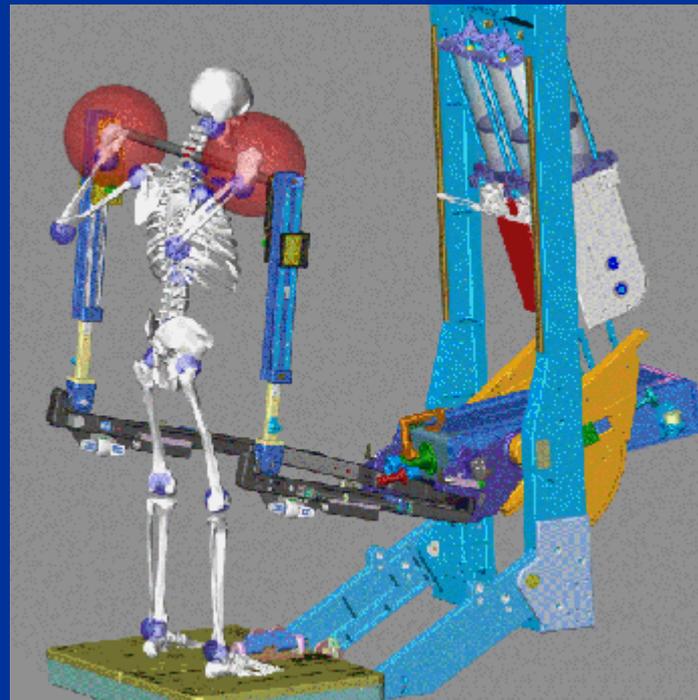


# Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

## Biomecânica II



# O que faz a Biomecânica?

Busca compreender:

- como o movimento é gerado no corpo humano;
- como o ambiente influencia e modifica o movimento humano;
- quais os fatores que determinam as sobrecargas que atingem o aparelho locomotor;
- como a execução de um movimento pode influenciar as estruturas biológicas;
- como o movimento é executado;
- existem diferenças entre movimentos
- Etc. etc. ...

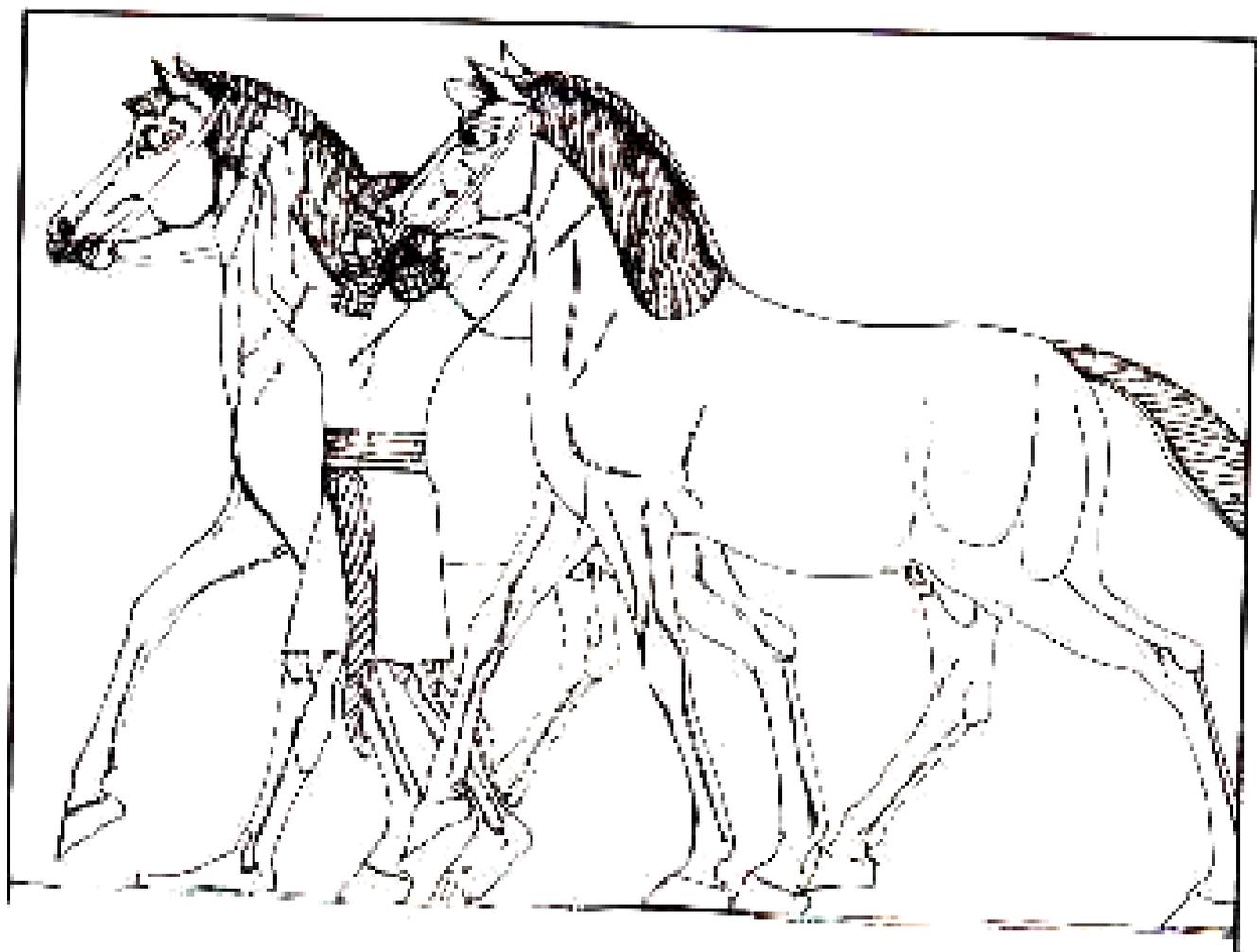


Figure 1 – Assyrian horses being led by a warrior. From a VII century B.C. bas-relief in the Louvre Museum, Paris.  
(From Dagg, 1977).

# Introdução

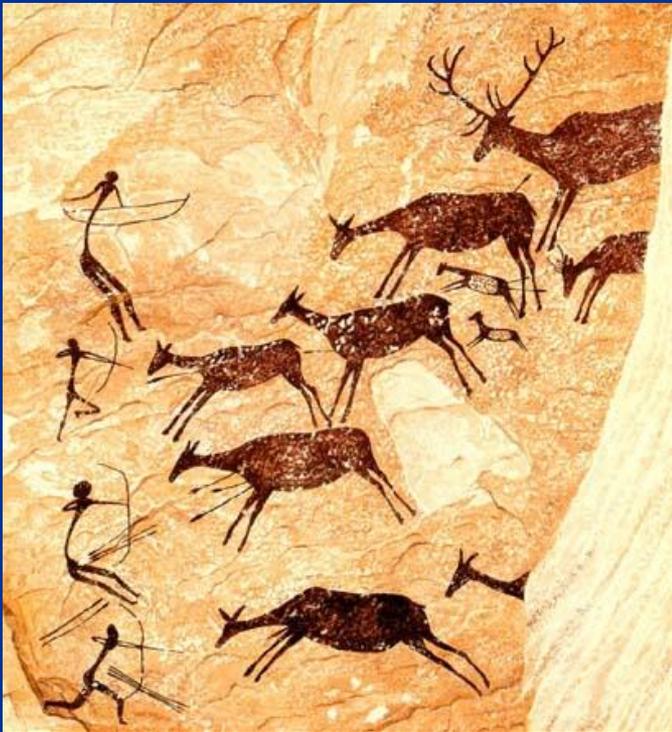
- **Objetivos da área de estudo:** Conhecer e aplicar os métodos biomecânicos no corpo e nos movimentos humanos.
- **Cinesiologia:** ciência que estuda a estrutura e função do sistema musculoesquelético, baseando-se em princípios da Anatomia Funcional e da Fisiologia. Ou ainda: Ciência do Movimento Humano – Aristóteles.
- **Biomecânica:** ciência que estuda o corpo humano e seus movimentos a partir de leis e métodos da Mecânica (AMADIO & DUARTE, 1986).

