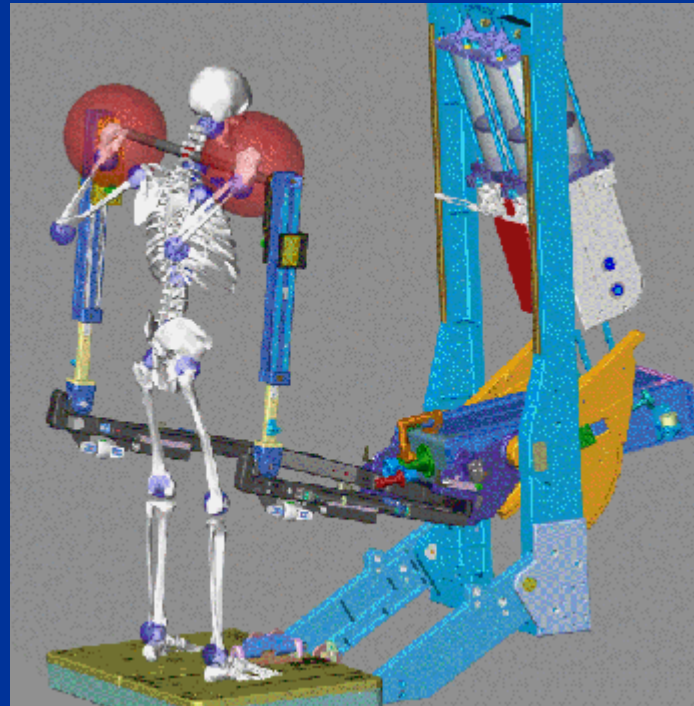


Escola de Educação Física e Esporte de Ribeirão Preto

Disciplina: REF0015 - Biomecânica I



Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Santiago

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. ...

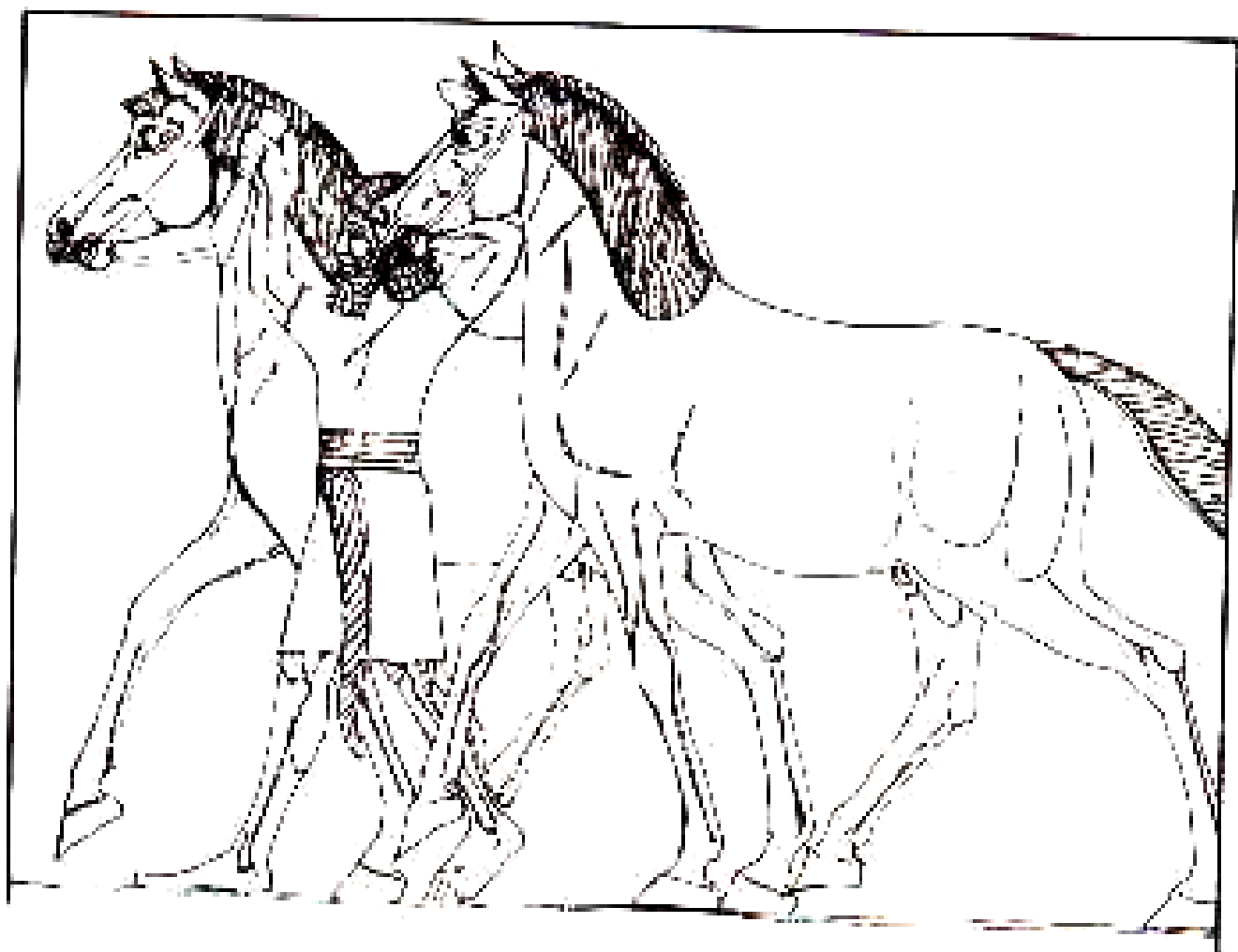


Figure 1 – Assyrian horses being led by a warrior. From a VII century B.C. bas-relief in the Louvre Museum, Paris.
(From Dagg, 1977).

