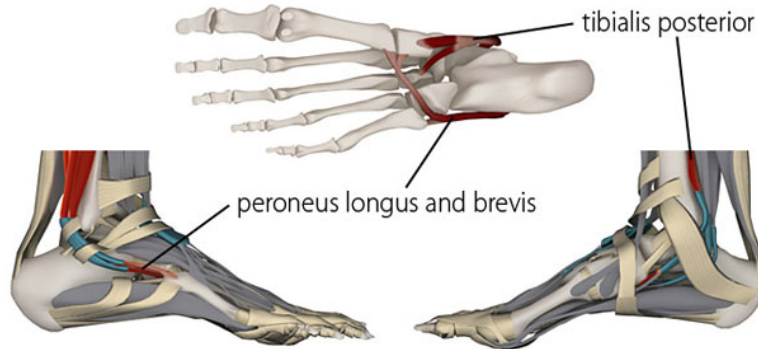
## Estabilizadores ativos



Tibial posterior, fibular longo, flexor longo hálux,  
intrínsecos do pé

30

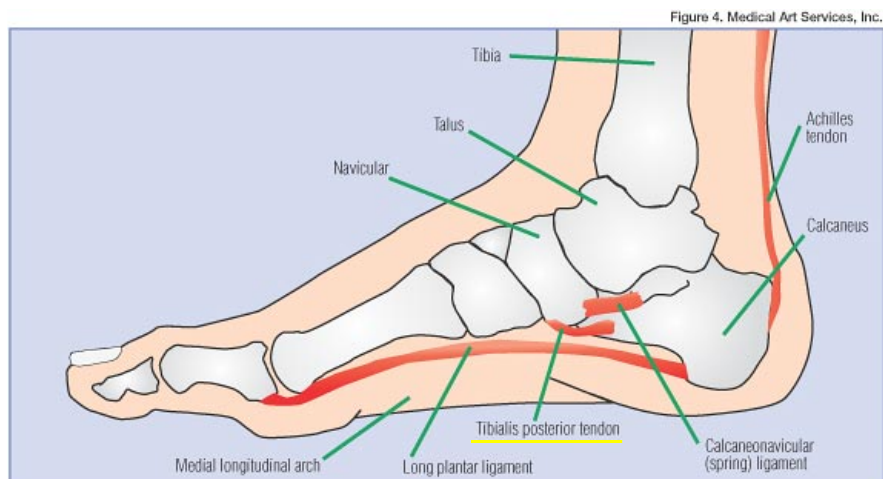
## Estabilizadores ativos



Tibial posterior, fibular longo, flexor longo hálux, intrínsecos do pé

31

## ARCO LONGITUDINAL MEDIAL



**Tibial posterior, fibular longo e flexor longo hálux + aponeurose**



Sacco, ICN

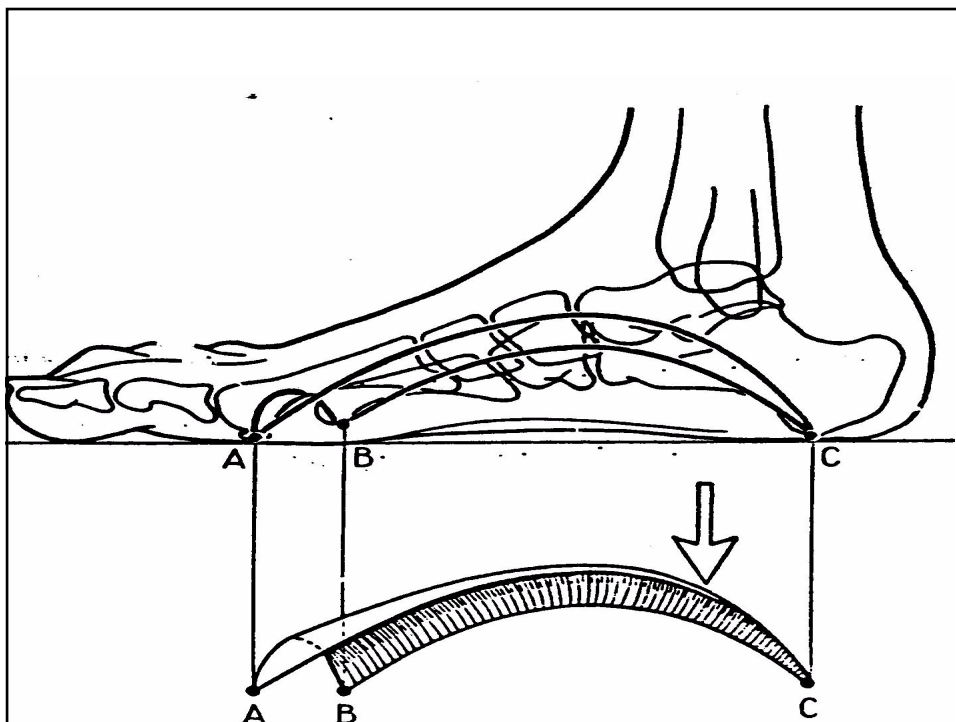
