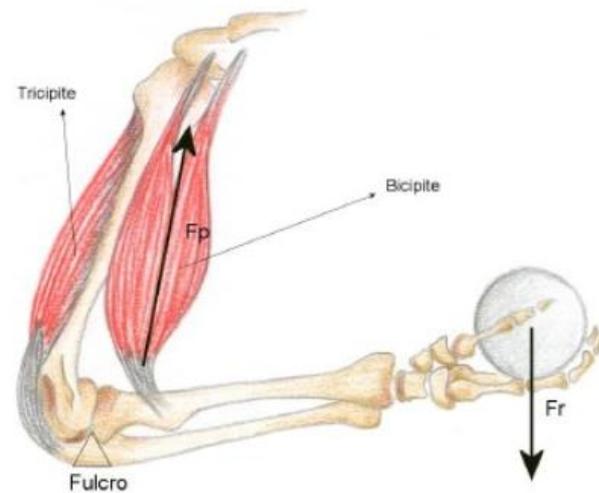


Biomeccanica del Movimento



Corso: Biomeccanica del movimento

Orario lezioni: mercoledì 15-17 aula 1I Di Bagno

maggio: lunedì 14-16 aula F6 Mammuth

Docente: Prof.ssa Luciana Zaccagni

Dipartimento di Biologia ed Evoluzione

Palazzo di Bagno, Corso Ercole I D'Este, 32

Tel. 0532 293717

E-mail: luciana.zaccagni@unife.it

Orario ricevimento: martedì 13-14

Testi/bibliografia

- Fiorino M. Biomeccanica Sportiva. Teoria e applicazioni. Società Stampa Sportiva, Roma, 2003.
- Peter M. McGinnis, "Biomechanics of Exercise and Sport", 2nd Edition, Human Kinetics, 2004
- Knudson D. Fundamentals of biomechanics. Springer, 2007.
- Grimshaw P., Lees A., Fowler N. & Burden A. Sport & Exercise Biomechanics. 2006
- Blazevich A. Sports Biomechanics, 2007

Modalità di verifica dell'apprendimento

Prova scritta e/o orale

Conoscenze e abilità da conseguire

Al termine del corso, lo studente possiede i concetti fondamentali della fisica e delle sue leggi, con particolare dettaglio per ciò che riguarda lo studio dell'organismo umano in termini meccanici.

Lo studente è in grado di applicare tali conoscenze alle attività motorie, sportive e riabilitative.

Contenuti

- **DESCRIZIONE DEI FENOMENI:** il metodo scientifico. Nozioni di base di matematica. Le grandezze fisiche fondamentali e le unità di misura. Grandezze fisiche scalari e vettoriali.
- **CINEMATICA:** la descrizione del moto dei corpi
- **STATICA:** baricentro e centro di gravità di un corpo.
- **DINAMICA:** le forze e le leggi della dinamica.
- **BIOMECCANICA:** meccanica della locomozione, esempi di equilibrio del corpo umano, applicazioni agli sport.
- **LABORATORI:** ricerca di fonti bibliografiche; analisi biomeccanica qualitativa e quantitativa; raccolta dati e loro elaborazione statistica.

La Biomeccanica ha come oggetto *lo studio del movimento del corpo umano*; è la scienza multidisciplinare che studia strutture e funzioni dei sistemi biologici utilizzando le conoscenze e i metodi della meccanica.

In particolar modo studia ed analizza:

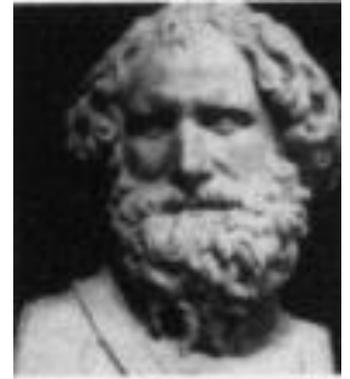
- *la distribuzione delle sollecitazioni ossee*
- *le azioni a livello articolare*
- *l'intervento muscolare durante il movimento e il mantenimento posturale*

Storia della biomeccanica

Possiamo ipotizzare che il primo connubio tra meccanica e anatomia sia già presente nella Grecia Classica, periodo in cui l'interpretazione del movimento umano era legato alla filosofia e alla medicina.

Aristotele

(Stagira, 384 a.C. - Calcide, 322 a.C.)



- Aristotele tratta nelle sue opere (in particolare nella Fisica) della conformazione dell'universo.
- Aristotele pose la Terra al centro dell'universo. Fatale errore che, per l'autorevolezza del maestro, durerà per 1800 anni, sino a Nicolò Copernico. Secondo Aristotele, la Terra era formata da quattro elementi: la terra, l'aria, il fuoco e l'acqua. Le varie combinazioni degli elementi costituivano tutto ciò che era presente sulla terra.

