



Εμβιομηχανική Εισαγωγή

Μιχάλης Καβουσανάκης
Σχολή Χημικών Μηχανικών ΕΜΠ

- **Η επιστήμη της Εμβιομηχανικής**

Τι είναι Εμβιομηχανική (Bioengineering)

- Ο τομέας της Εμβιομηχανικής περικλείει έναν μεγάλο αριθμό ειδικοτήτων και επιστημονικών τομέων. Περιλαμβάνει δραστηριότητες σε τομείς όπως η ιατρική, το περιβάλλον, η ενέργεια.
- Κατά κανόνα θεωρείτε ότι διαιρείται σε δύο κύρια ερευνητικά πεδία:
 - Βιοχημική Μηχανική/Μηχανική Βιοδιεργασιών
 - Βιοϊατρική Μηχανική.
- Οι Μηχανικοί που ειδικεύονται και εργάζονται σε αυτούς τους τομείς έχουν σημαντικές γνώσεις Βιολογίας ή και Φυσιολογίας.

Εμβιομηχανική (Bioengineering)

Βιοχημική Μηχανική
(Biochemical Engineering)

Βιοϊατρική Μηχανική
(Biomedical Engineering)

- Η Βιοχημική Μηχανική/Μηχανική Βιοδιεργασιών μελετά τον σχεδιασμό και την ανάπτυξη διεργασιών που κυρίως έχουν στόχο την παραγωγή ενώσεων από φθηνότερες πρώτες ύλες: π.χ. παραγωγή αιθανόλης από ζάχαρη, παραγωγή αντιβιοτικών και φαρμάκων.
- Για τον μετασχηματισμό της πρώτης ύλης χρησιμοποιούνται συνήθως ζωντανά κύτταρα και μικροοργανισμοί που παράγουν ένζυμα για την κατάλυση χημικών αντιδράσεων.
- Οι Βιοχημικοί μηχανικοί προσπαθούν να χρησιμοποιήσουν την συνθετική ικανότητα των κύτταρων στην παραγωγή αυτών των ενζύμων ή και επεμβαίνουν στις γενετικές πληροφορίες του κύτταρου ώστε να βελτιστοποιήσουν την παραγωγή του ζητούμενου προϊόντος από το μεταβολισμό των πρώτων υλών στο κύτταρο.

Βιοϊατρική Μηχανική

- Είναι η επιστήμη που συνδυάζει την βιολογία και την ιατρική με τη μεθοδολογία των μηχανικών, με σκοπό την καλυτέρευση της ανθρώπινης υγείας.
- Ο επιστημονικός αυτός τομέας επικεντρώνεται
 - α) στην ανάλυση της πολυπλοκότητας ζώντων οργανισμών χρησιμοποιώντας θεωρητικές ή πειρατικές μεθόδους
 - β) στην δημιουργία μηχανημάτων/ αλγορίθμων/μεθόδων που προωθούν την ιατροβιολογική γνώση και εξελίσσουν την κλινική πρακτική.

Τομείς Βιοϊατρικής Μηχανικής

- Βιοϋλικά (Biomaterials)
- Βιολογικές μετρήσεις/ συσκευές (bioinstrumentation)
- Εμβιομηχανική -τεχνητά μέλη (biomechanics/prosthetics)
- Ιατρική απεικόνιση (medical imaging)
- Ιστοτεχνολογία-τεχνητά όργανα (cell/tissue engineering, artificial organs)
- Συστημική Βιολογία - Βιοπληροφορική (systems biology/physiology- Bioinformatics)

Ιστορική αναδρομή

-1900: Χημική Μηχανική
(πετροχημική βιομηχανία)

-1940: Βιοχημική Μηχανική
(αντιβιοτικά- πενικιλίνη)

-1970: Βιοϊατρική Μηχανική
(ιατρικά μηχανήματα, ακτινοβολία)

-2000: Εκθετική ανάπτυξη της Εμβιομηχανικής
(Τεχνολογικές εξελίξεις στην γενετική/βιολογία)

- 91 αναγνωρισμένα προπτυχιακά προγράμματα σπουδών σε Βιοϊατρική Μηχανική στις Η.Π.Α.



- Σημαντική αύξηση των φοιτητών σε προπτυχιακά και μεταπτυχιακά προγράμματα.
- Παραδοσιακά προγράμματα Χημικής Μηχανικής δίνουν συνεχώς μεγαλύτερη έμφαση στον τομέα της Εμβιομηχανικής.



