

# ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΣΥΓΧΡΟΝΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ

## Εξέλιξη, τάσεις και δραστηριότητες στο Ε.Μ.Π.

### Αντί Προοιμίου

Η Βιοϊατρική Τεχνολογία (Β.Τ.) από την απόδοση του αγγλοαξωνικού όρου Biomedical Engineering ή του γαλλικού Genie Biologie et Medicale, είναι ένας νέος κλάδος των εφαρμοσμένων επιστημών με ζωή δυό - τριών δεκαετιών. Παρ' όλο που ο τίτλος δηλώνει ένα κλάδο εφαρμοσμένης Τεχνολογίας, που έχει σχέση με την Ιατρική, τη Βιολογία και τον ανθρώπινο οργανισμό, εν τούτοις το γνωστικό περιεχόμενό της, επεκτείνεται σε όλες σχεδόν τις εφαρμοσμένες και μη επιστήμες και άπτεται δεοντολογικών και νομικών θεμάτων.

Η ευρύτητα του αντικειμένου μας προβληματίσε για το αν θα έπρεπε ν' αναπτύξουμε κάποια συγκεκριμένα βιοϊατρικά θέματα ή να επιχειρήσουμε μια γενική αναφορά στο τι είναι η Β.Τ. και κάτω από ποιές συνθήκες αναπτύχθηκε στο διεθνή χώρο, στην Ελλάδα και ειδικότερα στο χώρο του Ε.Μ.Π.

Καταλήξαμε στη γενική θεώρηση και ανάλυση της Β.Τ., αφήνοντας την ανάπτυξη και εμβάθυνση των διαφόρων βιοϊατρικών θεμάτων για το μέλλον. Μ' αυτή όμως την απόφασή μας, αμέσως αντιμετωπίσαμε ένα πρόβλημα: Ενώ η εξέλιξη του πεδίου της Β.Τ. στο Εξωτερικό και στο Τμήμα μας (Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών Ε.Μ.Π. - ΗΜ/ΜΥ) είναι γνωστή, καθώς και οι δραστηριότητες των άλλων Τμημάτων του Ε.Μ.Π., όσο και των Τμημάτων Ιατρικής του Πανεπιστημίου Αθηνών, του Πανεπιστημίου Πατρών, του Πανεπιστημίου Θράκης και των Τμημάτων των Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανολόγων Μηχανικών των Πολυτεχνικών Σχολών των Πανεπιστημίων Θεσσαλονίκης και Πατρών, όπως και του Πανεπιστημίου Κρήτης (Τμήμα Πληροφορικής), γνωρίζουμε ελάχιστα σχετικά με τα αντικείμενα μελέτης και τα προγράμματα έρευνας των υπόλοιπων Εκπαιδευτικών, Ερευνητικών και Νοσοκομειακών Ιδρυμάτων της χώρας μας, όσον αφορά τον τομέα της Β.Τ..

Να σημειώσουμε εδώ ότι το ίδιο πρόβλημα πιστεύουμε ότι το αντιμετωπίζουν μεμονωμένοι επιστήμονες, επιστημονικές ομάδες ή και εργαστήρια, τα οποία ασχολούνται εκπαιδευτικά ή ερευνητικά με αυτόν ή πα-

του Δημήτρη-Διονύση Κουτσούρη\*

ραπλήσιους τομείς της Τεχνολογίας. Ετσι λοιπόν κατά καιρούς - όπως συνήθως πραγματοποιείται στη χώρα μας - μαθαίνουμε για κάτι που συμβαίνει δίπλα μας από τα διεθνή συνέδρια ή από τα επιστημονικά περιοδικά. Και αν αυτό γίνεται για παγιωμένα ήδη, από σειρά ετών, επιστημονικά πεδία, πόσο μάλλον για την εν λόγω περιοχή, η οποία μεταξύ των άλλων, λόγω του καθαρά διεπιστημονικού χαρακτήρα της, απευθύνεται σε επιστήμες αυστηρά "οριοθετημένες" ("παγκόσμιο φρούτο" αλλά δυστυχώς σε εξάρση στη χώρα μας), όπως Ιατρική, Φυσική ...

Η έκδοση του περιοδικού του Ε.Μ.Π. είναι λοιπόν μια ευκαιρία, πέρα από την αποκατάσταση της διεπιστημονικής επικοινωνίας, αλληλοενημέρωσης και γνωριμίας, για μια προσέγγιση και κατάργηση των "τεχνητών" συνόρων μεταξύ επιστημόνων και επιστημών.

Στο κείμενο που ακολουθεί επιχειρείται να δοθεί κατ' αρχάς ένας ορισμός της Β.Τ., μια σύντομη αναφορά της εξέλιξής της, καθώς και μια σύντομη περιγραφή των ερευνητικών και διδακτικών δραστηριοτήτων του Ε.Μ.Π. σ' αυτό το αντικείμενο.

### Εισαγωγή

Η ανάπτυξη της βασικής και εφαρμοσμένης έρευνας τα τελευταία χρόνια έχει οδηγήσει σ' έναν αυξανόμενο ρυθμό ανάπτυξης νέων μεθόδων και τεχνικών στην περιοχή της Βιοϊατρικής, με αποτέλεσμα μια ανάσταση όσον αφορά τα επιστημονικά και τεχνολογικά επιτεύγματα στην αντιμετώπιση ιατρικών προβλημάτων. Η εξέλιξη αυτή, ως προς το επιστημονικό της μέρος, εκφράζεται μέσα από την επικράτηση νέων διεπιστημονικών γνωστικών αντικειμένων, όπως η Βιοφυσική, η Βιοχημεία, τα Βιομαθηματικά, η Ιατρική Φυσική και η Εμβιομηχανική, που προέκυψαν από την προσέγγιση της Ιατρικής με τις Βασικές Επιστήμες και τους διάφορους κλάδους της Μηχανικής. Η πιο εμφανής όμως πλευρά αυτής της εξέλιξης είναι σήμερα η θεαματική πρόοδος στις τεχνολογικές εφαρμογές, που αναπτύχθηκαν και εξυπηρετούν την ιατρική διάγνωση και θεραπεία, αυτό δηλαδή που ονομάζουμε σήμερα Ιατρική Τεχνολογία.

