

**Biomechanika inżynierska** - mechanika człowieka i zwierząt. Szersza definicja obejmuje syntezę biofizyki i elementów informatyki z fizjologią i anatomią człowieka.

Główny nurt zainteresowania biomechaników to dysfunkcje układu ruchowego człowieka. Celem badań jest poprawa metod leczenia poprzez połączenie wiedzy medycznej z mechaniczną (opisową) i inżynierską (aplikacyjną). Odbywa się to przy współpracy lekarzy, fizjoterapeutów oraz inżynierów.

W ramach badań dokonuje się:

- oceny stanu fizycznego tkanek biologicznych metodami popartymi prawami mechaniki,
- planowania zabiegów ortopedycznych - oceny skuteczności implantacji stawów na podstawie znajomości dystrybucji naprężeń,
- badania wad narządów ruchu (nieprawidłowości chodu) za pomocą specjalistycznego sprzętu i kontrola procesu rehabilitacji (system BTS),
- oceny motoryczności zawodników i skuteczności metod treningowych, udoskonalanie technik treningowych.

Metody badawcze biomechaniki:

- eksperymentalne (badanie własności tkanek),
- modelowe i komputerowe (ograniczone ze względu na złożoność zagadnień i niemożliwość tworzenia modeli odwzorowujących budowę anatomiczną i warunki fizjologiczne),
- modelowe i eksperymentalne.

Aktualnie najważniejsze kierunki badań w dziedzinie biomechaniki:

- eksperymentalna analiza ruchu człowieka,
- matematyczne modelowanie narządów ruchu organizmów żywych z wykorzystaniem programów obliczeniowych,
- eksperymentalne wyznaczenie własności mechanicznych tkanek organizmów żywych
- analiza naprężeń i odkształceń w programach wspomagających obliczenia inżynierskie,
- przetwarzanie i analiza obrazów,
- komputerowe wspomaganie projektowania implantów, stabilizatorów, endoprotez, itd.
- projektowanie robotów i manipulatorów do zastosowań medycznych,
- inżynierskie wspomaganie procesów medycznych,
- badanie struktur oraz własności biomateriałów,
- ergonomia i optymalizacja przestrzeni pracy.

Wszystkie wymienione wyżej dziedziny obejmuje Inżynieria Biomedyczna, która rozporządzeniem Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego od roku akademickiego 2006/2007 może funkcjonować jako osobny kierunek studiów.

## **Historia biomechaniki:**

Trudność z określeniem początków tej dziedziny wiedzy.

### **Starożytność**

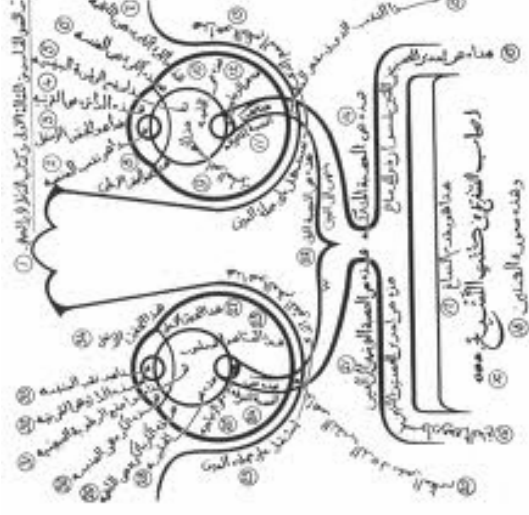


*Arystoteles* (384-322 p.n.e.) w dziele *De motu animalium* rozważa organizmy zwierzęce jako układy mechaniczne będące w ruchu, analizuje sposób działania mięśni [9].



*Claudius Galenus* (129-199 n.e.) - praca *De motu musculorum libri duo* to podstawowe dzieło medyczne przez kolejne 1400 lat:

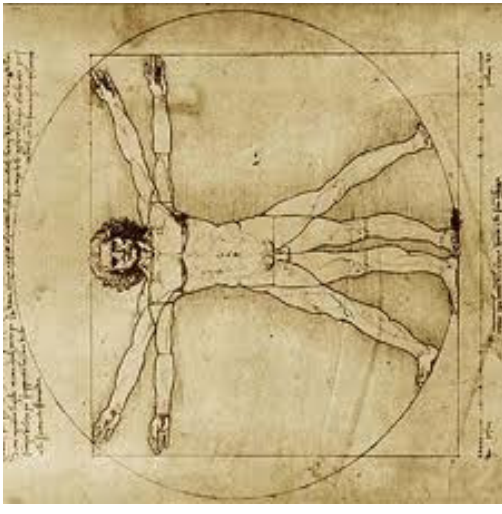
- wskazanie systemu mięśnie - bodźce nerwowe (układ nerwowy) mózg,
- mięśnie działające i przeciwdziałające,
- opis napięci mięśni, pojęcia stawu ruchomego i zrośnięcia stawu.