Chemical and Biomolecular Engineering

DEPT OF CHEMICAL AND BIOMOLECULAR ENGINEERING • UNIVERSITY OF CALIFORNIA, BERKELEY

College of Chemistry

Department of Chemistry

Dept of Chemical & Biomolecular Engineering

ADVANCING SOCIETY THROUGH EDUCATION & RESEARCH



George R. Brown School of Engineering



CHEMICAL AND BIOMOLECULAR ENGINEERING

FROM MOLECULES TO SYSTEMS

SPOTLIGHT

Georgia Tech School of Chemical
& Biomolecular Engineering

College of Engineering

about us

programs

faculty & research

admissions

directory



Cornell University
School of Chemical and Biomolecular Engineering

UCLA, NYU, U. Illinois, NCSU, ND, UMD, OSU, Vanderbilt, UNL,
UDel, UConn, UTK, Conn, Clemson, Ohio, CMU, Case, Lehigh

Λόγοι ανάπτυξης της Βιοϊατρικής Μηχανικής στις Η.Π.Α.

Χρηματοδοτήσεις από δημόσιους φορείς

- National Institutes of Health (\$30B) – NSF (\$7B)

Χρηματοδοτήσεις από ιδιωτικούς φορείς

- Whitaker Foundation (\$700M, ίδρυση 30 τμημάτων)
- Coulter Foundation (Χρηματοδότηση εφαρμοσμένης έρευνας)

Προετοιμασία φοιτητών Ιατρικής

Τεχνολογικά breakthroughs στον τομέα της γενετικής και της βιολογίας.

Αύξηση του προσδόκιμου ζωής και γήρανση του πληθυσμού.

OCCUPATIONAL OUTLOOK HANDBOOK

 Go[Occupational Outlook Handbook](#) > [Architecture and Engineering](#) >[PRINTER-FRIENDLY](#)

Biomedical Engineers

[Summary](#)[What They Do](#)[Work Environment](#)[How to Become One](#)[Pay](#)[Job Outlook](#)[State & Area Data](#)[Similar Occupations](#)[More Info](#)

Summary

Quick Facts: Biomedical Engineers	
2018 Median Pay ?	\$88,550 per year \$42.57 per hour
Typical Entry-Level Education ?	Bachelor's degree
Work Experience in a Related Occupation ?	None
On-the-job Training ?	None
Number of Jobs, 2018 ?	19,800
Job Outlook, 2018-28 ?	4% (As fast as average)
Employment Change, 2018-28 ?	700



What Biomedical Engineers Do

Biomedical engineers combine engineering principles with medical sciences to design and create equipment, devices, computer systems, and software.

Work Environment

Most biomedical engineers work in manufacturing, universities, hospitals, and research facilities of companies and educational and medical institutions. They usually work full time.

How to Become a Biomedical Engineer

Biomedical engineers typically need a bachelor's degree in biomedical engineering or bioengineering, or in a related engineering field. Some positions may require a graduate degree.