"La Fisica"

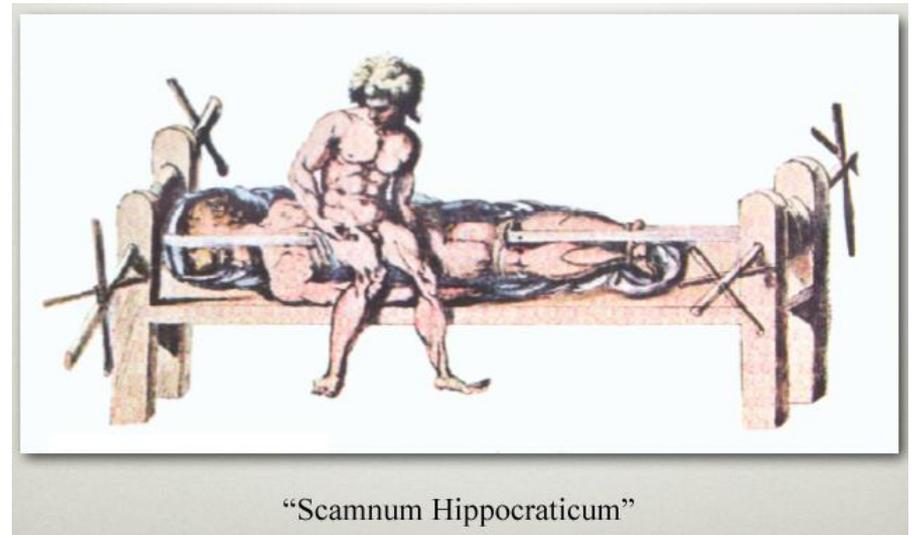
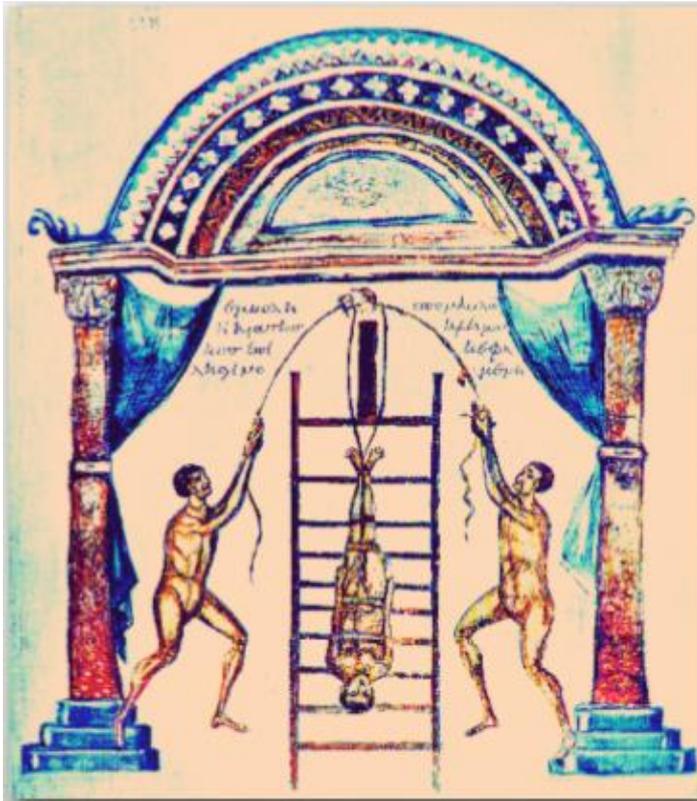
Aristotele scrisse "La Fisica", un insieme di 8 libri così composti:

- 1 - Sul cielo (quattro libri)
 - 2 - Sulla generazione e corruzione (due libri)
 - 3 - Sulle meteore (quattro libri)
 - 4 - Storia degli animali (un libro)
 - 5 - Sulle parti degli animali (un libro)
 - 6 - Sulla generazione degli animali (un libro)
 - 7 - Sulle migrazioni degli animali (un libro)
 - 8 - Sul movimento degli animali (un libro)
- Nello scritto sul movimento degli animali ("De incessu animalium"), egli non ha solo osservato il movimento dell'animale, ma ha anche considerato questioni specifiche, come ad esempio la differenza fisiologica tra immaginare un'azione e la reale esecuzione di questa.
 - Possiamo quindi immaginare Aristotele come un antesignano biomeccanico.