Introdução

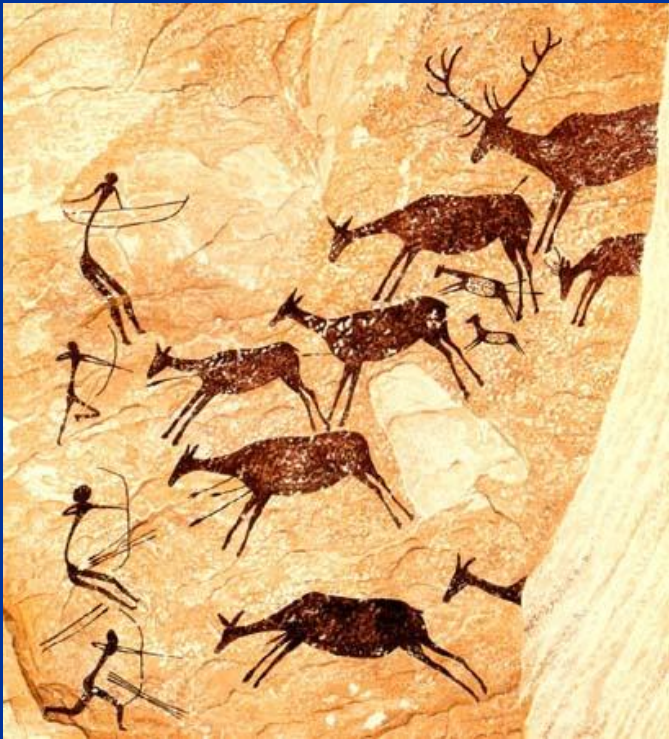
- **Objetivos da área de estudo: Conhecer e aplicar os métodos biomecânicos no corpo e nos movimentos humanos.**
- **Cinesiologia: ciência que estuda a estrutura e função do sistema musculoesquelético, baseando-se em princípios da Anatomia Funcional e da Fisiologia. Ou ainda: Ciência do Movimento Humano – 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

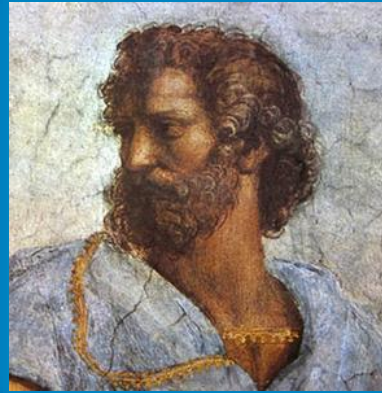
Início da espécie humana: desenho de movimentos em caverna em vasos (descrever o movimento do homem e dos animais).





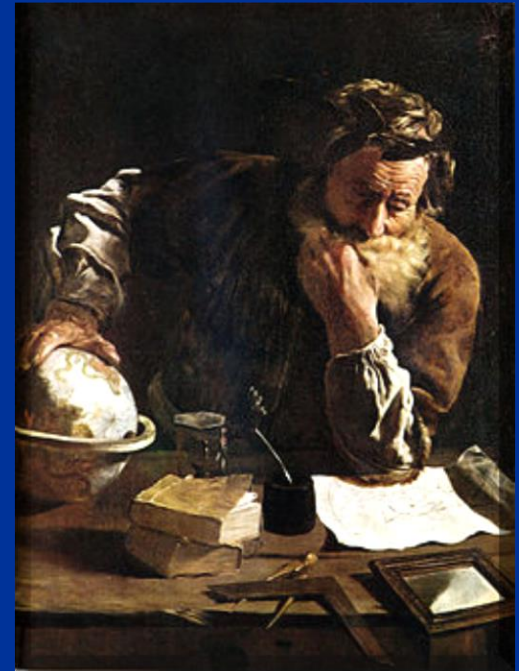
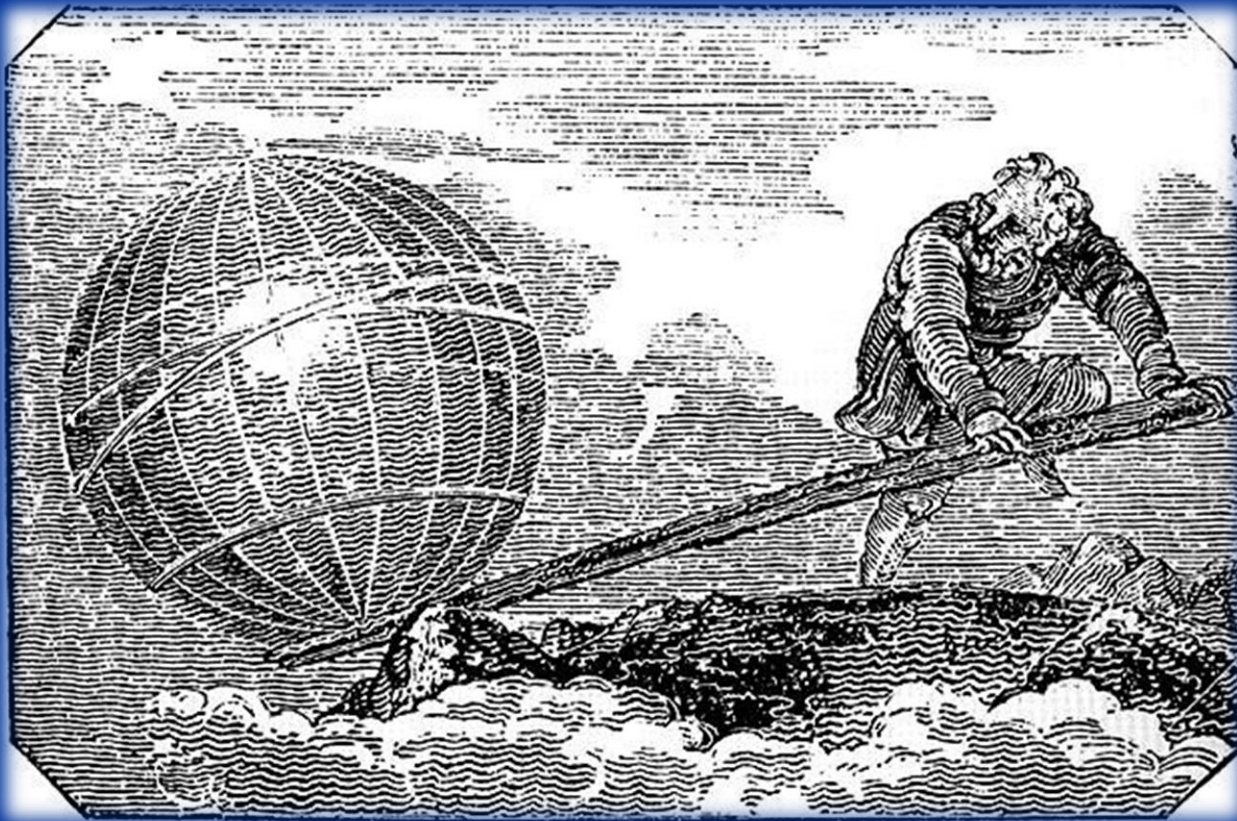
”...o animal que se move faz sua mudança de posição pressionando contra o que está embaixo dele...”