# PANORAMA HISTÓRICO DA BIOMECÂNICA



# Histórico

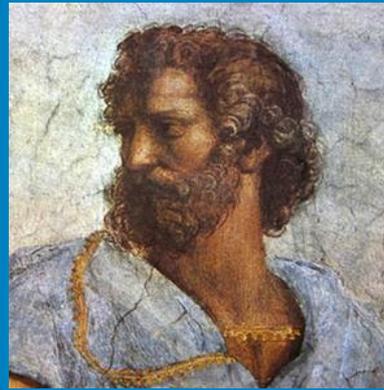
**Início da espécie humana: desenho de movimentos em caverna em vasos (descrever o movimento do homem e dos animais).**





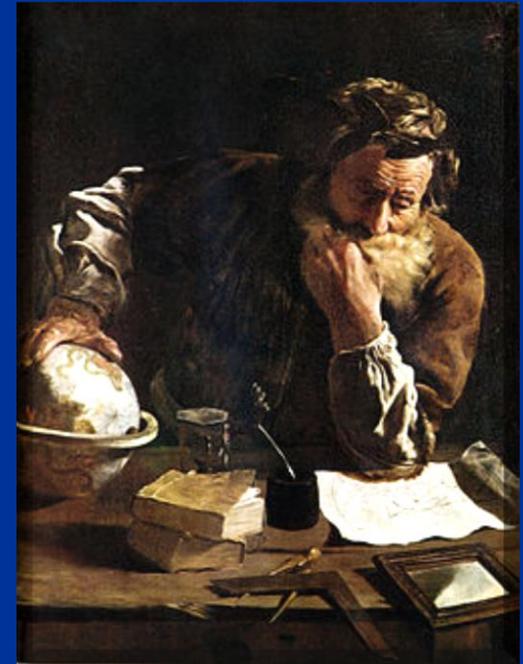
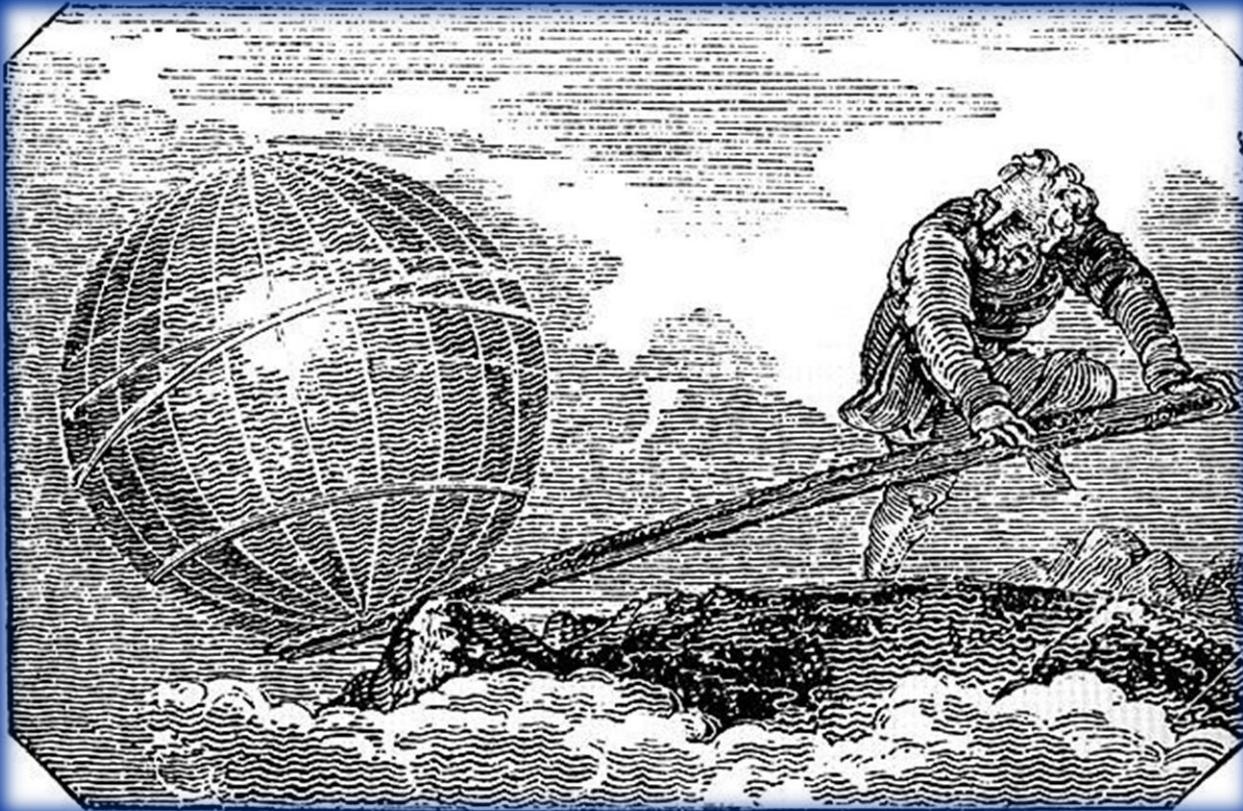
***”...o animal que se move faz sua mudança de posição pressionando contra o que está embaixo dele...”***

