



ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

# ***Βιοϊατρική Τεχνολογία Σύγχρονες Τάσεις και Προοπτικές***

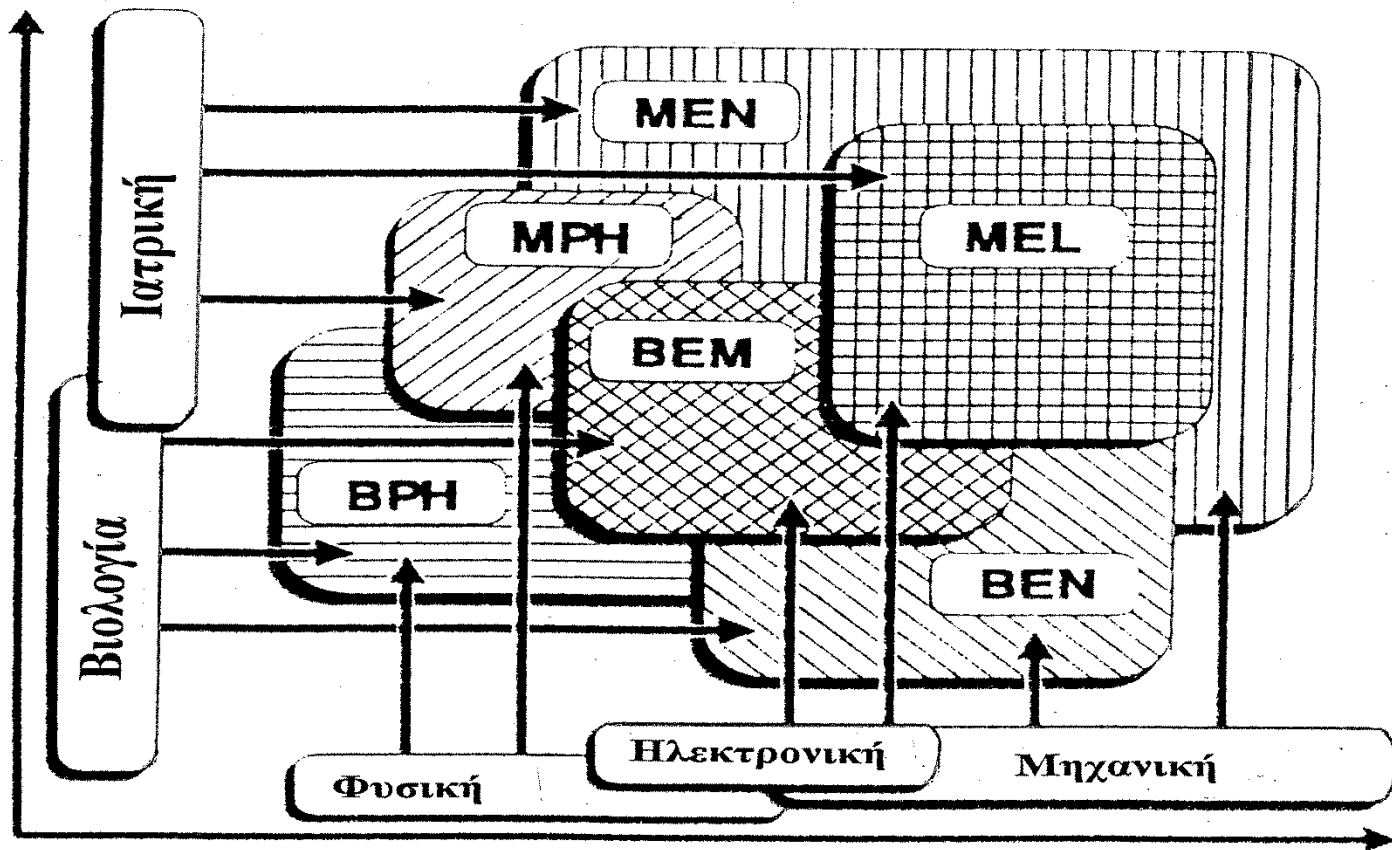
Αλέξανδρος Γ. Ρήγας,  
Καθηγητής Δ.Π.Θ.