32



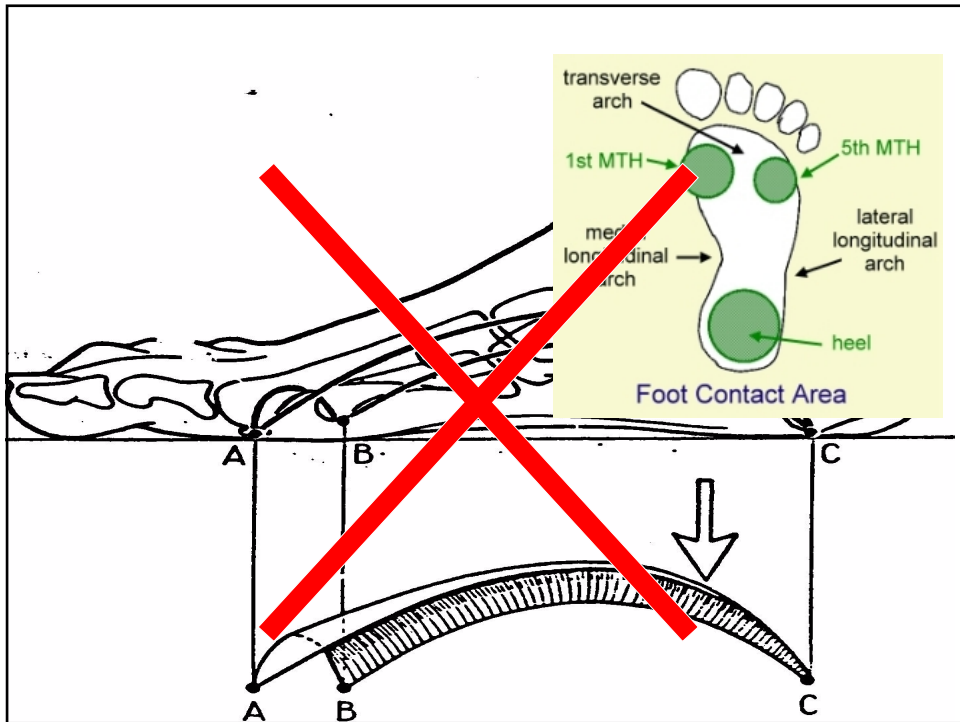
## Suporte para arcos plantares



33

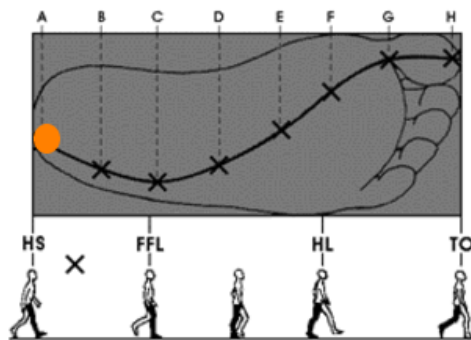


34



35

## Rolamento Fisiológico do Pé



Giacomozzi & Martelli, 2006



Sacco, ICN

36

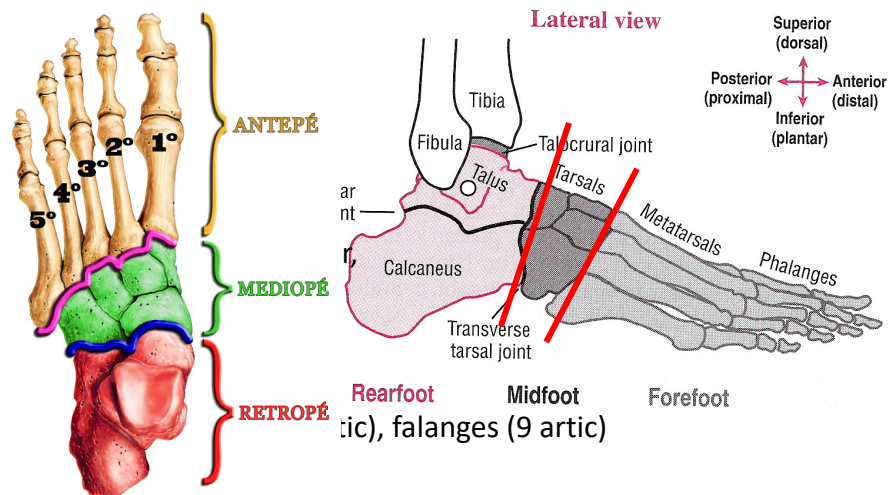
# Rolamento Fisiológico do Pé



Sacco, ICN

37

# Divisão Sistemática do Pé



Sacco, ICN

38

## Divisão Sistemática do Pé

### RETROPÉ (1 art):

calcâneo, tálus (subtalar)