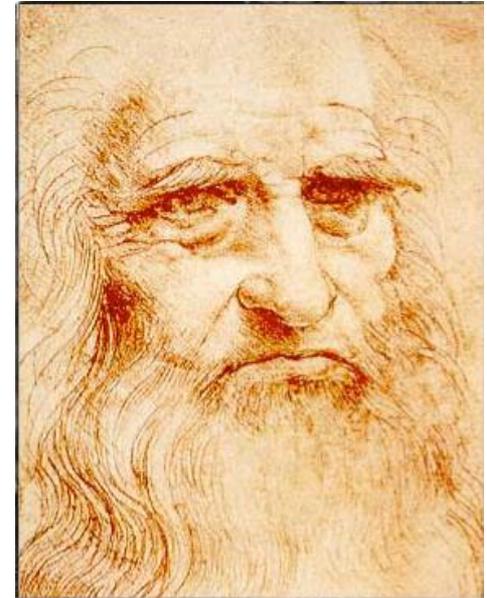
Ippocrate (460-377 a.C.)

Uno degli antichi padri della medicina intorno al 400 a.C. sfruttò la forza di gravità per alleviare la pressione sui dischi intervertebrali e per ridurre l'insorgenza e gli effetti del mal di schiena. Per fare ciò utilizzò una sorta di scala a cui veniva legato il sofferente.

Ideò inoltre un letto per la trazione vertebrale che chiamò Scamnum.



- Le ricerche in merito a come si muove il corpo umano sono state oggetto di studio da parte di innumerevoli figure storiche.
- Tra tutti ricordiamo Leonardo Da Vinci e la sua spettacolare opera di studio sul corpo umano e sul movimento cercando di analizzarli secondo le leggi della meccanica di cui scrisse:



".....è scienza nobile ed è utile più delle altre scienze e, come risulta, tutti i corpi viventi hanno possibilità di movimento e agiscono secondo le sue leggi"

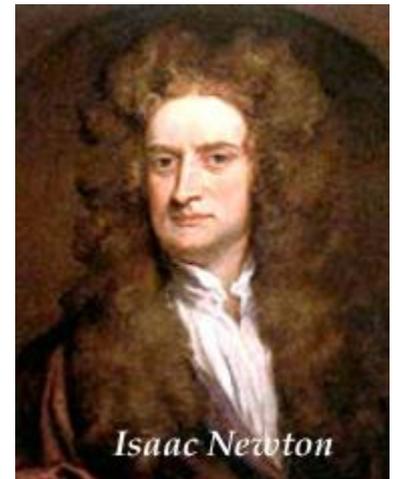
La rivoluzione scientifica

Il connubio tra meccanica e anatomia riceve un grosso impulso soprattutto da *Galileo Galilei*

e

Isaac Newton

i quali crearono le prime teorie della fisica e delle scienze naturali



1633 Galileo in "De Animalium Motibus" studiò la biomeccanica del salto nell'uomo, l'analisi del passo di cavalli e insetti e lo studio del galleggiamento umano. Inoltre studiò il comportamento di biomateriali come l'osso.

Un allievo di Galileo
Giovanni Alfonso Borelli
sulla base delle sue conoscenze
di *medicina, matematica e*
fisica, inizia un percorso di
studi sul movimento del corpo
umano pubblicando (postumo)
nel 1680 il "***De Motu***
Animalium" da molti definito
come *il vero e proprio inizio*
della Biomeccanica.



Il Padre della Biomeccanica

Lo scopo di questo libro fu duplice:

in primo luogo dimostrare le premesse per la descrizione di attività motorie complesse quali la deambulazione, il salto, la corsa, il volo e il nuoto;

in secondo luogo utilizzare le nuove conoscenze per condurre analisi speculative sulla natura e le funzioni dei muscoli.

Pur affrontando i soli aspetti statici, l'autore manifestò la grande capacità di comprendere l'anatomia umana e di relazionarla a corrette applicazioni delle conoscenze della matematica, della geometria e della meccanica nota.

TABULA QUARTA.

In this illustration:

Fig. 1 describes the conjunction of two levers (or bones), IFS and HDR, at pivot point C.

Fig. 2 shows how elastic bands (muscles) attached externally to the levers (at D and F) and to the pivot (B) might bring the levers closer to each other.