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



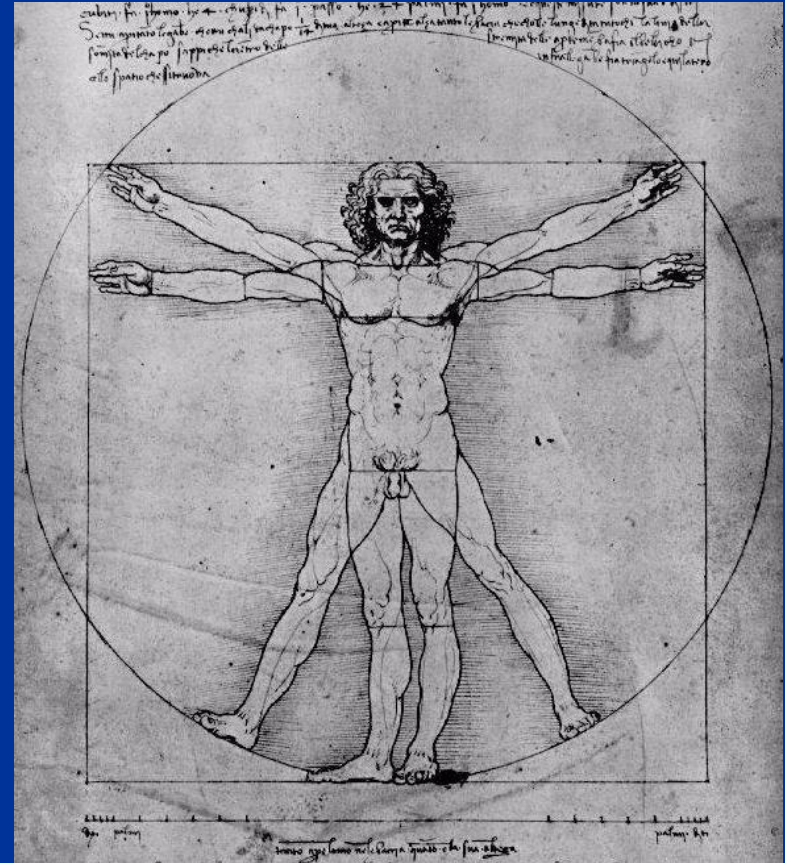
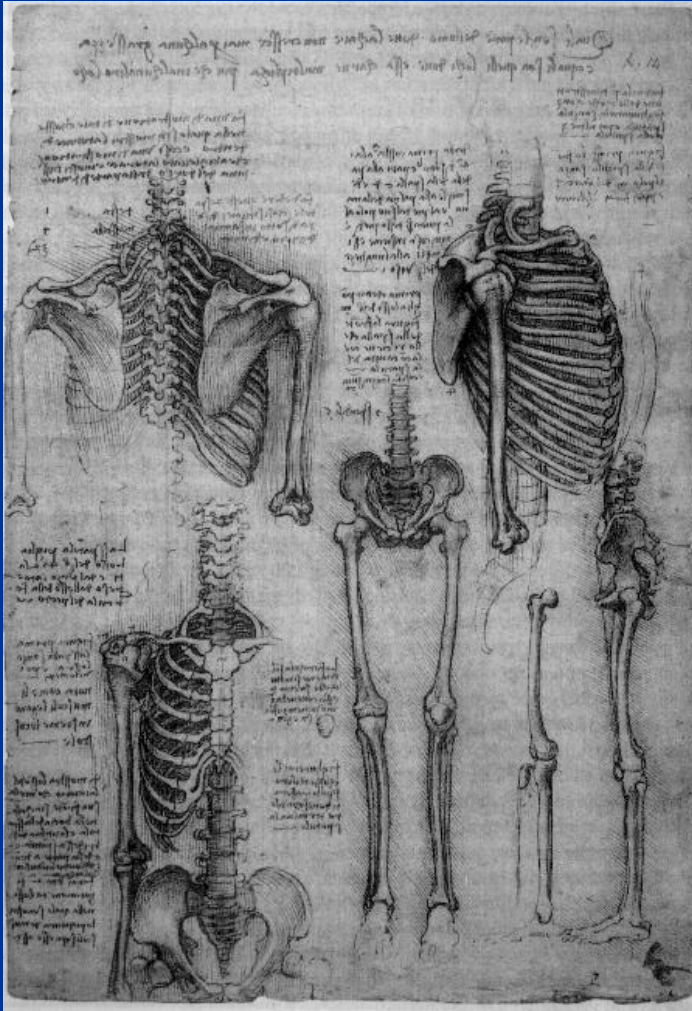
As primeiras referências à análise de aspectos biomecânicos dos movimentos dos homens e dos animais pertencem a história antiga, com Aristóteles. Embora tendo como objetivo principal a classificação de todas as espécies animais a partir de seus movimentos, são dele as primeiras observações sobre como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

- Arquimedes (287- 212 a.C);

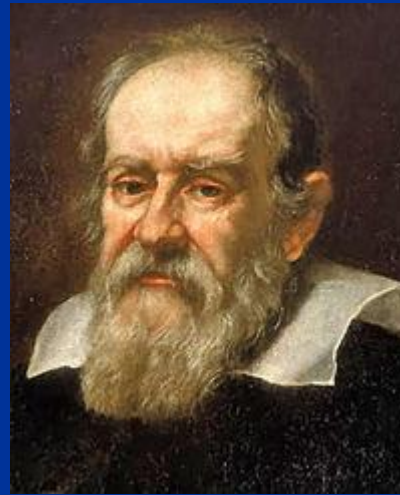


Conta-se que de seu estudo sobre as alavancas Arquimedes disse: *Dê-me um ponto de apoio, e moverei o mundo.*

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;