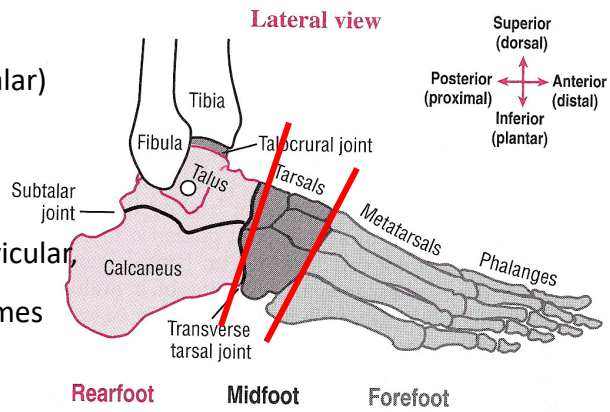
*coxim fibrogorduroso*

### MEDIOPÉ (8 art):

navicular, cubóide e 3 cuneiformes

*coxim fibrogorduroso*

### ANTEPÉ: metatarsos (5 artic), falanges (9 artic)

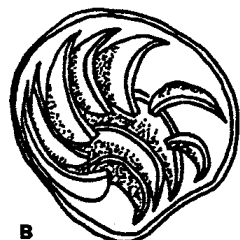
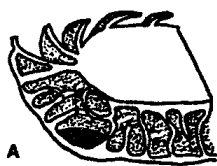


Sacco, ICN

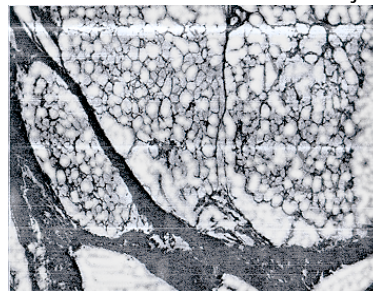
39

## Coxim Adiposo

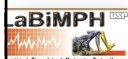
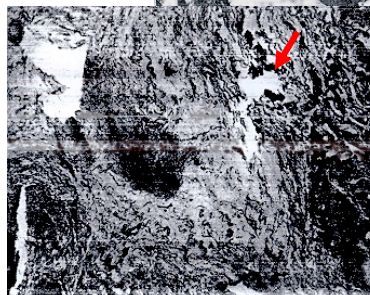
Septos