**Aristóteles (384-322 a.C) On the Motion of Animals**



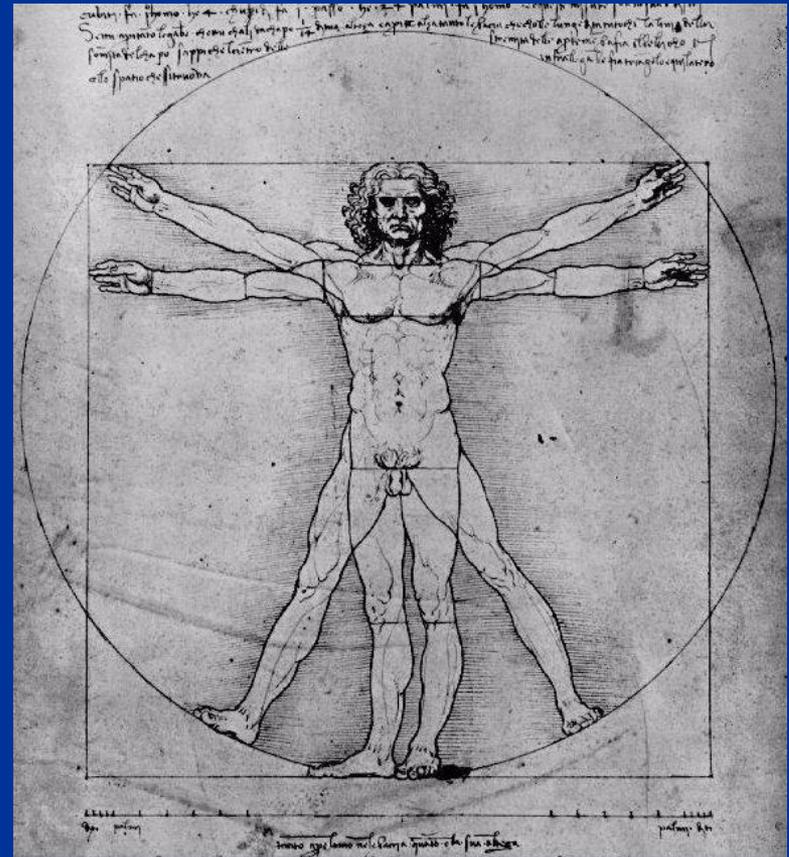
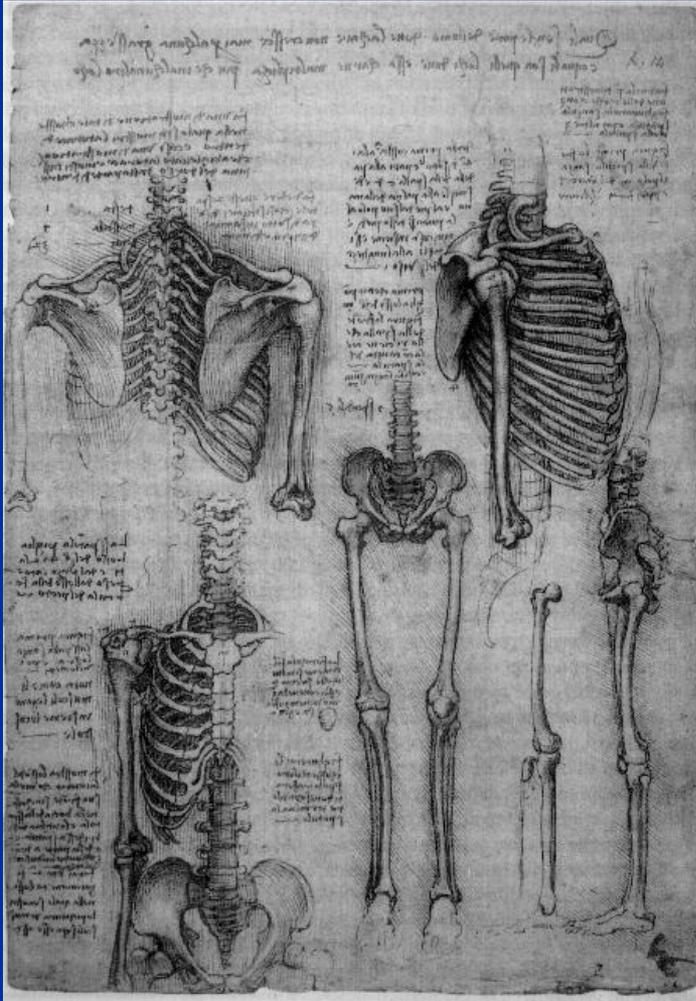
**As primeiras referências à análise de aspectos biomecânicos dos movimentos dos homens e dos animais pertencem a história antiga, com Aristóteles. Embora tendo como objetivo principal a classificação de todas as espécies animais a partir de seus movimentos, são dele as primeiras observações sobre como o ato de caminhar do homem e dos animais é decorrente de sua ação contra o solo.**

- Arquimedes (287- 212 a.C);

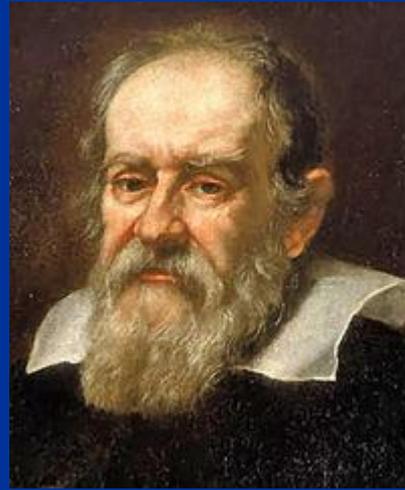


Conta-se que de seu estudo sobre as alavancas Arquimedes disse: *Dê-me um ponto de apoio, e moverei o mundo.*

# Leonardo da Vinci (1452 – 1519)



**“To understand motion is to understand nature”**



- **Galileo (1564-1642):** questionou a **Mecânica aristotélica**, formulou as bases teóricas e metodológicas da **Revolução Científica (sec. XVII)**;
- Galileu Galilei desenvolveu os primeiros estudos sistemáticos do movimento uniformemente acelerado e do movimento do pêndulo. Descobriu a lei dos corpos e enunciou o princípio da inércia e o conceito de referencial inercial, ideias precursoras da mecânica newtoniana.

- Borelli (1608-1679):

“De Moto Animalium”,  
aplicou a mecânica  
de Galileu aos  
movimentos do  
corpo humano e  
animal;

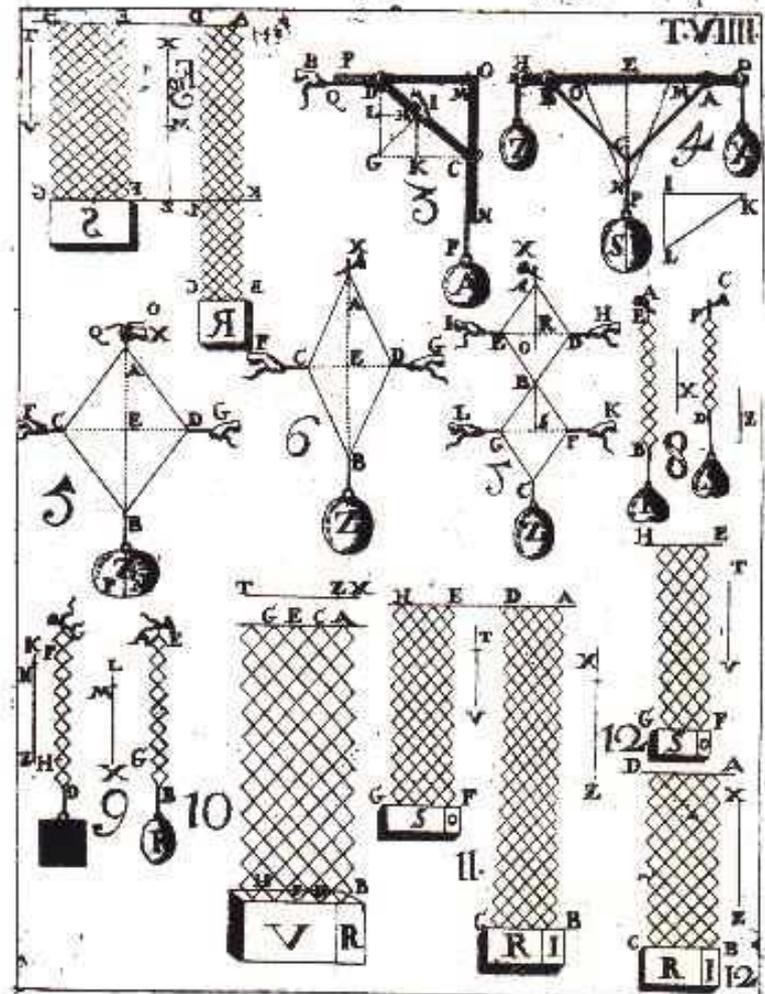


Figure 4 – In table IX Borelli's models of muscular structure are presented. Hands represent the application of internal forces, weights the external forces.

Therefore, the number of «in-series machines» must be of a high order, thus the sum of forces acting internally shall be much greater

# Isaac Newton (1642 - 1727)

## Mecânica clássica.

No século passado, a invenção da fotografia significou para as pesquisas em movimento humano o surgimento de uma nova possibilidade metodológica para a análise, a Cinematria. O princípio de congelar, registrar e conseqüentemente quantificar movimentos por meio de instantâneos, possibilitando sua descrição precisa, persiste e é um dos principais meios de obtenção de informações em Biomecânica.

