



Biomecânica dos Complexos Articulares do **MEMBRO SUPERIOR**

Isabel Sacco – FMUSP



1

MEMBRO SUPERIOR

- OMBRO – Base dinâmica de suporte
- COTOVELO – Permite à mão aproximar-se ou afastar-se do corpo
- ANTEBRAÇO – Ajusta a aproximação da mão a um objeto
- CARPO – Posiciona a mão no espaço
Permite os movimentos finos da mão

2



3

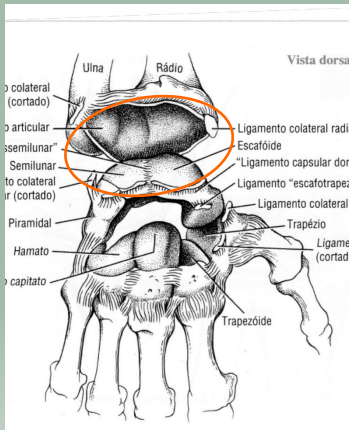
COMPLEXO DO PUNHO

Sistema de 2 articulações: mediocarpal, radiocarpal

- Maior ADM com menor exposição da superfície articular
- Cápsula articular mais tensa
- Menor pinçamento de estruturas em amplitudes extremas
- Maior capacidade de suportar pressões (superfícies múltiplas e planas)

4

ARTICULAÇÃO RADIOCARPAL

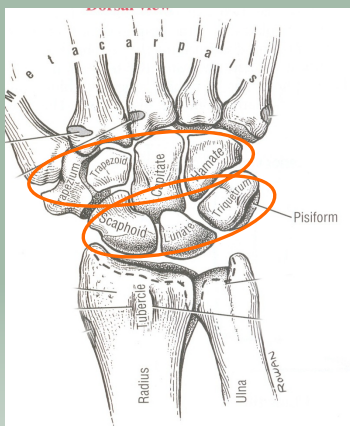


- Superfície articular proximal
 - Rádio
 - Fibrocartilagem triangular
- Superfície articular distal
 - **Fileira proximal do carpo**
- Extensão + desvio ulnar:
 - ↑ área contato = posição de força de pega máxima
- Flexão : posição mais instável

Escafoide Semilunar Piramidal
Pisiforme
Trapezoido Capitato Hamato

5

ARTICULAÇÃO MEDIOCARPAL



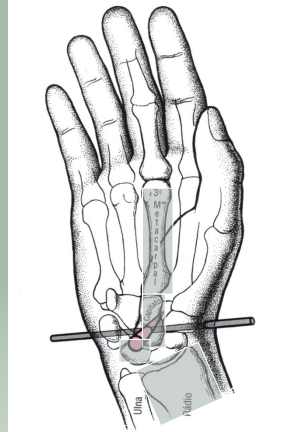
- Superfície articular proximal
 - Fileira proximal do carpo
 - Unida de forma relativamente frouxa
 - **Pisiforme** – ↑ braço de alavanca do flexor ulnar do carpo
- Superfície articular distal
 - **Fileira distal do carpo**
 - Ligamentos fortes
 - Fornece uma base estável rígida para a articulação com os ossos metacarpais

6

COMPLEXO DO PUNHO

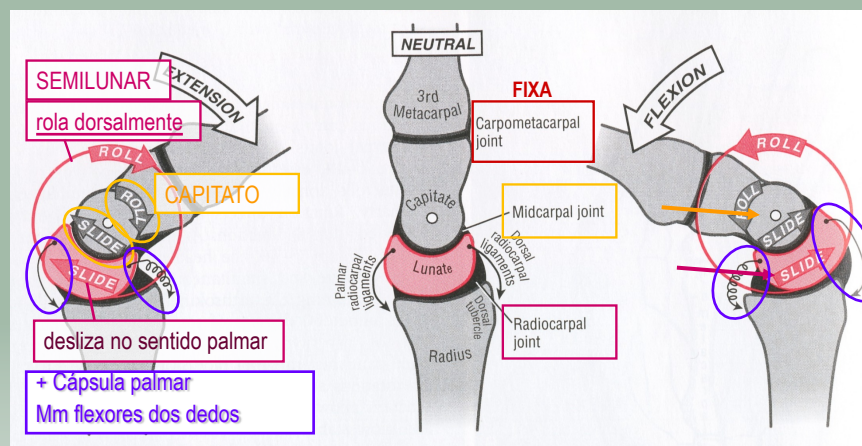
Dois graus de liberdade

- Plano sagital:
 - Flexão = 65° - 80°
 - Extensão = 55° - 70°
- Plano frontal:
 - Desvio radial ou abdução = 15°
 - Desvio ulnar ou adução = 30°
- Circundução
 - Combinação de movimentos, e não um terceiro grau de liberdade