# Βιοϊατρική Τεχνολογία Σύγχρονες Τάσεις και Προοπτικές

- Στην ομιλία μου αυτή για την ενημέρωση των προπτυχιακών φοιτητών του τμήματος ΗΜΜΥ του ΔΠΘ περιλαμβάνω τα εξής:
  - Περιληπτική ανάλυση του πεδίου της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας (ΒΤ) και σύγχρονες τάσεις εξέλιξης του.
  - Τμήματα ΒΤ που λειτουργούν σε ξένα Πανεπιστήμια (κυρίως της Αμερικής) και προοπτικές εξεύρεσης εργασίας για τους φοιτητές τέτοιων τμημάτων
  - Ποια είναι η κατάσταση όσον αφορά την εκπαίδευση στον τομέα της ΒΤ σήμερα στην Ελλάδα;
  - Δημιουργία κατεύθυνσης ΒΤ στα τμήματα ΗΜΜΥ

# Εισαγωγή

- Από τη στιγμή που η τεχνολογία είχε μια δραστική επιρροή στη Ιατρική Φροντίδα, το αντικείμενο της βιοϊατρικής τεχνολογίας έχει εμφανιστεί ως ένα μέσο σύνδεσης δύο δυναμικών κλάδων της Επιστήμης, της Ιατρικής και του Μηχανικού, και έχει βοηθήσει στον αγώνα εναντίον των ασθενειών παρέχοντας εργαλεία (όπως βιοαισθητήρες, βιοϋλικά, επεξεργασία εικόνας και τεχνητή νοημοσύνη) τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για έρευνα, διάγνωση και θεραπεία από τους γιατρούς.



Πρόσφατα αναγνωρισμένα διεπιστημονικά πεδία που συνδέουν την φυσική και την επιστήμη του μηχανικού με την Ιατρική και τη Βιολογία :

**BEN** = εμβιομηχανική,  
**BPH** = Βιοφυσική,  
**BEM** = εμβιοηλεκτρομαγνητισμός,  
**MPH** = Ιατρική Φυσική,  
**MEN** = Ιατρική Τεχνολογία,  
**MEL** = Ιατρικά ηλεκτρονικά

# Το Πεδίο της Εμβιομηχανικής

- Το πεδίο της Εμβιομηχανικής (bioengineering) ή της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας (biomedical engineering) ασχολείται με την επίλυση προβλημάτων που εμφανίζονται στο χώρο των Βιοϊατρικών Επιστημών και απαιτούν την ανάπτυξη της τεχνολογίας των μηχανικών, δηλ. το σχεδιασμό και την πρακτική εφαρμογή Ιατρικών μηχανημάτων και συστημάτων. Τέτοια προβλήματα μπορεί να είναι πολύπλοκα, όπως ο σχεδιασμός και η υλοποίηση αυτοματοποιημένων εργαστηριακών κλινικών καθώς και πληροφοριακών συστημάτων στα Νοσοκομεία ή να είναι σχετικά απλά με τη δημιουργία μικρών συσκευών, όπως είναι τα ηλεκτρόδια καταγραφής και οι βιοαισθητήρες οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ανιχνεύσουν τη δραστηριότητα μιας συγκεκριμένης φυσιολογική διεργασίας είτε για ερευνητικούς σκοπούς είτε για κλινική χρήση.

# Το Πεδίο της Εμβιομηχανικής

- Μια άλλη περιοχή που αναπτύσσεται ραγδαία και αποτελεί πρόκληση για τους μηχανικούς είναι η παρακολούθηση εξ αποστάσεως ασθενών και η τηλεμετρία η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί στα οχήματα πρώτων βοηθειών, στους χώρους όπου εκτελούνται εγχειρήσεις και στις μονάδες εντατικής θεραπείας.
- Γίνεται φανερό λοιπόν ότι το πεδίο της εμβιομηχανικής μπορεί να συμβάλλει στην κατανόηση και τον έλεγχο της λειτουργίας των βιολογικών συστημάτων καθώς επίσης και στο σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων που χρησιμοποιούνται στην παρακολούθηση φυσιολογικών λειτουργιών και βοηθούν στη διάγνωση και θεραπεία ασθενών.

# ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Ανάλυση Συστημάτων και Μοντελοποίηση  
Φυσιολογικών Συστημάτων

- Κατανόηση φυσιολογικών λειτουργιών χρησιμοποιώντας προσομοιώσεις στον υπολογιστή

Ιατρική Οργανολογία

- Παρακολούθηση και μέτρηση φυσιολογικών συμβάντων (απαιτεί ανάπτυξη βιοαισθητήρων)

Επεξεργασία Σημάτων

- Ανίχνευση, ταξινόμηση και ανάλυση βιοηλεκτρικών σημάτων

Τεχνολογία Αποκατάστασης

- Σχεδιασμό και ανάπτυξη συσκευών και διαδικασιών θεραπείας και αποκατάστασης

Προσθετικά Μέλη και Τεχνητά Όργανα

- Σχεδιασμός και ανάπτυξη συσκευών για αντικατάσταση οργάνων και επαύξηση λειτουργιών του σώματος

Βιοϊατρική Ανάλυση Δεδομένων

- Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων ασθενών, ερμηνεία αποτελεσμάτων και βοήθεια στη λήψη κλινικών αποφάσεων

Ιατρική Απεικόνιση Εικόνων

- Γραφικές απεικονίσεις ανατομικών λεπτομερειών και φυσιολογικών λειτουργιών

Βιοτεχνολογία

- Κατασκευή ή τροποποίηση βιολογικών υλικών για ευεργετικούς σκοπούς

Κλινική Τεχνολογία

- Σχεδιασμός και ανάπτυξη συσκευών, συστημάτων και διαδικασιών που σχετίζονται με κλινικές εφαρμογές

# Μερικοί επιπλέον τομείς που περιλαμβάνονται στο πεδίο τη Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

## Φαινόμενα Μεταφοράς

- Παρακολούθηση, μέτρηση & μοντελοποίηση βιοχημικών διεργασιών

## Εμβιομηχανολογία

- Μελέτη θεμάτων στατικής μηχανικής και μηχανική ρευστών που σχετίζονται με φυσιολογικά συστήματα

## Βιο-υλικά

- Σχεδιασμός και ανάπτυξη εμφυτεύσιμων υλικών

## Βιοαισθητήρες

- Ανίχνευση βιολογικών συμβάντων και μετατροπή τους σε ηλεκτρικά σήματα

## Βιολογικές Επιδράσεις Η/Μ πεδίων

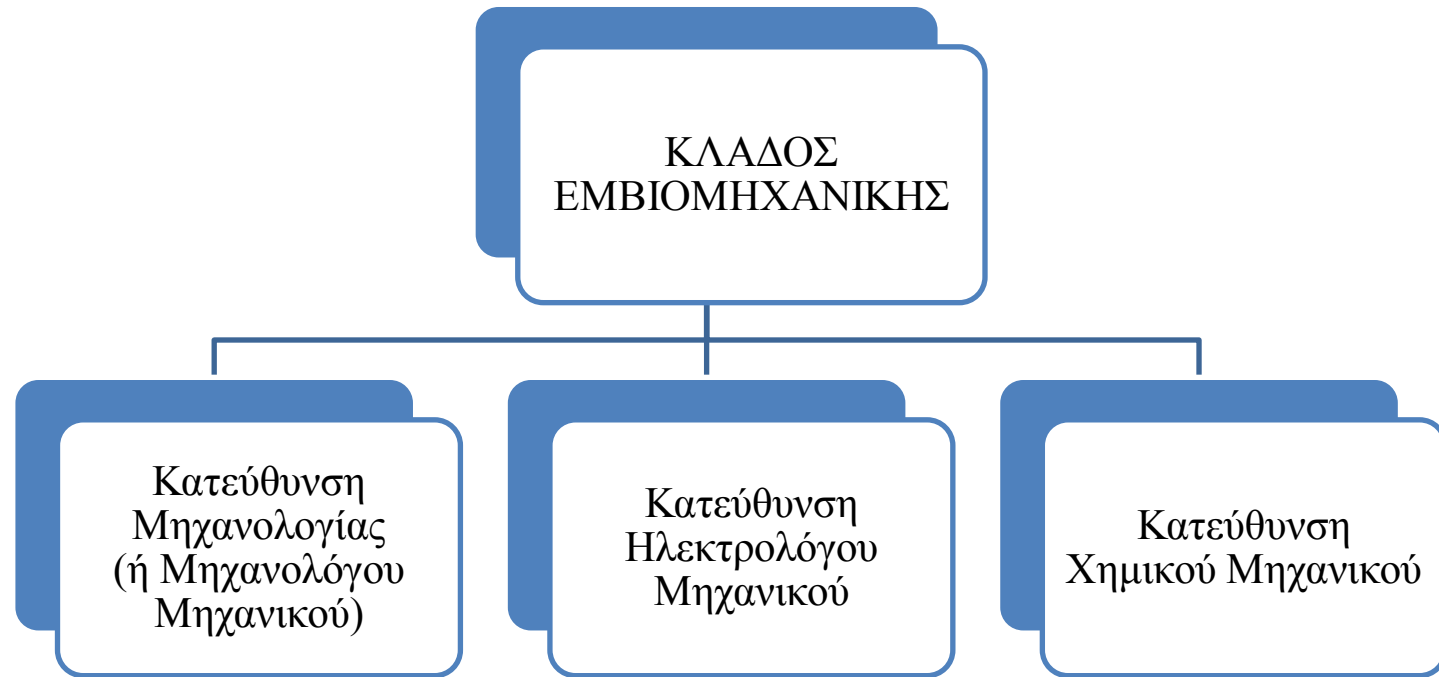
- Μελέτη των επιδράσεων ηλεκτρομαγνητικών πεδίων στους βιολογικούς ιστούς