Criança



60 anos



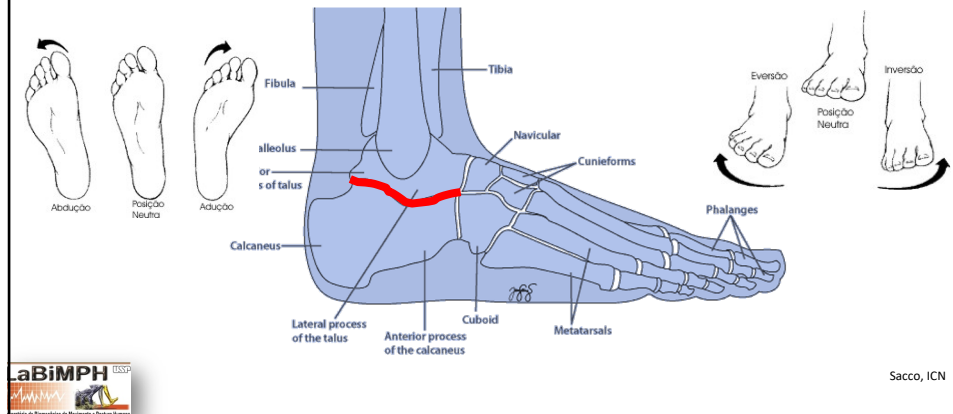
Sacco, ICN

40

# RETROPÉ

## Articulação Subtalar

- Formada pelo calcâneo e tálus
- 1 grau de liberdade: Pronação/supinação  
(inversão/eversão + adu/abdução)



41

## Movimentos da subtalar

– Plano frontal – eixo antero-posterior

Abdução:  $10^{\circ}$

Adução :  $20^{\circ}$

– Plano transverso – eixo longitudinal (ao segmento):

Inversão:  $10^{\circ}$

Eversão:  $20^{\circ}$

42

## Pronação

### Componentes:

eversão      abdução      (flexão)

## Supinação

### Componentes:

inversão      adução      (extensão)

43

## POSIÇÃO SUBTALAR

### Vista posterior

Pronação subtalar → calcâneo valgo

Supinação subtalar → calcâneo varo



44



45



46

# Articulação subtalar X Rotação do Joelho

Supinação subtalar → abdução do tálus  
carrega a pinça maleolar lateralmente  
com ele → rotação lateral do joelho

**Inverso é verdadeiro!**



Sacco, ICN

47

## MÉDIO-PÉ

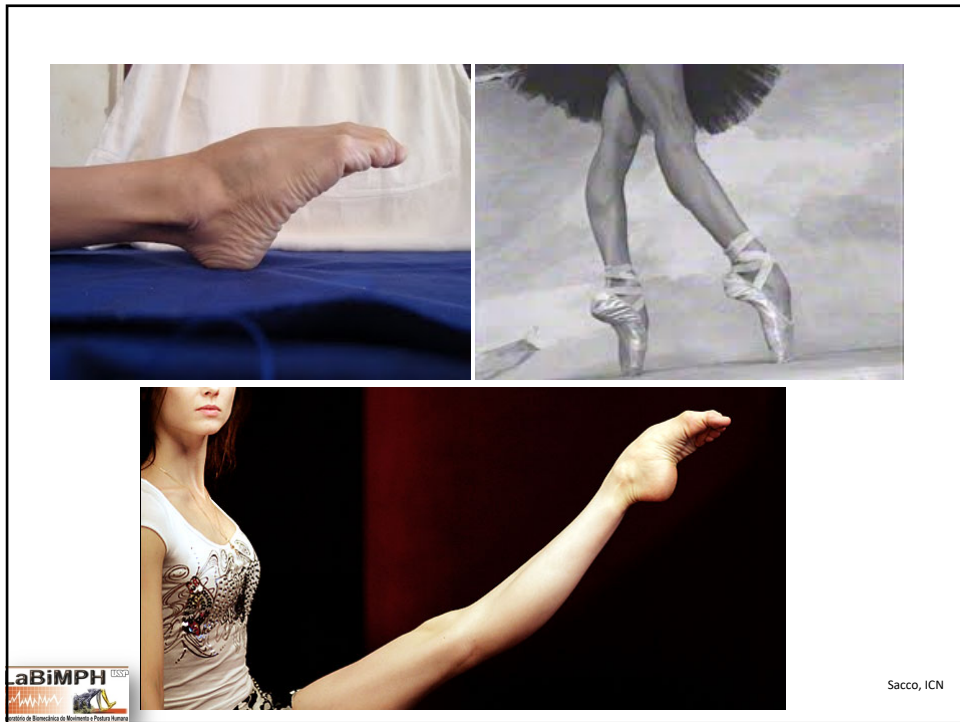
- Diversas articulações sinoviais planas que permitem deslizamento.
- Auxiliam os movimentos do tornozelo e subtalar: pequena ADM (pron/sup)
- Ajustam a planta do pé ao terreno e às solicitações da tarefa