7

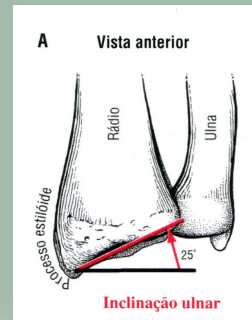
FLEXÃO e EXTENSÃO



8

DESVIO RADIAL e DESVIO ULNAR

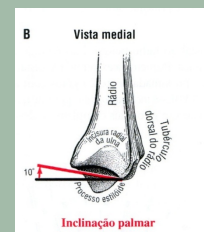
- Extremidade distal do rádio forma um ângulo de $\cong 25^\circ$ com a direção ulnar (medial):
 - Permite maior desvio ulnar do que radial



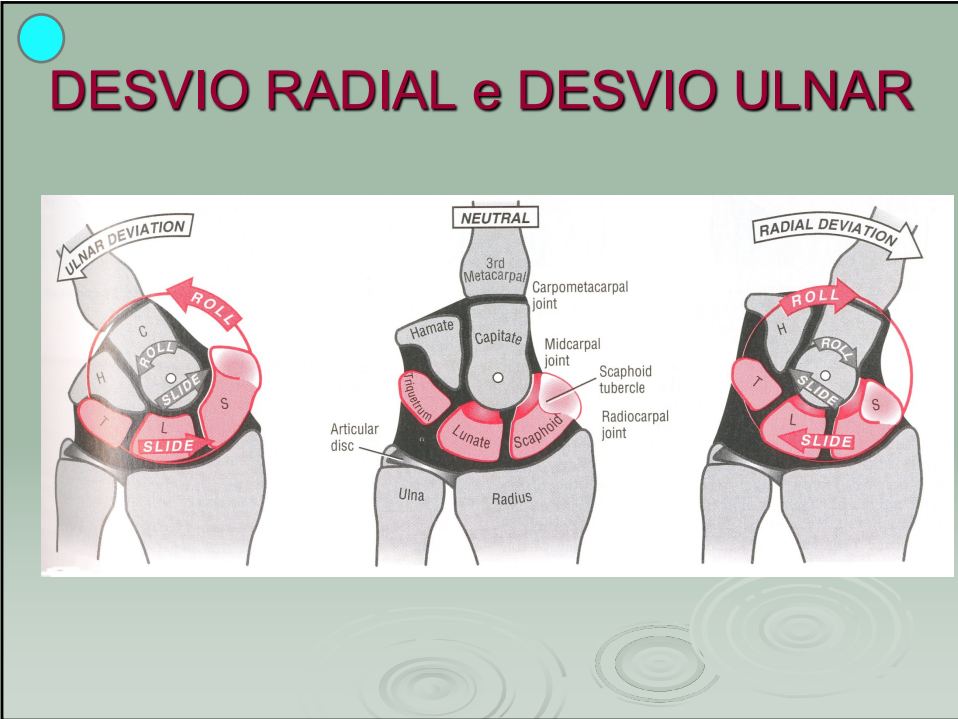
9

FLEXÃO e EXTENSÃO

- Face articular distal do rádio:
 - Ângulo de $\cong 10^\circ$ na direção palmar
 - Maior qtd de flexão do que de extensão
- Extensão:
 - Tensão nas estruturas estabiliza o punho, sendo importante quando o peso é conduzido através da extremidade superior
- Flexão:
 - punho não é estável