# Γιατί είναι απαραίτητη η ενημέρωση των φοιτητών στην κατεύθυνση της ΒΤ

1. Το πεδίο της ΒΤ έχει αναπτυχθεί ραγδαία κατά τις τελευταίες δεκαετίες.
2. Υπάρχει μόνο ένα διαπανεπιστημιακό μεταπτυχιακό πρόγραμμα ειδίκευσης ΒΤ στην Ελλάδα.
3. Η ανάπτυξη του αντικειμένου θα συνεχισθεί με εντονότερους ρυθμούς κατά τον 21<sup>ο</sup> αιώνα.
4. Θα βοηθήσει σημαντικά τη βελτίωση της Ιατρικής Περίθαλψης στην Ελλάδα.
5. Θα δώσει ώθηση στη δημιουργία ενός δυναμικού κλάδου στην Ελληνική Βιομηχανία που θα ασχολείται με την παραγωγή και προώθηση προϊόντων του κλάδου της ΒΤ.
6. Θα αναπτυχθεί η έρευνα περαιτέρω στον Τομέα της ΒΤ στην Ελλάδα.
7. Έλληνες φοιτητές θα μπορούν να ασχοληθούν ερευνητικά στον τομέα ΒΤ στον Ελληνικό χώρο.

# Τμήματα Εμβιομηχανικής στο Διεθνή Χώρο



- Οι απόφοιτοι των τμημάτων αυτών εκπαιδεύονται με σκοπό να εργασθούν ως:
  1. Μηχανικός Βιοϊατρικής για τη Νοσοκομειακή Περίθαλψη
  2. Μηχανικός Βιοϊατρικής για τη Βιομηχανία
  3. Μηχανικός Βιοϊατρικής για Ερευνητικού σκοπούς

# Απασχόληση

- Στην **πρώτη περίπτωση** ο Μηχανικός Βιοϊατρικής (M.B.) μπορεί να ασχοληθεί
  1. Διοίκηση Νοσοκομείου
  2. Διαχείριση των βιοϊατρικών μηχανημάτων του Νοσοκομείου
  3. Συντήρηση των ανωτέρω μηχανημάτων
  4. Ενδιαφέρεται για την προμήθεια νέων μηχανημάτων και συσκευών
  5. Εκπαιδεύει το απαραίτητο προσωπικό στη χρήση των νέων μηχανημάτων
  6. Παίρνει μέρος στο σχεδιασμό νέων κλινικών και μονάδων