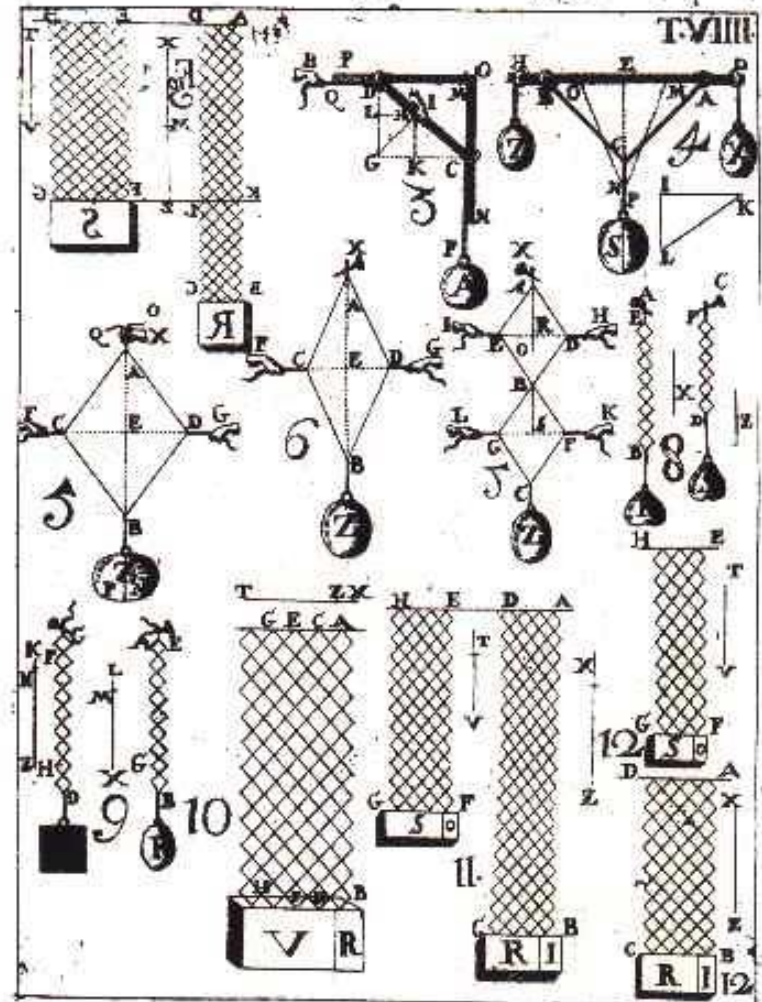


Figure 4 – In table IX Borelli's models of muscular structure are presented. Hands represent the application of internal forces, weights the external forces.

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.

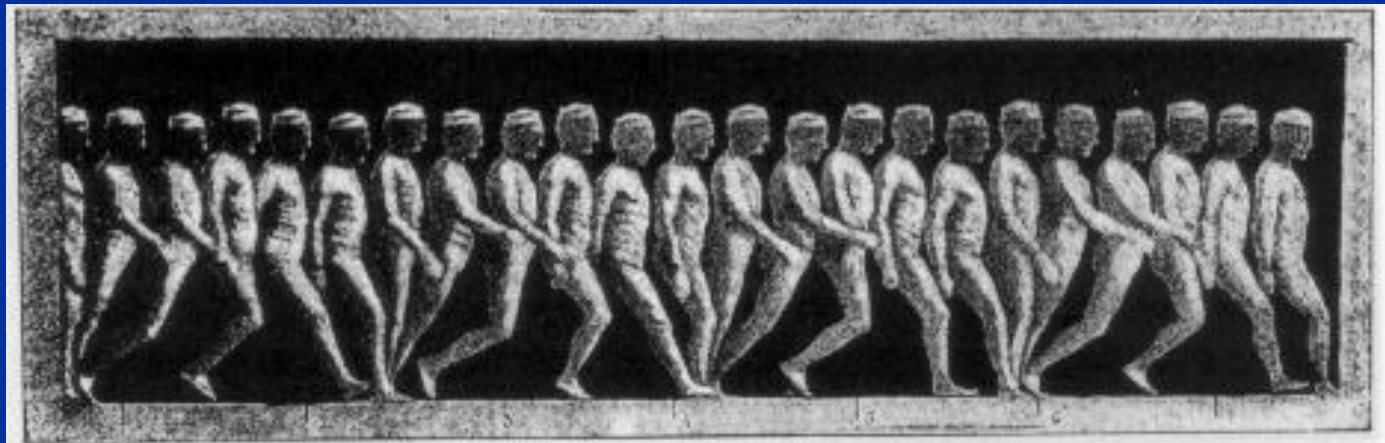
Marey (1830-1904)

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”);**

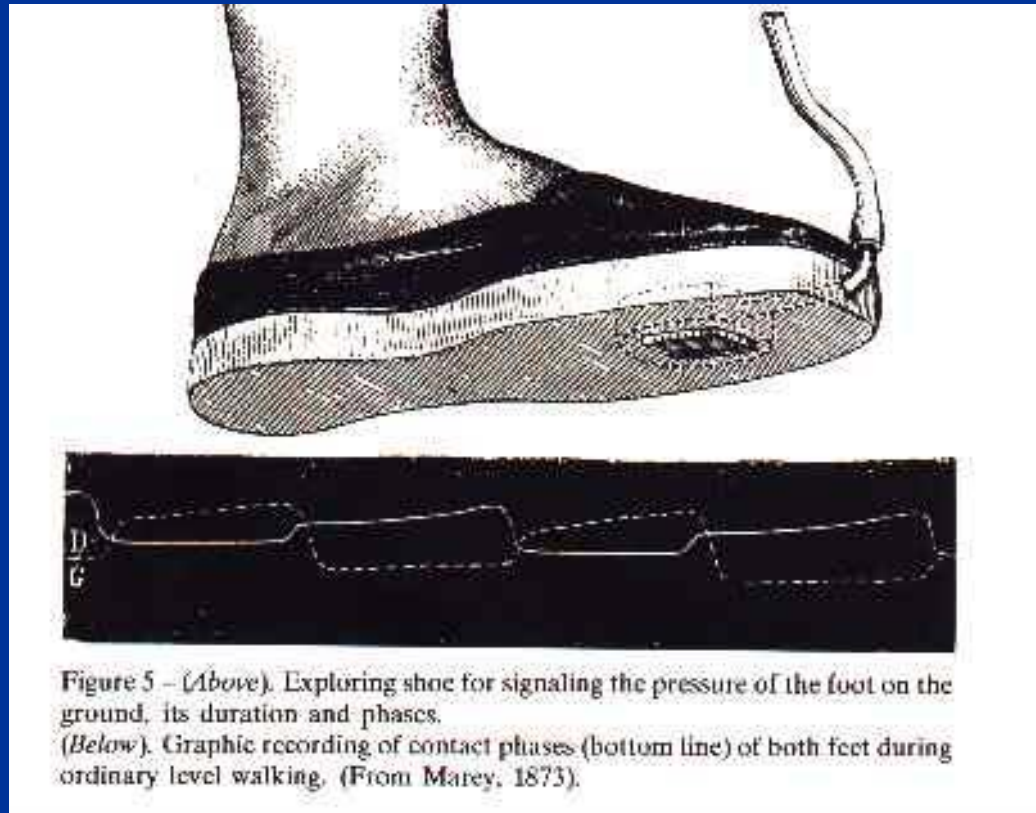
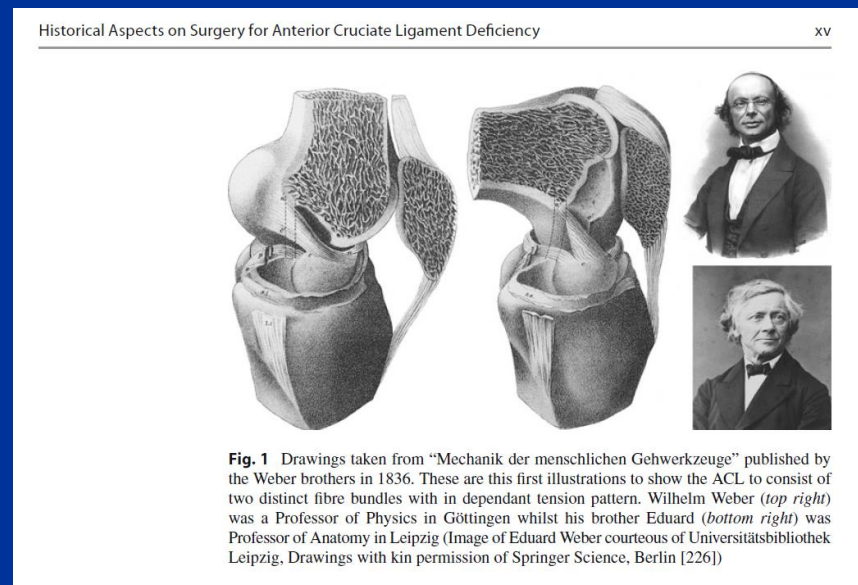


