

BIOMECÂNICA

Músculos

Carlos Bolli Mota

bollimota@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

Laboratório de Biomecânica

MÚSCULOS

Único tecido do corpo humano capaz de desenvolver tensão ativamente.

Propriedades do tecido muscular:

- Extensibilidade
- Elasticidade
- Irritabilidade
- Capacidade de desenvolver tensão

PAPÉIS DOS MÚSCULOS

- Agonistas - músculos que causam movimento em torno de uma articulação por meio de ação concêntrica.
- Antagonistas - músculos que se opõem ao movimento em torno de uma articulação por meio de ação excêntrica.

PAPÉIS DOS MÚSCULOS

- Estabilizadores - músculos que agem em um segmento de modo a estabilizá-lo, para que possam ocorrer movimentos específicos em articulações adjacentes.
- Neutralizadores - músculos que previnem ações acessórias indesejadas provocadas por outros músculos.

TENSÃO MUSCULAR

Quando um músculo é ativado ele desenvolve tensão, que depende da área da sua seção transversal ($\approx 90 \text{ N/cm}^2$). Esta tensão produz torque nas articulações. O torque resultante determina a presença ou não de movimento.

- Ação concêntrica
- Ação isométrica
- Ação excêntrica

Ação concêntrica

- Acontece quando a tensão muscular provoca um torque maior que o torque das cargas resistivas, encurtando o músculo. A ação concêntrica é responsável pela maioria dos movimentos voluntários dos membros do corpo humano.
- Uma única fibra muscular é capaz de se encurtar até aproximadamente metade de seu comprimento normal de repouso.

Ação isométrica

- Acontece quando a tensão muscular provoca um torque igual ao torque das cargas resistivas. O comprimento do músculo permanece inalterado e não ocorre movimento em torno da articulação.
- A ação isométrica aumenta o diâmetro do músculo.

Ação excêntrica

- Acontece quando a tensão muscular provoca um torque menor que o torque das cargas resistivas, alongando o músculo. A ação excêntrica age como um mecanismo de freio.
- Para produzir o mesmo trabalho mecânico, uma ação concêntrica normalmente requer um dispêndio calórico maior do que uma ação excêntrica.

FATORES MECÂNICOS QUE AFETAM A FORÇA MUSCULAR

A magnitude da força gerada por um músculo está relacionada, entre outras coisas, com sua velocidade de encurtamento, com seu comprimento e com seu ângulo de inserção.

- Relação força x velocidade
- Relação força x comprimento
- Ângulo de inserção do músculo

Relação força x velocidade

A relação entre a força concêntrica produzida por um músculo e a velocidade com a qual ele encurta é inversa. Quando a resistência é alta, a velocidade de encurtamento deve ser relativamente baixa. Quando a resistência é baixa, a velocidade de encurtamento pode ser relativamente alta.

Relação força x velocidade

A relação força x velocidade não implica na impossibilidade de mover uma resistência elevada a uma velocidade alta nem de mover uma carga leve a uma velocidade baixa.