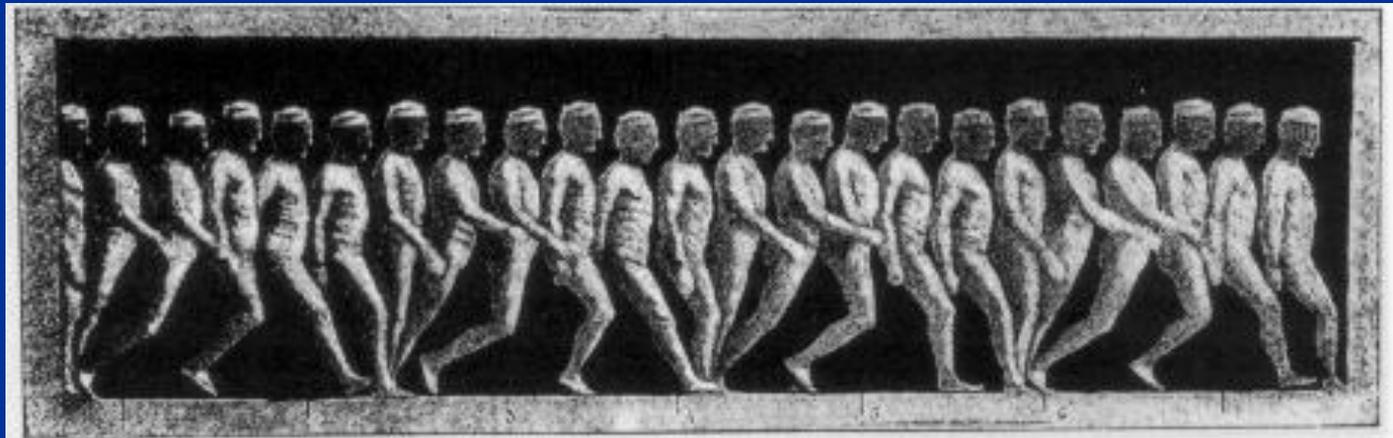
# Marey (1830-1904)

Pioneira na cinematografia (cronociclo)

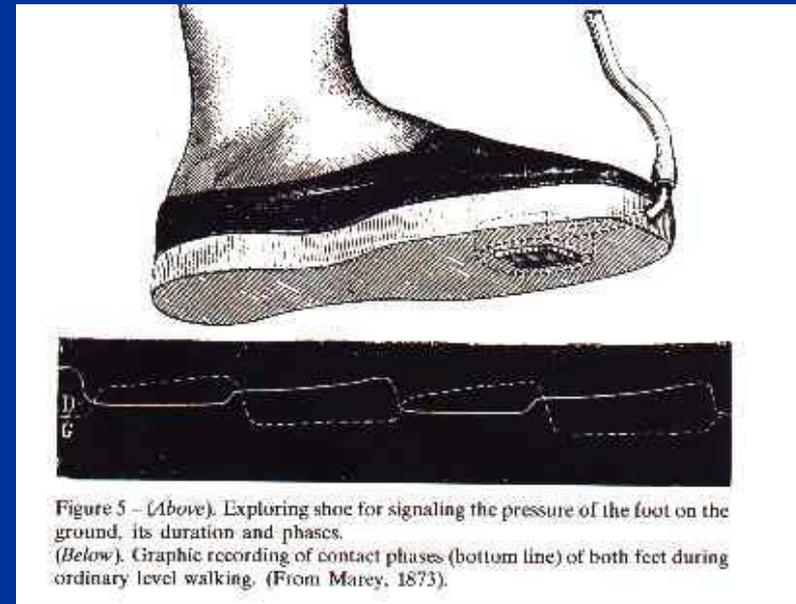
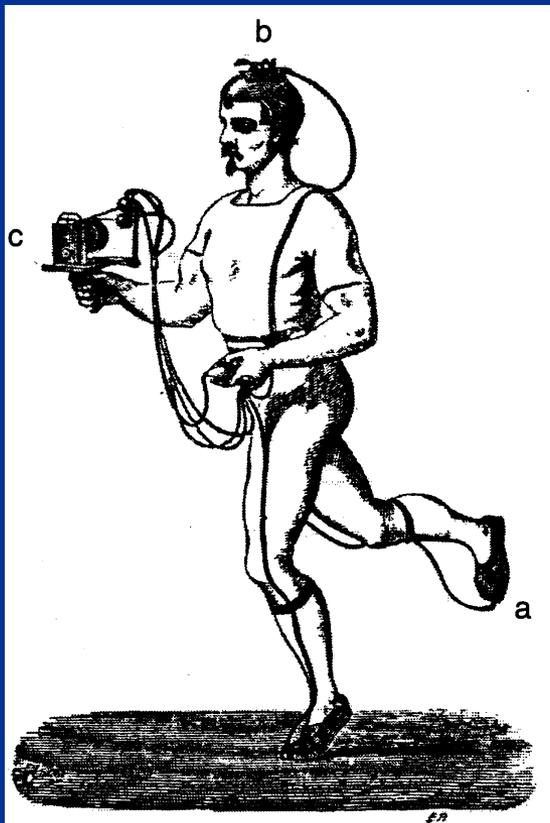
Desenvolvimento de instrumentos para análise do movimento

Métodos gráficos e fotográficos para pesquisa biológica.

Quantificação da locomoção



- Marey (final do séc. XIX): avanços metodológicos com o método gráfico, estudou quantitativamente movimentos humanos e animais com a cronociclofotografia (“physiological mechanics”);



- **Irmãos WEBER (em 1836):** modelos mecânicos para o estudo da ação muscular, teoria do duplo pêndulo da marcha;
- **Muybridge (1831-1904):** “The Human Figure in Motion”, avanços metodológicos com a técnica da fotografia seriada.

# Muybridge (1830 - 1904)

Desafio para entender o cavalo na corrida.  
Locomoção e as novas técnicas de registro de movimento