Figure 5 – (Above). Exploring shoe for signaling the pressure of the foot on the ground, its duration and phases.
(Below). Graphic recording of contact phases (bottom line) of both feet during ordinary level walking. (From Marey, 1873).

- 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



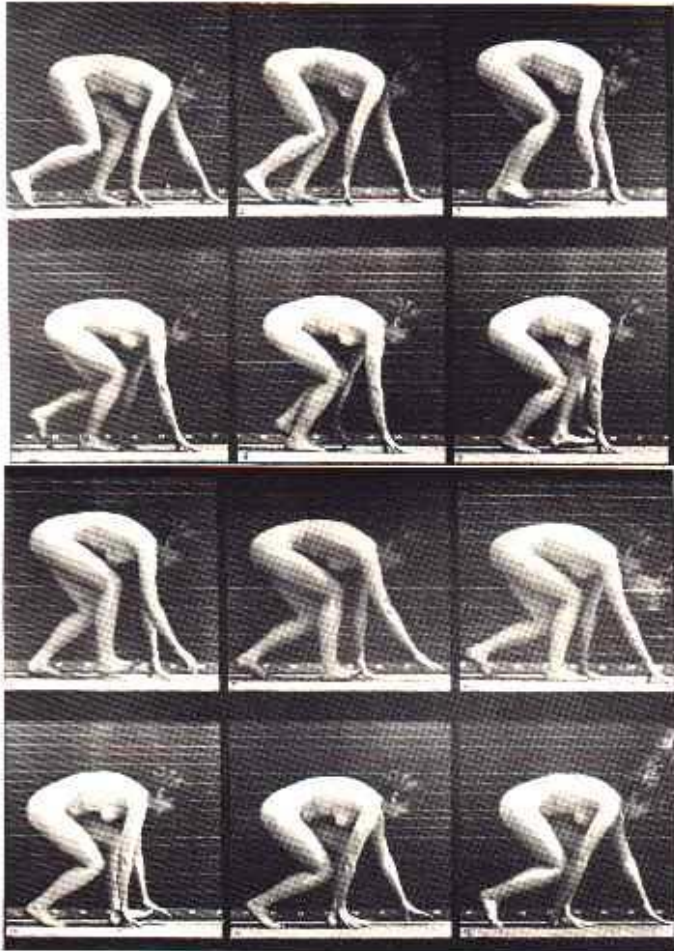
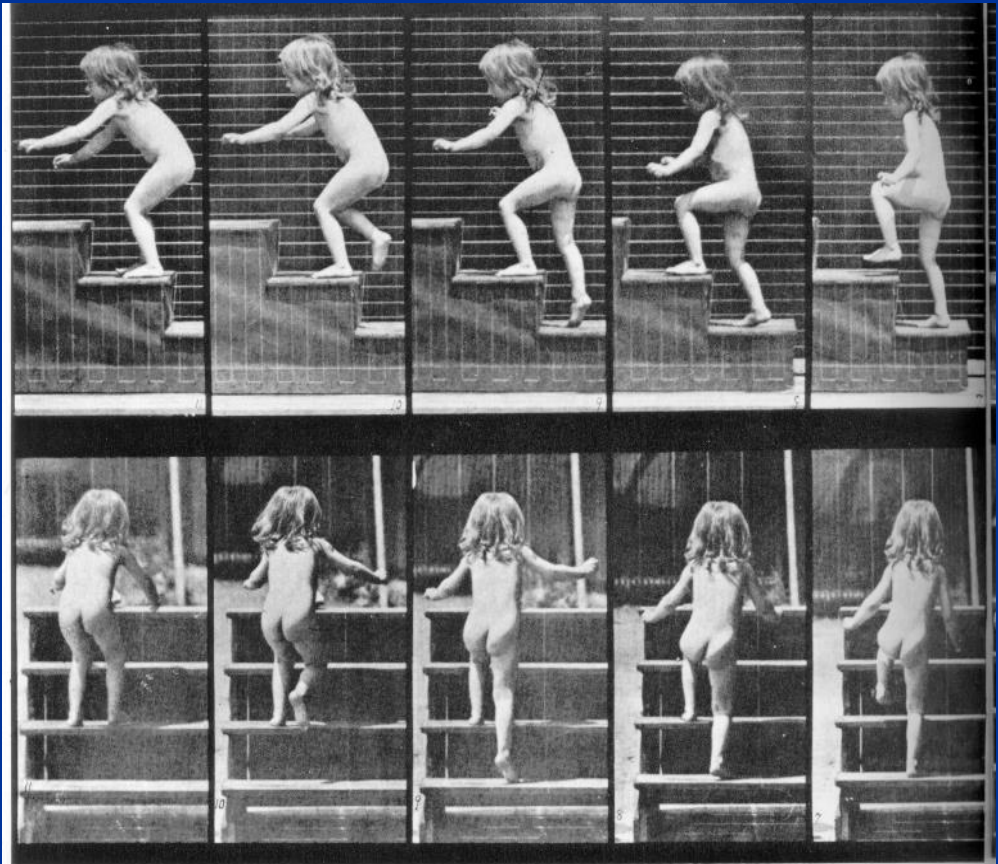


Figure 6 – From the Catalogue of Animal Locomotion: plate n. 183, *Walking on hands and feet*, model n. 8, costume: nude, 12 lateral phases of movement, time intervals: 106 thousandths of a second. (From Muybridge, 1887, reprint 1955, 1979).