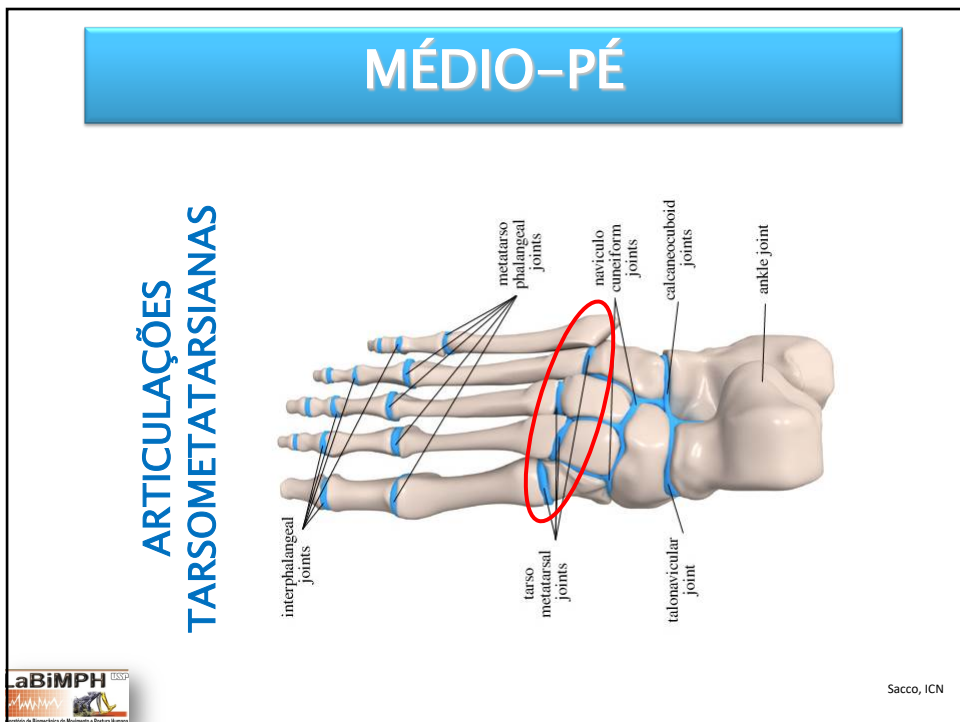
Sacco, ICN

48





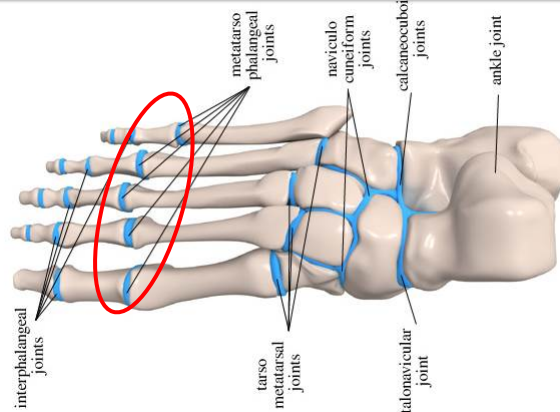
49



50

# ANTEPÉ

## ARTICULAÇÕES METATARSOFALANGIANAS



Extensão e Flexão (sentido movimento inverso do T)

Associado a inversão/eversão (rotação meta) +  
abdução/adição



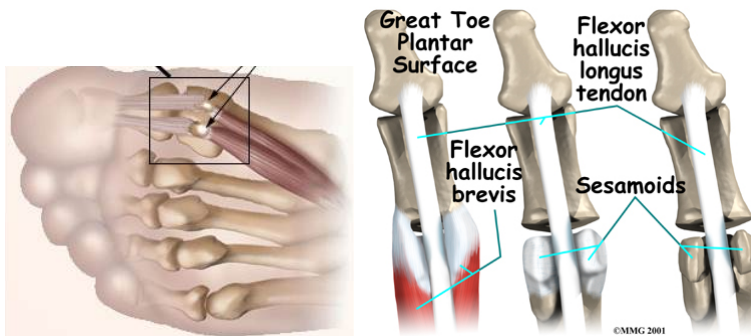
51

# ANTEPÉ

## Articulações Metatarsofalangianas

Ossos sesamóides → polias para flexor curto do hálux

- protegem o tendão do flexor longo do hálux
- auxiliam na descarga de peso



52

# ANTEPÉ

## Articulações Interfalangianas

Sinoviais com 1 grau de liberdade :