# Απασχόληση

- Στη **δεύτερη περίπτωση** ο Μηχανικός Βιοϊατρικής (M.B.) μπορεί να εργασθεί σε εταιρείες που παράγουν ιατρικά Όργανα, Προσθετικά μέλη, Τεχνητά Όργανα, μηχανήματα Τηλεϊατρικής κ.λ.π. Επίσης μπορεί να εργασθεί σε Ιδιωτικά Διαγνωστικά Κέντρα.
- Στην **τρίτη περίπτωση** μπορεί να συνεργασθεί με Πανεπιστημιακά Ιατρικά Τμήματα, Τμήματα του Πολυτεχνείου, Τμήματα Βιολογίας, Ερευνητικά Βιοϊατρικά Κέντρα, κ.λ.π

# Μερικές ερευνητικές περιοχές στις οποίες μπορούν να ασχοληθούν οι νέοι Μ.Β.

Μελέτη της  
εμβιομηχανο-  
λογίας  
(biomechanics)  
του ανθρώπινου  
σώματος

Μοντελοποίηση  
φυσιολογικών  
συστημάτων του  
ανθρώπινου  
σώματος

Έρευνα σε νέα  
υλικά για  
εμφύτευση  
τεχνητών  
οργάνων

Ανάπτυξη νέων  
συστημάτων  
απεικόνισης  
εικόνων για  
διαγνωστικούς  
σκοπούς

Ανάπτυξη  
έμπειρων  
συστημάτων για  
τη διάγνωση  
ασθενειών

Σχεδιασμός  
βοηθητικών  
συσκευών  
εξυπηρέτησης  
και επικοινωνίας  
για τους  
αναπήρους

Σχεδιασμός  
συστημάτων  
τηλεμετρίας για  
την  
παρακολούθηση  
ασθενών

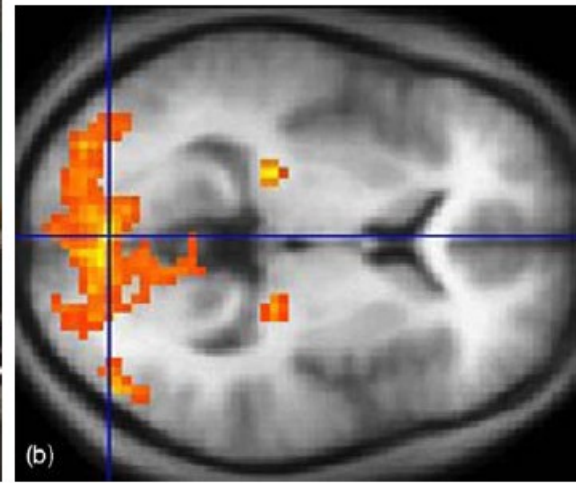
Ανάπτυξη νέων  
διαγνωστικών  
οργάνων για την  
ανάλυση του  
αίματος

# Σύγχρονες εφαρμογές ΒΤ

- Η ανάπτυξη νέων τεχνικών ιατρικής απεικόνισης όπως η υπολογιστική τομογραφία (CT) και η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (MRI) εξαρτώνται από τη συνεχή ανάπτυξη της τεχνολογίας των υπολογιστών. Νέες τεχνικές απεικόνισης περιλαμβάνουν το λειτουργικό MRI (f-MRI), ένα εργαλείο το οποίο είναι ικανό να περιγράφει τις ενεργές περιοχές των νευρικών κυττάρων του εγκεφάλου προσδιορίζοντας ποσοτικά την κατανάλωση οξυγόνου και τη ροή του αίματος.
- Η τεχνολογία σήμερα μπορεί να προσφέρει προσθετικές συσκευές, όπως τεχνητές καρδιακές βαλβίδες και τεχνητά αγγεία. Ακόμη κι' ένα πρόγραμμα τεχνητής καρδιάς έχει αρχίσει για την αντικατάσταση μιας ελαττωματικής ή ανεπαρκούς ως προς τη λειτουργία ανθρώπινης καρδιάς.
- Επίσης μετά την αποκωδικοποίηση του ανθρώπινου γονιδιώματος το 2003 πραγματοποιήθηκε μια μεγάλη μετάβαση, η οποία οδήγησε τη ΒΤ να επικεντρωθεί σε κυτταρικό και μοριακό επίπεδο και όχι μόνο σε επίπεδο συστήματος οργάνου. Η έρευνα βλαστοκυττάρων εξαίρει αυτή την εστίαση σε επίπεδο χημικό και μοριακό.