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;

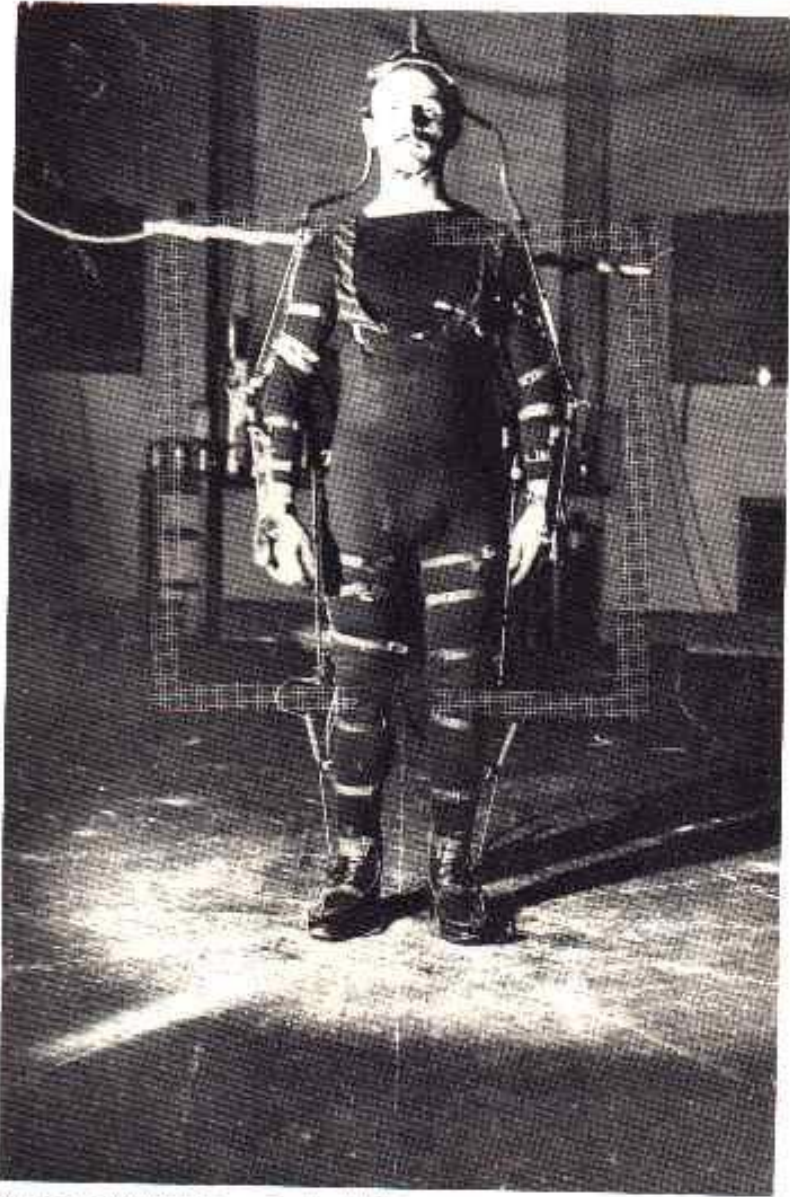


Figure 2 – The subject equipped with light tubes.

- **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)**
(<https://bsb.org.br/>)
- **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:

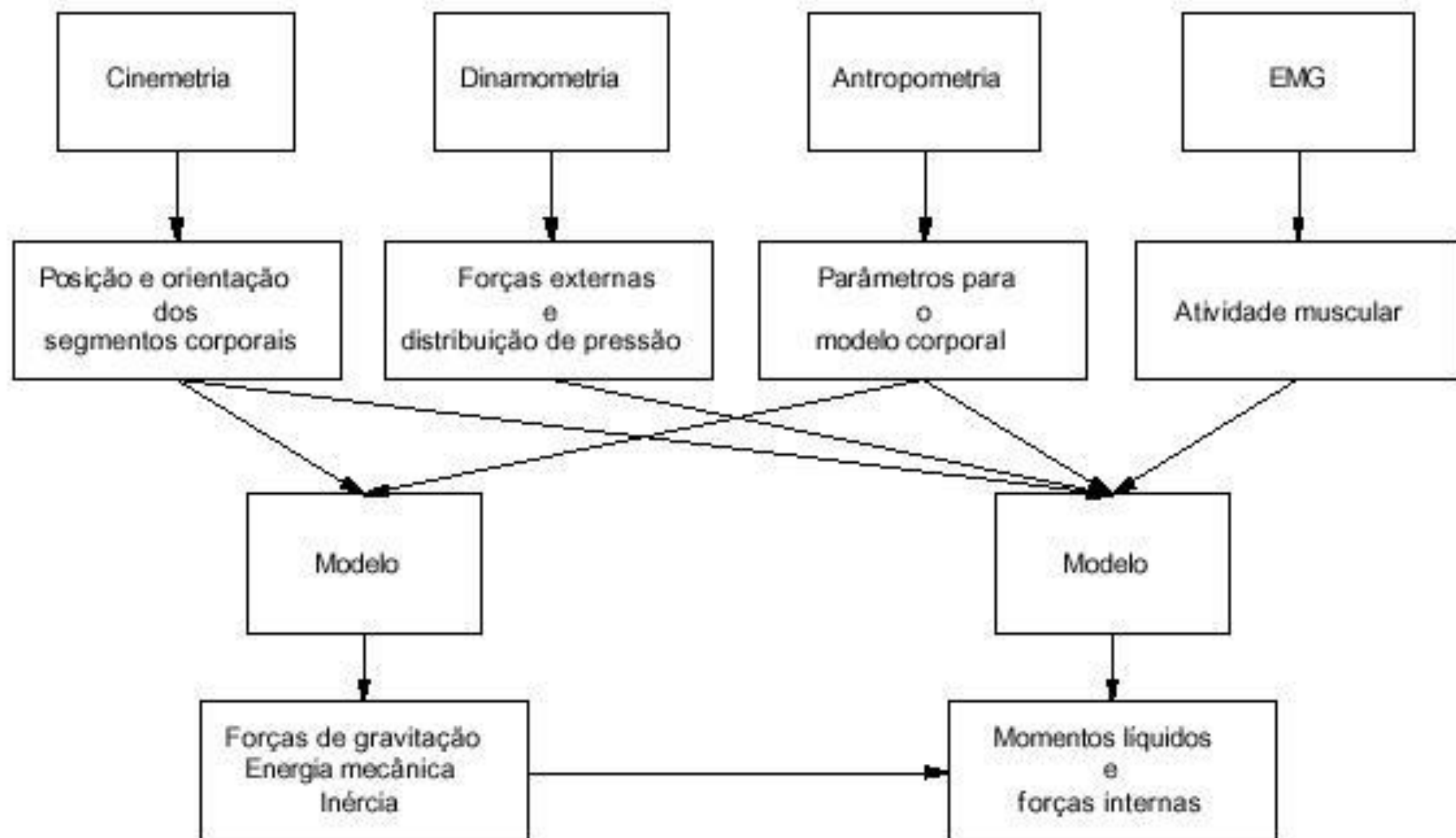
Biomecânica interna

Biomecânica externa

Biomecânica

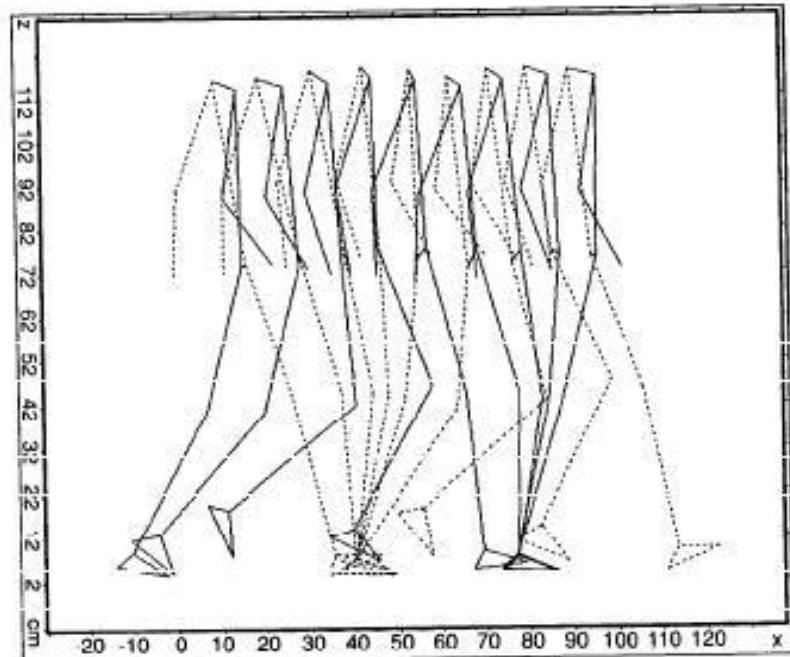
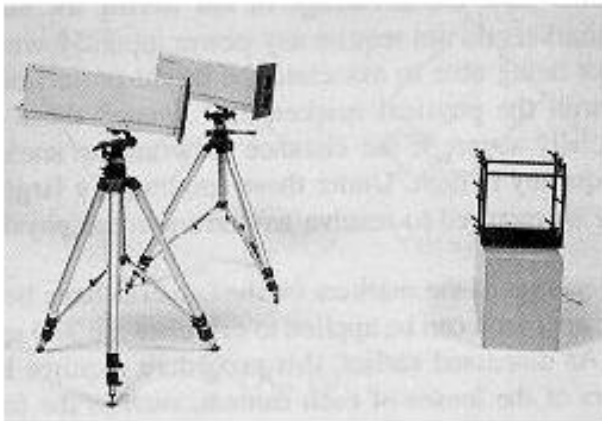
- Interna – determinação das forças internas (forças articulares e musculares) e as conseqüências resultantes dessas forças (pressão, tração, flexão, torção, etc.). **Difícilmente são medidas diretamente.**
- Externa - A Biomecânica externa estuda as forças físicas que agem sobre os corpos

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



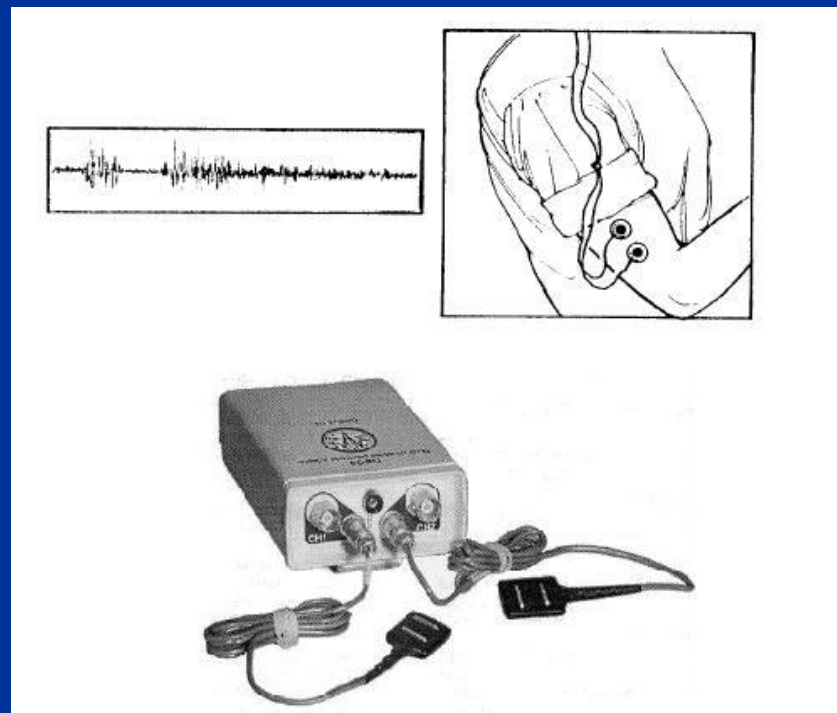
CINEMETRIA

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.