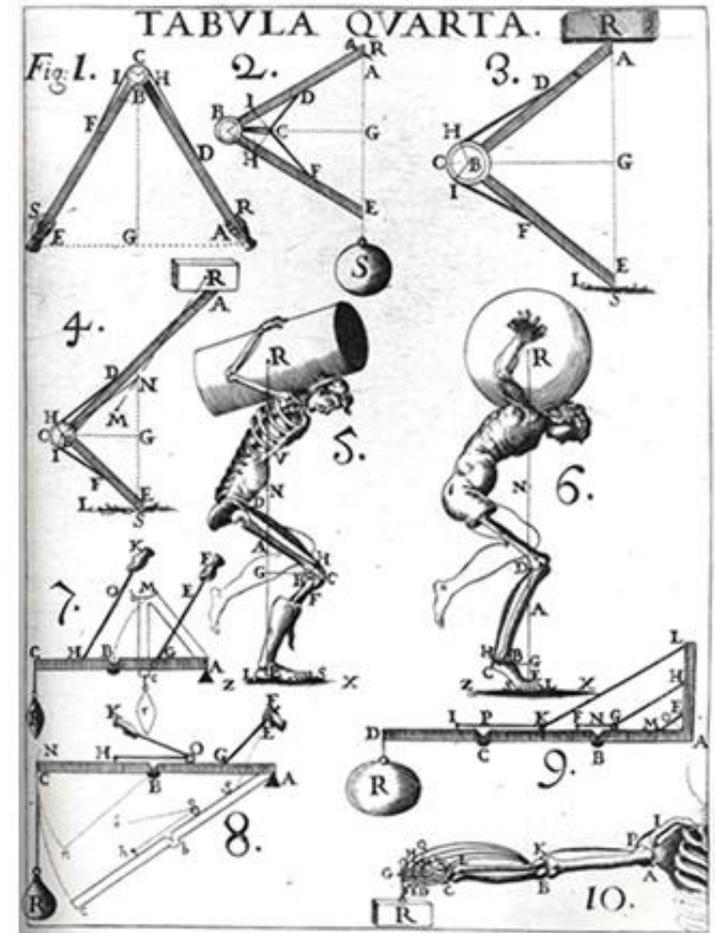
Fig. 3 shows the elastic bands attached externally to the levers so that they can be "expanded".

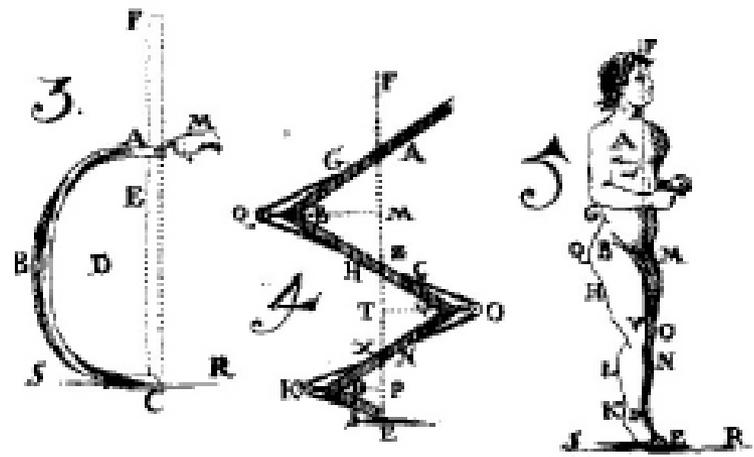
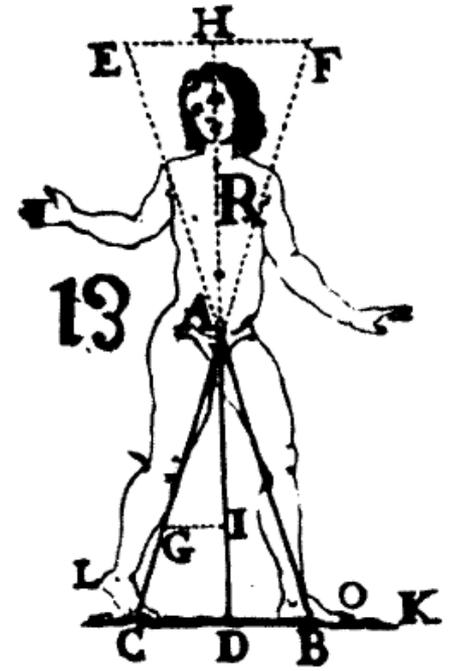
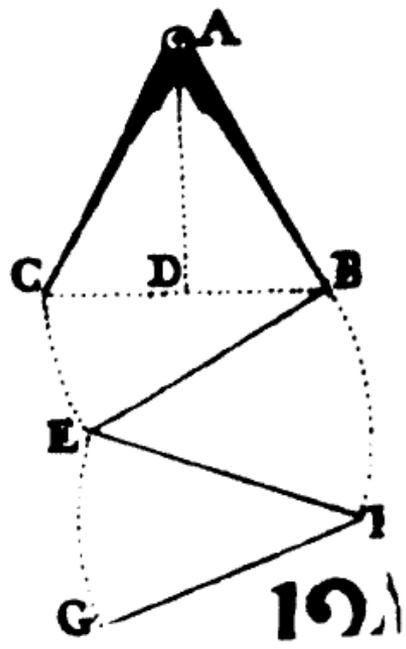
Fig. 4 is a sketch of a twin-lever system, in which the levers are of unequal length.

Fig. 5&6 demonstrate the muscle and bone configurations in two humans carrying different loads.