(\*) Ο Δ.-Δ. Κουτσούρης είναι Αναπλ. Καθηγητής στο Τμ. Ηλεκτρ. Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών ΕΜΠ.

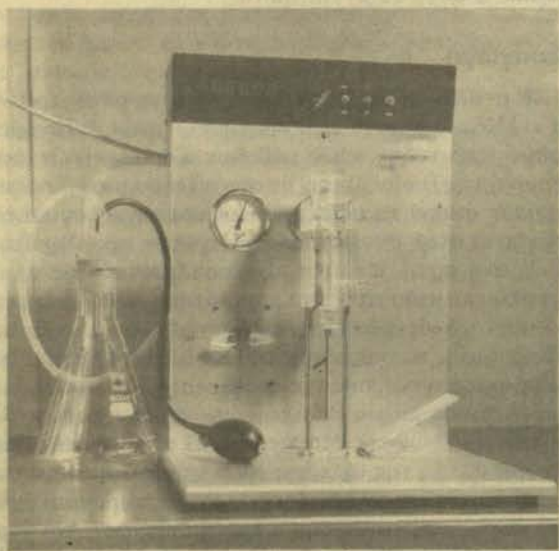


Ενδεικτικά, θα αναφέρουμε μερικά από τα πλέον χαρακτηριστικά επιτεύγματα τα οποία λειτούργησαν σαν κινητήριοι μοχλοί για την ανάπτυξη των μεθόδων στις οποίες στηρίχτηκε η Ιατρική για ν'ανοίξει νέες λεωφόρους Διάγνωσης, Θεραπείας και Έρευνας. Θα ξεκινήσουμε από την ανακάλυψη των Ακτίνων Χ το 1895 από τον Roentgen (Φυσικός), την κατασκευή του πρώτου Καρδιογράφου το 1903 από τον Einthoven (Φυσιολόγος, Βραβείο Nobel), του πρώτου Έγκεφαλογράφου το 1929 από τον Berger (Ψυχίατρος) και θα φτάσουμε ως τον πρώτο Βηματοδότη με συσσωρευτή το 1950 από τους Bakken (Ηλεκτρολόγος Μηχανικός - Ιδρυτής της εταιρείας Metronic) και Lillenei (Καρδιοχειρουργός), την πρώτη συσκευή Laser το 1960 από τον Malman (Φυσικός), την ανάπτυξη των αυτόματων αιματολογικών αναλυτών από τον Coulter (Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, ιδρυτής της ομώνυμης εταιρείας), την κατασκευή του πρώτου Υπολογιστικού Τομογράφου το 1974 από τον Hounsfield (Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Βραβείο Nobel) και τα τελευταία χρόνια τις ανακαλύψεις που σχετίζονται με τον Πυρηνικό Μαγνητικό Συντονισμό (NMR).

Αρκεί μόνο η διαφορετική επιστημονική φύση και προέλευση των παραπάνω ερευνητών για να αποδείξει τον "πλουραλισμό", που σήμερα είναι αναγκαίος όσο ποτέ άλλοτε, καθώς η ίδια η εξέλιξη δείχνει το δρόμο της κατάργησης οιασδήποτε "γκέτο" κοινωνικής, πολιτικής, πολιτιστικής και επιστημονικής υψής.

## Βιοϊατρική Τεχνολογία: Ορισμός και Προοπτικές

Μια πρώτη προσέγγιση αυτού του γνωστικού χώρου, με την ιδιαιτερότητα του να είναι κατ'εξοχήν **διεπιστημονικός**, αποτελεί ο παρακάτω ορισμός:



Συσκευή προσομοίωσης μικροκυκλοφορικού συστήματος για τη μέτρηση των μηχανικών και φυσιολογικών ιδιοτήτων των ερυθρών κυττάρων. Η συσκευή αυτή αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας του Ε.Μ.Π.

Βιοϊατρική Τεχνολογία είναι η "επιστήμη" (γνωστικό πεδίο της επιστήμης) που εφαρμόζει αρχές και μεθόδους της τεχνολογίας, μηχανικής και θετικών βασικών επιστημών, όπως Φυσική, Χημεία, Μαθηματικά, στην προσπάθεια θεραπευτικής προσέγγισης και διαγνωστικής προσπέλασης προβλημάτων, που αναφέρονται στην Ιατρική.

Η Βιοϊατρική Τεχνολογία μπορεί να χωριστεί στα παρακάτω γνωστικά αντικείμενα:

1. Εμβιομηχανική
2. Ιατρική Τεχνολογία
3. Κλινική Μηχανική
4. Τεχνολογία Αποκατάστασης

Εμβιομηχανική είναι οι αντιλήψεις και οι θεωρίες της μηχανικής εφαρμοσμένες σε βιολογικά συστήματα μη-ιατρικά.

Ιατρική Τεχνολογία είναι η εφαρμογή τεχνολογιών στα πλαίσια ανάπτυξης νέων διαγνωστικών και θεραπευτικών τεχνικών, μηχανημάτων και συσκευών στη Βιοϊατρική, καθώς και στην περιοχή των Βιοϋλικών.

Κλινική Μηχανική είναι η ανάπτυξη νέων τεχνικών καθώς και η διαχείριση όσων έχουν ήδη αναπτυχθεί με σκοπό τη βελτίωση των παροχών υγείας (σε νοσοκομεία, σε κλινικές και σε υγειονομικούς σταθμούς).

Τεχνολογία Αποκατάστασης είναι η χρήση της τεχνολογίας για την καλύτερευση των συνθηκών ζωής ενός πληθυσμού με ειδικά προβλήματα, καθώς και για τη δημιουργία τεχνητών οργάνων.

Συμπερασματικά, όλα τα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα βρίσκουν, μέσω της Βιοϊατρικής, εφαρμογή στην Υγεία, για διαγνωστικούς και θεραπευτικούς σκοπούς.