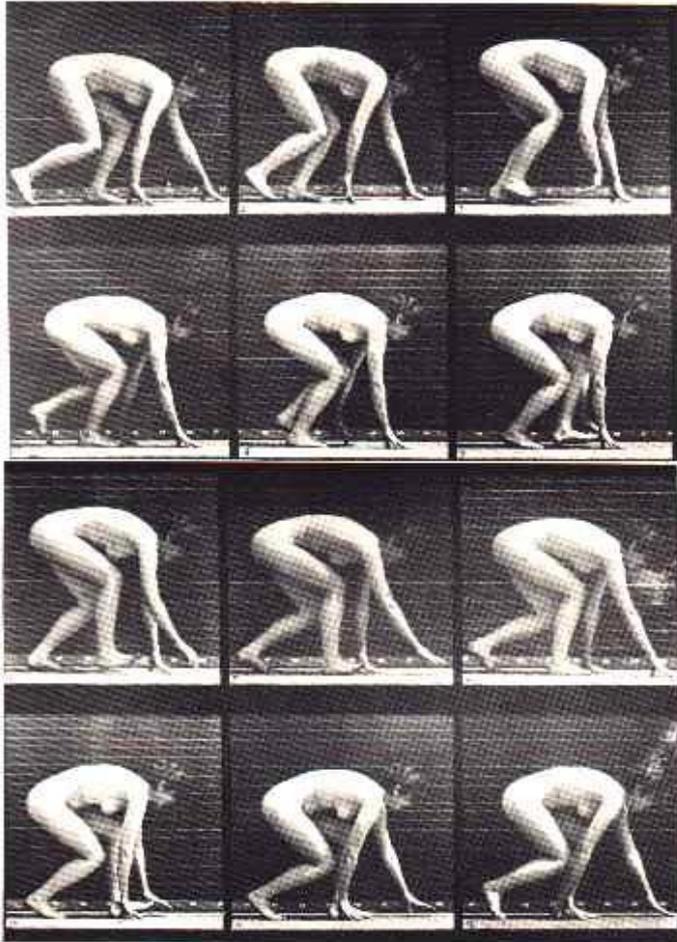
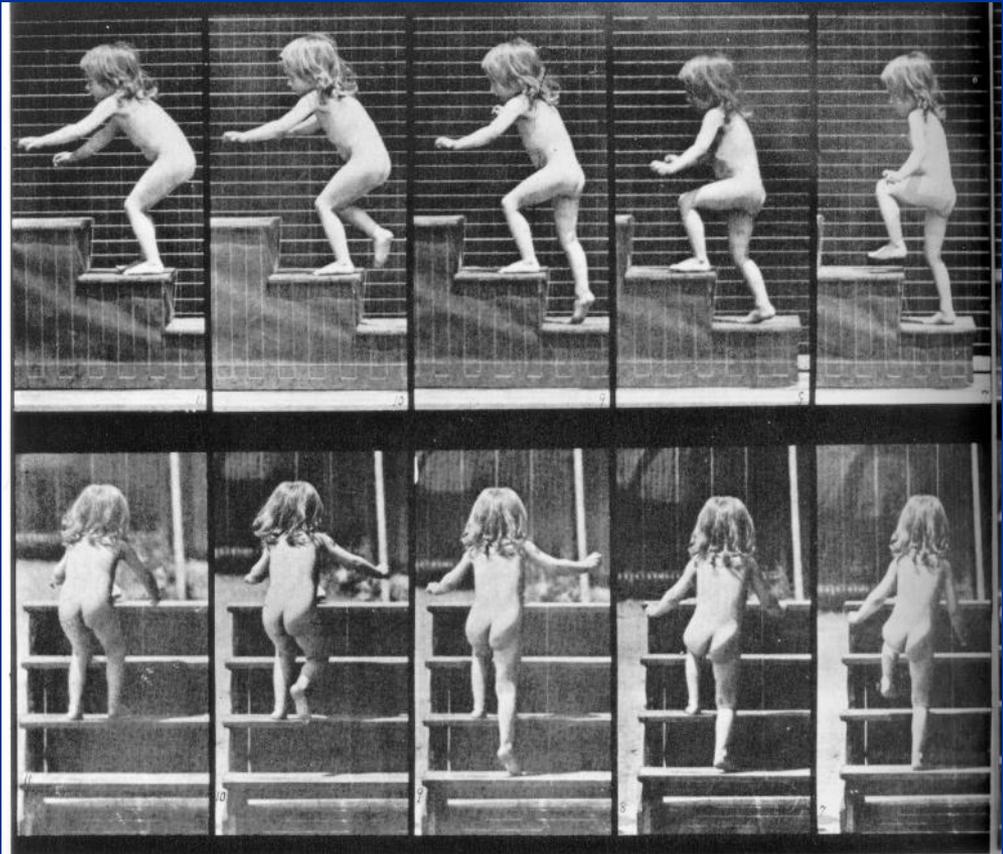


Figure 6 – From the Catalogue of Animal Locomotion: plate n. 183, *Walking on hands and feet*, model n. 8, costume: nude, 12 lateral phases of movement, time intervals: 106 thousandths of a second. (From Muybridge, 1887, reprint 1955, 1979).



GIRL WALKING UPSTAIRS (.161 second)

- Braune & Fischer (final do séc. XIX e início do XX):

1ª análise 3D do movimento humano, com a qual calcularam grandezas cinéticas no andar e contestaram o modelo do pêndulo dos irmãos Weber;

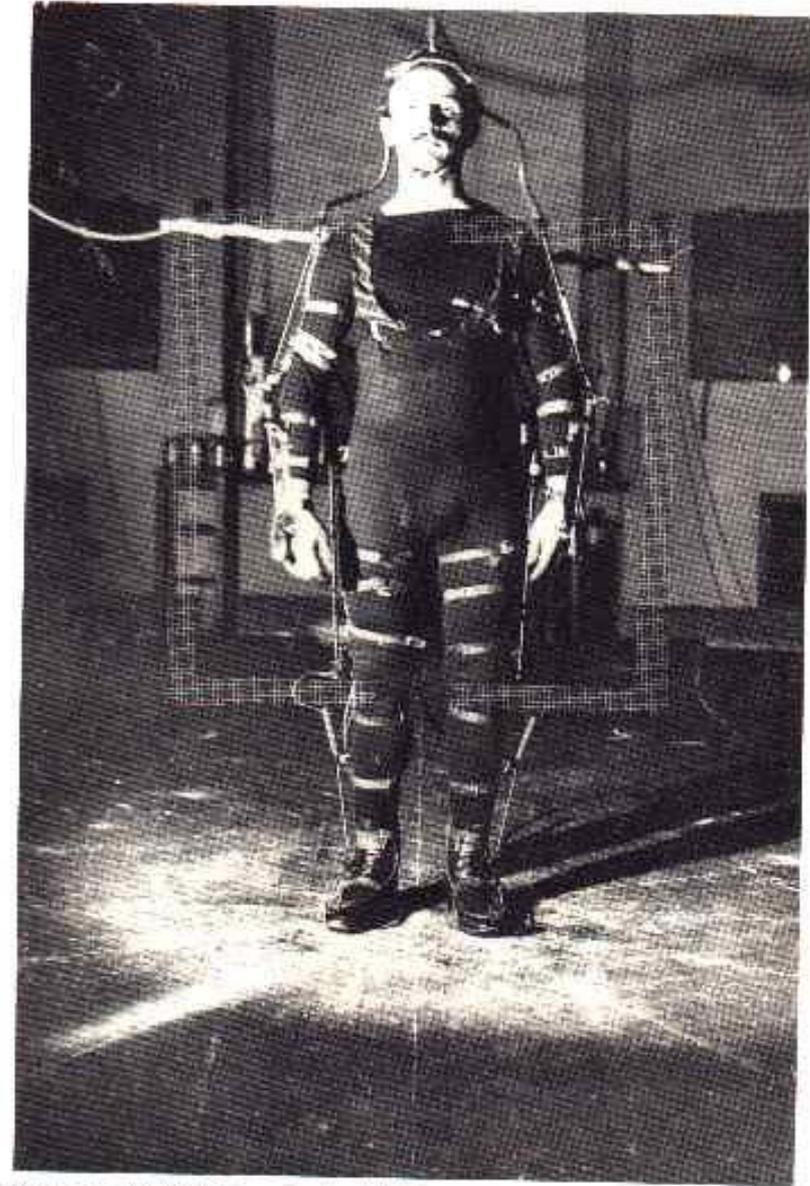


Figure 2 – The subject equipped with light tubes.