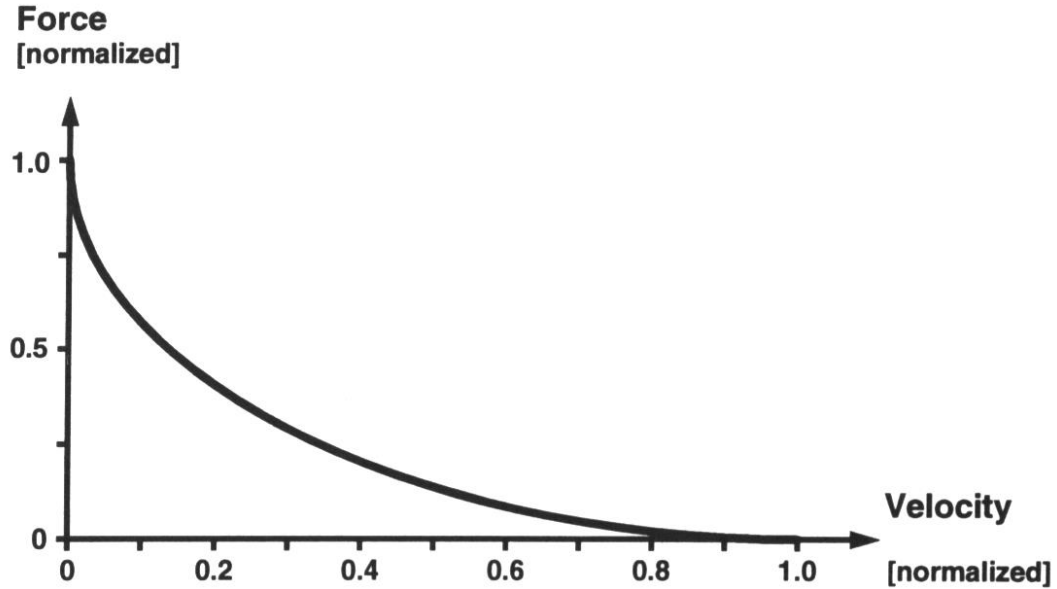
Relação força x velocidade

A relação força x velocidade indica que para uma determinada carga ou força muscular desejada existe uma velocidade máxima de encurtamento possível.

Relação força x velocidade

A relação entre a força excêntrica produzida por um músculo e a velocidade com a qual ele alonga apresenta um comportamento diferente. Em cargas menores que a isométrica máxima, a velocidade de estiramento é controlada voluntariamente. Em cargas maiores que a isométrica máxima, o músculo é forçado a estirar com velocidade proporcional à carga.

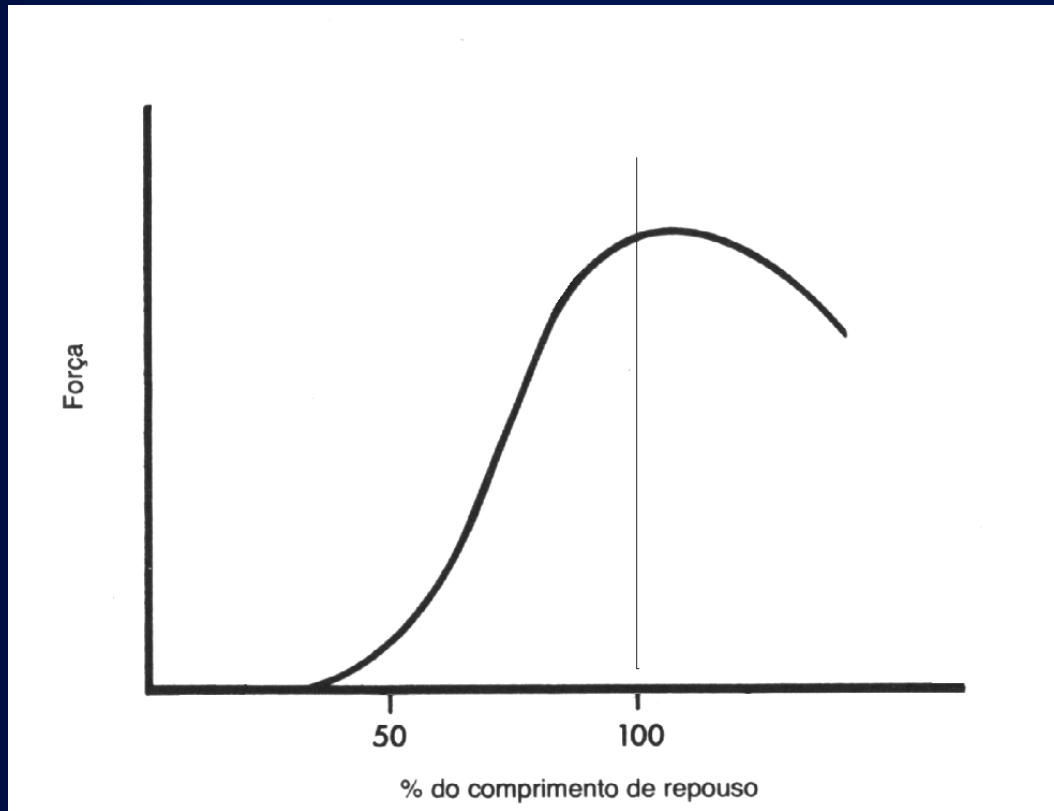
Relação força x velocidade (concêntrica)



Relação força x comprimento

A força isométrica máxima que um músculo pode produzir depende em parte do seu comprimento. No corpo humano, o pico de geração de força acontece quando o músculo está levemente estirado.