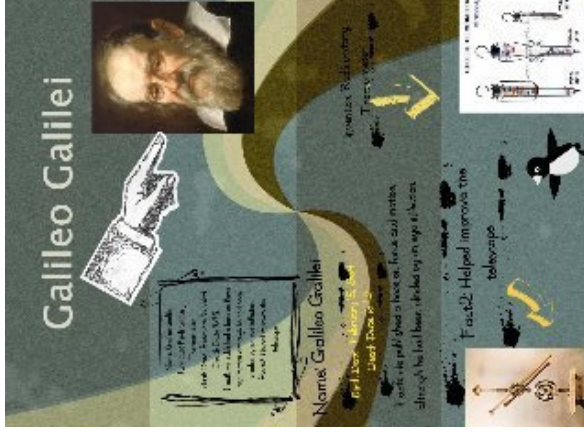


## **Renesans**

*Leonardo da Vinci* (1452-1519)

analiza działania sił mięśniowych między punktami przyczepu mięśni, badanie oddziaływanie mięśni na stawy





### *Galileo Galilei (1564-1642)*

- badania nad zależnościami między masą zwierzęcia a wielkościami kości,
- wskazanie, że cylindryczny kształt kości w przekroju daje najlepszy stosunek wagi do wytrzymałości na zginanie [14],
- badania nad przepływem krwi - pomiar pracy serca [12].

## **Wiek XVI-XVIII**

*Francesco Maria Grimaldi* (1618-1663) - dostrzegł zjawisko generowania dźwięku przez kurczące się mięśnie. 300 lat później zbudowano aparaturę wykorzystującą zjawisko generowania przez mięsień dźwięku o amplitudzie proporcjonalnej do obciążenia [14,24].

*William Harvey* (1578-1657) - opracowanie opisu budowy i funkcjonowania krwioobiegu, zasady działania zastawek żylnych [7,14]





*Nicholas Andry* (1658-1742) - patologiczne przypadki postawy i ich korekcja [17].

*Isaac Newton* (1642-1727) - badań położenia środka ciężkości człowieka, obliczył i zmierzył wdychaną i wydychaną objętość powietrza przez człowieka [9,14,24].

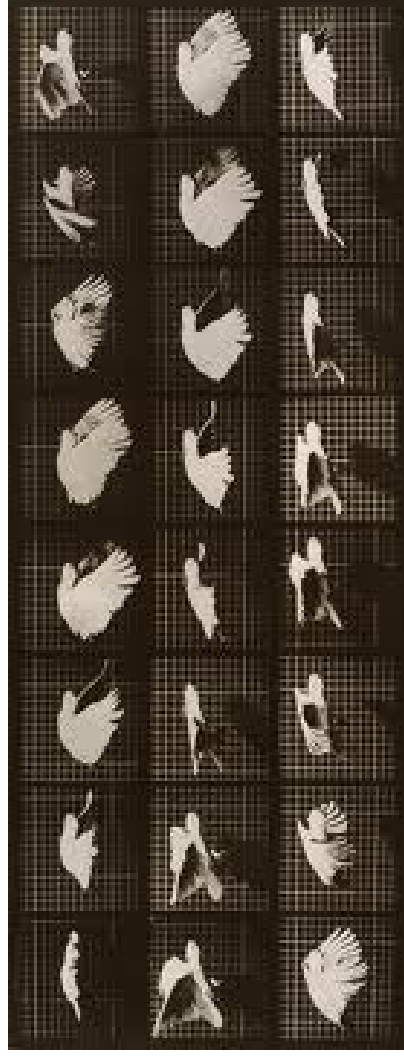
*Luigi Galvani* (1737-1798) zauważył zjawisko pobudzenia mięśni przez impulsy elektryczne.

## Wiek XIX - współczesność

### *Badanie ruchu organizmów żywych:*



*Eadweard Muybridge* (1830-1904) w 1872 wykonał sekwencję 12 zdjęć na których uwiłocznł chwilę, gdy wszystkie kopyta galopującego konia znajdują się nad ziemią. Skonstruował urządzenie do fotografowania obiektów poruszających się (24 klatki/s).

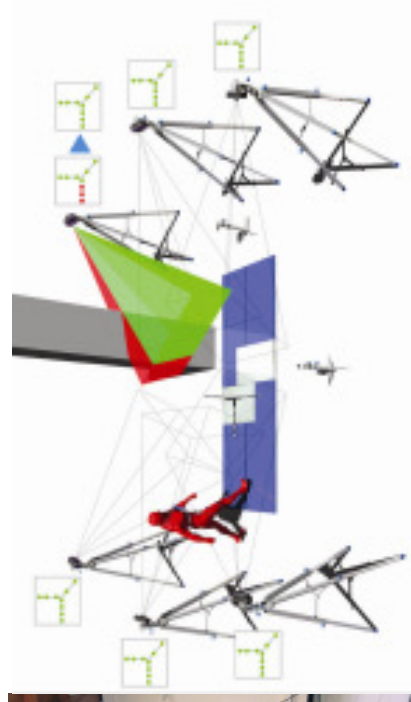


Pod koniec XIX wieku powstaje system zwany *chronofotografią* [4] - badanie ruchu obiektu z naklejonymi paskami odbłaskowymi. W 1883 powstał pierwszy diagram ruchu człowieka (E. Marey i D. Marey). Otto Fischer i Christian Wilhelm Braune w tym samym czasie dokonali pełnej rekonstrukcji trójwymiarowego chodu na podstawie analizy klatek z kilku kamer. Fischer na tej podstawie wyznaczył momenty sił w mięśniach kończyny dolnej [1].