- **Fenn (início sec. XX): cálculo de trabalho interno durante a corrida; maiores gastos na variação da velocidade dos segmentos;**
- **Elftman: papel dos músculos multiarticulares na economia do movimento;**
- **Pós-Guerras: grandes avanços nos métodos quantitativos (soviéticos e seus “camaradas”, grupo da Califórnia) tendo em vista as necessidades no contexto da medicina;**
- **Dempster (década de ‘50): parâmetros antropométricos do corpo humano;**

- **Bernstein (1896- 1966):**

**1- avanços metodológicos com a cinematografia de espelhos para análise 3D do movimento humano nos contextos do Esporte, da Reabilitação, do Trabalho, Artes (tocar piano).**

**2- avanços teóricos com a elaboração do Problema dos Graus de Liberdade (ou Problema de Bernstein) = “Microscopia dos Movimentos”.**

- **Donskoi (década de '70): “Biomecânica dos Movimentos Corporais”.** Escola russa adota e divulga o termo Biomecânica para designar uma ciência;
- **No Brasil:**
  - final da década de '70;
  - **Sociedade Brasileira de Biomecânica (1992)**  
([www.usp.br/eef/sbb](http://www.usp.br/eef/sbb))
- **International Society of Biomechanics (1973):**  
(<http://isbweb.org/>)
- **International Society of Biomechanics in Sports (1983):**  
(<http://www.isbs.org/>)

# **BIOMECÂNICA**

## **“Bio” + “Mecânica”**

**Biomecânica é o estudo da estrutura e da função dos sistemas biológicos por meio de métodos da mecânica (Hatze 1974)**

**Biomecânica é uma ciência que trata de análises físico-matemáticas de sistemas biológicos (Amadio, 1996)**

# **BIOMECÂNICA APLICADA AO MOVIMENTO HUMANO**

**Clínica e  
Reabilitação**

**Equipamentos      Esporte**

**Músculo-esquelética**

**Cardiovascular e Respiratória**

**Modelagem e Simulação Computacional**

**Instrumentação e  
Métodos**

**Ortopedia e  
Traumatologia**

**Ocupacional e Ergonomia**

# **Objetivos da Biomecânica**

**Entendimento de como o sistema locomotor opera**

**Otimização da performance: esportiva e patológica**

**Redução de lesão: prevenção e reabilitação**

# **Biomecânica**

**Segundo as forças que atuam sobre os corpos, a Biomecânica pode ser dividida em:**

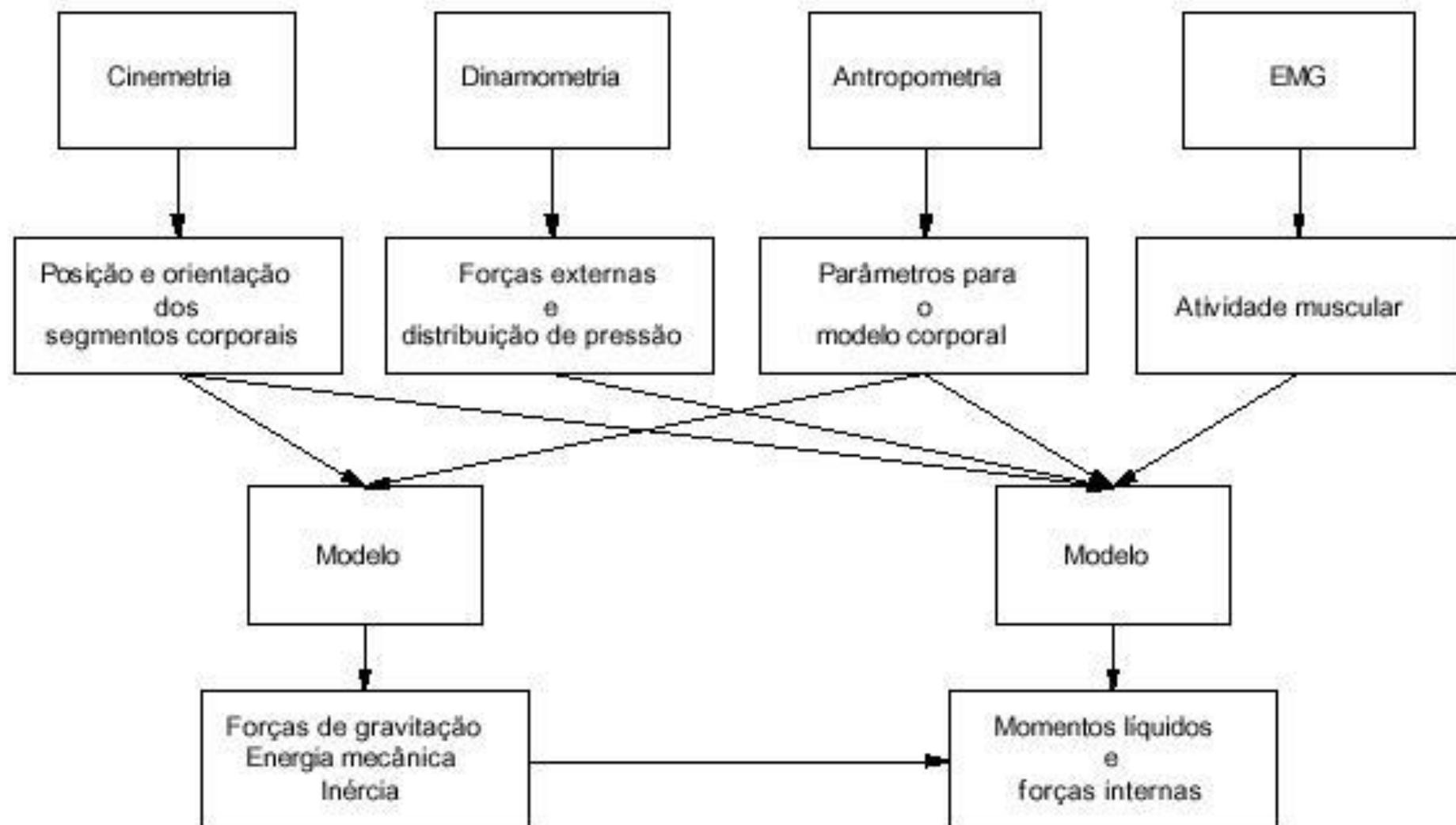
**Biomecânica interna**

**Biomecânica externa**

# Biomecânica

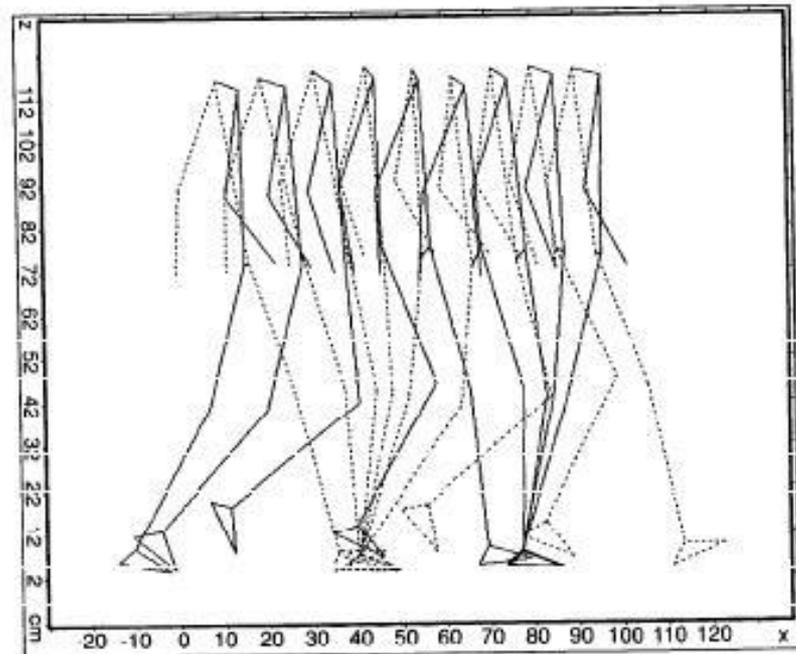
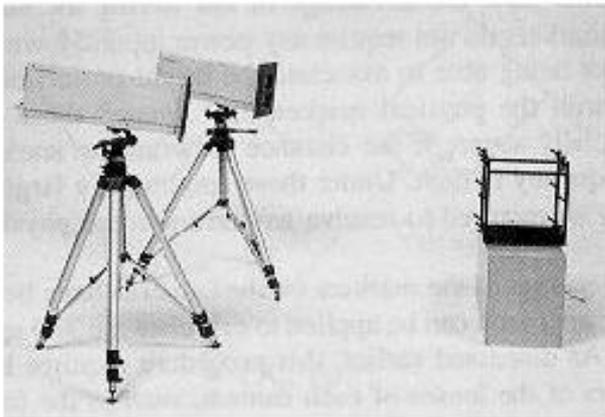
- Interna – determinação das forças internas (forças articulares e musculares) e as conseqüências resultantes dessas forças (pressão, tração, flexão, torção, etc.). **Difícilmente são medidas diretamente.**
- Externa - A Biomecânica externa estuda as forças físicas que agem sobre os corpos