# Σύγχρονες εφαρμογές ΒΤ

- Επιπλέον, η ανάπτυξη και η εφαρμογή της ρομποτικής στη χειρουργική την πρώτη δεκαετία του 21<sup>ου</sup> αιώνα έχει ανυψώσει σημαντικά τις ικανότητες των μοντέρνων χειρουργών. Η νευροχειρουργική τόσο στο κεντρικό όσο και στο περιφερειακό νευρικό σύστημα, καθώς και η αγγειακή χειρουργική έχουν βελτιωθεί σημαντικά λόγω αυτής της νέας τεχνολογίας.
- Τέλος, η νευρική προσθετική (neural prosthetics) παρουσιάζει ένα από τους νεώτερους και περισσότερο συναρπαστικούς τομείς εφαρμογών της ΒΤ. Αυτές οι συσκευές μπορούν να ενεργοποιηθούν από το ανθρώπινο σώμα, δηλ. λειτουργούν από τα ηλεκτρικά σήματα που στέλνονται μέσω ηλεκτροδίων από μια εξωτερική πηγή στο περιφερειακό κινητονεύρο που ενεργοποιεί το μυ ή μπορούν να ενεργοποιηθούν εξωτερικά. Αυτά τα συστήματα τα οποία χρησιμοποιούν λειτουργική ηλεκτρική διέγερση (FES) για να αποκαταστήσουν την αισθητική ή κινητική λειτουργία αποτελούν τον ορισμό της νευρικής προσθετικής (NP). Αυτοί οι NPs έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν τραυματισμούς στο νωτιαίο μυελό ή στον αυχένα αποκαθιστώντας την λειτουργία του μυός ή των κάτω άκρων.