Relação força x comprimento



Ângulo de inserção do músculo

A força muscular aplicada a um segmento corporal é decomposta em duas componentes, cujos valores dependem do ângulo de inserção do músculo:

- componente rotatória
- componente de deslizamento

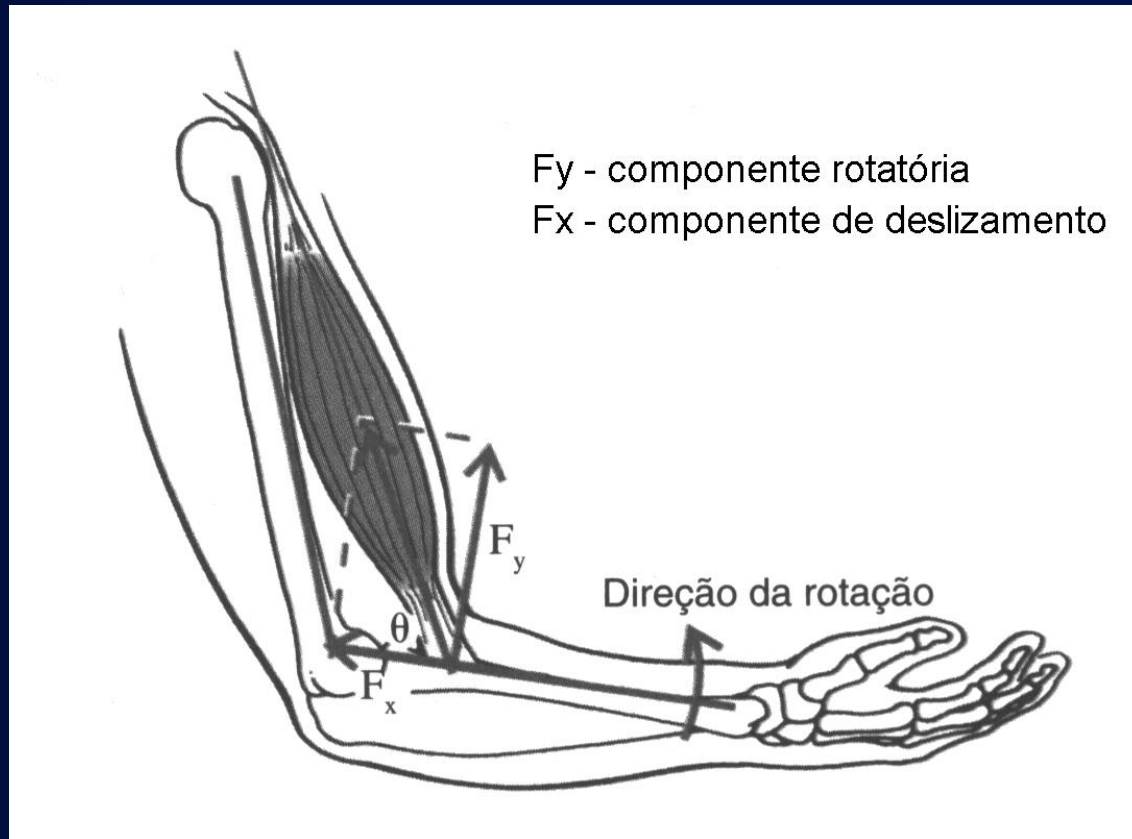
Componente rotatória

É a componente da força muscular que atua perpendicularmente ao eixo longitudinal do segmento. É a responsável pelo torque que possibilita o movimento de rotação do segmento em torno da articulação.

Componente de deslizamento

É a componente da força muscular que atua paralelamente ao eixo longitudinal do segmento. Dependendo do ângulo de inserção do músculo, tende a puxar o osso para fora do centro articular (componente deslocadora) ou empurrá-lo em direção ao centro articular (componente estabilizadora).