## ÁREAS PARA A COMPLEXA ANÁLISE DO MOVIMENTO (BAUMANN, 1992)



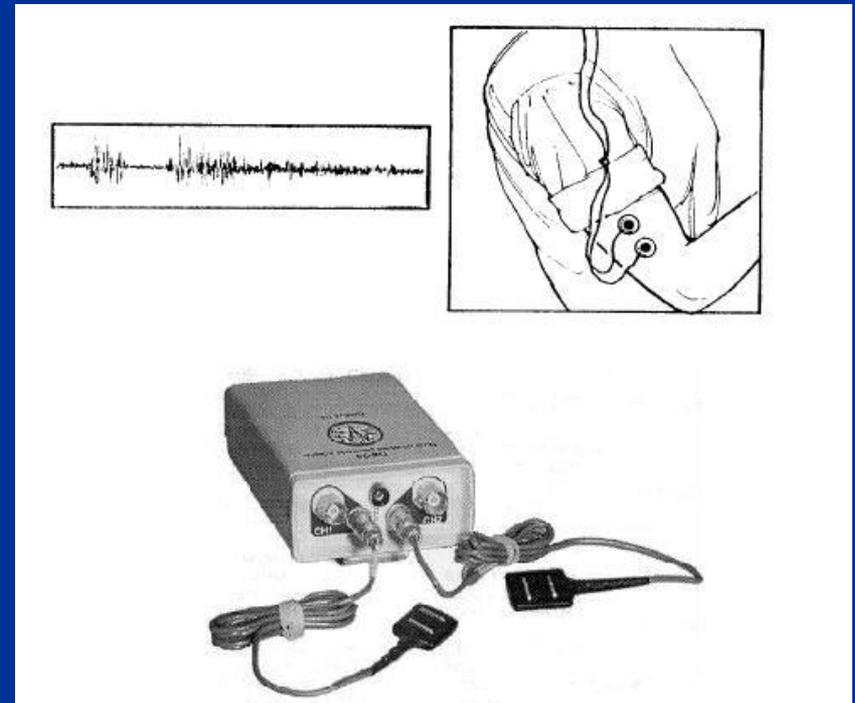
# Cinemática (Cinemetria para Amadio, 1996)

**Conjunto de técnicas que busca medir os parâmetros cinemáticos do movimento. E está interessado na descrição de como um corpo se move (AMADIO, 1996).**



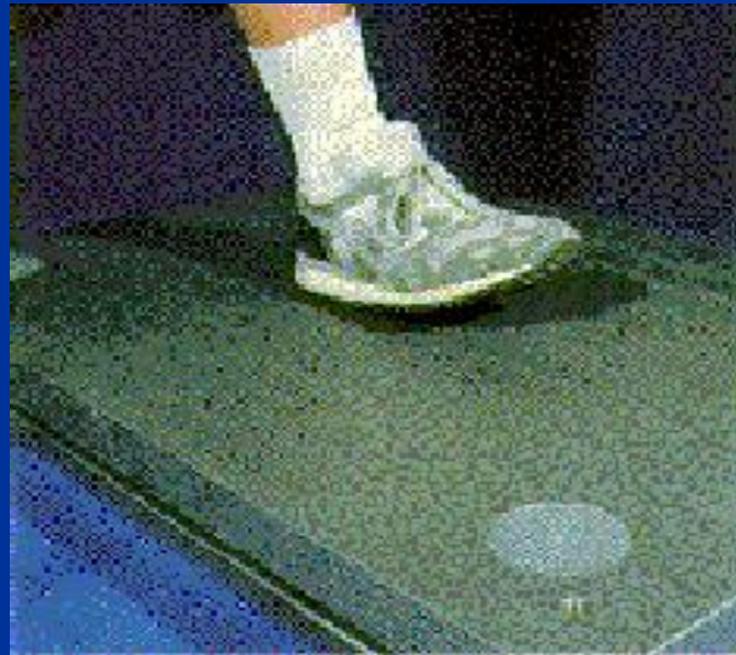
# Eletromiografia

A eletromiografia é o registro das atividades elétricas associadas às contrações musculares. EMG capta a somatória dos potenciais de ação do músculo. Diferentemente dos outros métodos, que determinam propriedades mecânicas, a eletromiografia indica o estímulo neural para o sistema muscular.



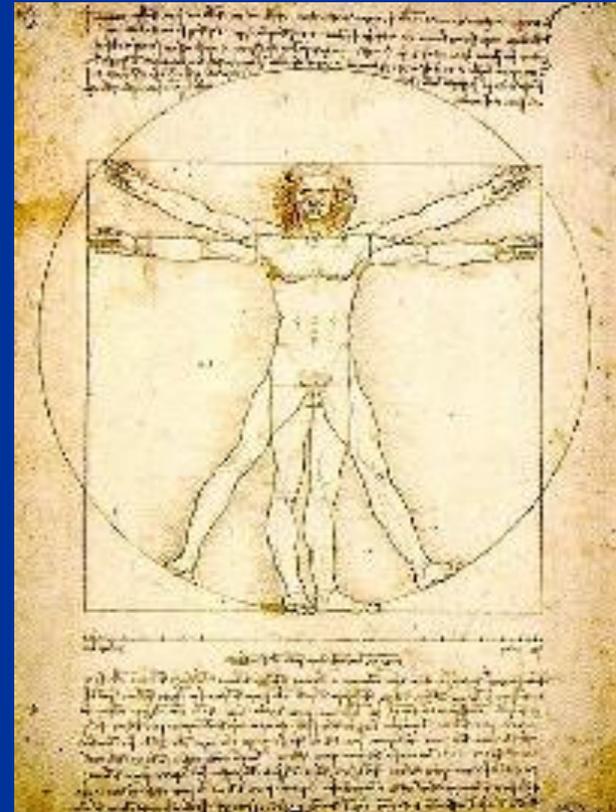
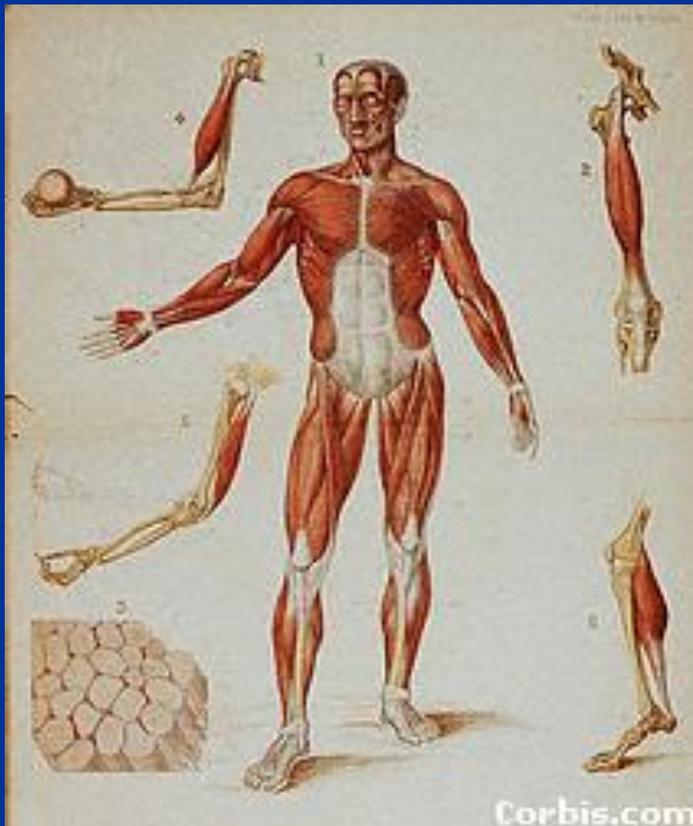
## Dinamometria (cinética para alguns autores)