Fig. 7&8 are studies of pulley arrangements.

Fig. 9&10 demonstrate the actions of muscles that enable a human to hold a weight with an extended arm.

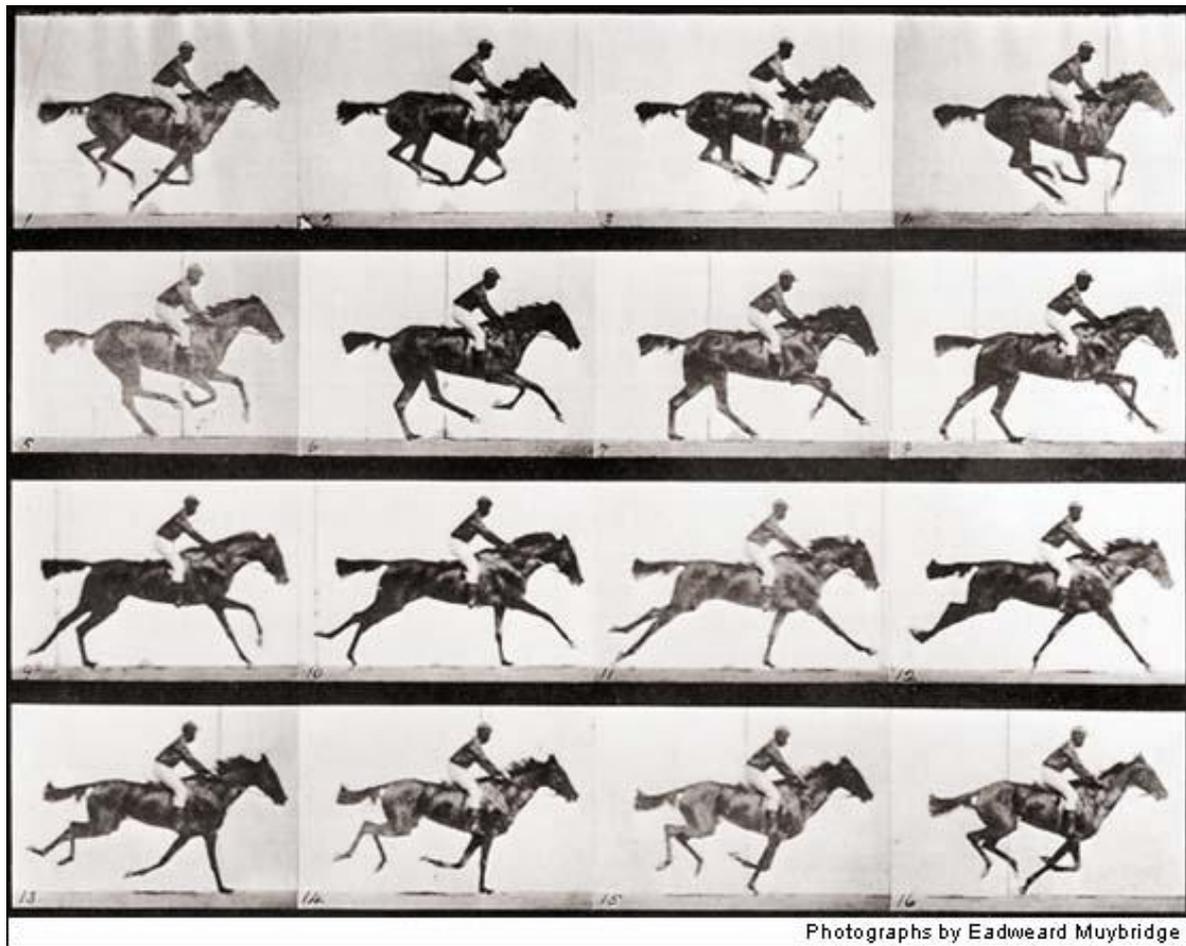




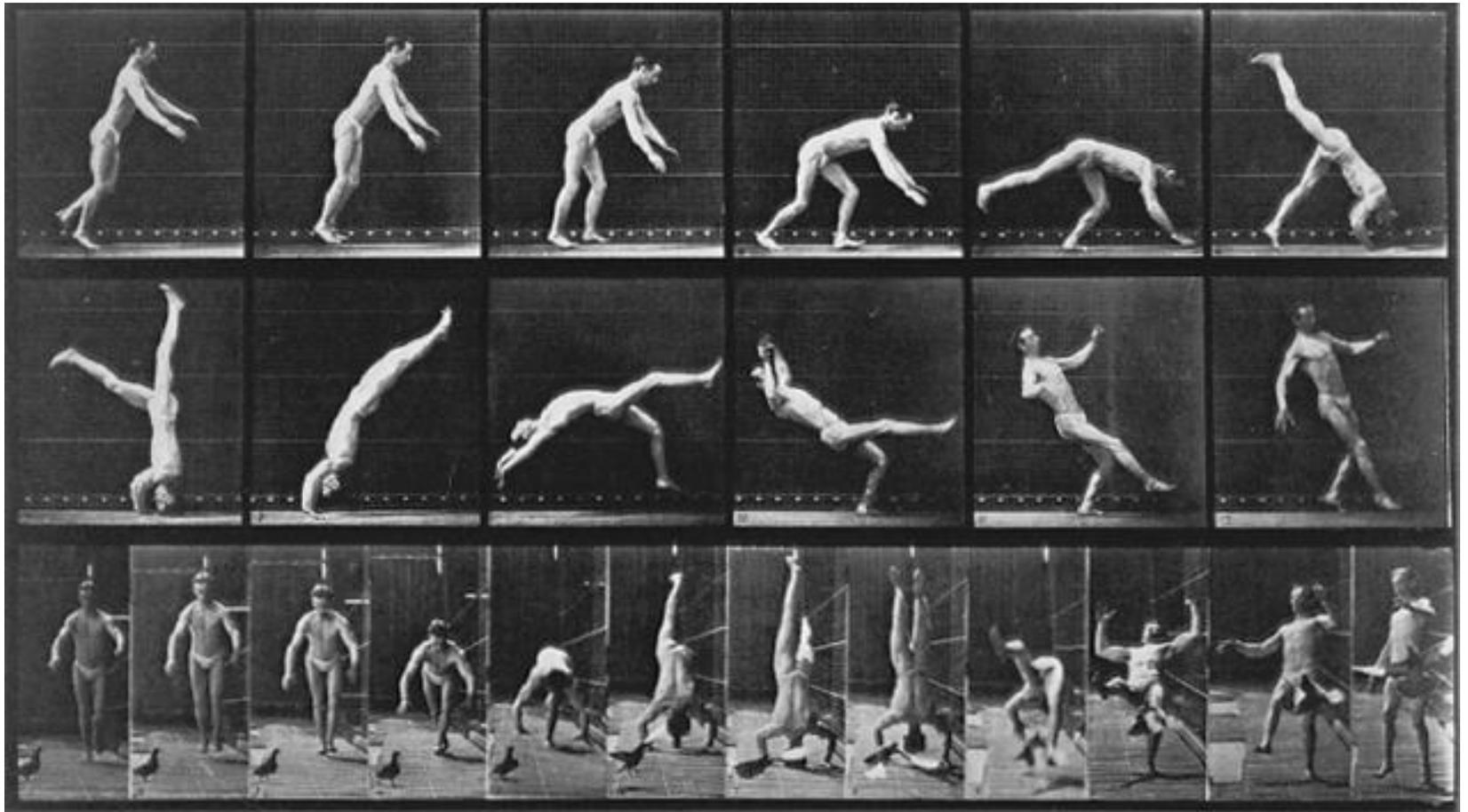
Particolare della tavola XII del
De Motu Animalium di Borelli

Marey

- Nel 1873 esce "La Machine animal, locomotion terrestre et aeriennne", pietra miliare nella storia della fisiologia del movimento umano.
- Nel 1878 esce "Il metodo grafico"
- Lo stesso Marey si rese però conto che per descrivere «tutti cambiamenti della posizione e orientamento delle membra del corpo l'iscrizione meccanica diveniva insufficiente... ».
- Il decisivo passaggio dalla statica alla dinamica fu consentito soltanto dall'uso dello strumento fotografico
- Il primo a pubblicare sequenze fotografiche di figure animali prima ed umane poi fu il californiano Muybridge



Photographs by Eadweard Muybridge



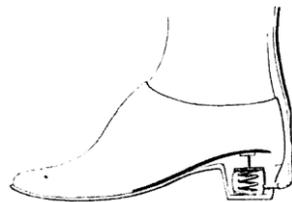
Muybridge

Il suo lavoro ebbe inizio proprio su ispirazione degli studi del Marey relativi all'andatura dei cavalli e nel tentativo di superare i già citati limiti di cui soffriva il metodo sperimentale utilizzato da quest'ultimo autore.

Muybridge fece i primi esperimenti utilizzando dodici camere fotografiche disposte lungo la direzione principale del movimento; i relativi otturatori venivano aperti da fili tesi attraverso il percorso con i quali il soggetto interagiva durante il movimento. Successivamente le camere furono trenta e gli otturatori azionati elettricamente da un orologio. Le sequenze così ottenute già permettevano qualche tipo di osservazione dettagliata ma certamente non delle misure in senso stretto.