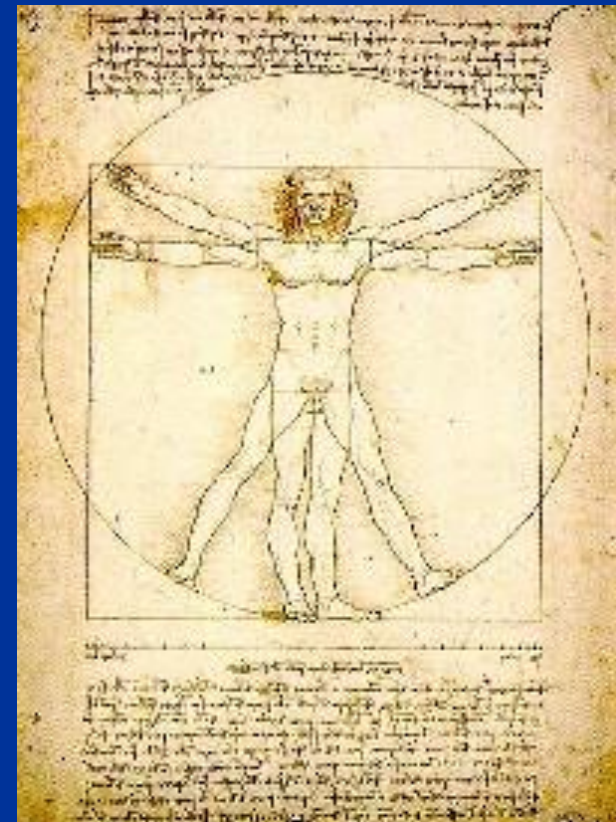
Dinamometria

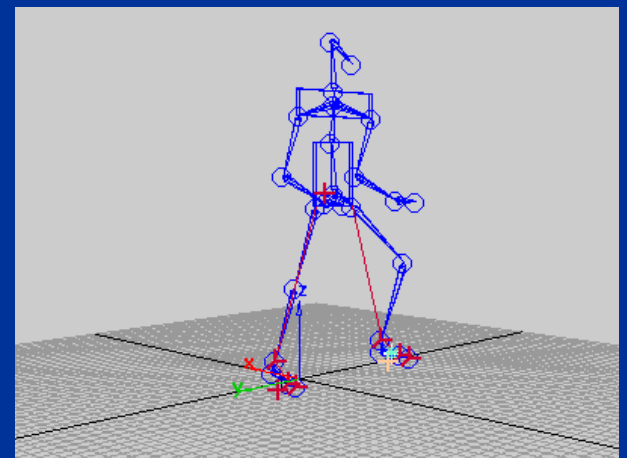
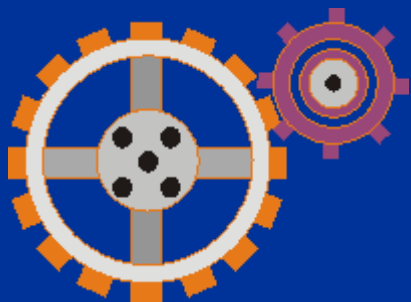
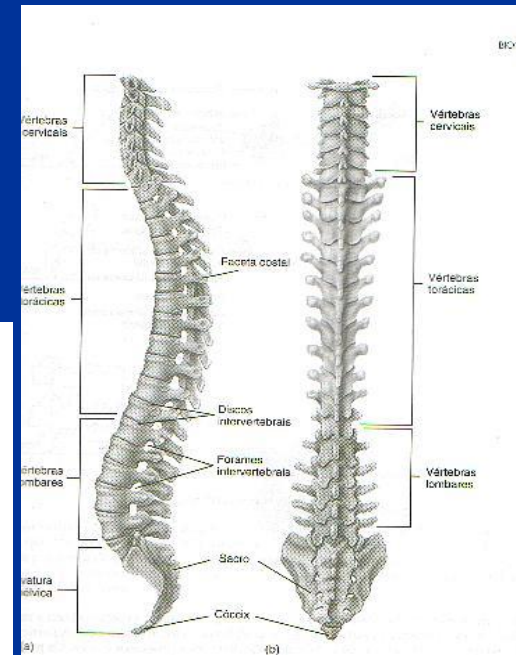
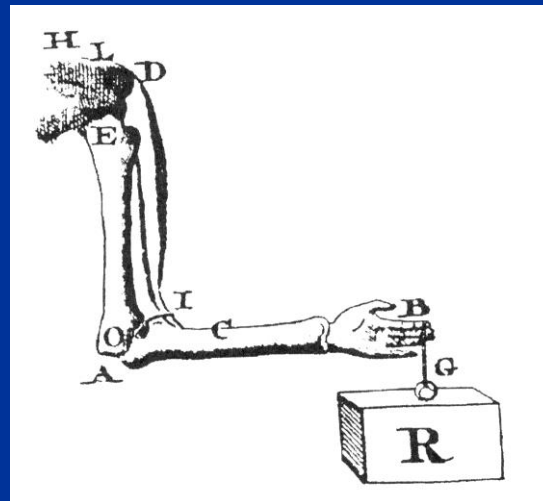
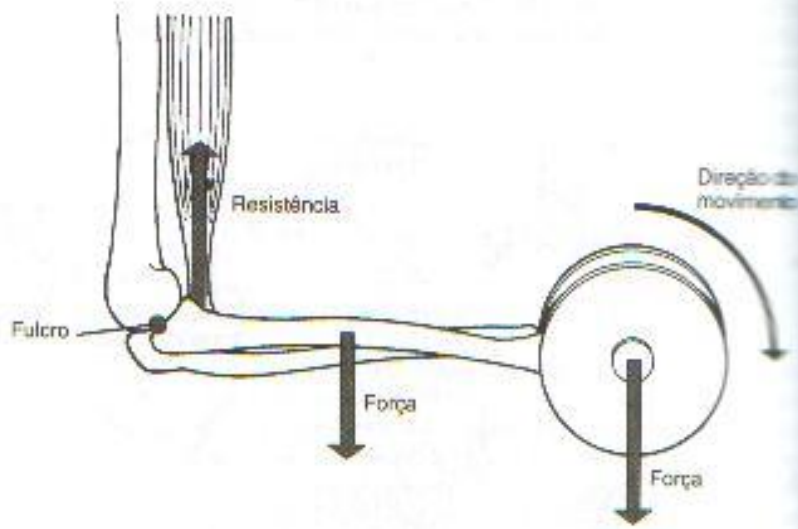
A dinamometria engloba todos os tipos de medidas de força (e pressão). As forças mensuráveis são as forças externas, transmitidas entre o corpo e o ambiente, isto é, forças de reação. Forças internas são geralmente calculadas.



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.