flexão / extensão

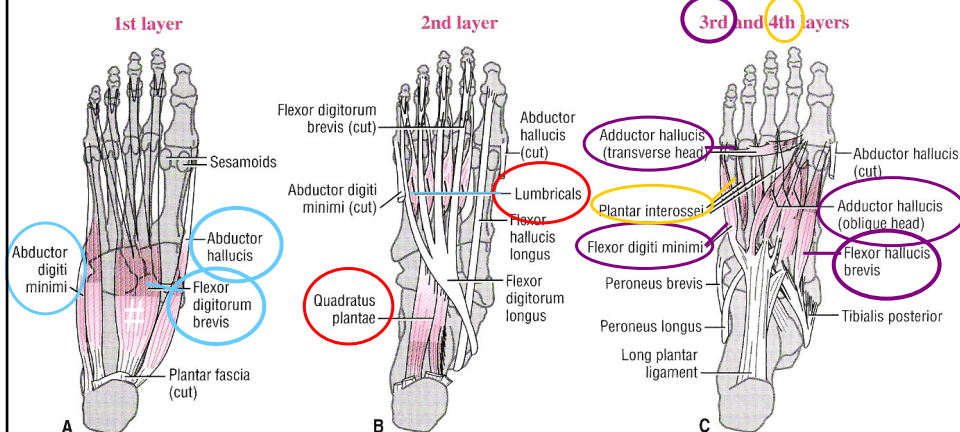


Sacco, ICN

53

# MÚSCULOS INTRÍNSECOS

## Intrinsic muscles of the foot



Sacco, ICN

54

## Hálux Valgo



LaBiMP

Sacco, ICN

55

## Hálux Valgo

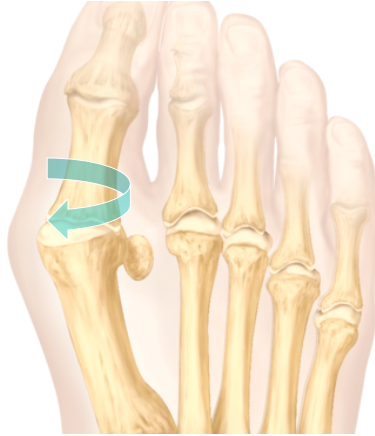
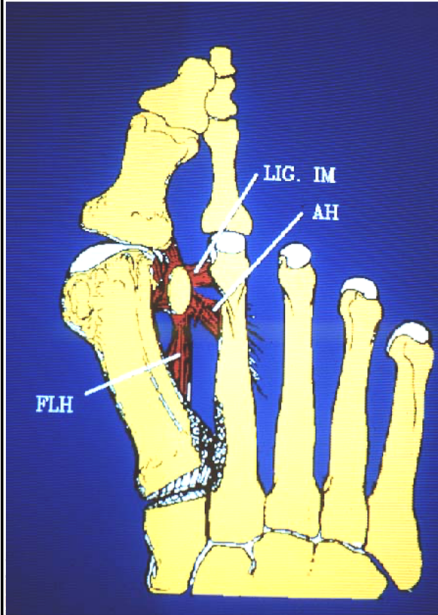


LaBiMP

Sacco, ICN

56

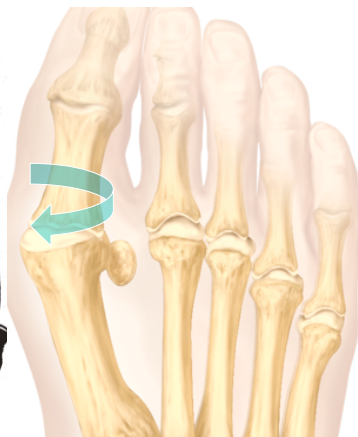
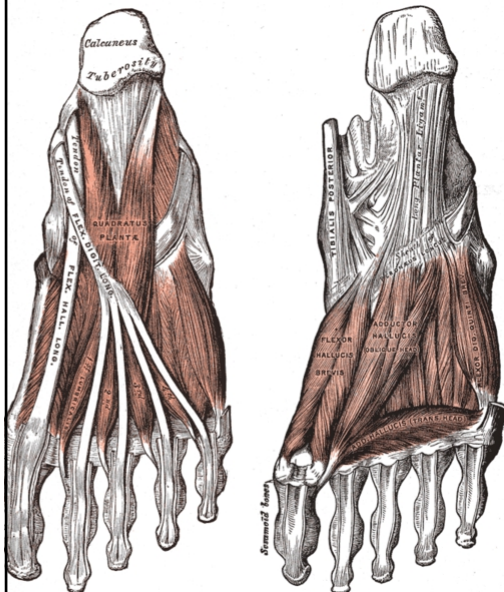
# Hálux Valgo