Στις διαγνωστικές εφαρμογές περιλαμβάνονται τεχνικές και όργανα ανάλυσης δειγμάτων, μέθοδοι που βασίζονται στην ενέργεια που παράγεται στο ανθρώπινο σώμα και μέθοδοι που βασίζονται στην αλληλεπίδραση εξωτερικής ενέργειας με τον ανθρώπινο οργανισμό.

Στις θεραπευτικές εφαρμογές περιλαμβάνονται τα τεχνητά μέλη και όργανα, τα μηχανήματα υποστήριξης ζωτικών λειτουργιών και τέλος τα μηχανήματα θεραπείας.

Τα τελευταία χρόνια παρατηρούνται θεαματικές αλλαγές στον τρόπο με τον οποίο ασκείται η Ιατρική. Η αβθουσα του χειρουργείου, η Κλινική και το Ιατρείο κατακλύζονται από νέες συσκευές, εργαλεία και υλικά. Τεράστιος όγκος πληροφοριών συγκεντρώνεται και επεξεργάζεται με τη βοήθεια υπολογιστών, ενώ οι σύγχρονες συσκευές ιατρικής απεικόνισης και μέτρησης βιολογικών μεγεθών, απαιτούν την παρουσία και την συντονισμένη ενέργεια διαφόρων ειδικοτήτων.

Η μεταφορά τεχνολογίας από τα διαστημικά και στρατιωτικά προγράμματα ήταν καθοριστική για την όλη ανάπτυξη. Μπορούμε να διακρίνουμε τρεις βασικούς παράγοντες, που έπαιξαν πρωτεύοντα ρόλο στην εξέλιξη της Β.Τ., από τις αρχές του αιώνα έως τις μέρες μας. Πρώτα απ'όλα η πρόοδος και οι ανακαλύψεις των φυσικών επιστημών, κατόπιν η τεχνολογική εξέλιξη εξαιτίας του δεύτερου παγκόσμιου πολέμου, και τέλος

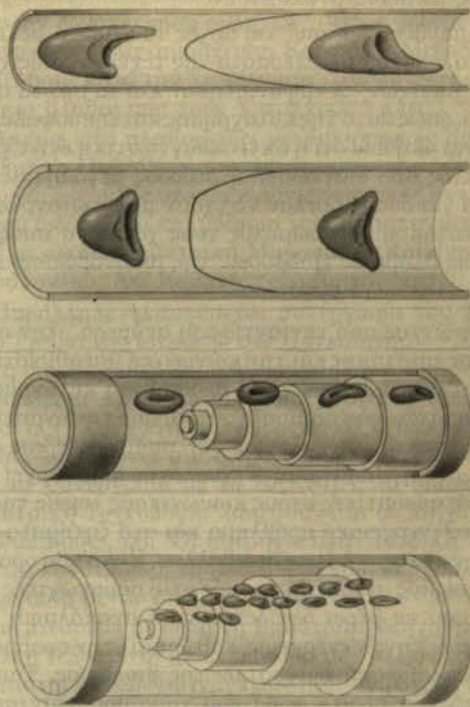


η απόφαση και πραγματοποίηση επανδρωμένων διαστημικών πτήσεων. Αυτό μπορούμε να πούμε ότι οριοθετεί τη σύγχρονη περίοδο της ιατρικής τεχνολογίας, αφού η αποστολή ανθρώπου στο διάστημα απαιτούσε την ανάπτυξη νέων μεθόδων και συσκευών καταγραφής των φυσιολογικών λειτουργιών και επεξεργασίας των βιολογικών σημάτων, βασισμένων στην εξέλιξη της ηλεκτρονικής, ή καλύτερα της μικροηλεκτρονικής και της πληροφορικής.

Αυτή η εξέλιξη, εκτός από την ανάπτυξη νέων περιοχών έρευνας και εκπαίδευσης, οδήγησε και στη δημιουργία νέων βιομηχανιών προσανατολισμένων στην Ιατρική Τεχνολογία. Δυστυχώς, όσον αφορά τον τομέα αυτό, στη χώρα μας το 90% των Ιατρικών συσκευών και τεχνικών απλώς "αντιπροσωπεύεται" και μάλιστα τις περισσότερες φορές χωρίς τεχνική υποστήριξη, ίσως στο όνομα της **μεταπρατικής οικονομίας** μας και της Ενωμένης Ευρώπης!!!

Η μαζική χρησιμοποίηση των Η/Υ στην Ιατρική Τεχνολογία δεν προχώρησε, παρά μόνο μετά την εμφάνιση των μικροεπεξεργαστών και την εφαρμογή των κυκλωμάτων πολύ μεγάλης κλίμακας ολοκλήρωσης (VLSI). Σα χαρακτηριστικό σημείο αναφοράς στην εφαρμογή της πληροφορικής στην Ιατρική Τεχνολογία μπορούμε να θεωρήσουμε τη χρήση των Η/Υ στην ιατρική απεικόνιση, με την κατασκευή του πρώτου Υπολογιστικού Τομογράφου. Αυτό γιατί η ανακατασκευή εικόνας μίας εγκάρσιας τομής του εγκεφάλου με βάση μερικές δεκάδες χιλιάδες μετρήσεις, δεν μπορούσε να πραγματοποιηθεί παρά μόνο με τη χρήση υπολογιστών. Αλλά και στις άλλες περιοχές ιατρικής διάγνωσης και θεραπείας, η πρόοδος στη μικροηλεκτρονική και την πληροφορική επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη και εξέλιξη σχετικών εφαρμογών. Έτσι για παράδειγμα, στον τομέα της ανάλυσης των δειγμάτων, μετά τους αυτόματους αναλυτές και αναριθμητές, σήμερα βλέπουμε τη διεξόδηση στο μοριακό επίπεδο με την αυτοματοποίηση της ανάλυσης της αλληλουχίας των αμινοξέων, των πρωτεϊνών, ή ακόμη με την αυτόματη αναγνώριση μορφολογικών χαρακτηριστικών σε εικόνες ιστών. Στον τομέα της καταγραφής βιοσημάτων, οι εξελίξεις είναι σημαντικές σε ό,τι αφορά νέους βιοαισθητήρες και τεχνικές επεξεργασίας και μετάδοσης του σήματος.