10

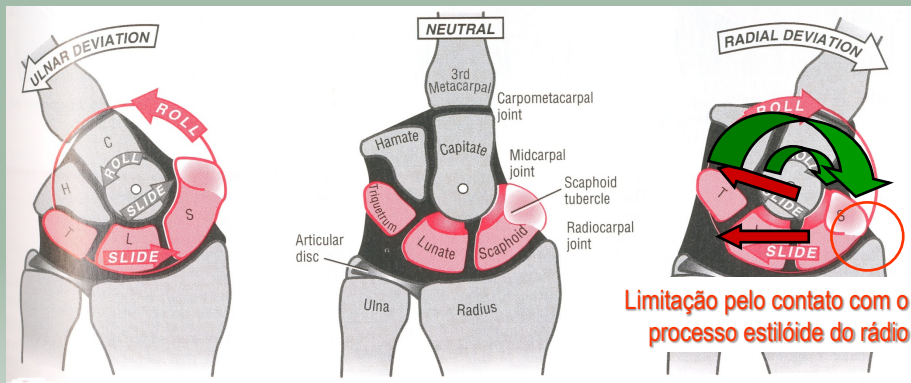


11



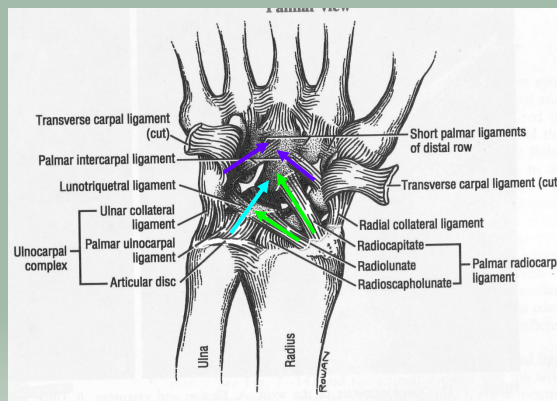
12

DESVIO RADIAL e DESVIO ULNAR



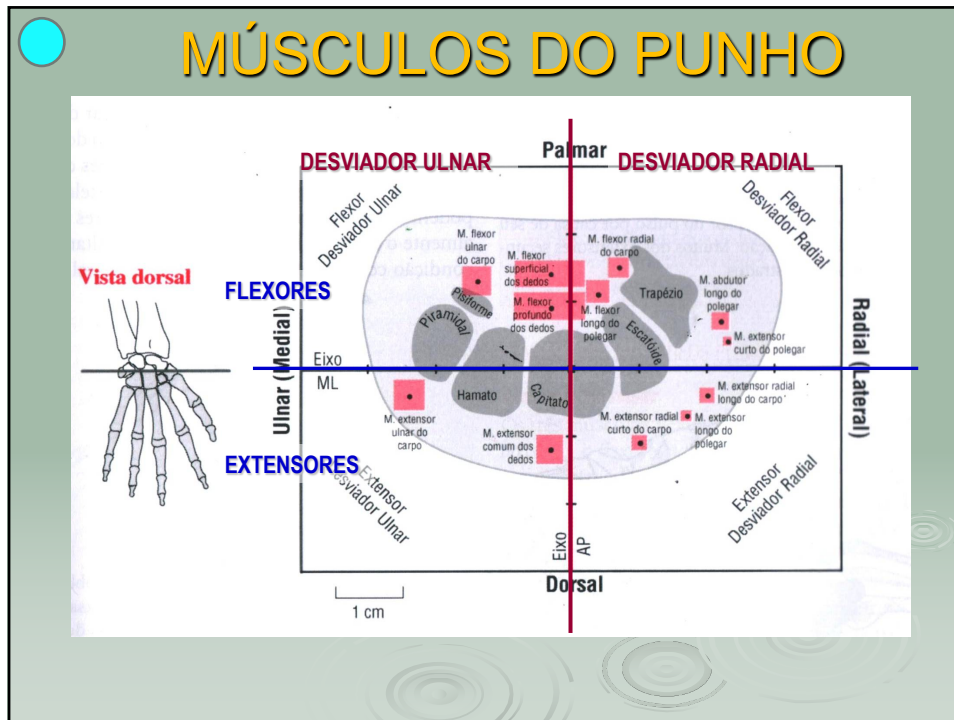
13

LIGAMENTOS PALMARES



Sistema ligamentar de dois Vs invertidos

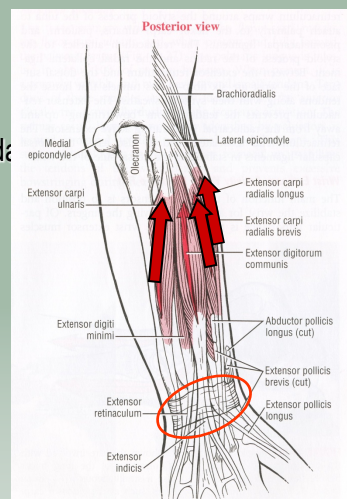
14



15

MÚSCULOS EXTENSORES

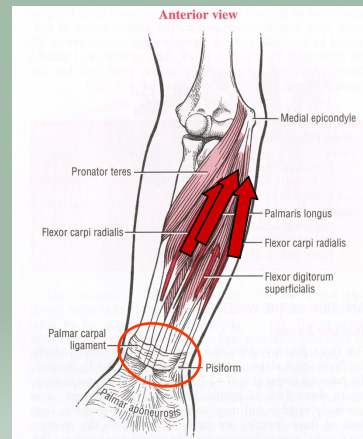
- Extensor radial longo do carpo
- Extensor radial curto do carpo
 - Mais ativo devido à posição centralizada
- Extensor comum dos dedos
- Extensor do dedo mínimo
- Extensor ulnar do carpo
 - Menos efetivo com o braço pronado
- Retináculo dos extensores



16

MÚSCULOS FLEXORES

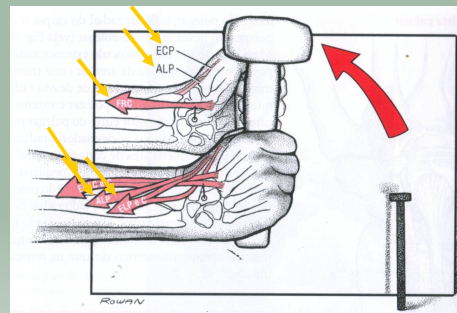
- Flexor radial do carpo
- Flexor superficial dos dedos
- Palmar longo
- Flexor ulnar do carpo