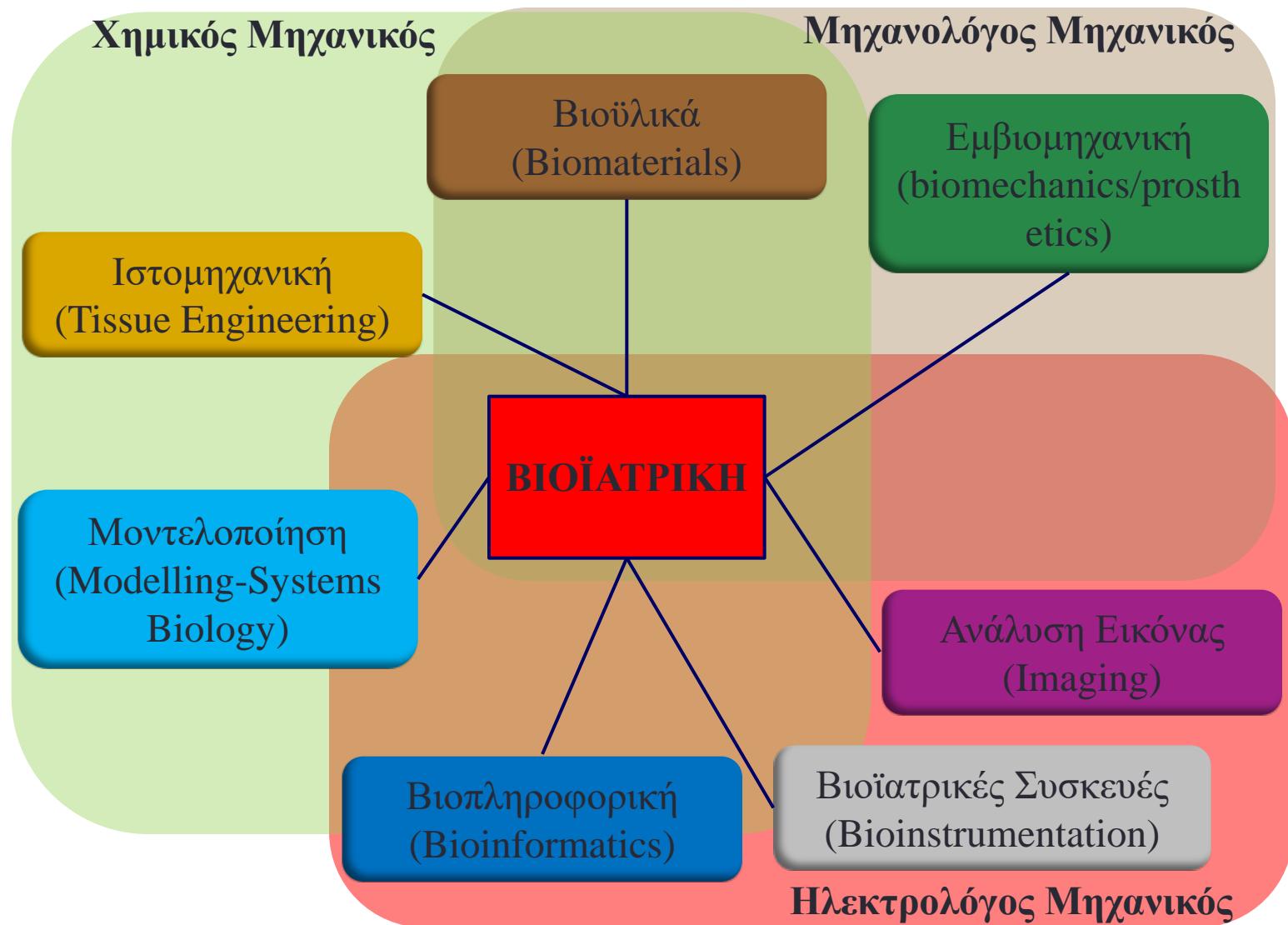
Pay

The median annual wage for biomedical engineers was \$88,550 in May 2018.

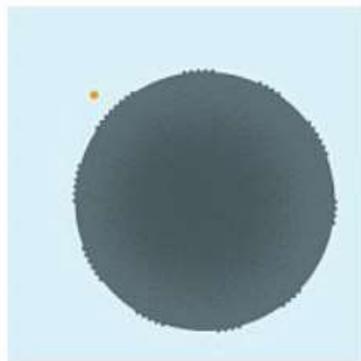
Job Outlook

Employment of biomedical engineers is projected to grow 4 percent from 2018 to 2028, about as fast as the average for all occupations. Increasing numbers of technologies and applications to medical equipment and devices, along with the medical needs of a growing and aging population, will require the services of biomedical engineers.

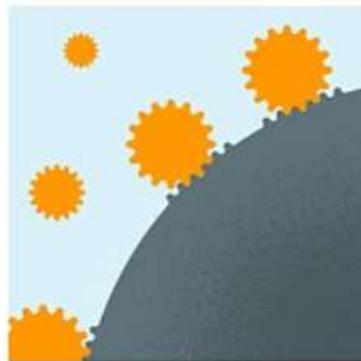
Δραστηριοποίηση Μηχανικών



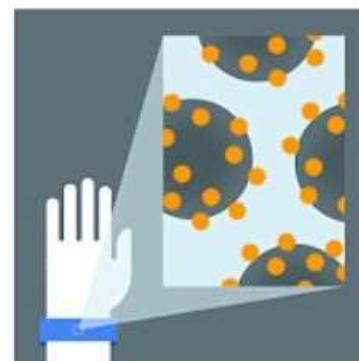
Google goes after cancer



Nanoparticles are really small: more than 2000 nanoparticles could fit inside a red blood cell.