Σε ό,τι αφορά τις τεχνικές απεικόνισης, στα επόμενα χρόνια προβλέπεται η σταδιακή αντικατάσταση όλων των συμβατικών συστημάτων με ψηφιακά. Η επεξεργασία των εικόνων θα επεκταθεί περισσότερο και θα γίνει μαζικότερη χρήση των συστημάτων αρχειοθέτησης και επικοινωνίας (PACS ή IMACS), καθώς και των συστημάτων τηλεακτινολογίας. Ο τομέας της θεραπείας, αν και προς το παρόν χαρακτηρίζεται από μικρότερη διεξόδηση της προηγμένης τεχνολογίας σε σύγκριση με τον διαγνωστικό, στο μέλλον θεωρείται ότι θα επηρεαστεί πολύ περισσότερο, ιδιαίτερα σε ό,τι αφορά τη χειρουργική και την ακτινοθεραπεία υψηλής ακρίβειας. Έτσι, εκτός από τη χρήση laser υψηλής απόδοσης αναμένεται ότι οι νέες χειρουργικές τεχνικές θα υποστηρίζονται όλο και περισσότερο από υπολογιστές, σε



Μοντέλα ερυθρών αιμοσφαιρίων διασχίζοντας τα αγγεία.

άμεση σύνδεση με απεικονιστικά συστήματα. Τέλος οι τομείς των τεχνητών οργάνων της προσθετικής και της αποκατάστασης προβλέπεται ότι θα αποκτήσουν όλο και μεγαλύτερο ειδικό βάρος, ενώ οι εξελίξεις στην τηλεϊατρική θα επιτρέψουν την ουσιαστική μείωση της ανάγκης μετακίνησης των ασθενών.

## Προβλήματα της Νέας Επιστήμης

Όπως όλες οι νέες ιδέες έτσι και κάθε νέα επιστήμη γεννιέται μαζί με τα προβλημάτα της. Το γεγονός δε, ότι στη Β.Τ. η χρήση της τεχνολογίας αφορά ζωντανούς οργανισμούς, κάνει ίσως πιο εύκολα κατανοητό το γιατί τα ηθικά, φιλοσοφικά και κοινωνικά προβλήματα, τα οποία προκύπτουν από την ανάπτυξη αυτής, παρουσιάζονται ιδιαίτερα οξυμένα και κοινωνικά "μεγεθυμένα".

Το πλήθος των μέχρι σήμερα εφαρμογών της σε νευραλγικούς, κοινωνικούς και παραγωγικούς τομείς, έχει ως αποτέλεσμα να αποτελεί η νέα αυτή "επιστήμη" αντικείμενο γενικής προσοχής σε διεθνές επίπεδο και να γεννάει ελπίδες στην ανθρωπότητα για επίλυση ζωτικών προβλημάτων. Ωστόσο, οι πιθανότητες επιτυχίας διαφέρουν ανάμεσα στις αναπτυγμένες και αναπτυσσόμενες χώρες, γιατί υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις στα σημεία εκκινήσεως, ως προς τις οικονομικές δυνατότητες, τη βιομηχανική βάση και την υποδομή στον τομέα της γνώσης. Ταυτόχρονα δημιουργούνται ερωτηματικά ως προς τις απεριόριστες δυνατότητες της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας, σε συνδυασμό με τους αναπόφευ-



κτους περιορισμούς, που θέτουν τα ανθρωποτικά προβλήματα, τα οποία ανακύπτουν.

Για παράδειγμα, από τις αρχές του αιώνα μαζί με τα πρώτα θετικά αποτελέσματα της τεχνολογικής χρήσης των Ακτίνων - Χ εμφανίστηκαν και τα πρώτα προβλήματα, όπως αυτά της κατάχρησης και της ασφάλειας. Γιατί είναι αλήθεια ότι η ακτινοδιαγνωστική έγινε γρήγορα, εκτός από διαγνωστική μέθοδος μεγάλης αξίας, και μόδα για όσους ήθελαν να έχουν μια "φωτογραφία" του εσωτερικού του σώματός τους χωρίς να υποφιάζονται τις βλαβερές επιδράσεις της ακτινοβολίας, που εμφανίζονται πολύ αργότερα.

Ξεκινώντας από την αντίφαση ανάμεσα στην ανάπτυξη της επιστήμης και την κοινωνική υπευθυνότητα του επιστήμονα, θα γίνει μία προσπάθεια καταγραφής των ζητημάτων που δημιουργούνται από την ανάπτυξη της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας. Δεν υπάρχει βέβαια αμφιβολία ότι η Βιοϊατρική Τεχνολογία δημιουργεί δελεαστικές προοπτικές στους κοινωνικούς τομείς της υγείας, στο ενεργειακό πρόβλημα και στα ζητήματα παρέμβασης στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι ήδη ορατός ένας ποιοτικός μετασχηματισμός στις παραγωγικές δυνατότητες, που εν μέρει οφείλεται στην ανακάλυψη και χρήση νέων πηγών ενέργειας, καθώς και στην εφαρμογή των τελευταίων επιτευγμάτων της βιολογίας. Ταυτόχρονα, είναι η πρώτη φορά που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη έκταση ζωντανοί οργανισμοί στη διαδικασία της παραγωγής, αλλά και ως τελικά προϊόντα. Οι νέες ανακαλύψεις δημιουργούν νέα προβλήματα. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, μεγάλα ηθικά, κοινωνικά και φιλοσοφικά προβλήματα γεννιούνται, τα οποία αποτελούν σοβαρή ένδειξη για τον αυξανόμενο ρόλο που διαδραματίζει η τεχνολογία και οι εφαρμογές της στη Βιοϊατρική, στο σύγχρονο κόσμο.