- Ligamento carpal palmar



17

MÚSCULOS – DESVIO RADIAL

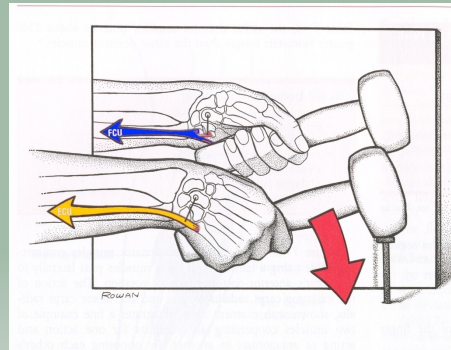
- Extensor radial longo e curto do carpo
- Abductor longo do polegar
- Extensor longo e curto do polegar
- Flexor radial do carpo
- Flexor longo do polegar



18

MÚSCULOS – DESVIO ULNAR

- Extensor ulnar do carpo
- Flexor ulnar do carpo



19

MEDICINA
USP



**BIOMECÂNICA DO
COMPLEXO DA MÃO**

LaBiMPH USP
Laboratório de Biomecânica do Movimento e Postura Humana

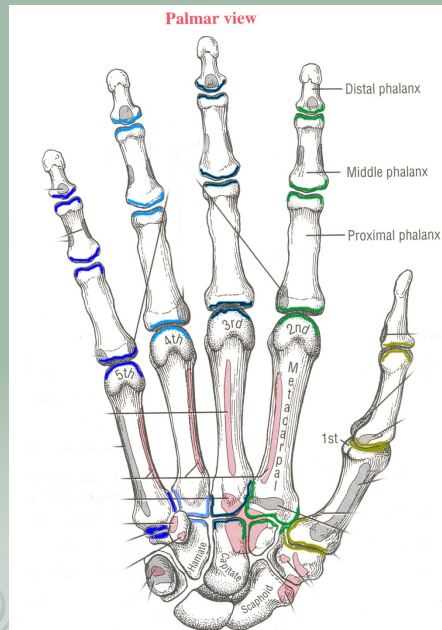
icnsacco@usp.br

Isabel C. N. Sacco
FMUSP

20

COMPLEXO DA MÃO

- **5 DÍGITOS:**
- **Artic. carpo-metacárpica +**
- **Artic. metacarpo-falangeana +**
- **Dedos:** 2 articulações interfalângicas
- **Polegar:** 1 articulação interfalângica