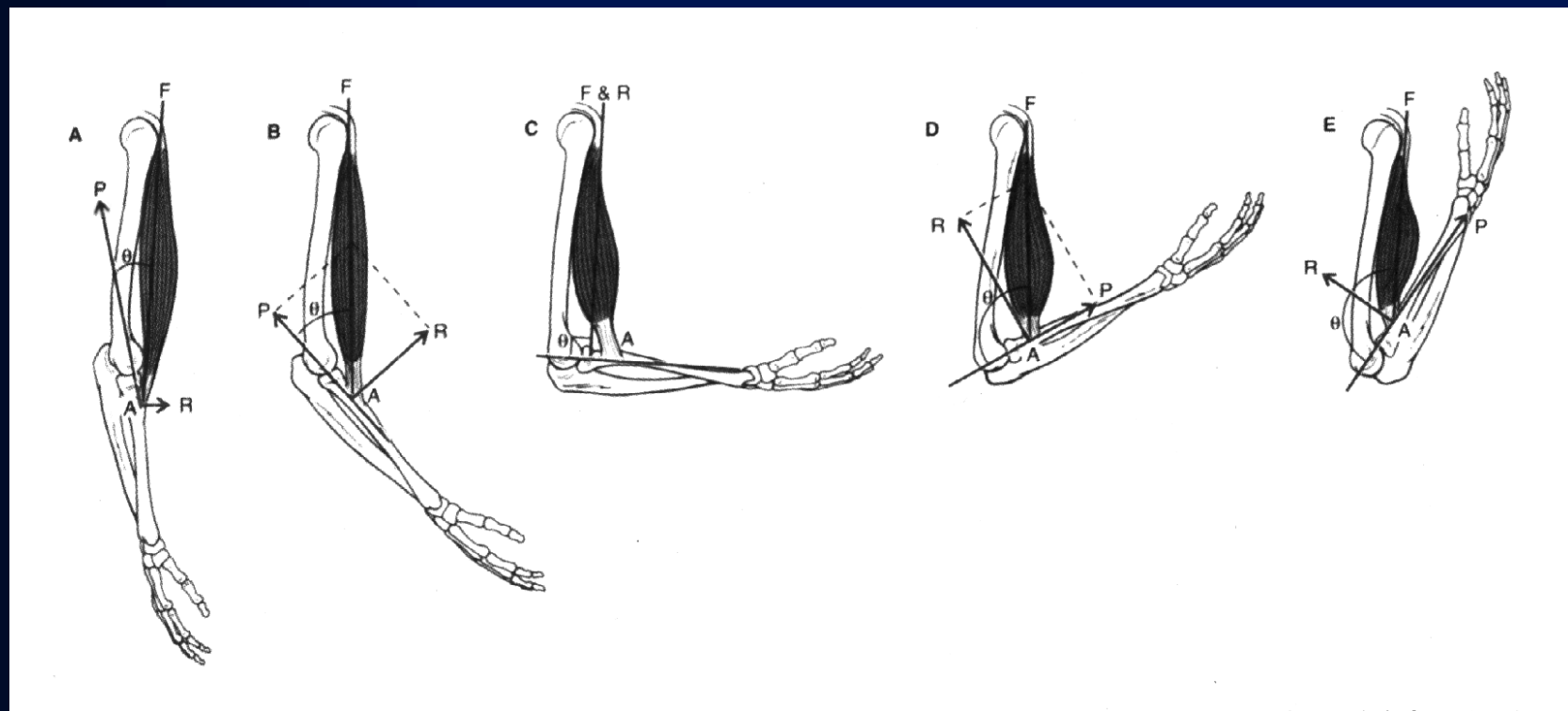
Componentes da força muscular



Ângulo de inserção do músculo

Quando o ângulo de inserção é agudo, a componente rotatória é pequena e a de deslizamento estabiliza a articulação. A componente rotatória aumenta até um valor máximo com um ângulo de inserção de 90° . A medida que este ângulo aumenta, a componente rotatória novamente diminui e a componente de deslizamento passa a puxar o osso para fora da articulação.