Sacco, ICN

57

# Hálux Valgo

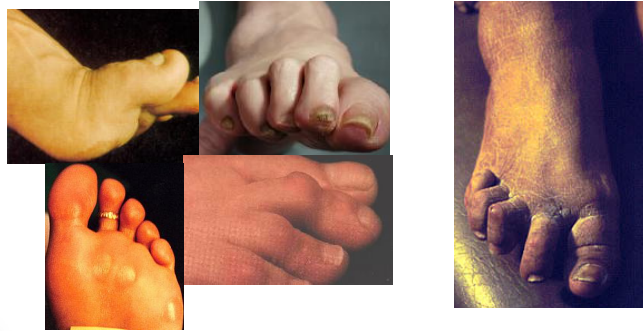


Sacco, ICN

58

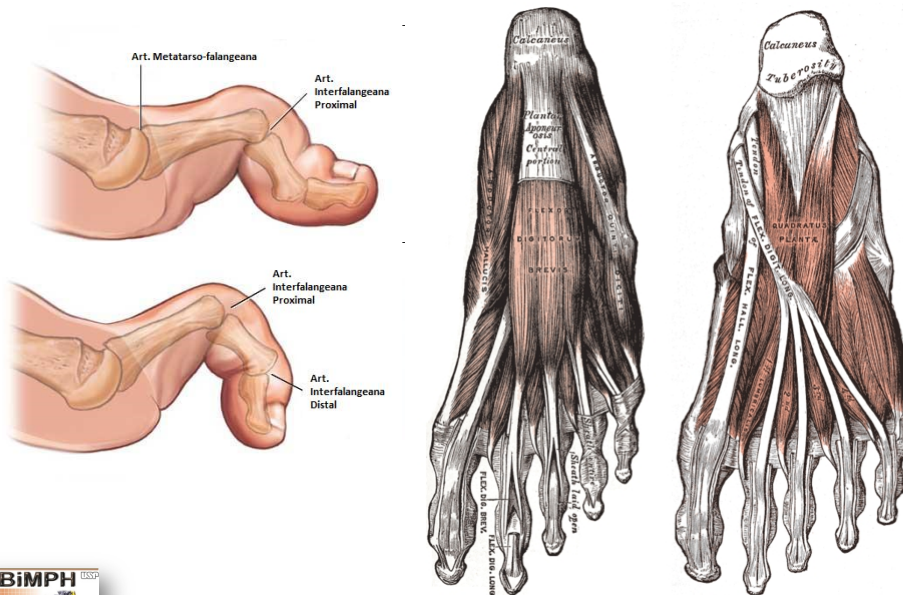
# Deformidade de artelhos

Quais estruturas não estão agindo funcionalmente em um pé com dedos em garra? E em um pé com dedos em martelo?



Sacco, ICN

# Deformidade de artelhos



## Proeminência Cabeças Metatarsianas

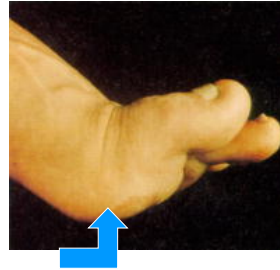
Atrofia coxim adiposo

Arco transverso  
rebaixado

Dedos em garra



**PCM**



61

## Proeminência Cabeças Metatarsianas

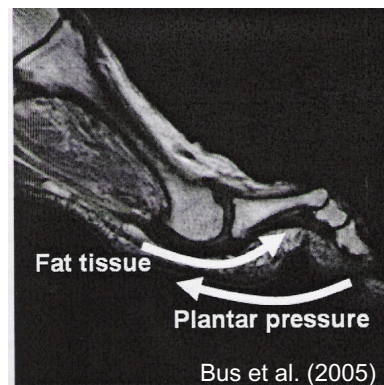
Atrofia coxim adiposo

Arco transverso  
rebaixado

Dedos em garra



**PCM**



62