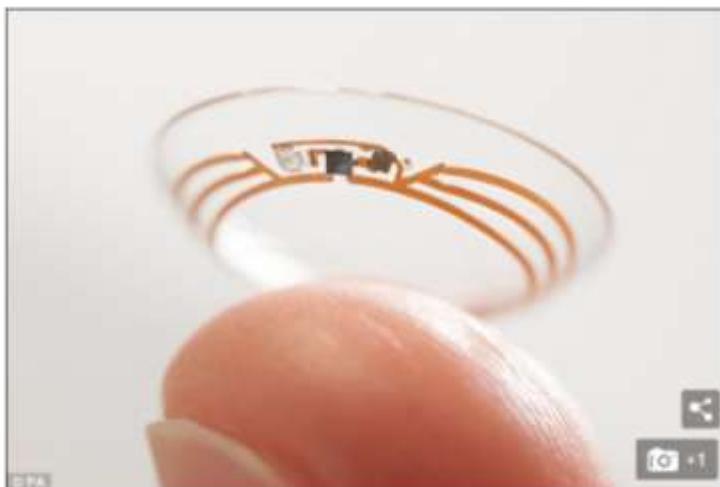
Nanoparticles circulate in the blood and can be built to attach to particular types of cells, such as circulating cancer cells.



A device worn on the outside of the body can detect the nanoparticles and provide useful information to physicians.