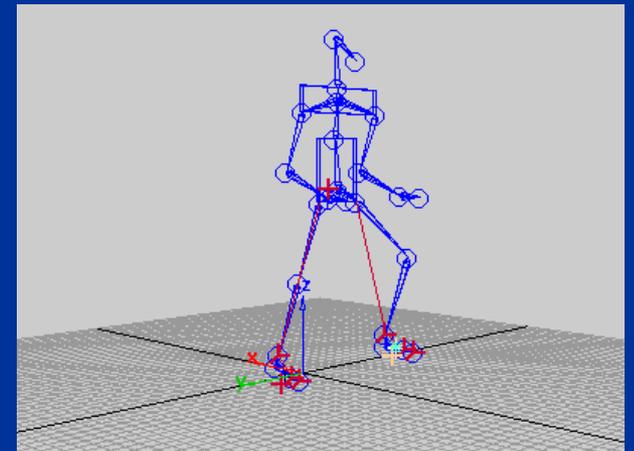
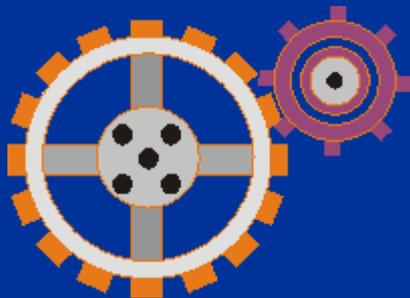
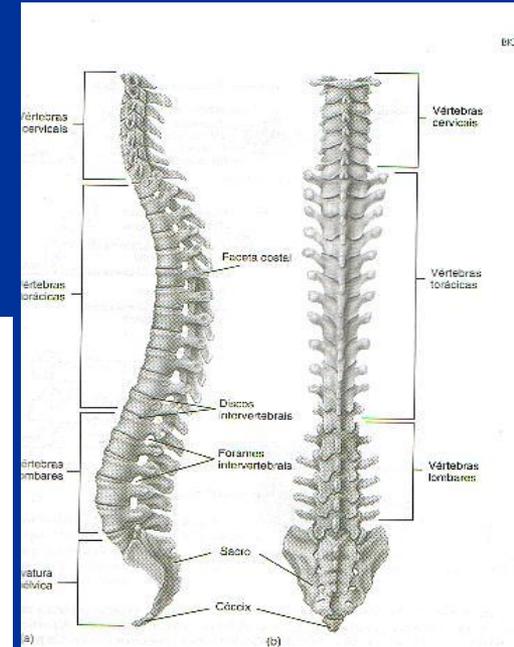
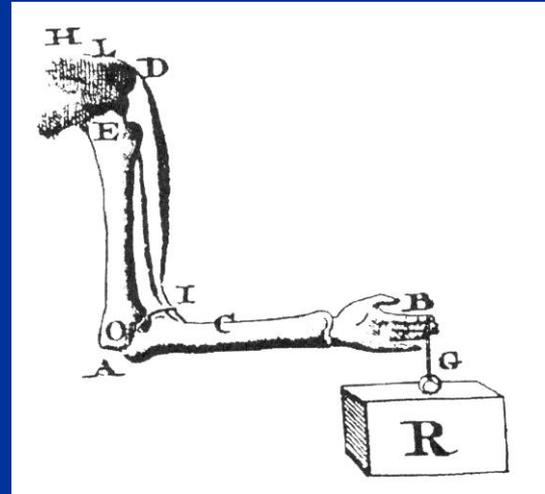
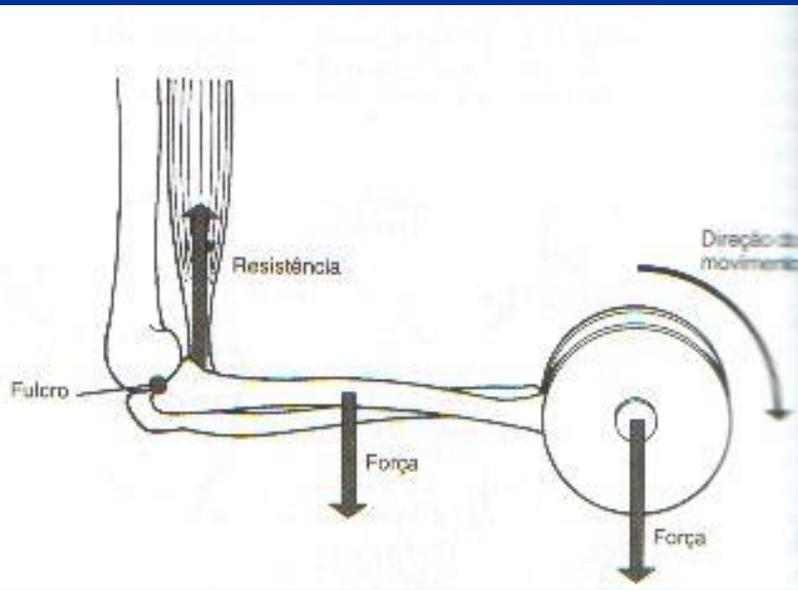
A dinamometria engloba todos os tipos de medidas de força (e pressão). As forças mensuráveis são as forças externas, transmitidas entre o corpo e o ambiente, isto é, forças de reação. Forças internas são geralmente calculadas.



# Antropometria

A **antropometria** em biomecânica fornece as dimensões corporais convencionais e a geometria do corpo e das massas corporais.





# Referências

**HAMILL, J. KNUTZEN, K.M. Bases Biomecânicas do Movimento Humano. Editora Manole Ltda. São Paulo, 1999.**

**AMADIO, A.C. e DUARTE, M. (editores): Fundamentos Biomecânicos para a Análise do Movimento. Laboratório de Biomecânica, Escola de Educação Física, Universidade de São Paulo, 1996.**

**ENOKA, R.M. Bases Neuromecânicas da Cinesiologia. Editora Manole Ltda. São Paulo, 2000.**

**HALL, S.: Biomecânica Básica. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2009.**

**HAY, J.G.: Biomecânica das Técnicas Desportivas. Ed. Interamericana, Rio de Janeiro, 1981.**

**RASCH, P.J., BURKE, R.K. Cinesiologia e anatomia aplicada. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 1977.**