21

ARTIC. CARPO-METACÁRPICA

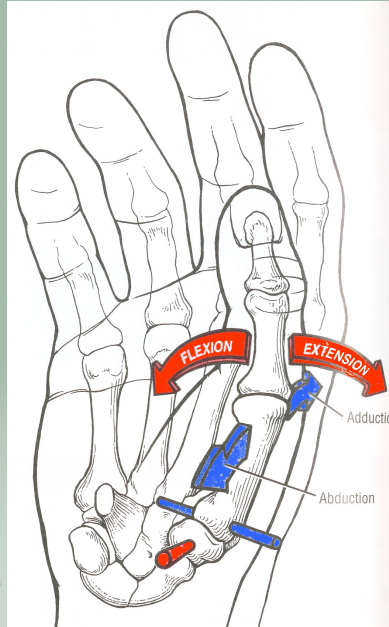
- **II – IV DEDOS:**
 - 1 grau de liberdade: flexão e extensão (2°)
- **V DEDO:**
 - 2 graus de liberdade:
 - Flexão e extensão (10°-20°); abdução e adução
- **III MC menos móvel:**
 - adaptação funcional que melhora a função dos mm do punho
- **V MC mais móvel**
- **Estabilidade:**
 - Fortes ligamentos transversos e ligamentos longitudinais mais fracos

22

ARTIC. CARPO-METACÁRPICA

POLEGAR:

- Flexão e extensão (50°)
- Abdução e adução (45°)
- Oposição e reposição
 - Importante nas preensões
 - Abdução → flexão → adução | MC + rotação simultânea (17°)

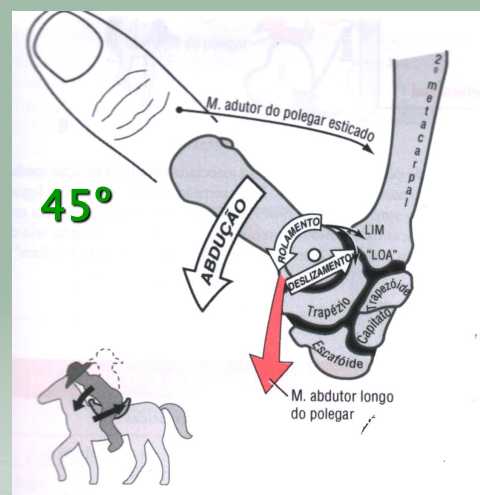


23

ARTIC. CARPO-METACÁRPICA

POLEGAR – ABDU e ADU

- Manipulação de objetos:
 - Abre o espaço interdigital do polegar



24

ARTIC. CARPO-METACÁRPICA

➤ Arco transversal proximal

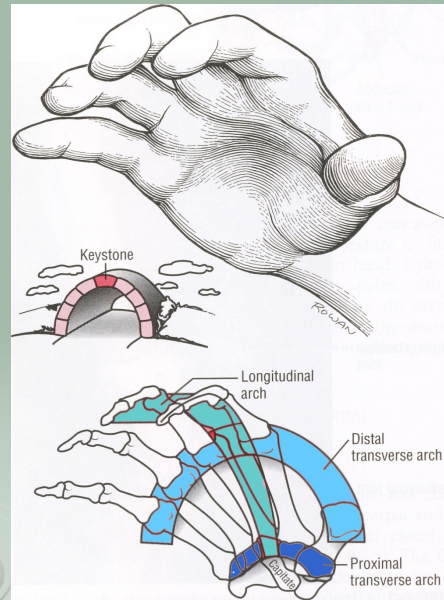
- Fileira distal do carpo
- Estático e rígido