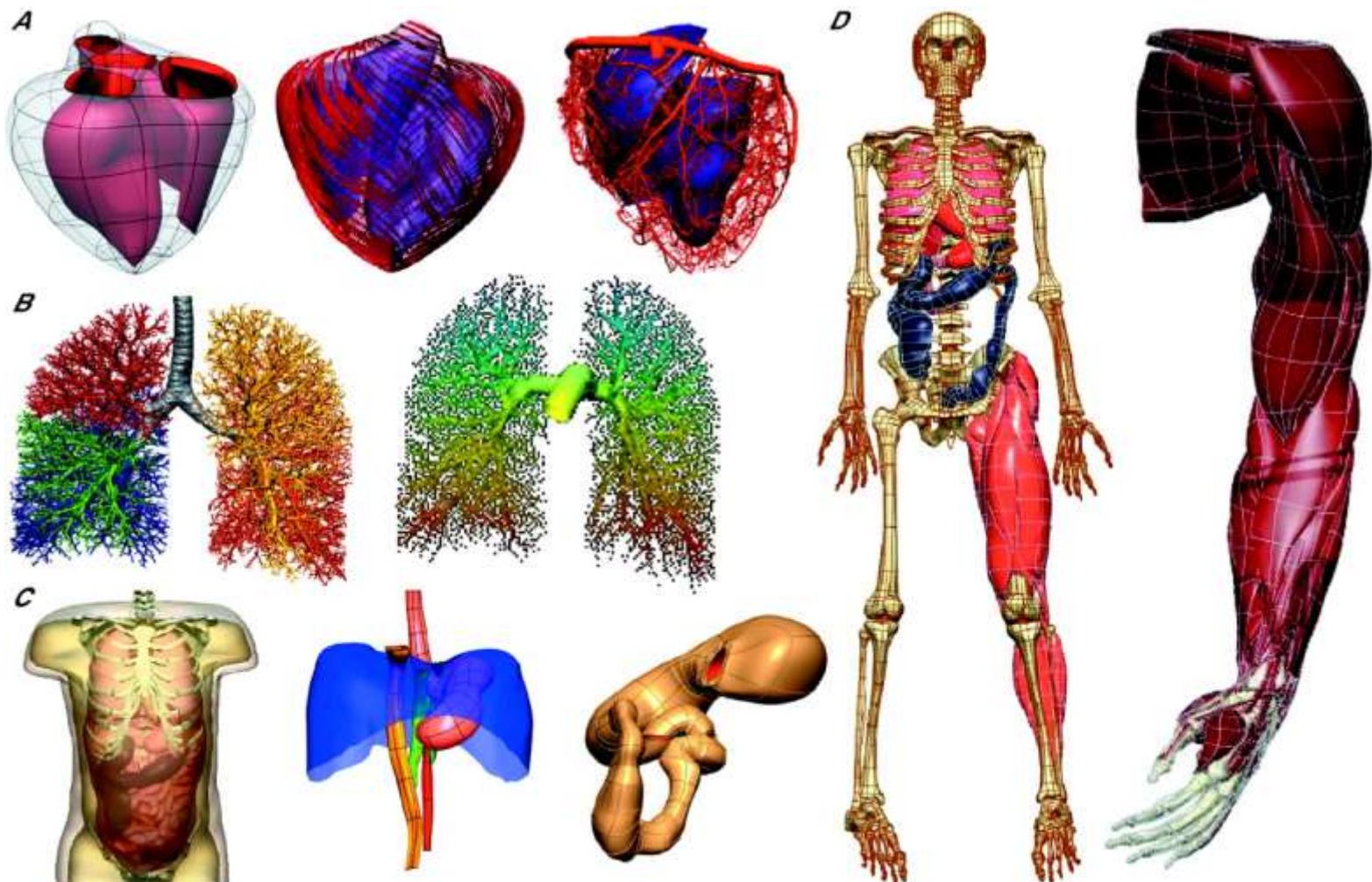
© Google

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2811523/Google-goes-cancer-Search-giant-s-secrective-X-Lab-reveals-developing-nanoparticles-sniff-disease-early-stages.html>

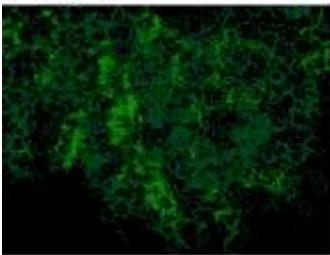


A Google smart contact lens that can monitor the glucose levels in the eye is being developed in a partnership with Swiss pharmaceutical company Novartis. It works using tiny sensors and microchips fitted into contact lenses that can then measure and read the amount of glucose in tears, before sending the information to a mobile device so diabetics can manage their condition.

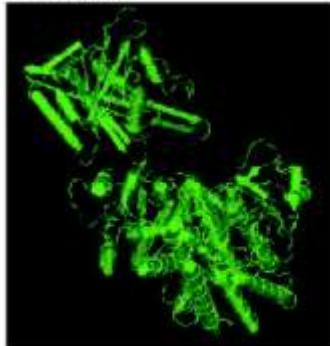
Personalized Medicine and the virtual patient