Ενα άλλο ζήτημα είναι η έλλειψη συντονισμού μεταξύ των διαφόρων συνιστωσών που απαρτίζουν το σύστημα υγείας. Στην περίπτωση μίας απλής πάθησης (π.χ. πονοκέφαλος, μικροτραυματισμός, συνάχι), ο άρρωστος κατά κανόνα αυτενεργεί και, χωρίς να συμβουλευτεί γιατρό, χρησιμοποιεί φάρμακα που από πείρα πιστεύει ότι του κάνουν καλό. Αν όμως, η κατάσταση του είναι σοβαρή, τότε θα αναγκαστεί να ζητήσει ιατρική βοήθεια. Η επίσκεψη στο γιατρό εξασφαλίζει στον άρρωστο πρόσβαση σε έναν αληθινό λαβύρινθο από δευτεροβάθμιες (γιατροί ειδικότητας), τριτοβάθμιες (νοσοκομεία) και τεταρτοβάθμιες (κέντρα αποκατάστασης) υγειονομικές υπηρεσίες. Καθεμία από τις υπηρεσίες αυτές αντιμετωπίζει τον άρρωστο διαφορετικά, με αποτέλεσμα η αποδοτικότητα του συστήματος υγείας, σαν σύνολο, να υποφέρει από πλευράς κόστους, χρόνου, κόπου (ταλαιπωρίας) και αποτελέσματος. Βασικό χαρακτηριστικό είναι η έλλειψη ορθολογιστικής οργάνωσης, χρήσης και διαχείρισης των υγειονομικών μέσων (εγκαταστάσεις, μηχανήματα, προσωπικό), που αυξάνουν το λειτουργικό κόστος και μειώνουν το βαθμό απόδοσης του συστήματος. Ένας πρόσθετος λόγος, που διογκώνει ανησυχητικά το κόστος των υπηρεσιών υγείας, είναι και τα συνεχώς αυξανόμενα κονδύλια που απαιτούνται

για την κατασκευή των εγκαταστάσεων, για την αγορά των μηχανημάτων και για την αμοιβή του προσωπικού. Η κατάσταση αυτή οδήγησε στη δημιουργία εξωτερικών χειρουργικών ιατρείων στις Η.Π.Α., όπου ο ασθενής εισάγεται το πρωί, χειρουργείται το μεσημέρι και φεύγει για το σπίτι του το απόγευμα. Σε σύγκριση με τα κανονικά νοσοκομεία, τα ιατρεία αυτά έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν το 40% των χειρουργικών επεμβάσεων, στο 1/3 του κόστους. Βασική προϋπόθεση είναι οι χειρουργικές επεμβάσεις να μην απαιτούν παρατεταμένη γενική νάρκωση και εκτεταμένη μετεγχειρητική αγωγή, ώστε να αποφεύγεται η εντατική παρακολούθηση και νοσηλεία του ασθενούς, που πολλαπλασιάζουν το λειτουργικό κόστος. Χαρακτηριστικό ακόμα είναι η υπαγωγή της ιατρικής εκπαίδευσης και πρακτικής στην παραδοχή ότι ο νους - πνεύμα (ψυχολογία - software) και το σώμα - ύλη (φυσιολογία - hardware) ανήκουν σε δύο ξεχωριστές λειτουργικές σφαίρες. Επίσης στην παραδοχή ότι κάθε αρρώστια είναι, σε τελική ανάλυση, το αποτέλεσμα φυσικοχημικών διαταραχών, που επηρεάζουν κάποιο συγκεκριμένο οργανικό επίπεδο. Αλλωστε στο Τμήμα μας είναι περισσότερο από αλλού κατανοητή, η εσφαλμένη αυτή διάκριση και ο διαχωρισμός Hardware/Software.

Παρά την αύξηση των δαπανών υγείας, την εισαγωγή νέων θεραπευτικών μεθόδων και την πρόοδο της βιοϊατρικής τεχνολογίας, πάνω από ένα δισεκατομμύριο άτομα σε ολόκληρο τον κόσμο παραμένουν, ακόμα, παγιδευμένα σε ένα φαύλο κύκλο αρρώστιας, υποσιτισμού, φτώχειας και απελπισίας, που εκμηδενίζει την ενεργητικότητά τους για πρόοδο, μειώνει την ικανότητά τους





για εργασία και εξαντλεί τις ελπίδες τους για το μέλλον. Τα άτομα αυτά ζουν κυρίως στην ύπαιθρο αλλά και στις φτωχογειτονιές των πόλεων, στις εξελιγμένες περιοχές του πλανήτη μας, μεγάλο δε μέρος τους στις πόλεις των υποανάπτυκτων περιοχών της γης.