➤ Arco transversal distal

- Artic. metacarpofalangeanas
- Extremidades distais móveis

➤ Arco longitudinal

- II e III raios
- Mobilidade distal = dedos

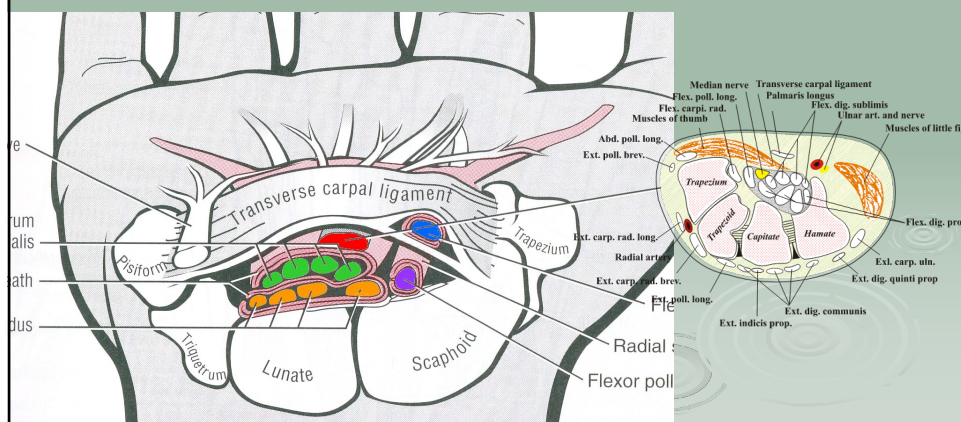


27

ARTIC. CARPO-METACÁRPICA

➤ TÚNEL DO CARPO (10 cm)

- Túnel carpal (Teto: pisiforme, hamato, trapézio) + retináculo dos flexores
- Caminho e proteção para mm flexores dos dedos e **n mediano (dedos 1, 2, 3, ½ 4)**



28

ARTIC. METACARPOFALANGEANA

➤ 2 graus de liberdade:

- **Flexão – extensão:** aumenta de II (90°) para V dedo (110°)
- **Abdução – adução:** máxima na extensão

➤ POLEGAR:

- articulação fornece adm adicional na oposição
- Permite contornar e segurar objetos
- ADM mais restrita do que os outros dedos

29

ARTIC. INTERFALANGEANAS

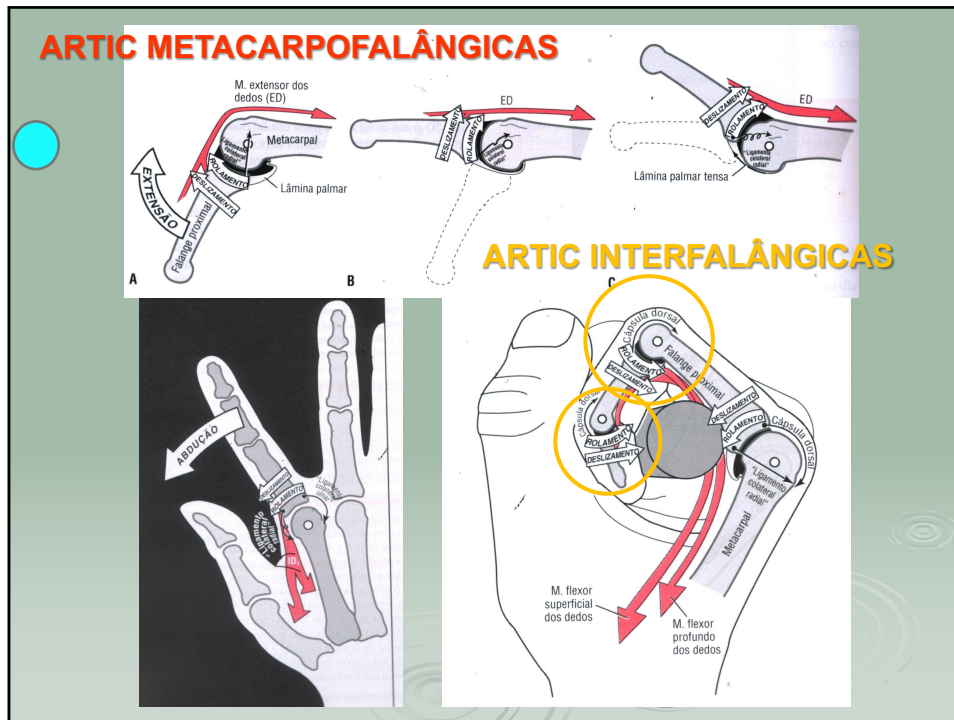
➤ Articulações interfalangeanas proximais e distais

➤ 1 grau de liberdade: Flexão + extensão

- **II dedo:** 110° proximal e 80° distal
- **V dedo:** 135° proximal e 90° distal
- Maior ADM dos dedos ulnares facilita a oposição do polegar, produzindo uma pegada mais forte e com melhor congruência