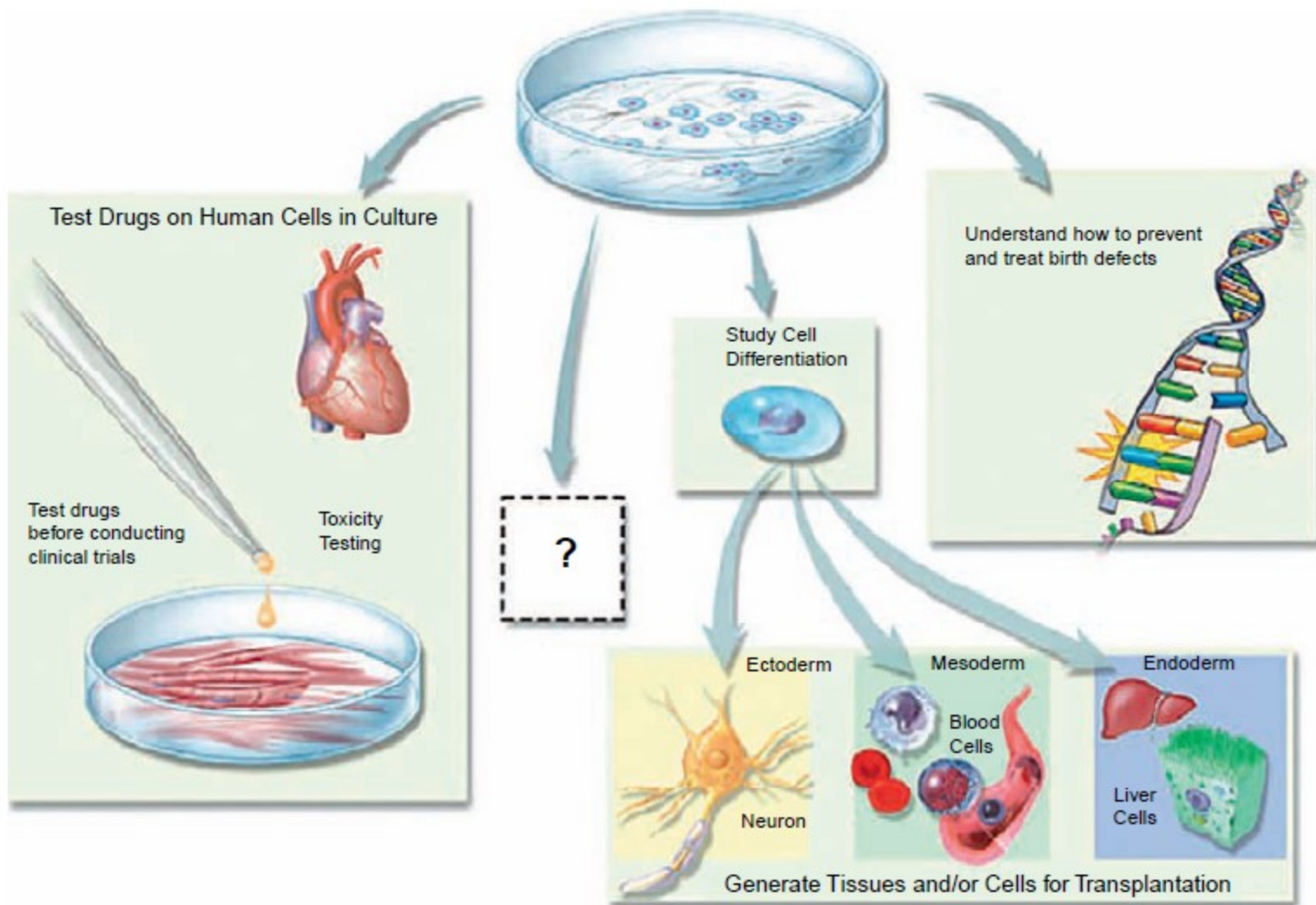


(a) A modern fMRI medical imaging facility and (b) an fMRI scan image.  
<http://neurophilosophy.wordpress.com>.



Robotic surgery—a new tool in the arsenal of the physician.  
<http://library.thinkquest.org/03oct/00760/steve.jpg>.





Stem cell research—potential applications made possible.  
<http://stemcells.nih.gov/info/media/promise.htm>.

# Μερικά ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑ της κατεύθυνσης ΒΤ στα τμήματα ΗΜΜΥ θα μπορούσε να ήταν:

Εργαστήριο  
Ιατρικής  
Οργανολογίας

Εργαστήριο  
Βιοτεχνολογίας

Εργαστήριο  
Επεξεργασίας  
Βιοϊατρικών  
σημάτων και  
εικόνων

Εργαστήριο  
Νευροφυσιολογίας  
και Νευροπροσθε-  
τικής

Εργαστήριο  
Εμβιομηχα-  
νολογίας

Εργαστήριο  
Ρευστομηχανικής  
Φυσιολογικών  
Συστημάτων

Εργαστήριο  
Νανοτεχνολογίας

Εργαστήριο  
Τεχνητών  
Οργάνων

# Συμπεράσματα

- Η βελτίωση της παρεχόμενης εκπαίδευσης στον τομέα της ΒΤ θα συμβάλει ουσιαστικά σε τρεις κατευθύνσεις
  1. Βελτίωση και παροχή υψηλής ποιότητας Ιατρική Περίθαλψη στα πλαίσια ενός λογικού κόστους.
  2. Ενδυνάμωση της Ελληνικής Βιομηχανίας σε ένα πεδίοι που αναπτύσσεται ραγδαία και έχει άριστες προοπτικές
  3. Περαιτέρω ενίσχυση της έρευνας σε τομείς της ΒΤ στην Ελλάδα.

# ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

1. J.D. Bronzino (Ed.) “The Biomedical Engineering Handbook”, 2<sup>nd</sup> Ed., CRC Press, 2000.
2. J. Enderle, J. Bronzino “Introduction to Biomedical Engineering”, 3<sup>rd</sup> Ed., Academic Press and Elsevier, 2012.
3. J.G. Webster (Ed.) “Encyclopedia of Electrical and Electronics Engineerind”, Wiley, 1999.
4. Δ. Κουτσούρης, Κ. Νικήτα, Σ. Παυλόπουλος “Ιατρικά Απεικονιστικά Συστήματα”, Εκδόσεις Τζιόλα, 2005.
5. Γ.Δ. Σεργιάδης “Βιοϊατρική Τεχνολογία” University Studio Press, Θεσ/νικη, 2009.
6. <http://www.biomed.drexel.edu/research-programs>
7. <http://web.mit.edu/be/>
8. <http://bme.usc.edu>