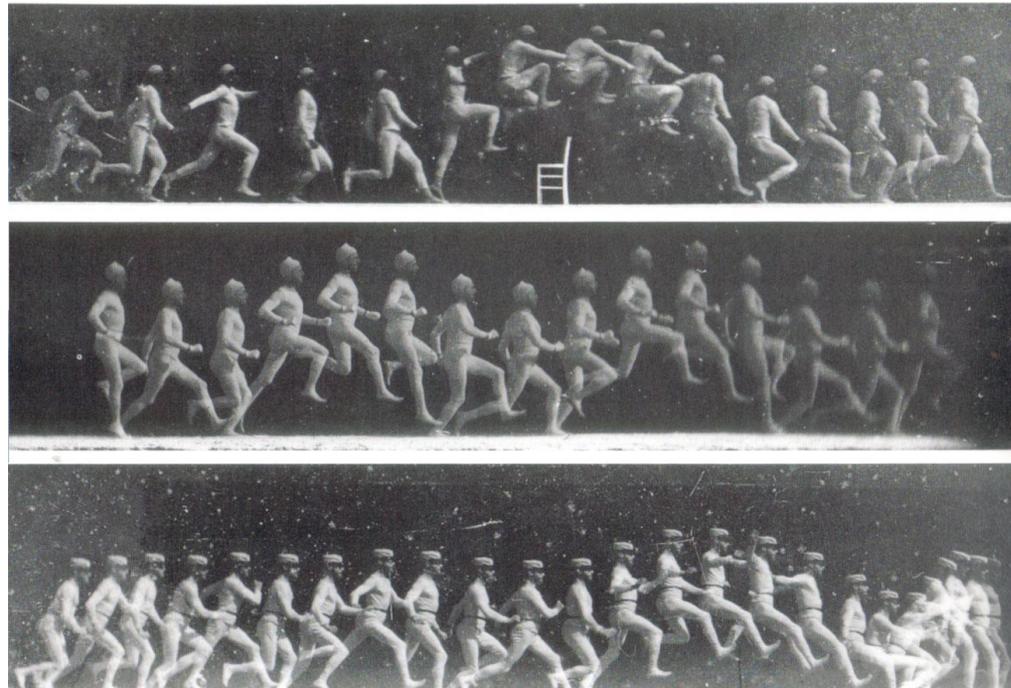
Marey

- Marey (1830-1904), che diede un contributo fondamentale allo sviluppo di strumentazioni per il rilievo di grandezze cinematiche e dinamiche. Il fucile fotografico, la cronofotografia, la calzatura esplorativa e una pedana dinamometrica idraulica furono alcune delle sue invenzioni più importanti.



Marey per primo usò le grandezze misurate per il calcolo del lavoro meccanico associato ad un determinato movimento.

Notevole fu anche il suo interesse per lo sport, documentato da lastre fotografiche in cui è stata immortalata l'evoluzione della corsa, dei salti e della scherma.



Marey

- Nel 1895 scrisse "Le Mouvement" in cui ha descritto l'uso di vari strumenti tra cui macchine fotografiche e strumenti sensibili alla pressione per misurare e registrare forze e movimenti prodotti dall'uomo e dagli animali. Inventò la cronofotografia, cioè la sovrapposizione sulla stessa lastra fotografica di immagini precisamente spaziate nel tempo.
- Al fine di aumentare il numero di immagini senza che fosse grande sovrapposizione, introdusse poi la cronofotografia geometrica



Crono fotografia di un movimento di sherma
eseguito con bastone di E.J. Marey

Braune e Fischer

- Il riconoscimento del moderno approccio matematico allo studio del movimento umano va, senza alcun dubbio, ai tedeschi W. Braune e Otto Fischer. L'accurata analisi matematica condotta da Braune, integrata dai dati sperimentali di Fischer ottenuti "vestendo" un soggetto con sottili tubi illuminati, permise il calcolo delle coordinate tridimensionali dei segmenti corporei durante il cammino.
- Dati antropometrici, ricavati da cadaveri congelati, furono utilizzati per la determinazione delle coordinate del baricentro dei segmenti e dei relativi momenti di inerzia. A questo punto gli studiosi furono in grado di descrivere il cammino in termini di moto del baricentro, di forze effettive inerziali che si sommano al peso corporeo e, conseguentemente, di calcolare la reazione al terreno.

Il XX secolo

- 1912 The Baseball Magazine commissionò uno studio per determinare la velocità della pallina da baseball lanciata da Johnson, "il re dei pitcher"
- 1920 Hill affrontò studi di biomeccanica ed energetica sulla corsa di velocità
- 1930 Cureton meccanica del nuoto e dell'atletica leggera
- 1935 Steindler pubblicò il primo testo di biomeccanica

Anni 40 II guerra Mondiale

- 1955 Bunn Scientific Principles of Coaching in cui diede risalto agli aspetti biomeccanici rispetto a quelli anatomici del movimento negli sport

Storia recente

- Nelson 1966: fonda il primo laboratorio di ricerca biomeccanica (USA), i cui obiettivi erano fortemente orientati verso la prevenzione degli infortuni nello sport
- 1967 I Congresso Internazionale di B. a Zurigo
- 1968 Journal of Biomechanics
- 1973 International Society of B
- 1977 American Society of B.
- 1980 International Society of B in sport
- 1985 International Journal of Sports B.
- 2002 Sports Biomechanics

Orientamenti dello sviluppo della B.