Ângulo de inserção do músculo



Ângulo de inserção do músculo

Como a componente rotatória é a responsável pelo torque na articulação, alterações no seu valor acarretam alterações no torque articular. O torque máximo na articulação ocorre quando o ângulo de inserção do músculo é 90° .

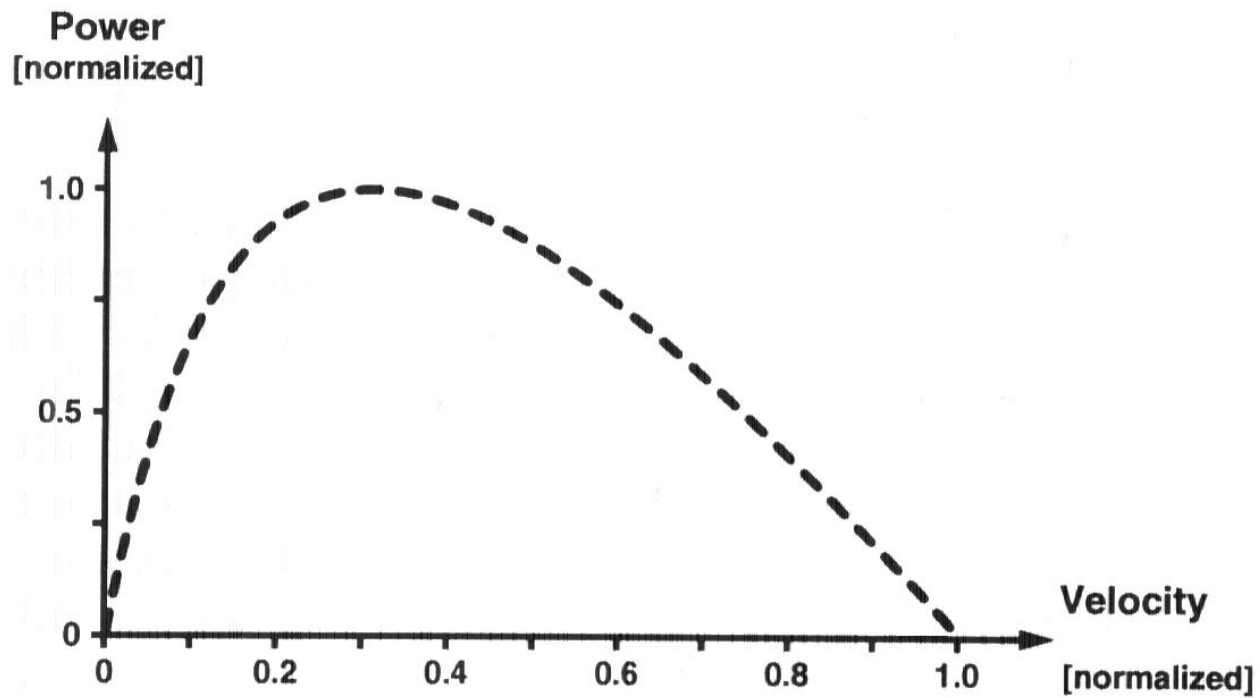
O torque máximo produzido na articulação do cotovelo ocorre quando braço e antebraço formam entre si aproximadamente 80° .

POTÊNCIA MUSCULAR

Potência muscular é o produto da força muscular pela velocidade de encurtamento do músculo. Como as fibras CR desenvolvem tensão mais rapidamente que as CL, um músculo com maior percentagem de fibras CR é capaz de desenvolver maior potência.

A potência muscular máxima ocorre aproximadamente a um terço da velocidade máxima de encurtamento do músculo.

Relação potência x velocidade



EFEITO DA TEMPERATURA

À medida que a temperatura corporal se eleva, a atividade dos músculos aumenta, provocando um desvio na curva força x velocidade, com um valor mais alto de tensão isométrica máxima e uma velocidade de encurtamento muscular mais elevada para qualquer carga aplicada. Estes efeitos provocam um aumento da tensão, da potência e da resistência musculares.

A função muscular é mais eficiente a 38,5 C°.