➤ **Estabilidade:** 1 ligam volar e 2 ligam colaterais

30

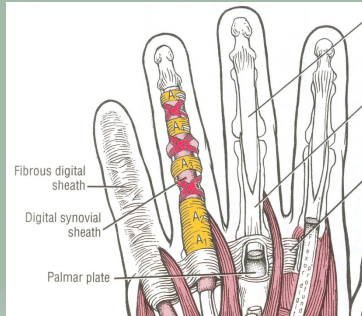


MM FLEXORES DOS DEDOS

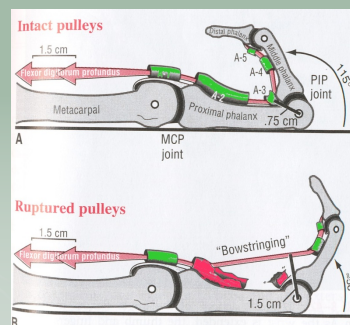
- FLEXORES EXTRÍNSECOS
 - Dependem da posição do punho para o bom funcionamento (co-contracção de flexores e extensores)
- Flexor superficial x profundo dos dedos

32

MECANISMO DE DESLIZAMENTO



Polias anulares e cruzadas

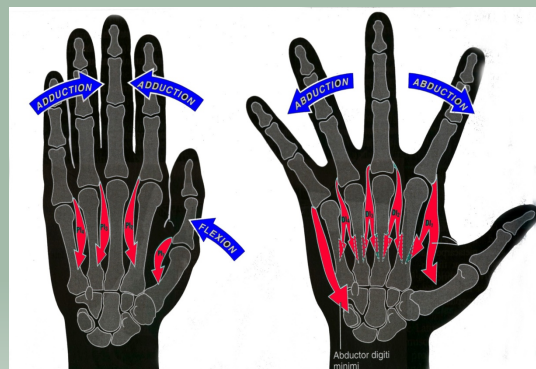


Ruptura de polias

33

MUSCULATURA INTRÍNSECA

- Interósseos dorsais (4)
 - Abdução MCF, CMC
- Interósseos palmares (3)
 - Adução MCF, CMC
- Lumbricais:
 - Extensão interfalangeanas
 - Flexão MCF



34

PREENSÃO

- Atividades que envolvem a “pegada” = segurar um objeto entre quaisquer duas superfícies da mão

1) APERTO DE FORÇA

2) MANUSEIO DE PRECISÃO

35

Prensões

Experimentação das prensões de força

- Cilíndrica (martelo)
- Gancho (carregar sacola)
- Esférica (pegar bolinha)
- Experimentação das prensões de precisão
- Ponta-ponta
- Polpa-polpa
- Lateral
- Polpa-lateral

36

APERTO DE FORÇA

- Ato de força resultante da flexão de todas as articulações dos dedos
- Objeto é agarrado a fim de ser movido no espaço pelas articulações mais proximais
- Palma da mão contorna o objeto na medida em que os arcos palmares se formam ao redor dele
- Polegar pode fornecer uma superfície adicional através da adução contra o objeto

37

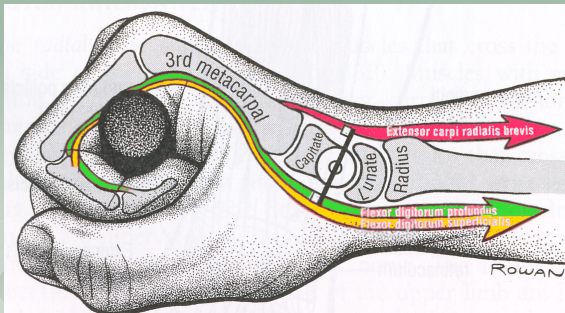
APERTO DE FORÇA

- 1. abrir a mão
- 2. posicionar os dedos
- 3. aproximar os dedos do objeto
- 4. manter uma fase estática que constitui a preensão
 - ➤ flexão sustentada dos dedos que varia em graus de acordo com tamanho, forma e peso do objeto