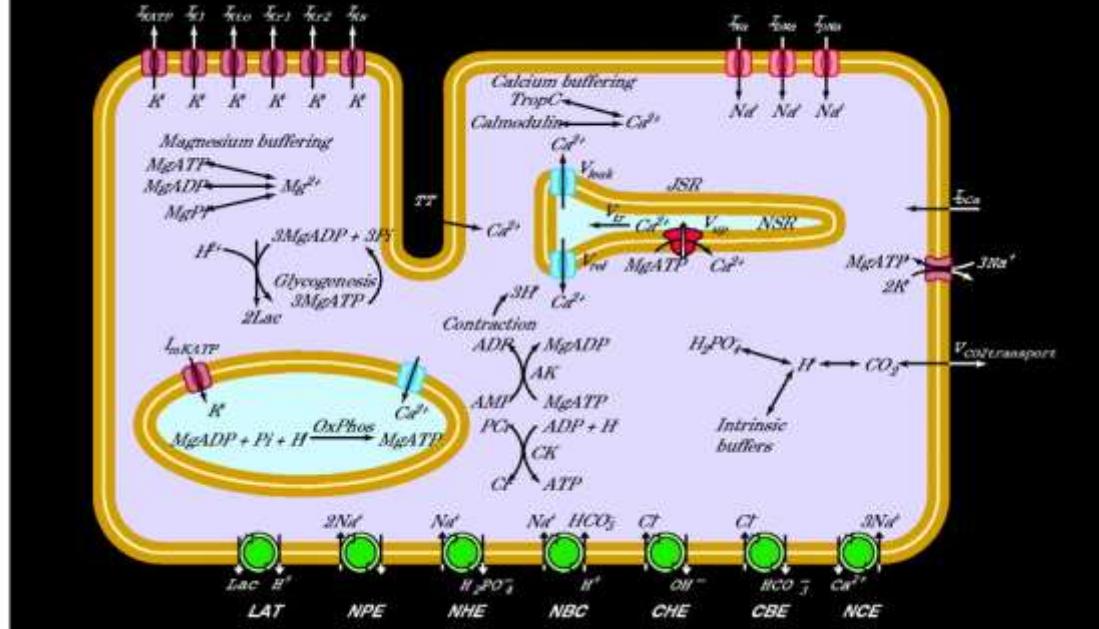
1 Atomic



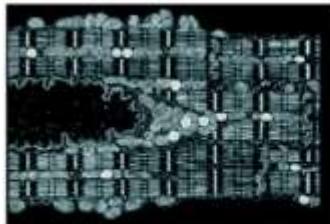
2 Protein



3 Subcellular pathways



4 3-D cell



5 Tissue



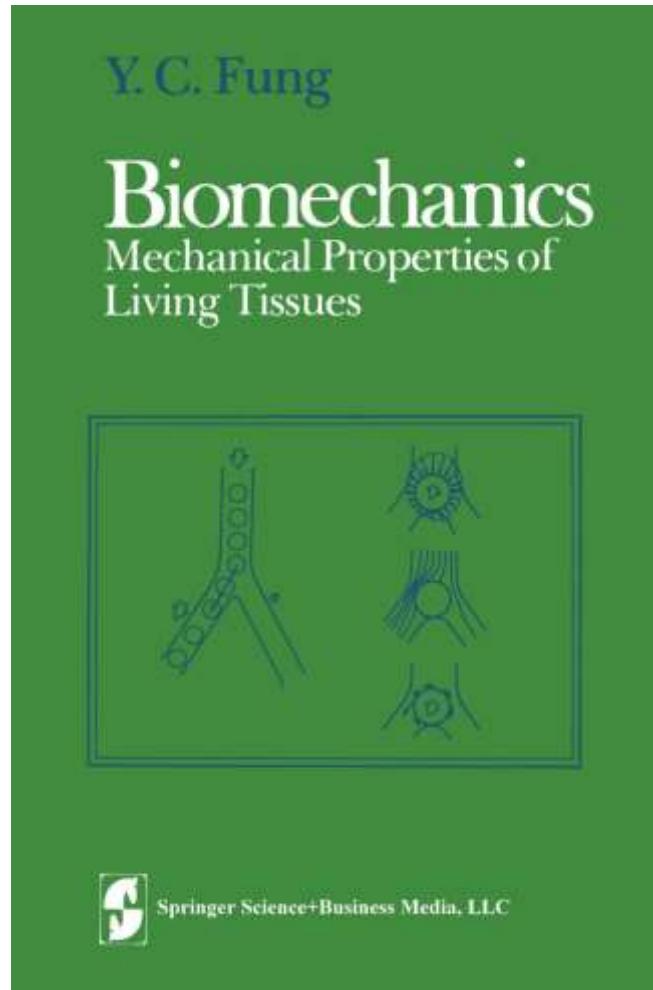
6 Whole heart



7 Torso



Εμβιομηχανική-Biomechanics

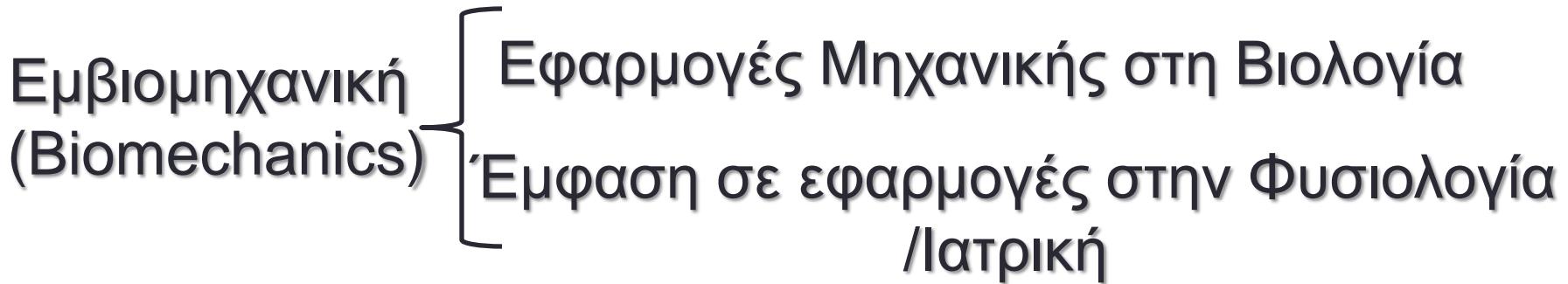
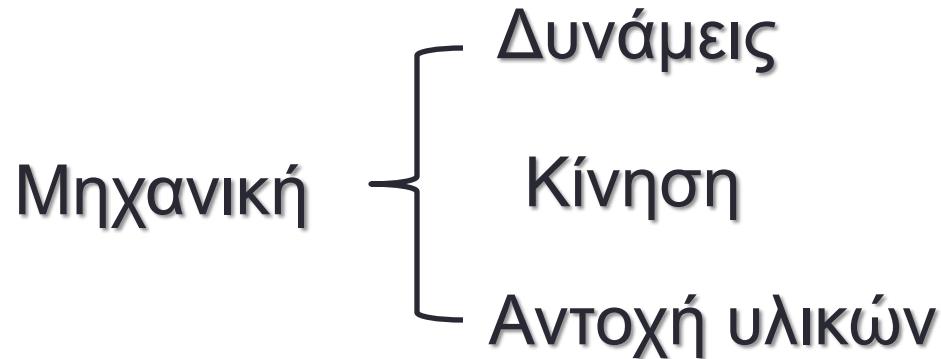