Marey, Carmen i Demeny mieli udział w skonstruowaniu pierwszej platformy do pomiaru reakcji podłoża pomocą systemu czujników pneumatycznych mocowanych do podeszw. Francuski uczoney J. Amar w czasie I wojny światowej zbudował platformę do mierzenia wszystkich trzech składowych sił reakcji podłoża. Pierwszą platformę dynamometryczną zbudowali w Uniwersytecie Kalifornijskim Cunningham i Brown. Możliwe stało się wyznaczenie składowych sił oraz punktów przyłożenia sił.

Pierwsza platforma piezoelektryczna skonstruowana przez S. Kistlera pojawiła się na rynku w 1969 roku. Firma Kistler jest wiodącym producentem platform tego typu do tej pory.

W latach 70 dzięki rozwojowi elektroniki powstają kolejne systemy VICON, PRIMAS, BTS, APAS.



*Badania nad fizjologicznymi studiami spokrewnionymi z kineziologią (badanie mechaniki ruchu w powiązaniu z psychologicznymi i fizjologicznymi aspektami wysiłku fizycznego):*

*Adolf Eugen Fick (1829-1901)* wprowadził pojęcia skurczu izometrycznego i izotonicznego.

*W 1869 Julius Wolff (1836-1902)* sformułował prawo o anizotropowości tkanki kostnej, na którą wpływają rozkłady naprężeń i odkształceń determinując o kącie ułożenia beleczek, z których zbudowana jest kość.

*Wilhelm Roux (1850-1924)* rozwinął prace poprzednika formułując prawo funkcjonalnej adaptacji kości do zadań, które ma wykonywać.

*Edgar Adrian (1889-1977)* za pomocą elektromiografii wykazał, że możliwe jest określenie aktywności poszczególnych mięśni w różnych fazach ruchu [11].

*B.S. Troedsen* i *E. Schwarzkopf* zastosowali EMG do badań rokowań w chorobie Heinego-Medina. W 1944 *P.F. Hoefler* i *S.A. Guttman* za pomocą EMG badali uszkodzenia rdzenia kręgowego [14,16,24].

*Henry Dale* (1875-1968) odkrył, że przekazywanie pobudzenia między synapsami włókien nerwowych a mięśniem następuje drogą chemiczną (Nagroda Nobla w 1936 r.) [18].

*Archibald Hill* (1886-1977) twórca stosowanej do dziś zależności między siłą mięśnia a prędkością skurczu, badał przemiany energetyczne w mięśniach i nerwach (1922 Nagroda Nobla).



*Gawrił Ilizarow* (1921-1992) opracował nową metodę wydłużania i korekcji kończyn za pomocą stabilizatora własnej konstrukcji mocowanego do kości za pomocą stalowych i elastycznych drutów [8].



W latach sześćdziesiątych XX wieku *Harold Edgerton* rozwinął technikę rejestrowania kompletnych sekwencji ruchu poprzez wynalazek stroboskopu elektronicznego.

Osiągnięcia drugiej połowy XX wieku takie jak laserowe urządzenia pomiarowe, rozwój technik informatycznych, elektroniki przyczyniły się do zmodernizowania technik pomiarowych biomechaniki. Bardzo pomocne stało się obrazowanie 2D i 3D za pomocą tomografii komputerowej oraz rezonansu magnetycznego.

## **Biomechanika w Polsce:**

Za pionierów biomechaniki w Polsce uważani są:  
prof. Adam Morecki Politechnika Warszawska  
prof. Kazimierz Fidelus Akademia Wychowania Fizycznego w Warszawie

W 1959 roku odbyło się pierwsze Sympozjum Biomechaniki w Wyższej Szkole Wychowania Fizycznego w Poznaniu

W 1987 założono Polskie Towarzystwo Biomechaniki

W 1987 roku w AWF w Gdańsku zorganizowano I Ogólnopolską Konferencję Biomechaniki

Opracowano na podstawie:

*Biomechanika narządów ruchu*, praca zbiorowa pod redakcją D. Tejszerskiej, E. Świtońskiego, M. Guzika, Wydawnictwo Naukowe Instytut Technologii Eksploatacji – PIB, Radom, 2011.