## **Εκπαιδευτικές και Ερευνητικές Δραστηριότητες της Β.Τ. στο Ε.Μ.Π.**

### **Εκπαίδευση**

Από τα μέσα περίπου της 10/ετίας του '80 ξεκίνησε μία προσπάθεια στο Ε.Μ.Π., και κυρίως στο Τμήμα ΗΜ/ΜΥ, με σκοπό την ανάπτυξη της εκπαίδευσης και έρευνας στην περιοχή της Β.Τ. Αρχικά υπήρξε η διδασκαλία προπτυχιακών μαθημάτων σ' αυτό το γνωστικό αντικείμενο. Έτσι στο Τμήμα των Μηχανολόγων Μηχανικών εισήχθη σα μάθημα η "Βιο-ρευστομηχανική" (Επ. Καθηγητής Σ. Τσαγγάρης), ενώ στο Τμήμα ΗΜ/ΜΥ η "Βιοϊατρική Τεχνολογία" (Καθηγητής Ν. Ουζούνου, Επ. Καθηγητής Π. Μπούρκας). Ο αριθμός και το ενδιαφέρον των φοιτητών, η ποιότητα της ερευνητικής και εκπαιδευτικής δραστηριότητας και ένας ικανοποιητικός αριθμός διπλωματικών εργασιών, διδακτορικών διατριβών, υπήρξαν ο πυρήνας για την παραπέρα ώθηση του χώρου αυτού. Πολύ σύντομα το Τμήμα ΗΜ/ΜΥ αγκάλισσε την προσπάθεια αυτή και έτσι, αφενός μεν εισήγαγε το προπτυχιακό μάθημα "Θερμειώδεις αρχές Βιοφυσικής και Ιατρικής Φυσικής", σε συνεργασία με το Γενικό Τμήμα, Τομέας Φυσικής (Επ. Καθηγήτρια Δ. Γιόβα, Λέκτωρ Μ. Μακροπούλου), αφετέρου προκήρυξε και στελέχωσε θέση ΔΕΠ με περιεχόμενο το παραπάνω γνωστικό αντικείμενο (Αν. Καθηγητής Δ. Κουτσούρης). Σήμερα στο Τμήμα ΗΜ/ΜΥ υπάρχει μια συμπαγής, εννοιολογικά και διδακτικά, ροή τεσσάρων μαθημάτων, τα οποία και καλύπτουν βασικές περιοχές της Β.Τ., με άξονα προσέγγισης φυσικά αυτόν του Ηλεκτρολόγου Μηχανικού. Τα μαθήματα αυτά είναι "Αρχές Βιοφυσικής και Ιατρικής Φυσικής" (Γενικό Τμήμα, Τομέας Φυσικής), "Βιοϊατρική Ηλεκτρομηχανική" (Καθηγητής Ν. Ουζούνου, Αν. Καθηγητής Δ. Κουτσούρης), "Ειδικά Θέματα Βιοϊατρικής Τεχνολογίας", (όπου αναπτύσσονται θέματα όπως Υπέρηχοι, Laser, Ιατρική εικόνα, Ηλεκτρομαγνητική Ακτινοβολία και Βιοϊατρική και συμμετέχουν τα μέλη του ΔΕΠ: Ν. Ουζούνου, Δ. Γιόβα, Κ. Χιτζανίδης, Π. Μπούρκας, Μ. Μακροπούλου, οι επιστημονικοί συνεργάτες: Κ. Νικήτα, Δ. Καλύβας, Ε. Βεντούρας και ο συντονισμός γίνεται από τον Δ. Κουτσούρη), "Μελέτη Ειδικών Νοσοκομειακών Εγκαταστάσεων" (Επ. Καθηγητής Π. Μπούρκας, Αν. Καθηγητής Δ. Κουτσούρης).

Συγχρόνως εκπονείται ένας σημαντικός αριθμός εργασιών στα πλαίσια των μαθημάτων, ανεξάρτητων εργασιών καθώς και διπλωματικών, οι οποίες και καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα της περιοχής. Ενδεικτικά θα αναφέρουμε μερικούς τίτλους θεμάτων, όπως "Βιοϊατρική Τεχνολογία και Ηθική", "Τεχνητή Καρδιά", "Αναλυτική διέλευση κυττάρων", "Ηλεκτρονική μέτρηση της ταχύτητας των ερυθρών αιμοσφαιρίων", "Ηλεκτρο-

μηχανικές Ιδιότητες σκελετικού και καρδιακού μυός", "Φασματοσκοπική απεικόνιση Laser", "Χρήση Υπολογιστή στην εργομέτρηση αθλητών", "Βάση δεδομένων Υποψήφιων για Μεταμόσχευση Καρδιάς", "Μέθοδοι θερμομέτρησης κατά την Υπερθερμία", "Βιολογικές επιδράσεις και βλάβες από τους Υπερήχους" κλπ...

Ακόμα, στα πλαίσια των μεταπτυχιακών σπουδών στο Τμήμα ΗΜ/ΜΥ εκπονούνται πάνω από δέκα διδακτορικές διατριβές στο παραπάνω γνωστικό αντικείμενο, ενώ διδάσκεται και μάθημα του μεταπτυχιακού κύκλου με τίτλο "Βιοϊατρική Μηχανική" (Καθηγητής Ν. Ουζούνου, Αν. Καθηγητής Δ. Κουτσούρης).

Παράλληλα αναπτύσσεται συνεργασία του Ε.Μ.Π. με το Τμήμα της Ιατρικής του Πανεπιστημίου Αθηνών για τη δημιουργία Μεταπτυχιακού Προγράμματος επιμόρφωσης με αντικείμενο "Βιοϊατρική Τεχνολογία και Μηχανική". Συγχρόνως, ο χώρος της Β.Τ. του τμήματος ΗΜ/ΜΥ οργανώνει μια σειρά επιμorfωτικών σεμιναρίων σε συνεργασία με το ΕΛΚΕΠΑ, τα οποία είναι: "Βιοϊατρική Τεχνολογία" (απευθύνεται σε Μηχανικούς και Φυσικούς), και "Οι υπέρηχοι στην Ιατρική" (απευθύνεται σε Ιατρούς), τη φετεινή δε χρονιά προβλέπεται συνεργασία με το ΤΕΕ για τη δημιουργία διασυλλογικών σεμιναρίων με θέμα τη Βιοϊατρική Μηχανική. Σημαντική τέλος είναι η συνεισφορά των μελών του ΔΕΠ και επιστημονικών συνεργατών (Καθηγητής Ν. Ουζούνου, Αν. Καθηγητής Δ. Κουτσούρης, Αν. Καθηγητής Α. Σεραφετινίδης, Επισ. Συν. Κ. Νικήτα) στα εκπαιδευτικά ευρωπαϊκά προγράμματα ERASMUS "Βιοϊατρική Τεχνολογία και Ιατρική Φυσική", που γίνεται κάτω από την επίβλεψη του Τμήματος Ιατρικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Πατρών, και "Ιατρική Πληροφορική και Τεχνολογία", που οργανώνεται από τον Τομέα Ιατρικής Πληροφορικής της Ιατρικής Σχολής Αθηνών.