Εμβιομηχανική-Biomechanics

Giants in applied mechanics:

- Galileo Galilei (1564-1642) [Ρυθμός Καρδιακών Παλμών]
- William Harvey (1578-1658) [Κυκλοφορία αίματος]
- Rene Descartes (1596-1650)
- Giovanni A. Borelli (1608-1679) [Κινηματική ζώων, καρδιάς]
- Robert Boyle (1627-1691) [Πνεύμονες, αέρια/υγρά]
- Robert Hooke (1635-1703) [Hooke's Law, Cell]
- Leonhard Euler (1707-1783) [Κυματισμός σε αρτηρίες]
- Thomas Young (1773-1829) [Young's module, όραση]
- Jean Poiseuille (1799-1869) [Πιεσόμετρο Υδραργύρου]
- Herrmann von Helmholtz(1821-1894) ["Father of Bioengineering", όραση, ακοή]
- Adolf Fick (1829-1901) [Fick's Laws, Physiologist]
- Diederik J. Korteweg (1848-1941)
- Horace Lamb (1849-1934)
- Otto Frank (1865-1944)
- Balthasar van der Pol (1889-1959) [Καρδιακό μοντέλο με Nonlinear Oscillators]

Εμβιομηχανική-Biomechanics



Εμβιομηχανική-Biomechanics

Giants in physiology who clarified biomechanics:

- William Harvey (1578-1658) [Κυκλοφορία αίματος]
- Marcello Malpighi (1628-1694) [Τριχοειδή αγγεία]
- Stephen Hales (1677-1761) [Windkessel effect]
- Otto Frank (1865-1944) [Υδροδυναμική]
- Ernest Henry Starling (1866-1926) [Αγγειακή διαπερατότητα]
- August Krogh (1874-1949) [Μεταφορά O₂]
- Archibald Vivian Hill (1886-1977) [Μηχανική μυών]

Concentration of current biomechanics

A. Clinical Problems in the Cardiovascular System

1. Prosthetic heart valve.
2. Heart assist devices, such as the left ventricular assist pump, the aortic balloon pump, body acceleration synchronized with heart beat, peripheral cuffs, and diastolic counterpulsation.
3. Extracorporeal circulation. Heart-Lung machine. Hemodialysis machine.
4. Heart replacement.
5. Postoperative trauma, pulmonary edema, and atelectasis.
6. Arterial pulse wave analysis.
7. Ultrasound applications. Phonoangiography. Turbulent noise analysis.
Pseudo-sound generation at atherosclerotic constrictions in arteries.

B. Quantitative Physiology

1. Systems analysis of physiology.
2. Rheology of biological tissues, such as blood, muscles, bones, connective tissues, and artificial implantable materials.
3. Analysis of fluid transfer across biological membranes and blood vessels.
4. Diffusion analysis such as pulmonary function, and indicator dilution method.
5. Interfaces. Surfactants in the lung. Thrombogenic tendency of blood on artificial implantable materials. Recent work shows that platelet action and thrombosis on interfaces are shear stress dependent, thus projecting biomechanics to the foreground.
6. Microcirculation.

C. Additional Applications

Surgery. Biomechanics of injury and the healing of surgical wounds are topics of great importance. New surgical procedures such as arterio-venous reversal and attachment of implantable mechanical devices are studied.

Implantable Artificial Materials. Materials for prosthesis require a detailed study of their mechanical properties and biocompatibility.