- Le conoscenze fisico-biologiche e il progresso tecnico-scientifico hanno determinato lo sviluppo della B. L'anatomia ha esercitato una grande influenza sulla biomeccanica e in particolare la conoscenza del sistema nervoso da parte dei moderni fisiologi.
- Così si sono create le basi per lo sviluppo della biomeccanica con gli indirizzi: meccanico, anatomico-funzionale e fisiologico, nati uno a causa dell'altro e poi sviluppati parallelamente.
- Nell'indirizzo **meccanico** sono contenuti i concetti fondamentali sulla variazione del movimento sotto l'azione delle forze applicate e sull'applicazione delle leggi della meccanica ai movimenti dei viventi e dell'uomo.
- **anatomico funzionale** i principi sull'unità e l'interdipendenza della forma e della funzione dell'organismo vivente.
- **fisiologico** del sistema, della funzione dell'organismo, dell'approvvigionamento energetico e della funzione del sistema nervoso, si rivela il contenuto dei processi di comando del movimento durante l'attività motoria.

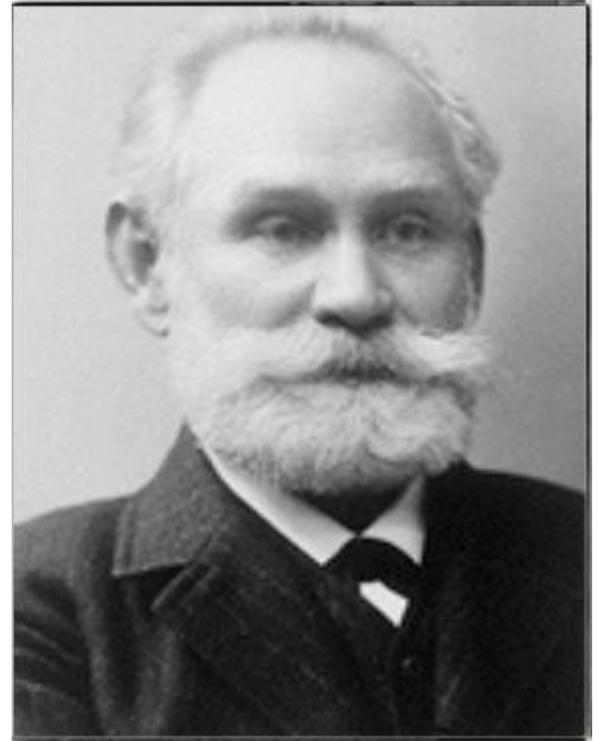
- Comprendere le modalità secondo cui gli esseri umani coordinano i movimenti, sia quelli apparentemente semplici della vita quotidiana sia quelli 'estremi', in campo sportivo o artistico, è un importante obiettivo scientifico con rilevanti implicazioni mediche, psicologiche, cinesiologiche, cibernetiche.

Il Controllo Motorio

- Per **'controllo motorio'** intendiamo la capacità del sistema nervoso di regolare o dirigere il movimento. Quest'ultimo è spesso descritto nel contesto dell'esecuzione di una particolare azione. Quando si studia il controllo motorio, lo si fa in relazione ad **azioni** specifiche: cammino, corsa, controllo della stazione eretta. In pratica si studia come viene controllato il movimento nel contesto di una specifica attività, assumendo che ciò fornisca informazioni sui principi generali.

IVAN PAVLOV

Medico e fisiologo che, con la scoperta del *"riflesso condizionato"* (1903) rivela nuovi punti di vista sulla *natura riflessa di alcune azioni motorie*, scoperta che fu di grande rilievo per la *fisiologia, la psicologia e la psichiatria*.



N. A. BERNSTEIN

- con lo sviluppo della sua tesi sul *carattere circolare dei processi di comando* intuì nel 1967 che è impossibile capire il movimento senza tenere conto della meccanica e delle proprietà peculiari di quelli che definì *"attuatori"* (ad esempio le peculiarità dei muscoli intesi come dispositivi di attuazione del movimento) paragonandoli ai motori in corrente continua, (un "attuatore" largamente utilizzato in robotica).
- Come nei motori, anche nelle fibre muscolari la forza generata dipende dalla velocità (e anche dalla lunghezza).