### **Ερευνητικά Προγράμματα**

Παρά την ολιγόχρονη και ολιγομελή, προς το παρόν, παρουσία της ομάδας της Β.Τ., η συμμετοχή σε ερευνητικά και αναπτυξιακά προγράμματα είναι κάτι παραπάνω από επιτυχές. Σε γενικές γραμμές τα προγράμματα αυτά αφορούν τα πιο καιρία προβλήματα της χώρας μας και γενικότερα προβλήματα της Ευρωπαϊκής Βιοϊατρικής Τεχνολογίας. Η συμμετοχή αυτή εκφράζεται μέσω των προγραμμάτων STRIDE, AIM, COMAC - BME, COST, καθώς και διμερών συνεργασιών (Γαλλία), όπως επίσης μέσω προγραμμάτων της ΓΓΕΤ (ΠΑΒΕ, ΠΕΝΕΔ, ΣΥΝ). Τέλος η παρουσία της Β.Τ. είναι σημαντική σε προγράμματα συνεργασίας του τμήματος ΗΜ/ΜΥ με άλλες χώρες, όπως το TEMPUS (π.χ. Πολυτεχνείο Τιράνων), η Science and Technology (Ρουμανία, Βουλγαρία, Ουκρανία, Αρμενία) και την οργάνωση εκπαιδευτικών κύκλων μαθημάτων και ίδρυση εργαστηρίων από κονδύλια της Ε.Ο.Κ. στο γνωστικό αντικείμενο της Β.Τ.

### **Έρευνα**

Οι κύριες περιοχές ερευνητικής δραστηριότητας της Β.Τ. στο Ε.Μ.Π. είναι σήμερα οι εξής:



## Εφαρμογές της Ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Κύριο αντικείμενο είναι η ανάπτυξη μεθόδων και συστημάτων Υπερθερμίας για την αντιμετώπιση ορισμένων μορφών καρκίνου, από την ομάδα Β.Τ. και το εργαστήριο Μικροκυμάτων και Οπτικών Ινών (Καθ. Ν. Ουζούνου, Δρ. Κ. Νικήτα, Υ.Δ. Β. Κουλουσίας) σε συνεργασία με τις Πανεπιστημιακές Κλινικές Ακτινοθεραπείας του Αρεταίου Νοσοκομείου (Καθ. Κ. Παπαβασιλείου), την Πανεπιστημιακή Κλινική, Εργ. Ακτινοθεραπείας του Θεαγένειου Νοσοκομείου Θεσσαλονίκης, το Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο του Duesseldorf και την Α' Προπαιδευτική Χειρουργική του Ιπποκράτειου Νοσοκομείου (Καθ. Β. Γολεμάτης).

Στα πλαίσια αυτά, έχουν αναπτυχθεί και κατασκευαστεί με επιτυχία εξ ολοκλήρου στην Ελλάδα συστήματα υπερθερμίας για επιφανειακούς όγκους, βασιζόμενα στη χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Πρόσφατα άρχισαν να πραγματοποιούνται πειραματικά κλινικά πρωτόκολλα για την αντιμετώπιση όγκων που βρίσκονται σε βάθος μέσα στο ανθρώπινο σώμα, με τη χρησιμοποίηση συστήματος που έχει αναπτυχθεί ειδικά γι' αυτό το σκοπό.

Εδώ θα πρέπει να σημειώσουμε ότι η υπερθερμία είναι μια σχετικά νέα, πολλά υποσχόμενη μέθοδος, συμπληρωματική της ακτινοθεραπείας και της χημειοθεραπείας για κακοήθεις όγκους. Βασίζεται στην αρχή ότι τα καρκινικά κύτταρα έχουν μικρότερη αντοχή σε θερμοκρασία 43 βαθμών Κελσίου σε σύγκριση με τα υγιή κύτταρα. Σκοπός είναι η ανάπτυξη εξελιγμένων συστημάτων που επιτρέπουν την επλεκτική θέρμανση των καρκινικών όγκων μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Θα πρέπει να επισημάνουμε ότι μια σειρά συσκευών υπερθερμίας κατασκευάζονται αυτή τη στιγμή από το εργαστήριο Μικροκυμάτων και Οπτικών Ινών του Ε.Μ.Π. για να χρησιμοποιηθούν σε βάση κλινικής ρουτίνας από νοσηλευτικά ιδρύματα της Ελλάδας, της Γαλλίας και της Γερμανίας μια και υπάρχουν δυσκολίες ανεύρεσης Ελλήνων κατασκευαστών, που να αναλαμβάνουν την παραγωγή αυτών των συστημάτων (βλ. και άρθρο Ν. Ουζούνου στο 1ο τεύχος του **Πυρφόρου**).

## Συστήματα Μέτρησης Βραδέων Εγκεφαλικών Δυναμικών

Μια ακόμα ερευνητική δραστηριότητα είναι η μελέτη και η ανάπτυξη συστημάτων μέτρησης βραδέων εγκεφαλικών δυναμικών από την ομάδα Β.Τ. και τους υποψήφιους διδάκτορες (Ε. Βεντούρας, Μ. Κιτσώνας, Σ. Χατζηγαπάης) σε συνεργασία με το εργαστήριο Ψυχοφυσιολογίας του Αιγινήτειου Νοσοκομείου (Καθ. Κ. Στεφανής). Σκοπός της συνεργασίας είναι η ανάπτυξη πρωτότυπων μεθόδων μέτρησης και επεξεργασίας βραδέων εγκεφαλικών δυναμικών. Οι μέθοδοι αυτοί έχουν προοπτική την καθιέρωση αντικειμενικών μεθόδων διάγνωσης στην ψυχιατρική, σε αντιδιαστολή με τις ως τώρα υπάρχουσες τεχνικές, που βασίζονται κυρίως στην υποκειμενική εκτίμηση του εξεταζομένου από τον ψυχίατρο.

## Επεξεργασία - Ανάλυση Ηλεκτρικών Βιοσημάτων

Η δραστηριότητα αυτή έχει σχέση με την καταγραφή και την επεξεργασία βιολογικών σημάτων. Σ' αυτή την κατεύθυνση έχουμε:

- Ανάλυση και Επεξεργασία σημάτων ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων για διαγνωστικούς σκοπούς από το εργαστήριο επεξεργασίας σημάτων (Καθ. Γ. Καραγιάννης) σε συνεργασία με το Λαϊκό Νοσοκομείο.
- Ανάλυση σημάτων ηλεκτροκαρδιογραφήματος για αυτόματη αναγνώριση παθήσεων της καρδιάς (Καθ. Ε. Σκορδαλάκης).