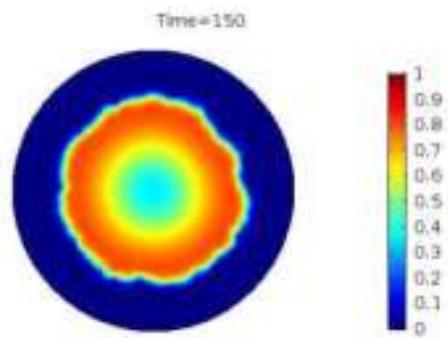
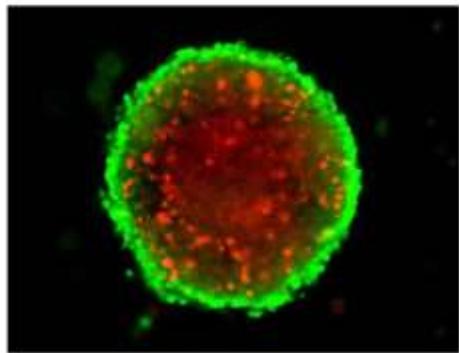
Orthopedics, Orthosis, Orthodontics. Mechanics of bone and cartilage. Reaction of bone to stress resulting either in growth or reabsorption. Joint lubrication. Joint replacement. Orthopedic implants.

Artificial Limb. Design of artificial limb is a classical objective of biomechanics.

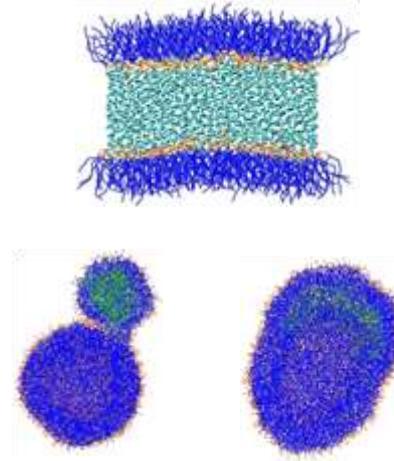
Artificial Internal Organs. Renal replacement. Artificial kidney. Artificial heart. Other organs.

Wheelchairs and Beds.

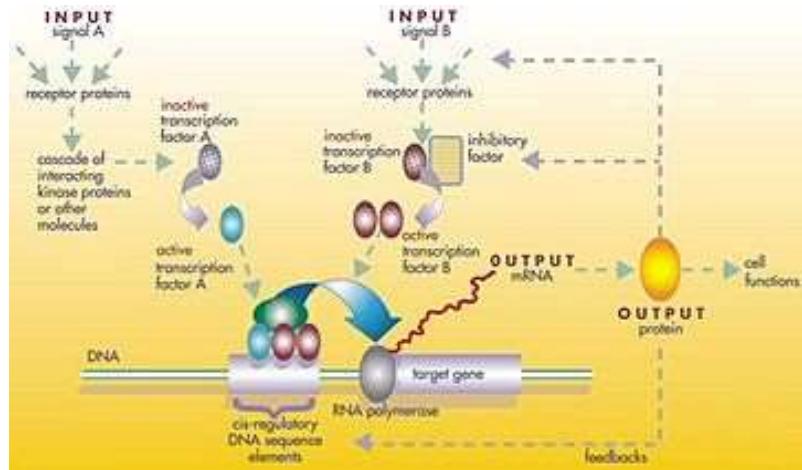
Tumor growth



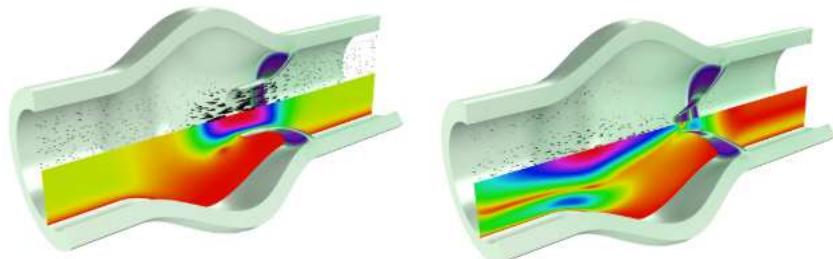
Molecular Dynamics



Gene regulatory network



Biomechanics-FSI



FSI model of a heart valve opening (left) and closing (right).

- Μοντέλα ανάπτυξης καρκινικών όγκων
 - Στοχαστικά μοντέλα
 - Μοντέλα συνεχούς μέσου (επίλυση Μ.Δ.Ε.)
- Γενετικά δίκτυα
 - lac operon, toggle switch -
 - προσομοίωση σε επίπεδο κυττάρου
 - εισαγωγή σε στοχαστικά μοντέλα (kinetic Monte Carlo)
- Βιορευστομηχανική (Biofluid Mechanics)
Αιμορρεολογία: Ιξώδες του αίματος, ελαστικότητα/αντίσταση αγγείων, μοντέλο Windkessel, μοντέλα ροής σε αγγειακά δίκτυα.