38

APERTO DE FORÇA – Prensão cilíndrica

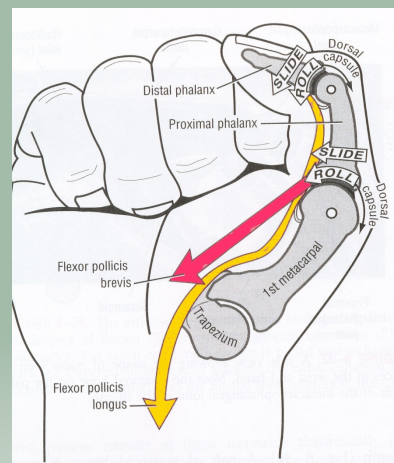
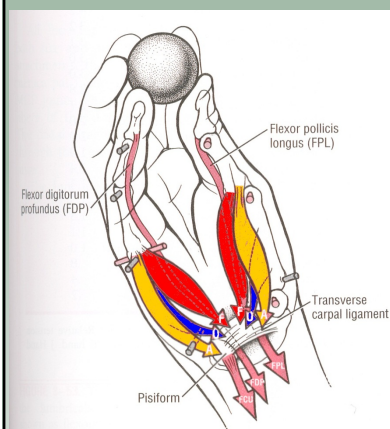
- Flexor profundo dos dedos:
 - fase dinâmica
- Flexor superficial dos dedos:
 - fase estática (aumento da força)
- Extensor dos dedos:
 - função estabilizadora



39

APERTO DE FORÇA – Prensão cilíndrica

- Polegar:
 - Posição varia
 - Flexão e adução



Ativação de mm tenares e hipotenares

40

APERTO DE FORÇA – Preensão esférica

➤ **Diferença entre a cilíndrica:**

- Maior extensão dos dedos para englobar o objeto = maior ativação mm interósseos
- Artic MCF tendem a abduzir

➤ **Ativação de extensores:**

- Estabilidade e abertura suave e controlada da mão para soltar o objeto

41

APERTO DE FORÇA – Preensão lateral

- Contato entre dois dedos adjacentes
- Artic MCF e IF em extensão
- Artic MCF aduzem ou abduzem simultaneamente: mm interósseos
- Extensão das falanges: mm extensores dos dedos e lumbricais
- Não é preensão de força, mas uma preensão estática

42

APERTO DE FORÇA – Preensão em gancho

- Função primariamente dos dedos
- Pode incluir a palma da mão, mas nunca o polegar
- Pode ser sustentada por longos períodos de tempo
- Mm: flexores superficial e profundo dos dedos

43

MANUSEIO DE PRECISÃO

- Colocação habilidosa de um objeto entre os dedos, ou entre um dedo e o polegar, sem envolvimento da palma da mão
- Intenção de manipular o objeto
- Requer controle motor mais refinado e sensibilidade preservada
- Polegar geralmente abduzido e rodado a partir da palma da mão, que se relaciona com o opositor:
 - Ponta do dedo, polpa do dedo ou lateral de um dedo

44

MANUSEIO DE PRECISÃO

- 1. abrir a mão
- 2. posicionar os dedos
- 3. aproximar os dedos do objeto
- 4. manter uma fase estática que constitui a preensão

45

MANUSEIO DE PRECISÃO – Polpa com polpa

- Oposição da polpa do polegar à polpa de um dedo
- 80% das preensões de precisão – grande concentração de receptores táteis na falange distal
- Indicador (2 pontos de contato) ou dedo médio (3 pontos de contato)
- Artic MCF e IF proximais:
 - grau de flexão variando de acordo com o tamanho do objeto
- Artic IF distal:
 - estendida ou levemente fletida
- Polegar:
 - Flexão, abdução e rotação
 - MCF e IF estendidas ou parcialmente fletidas

46

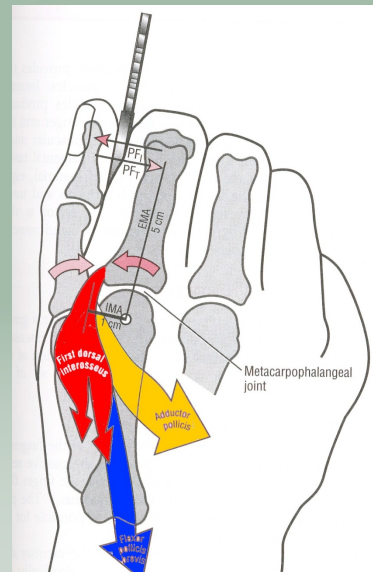
MANUSEIO DE PRECISÃO – Ponta com polpa

- Diferença entre a polpa com polpa:
- Artic IF apresentam grande flexão
- Artic MCF: desvio ulnar para apresentar a ponta para o oponente:
 - Polegar = adução MCF
 - Dedos = abdução MCF

47

MANUSEIO DE PRECISÃO – Polpa com lateral

- Polegar se apresenta mais aduzido e menos rodado
- Maior atividade:
 - Flexor curto do polegar e adutor do polegar
- Forma menos precisa de manuseio



48