## Βιοηλεκτροροεστομηχανική

Η μελέτη των ηλεκτρομηχανικών ιδιοτήτων των κυττάρων του αίματος καταλαμβάνει ένα σημαντικό κομμάτι της έρευνας της Β.Τ.. Σήμερα η νέα αντίληψη, η τρίτη άποψη, αν θέλουμε, είναι η μελέτη των ηλεκτρομηχανικών ιδιοτήτων των εμμόρφων συστατικών του αίματος (λευκά και ερυθρά αιμοσφαίρια, αιμοπετάλια) στην προσπάθεια να εξηγηθούν ορισμένες φυσιολογικές καταστάσεις, που έχουν σχέση με τις ζωτικές λειτουργίες του κυκλοφορικού. Η εξέταση αυτών των παραμέτρων έρχεται να προστεθεί στις μέχρι σήμερα γνωστές μεθόδους ελέγχου των καρδιακών και αγγειακών παραμέτρων. Από τη μία λοιπόν πλευρά, η εκτίμηση των ηλεκτρομηχανικών κυτταρικών ιδιοτήτων (όπως το ηλεκτρικό τους φορτίο, η ελαστικότητα της κυτταρικής μεμβράνης και της αιμοσφαιρίνης καθώς και η παραμορφωσιμότητά τους), και από την άλλη η θεώρηση των αλληλεπιδράσεων κυττάρων - αγγείων (σχέση περιέχοντος / περιεχομένου), μας δίνει μια νέα θεώρηση σε διαγνωστικό, θεραπευτικό και ερευνητικό επίπεδο του συνολικού μηχανισμού του καρδιαγγειακού συστήματος, όπου το "αίμα - ο ιδιαίτερος αυτός χυμός", για να θυμηθούμε τα λόγια του Μερκτοφελή στον Φάουστ από το ομώνυμο αριστούργημα του Γκαίτε, διανύει χιλιάδες φορές τα χιλιόμετρα του αγγειακού συστήματος για να επιτελέσει το βασικό φυσιολογικό του ρόλο. Στο εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας (Αν. Καθ. Δ. Κουτσούρης), σημαντικό αποτέλεσμα της έρευνας στο παραπάνω θέμα ήταν η ανάπτυξη και η κατασκευή μίας νέας τεχνολογίας, η οποία αφενός προσομοιώνει το μικροκυκλοφορικό σύστημα και αφετέρου διακρίνει υποηλεκτρομεικρο κυττάρων, αφού αναλύσει μεγάλο αριθμό μεμονωμένων κυττάρων, ως προς τις διαφορετικές φυσικές τους ιδιότητες. Η ανάπτυξη αυτής της τεχνικής συμπληρώθηκε με την εξεύρεση θεωρητικών μοντέλων (συνεργασία με τους Καθ. Ν. Ουζούνου, Επ. Καθ. Σ. Τσαγγάρη, Επ. Καθ. Κ. Χιτζανίδη), και την εφαρμογή αυτών στην κλινική ρουτίνα, σε συνεργασία με το Λαϊκό Νοσοκομείο (αιματολογικό εργαστήριο, Καθ. Δ. Λουκόπουλος, Επ. Καθ. Ι. Μελέτης), το Νοσοκομείο "Ευαγγελισμός" (αιμοδυναμικό εργαστήριο, Επ. Καθ. Ε. Διαμαντόπουλος), το Δημοτικό Νοσοκομείο (ΩΡΛ κλινική), το Ιπποκράτειο Νοσοκομείο (Α' Προπαιδευτική Χειρουργική κλινική, Καθ. Β. Γολεμάτης), το Νοσοκομείο Παιδών (Επ. Καθ. Ε.



Κοσμίδου) και το Εργαστήριο Φυσιολογίας της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών (Καθ. Σ. Σταυρίδης). Οι κλινικές εφαρμογές καλύπτουν θέματα, όπως μεσογειακή αναιμία, παιδική λευχαιμία, λευκά αιμοσφαίρια πριν και μετά από χειρουργικές επεμβάσεις.

### Απεικονιστικές Ιατρικές Τεχνικές

Σήμερα σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση μιάς ασθένειας παίζει η λεπτομερής εξέταση και η ακριβής διάγνωση. Οι ιατρικές απεικονιστικές τεχνικές αποτελούν μία βασική μέθοδο εξέτασης και διάγνωσης και συμβάλλουν στην οργάνωση και παρακολούθηση της θεραπείας. Κάθε απεικονιστική τεχνική έχει μία ιδιαίτερη ικανότητα να παρουσιάζει οπτικά πληροφορίες, σχετικές με την ανατομία ή τη φυσιολογία του εσωτερικού του ανθρώπινου σώματος, αποφεύγοντας τη χειρουργική επέμβαση.

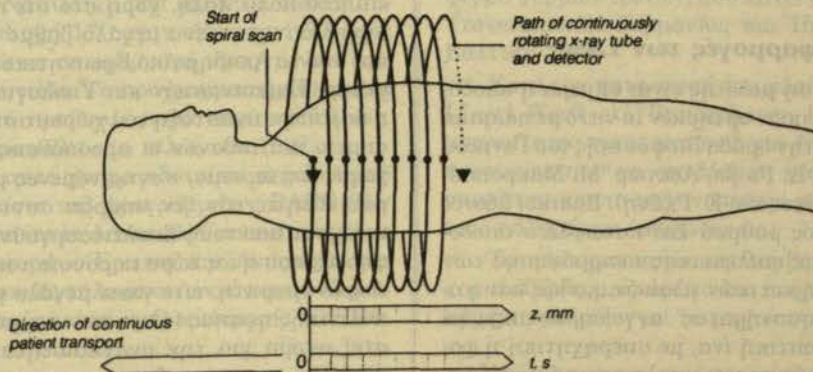
Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1950 οι μόνες χρήσιμες ιατρικές εικόνες διαθέσιμες στους ιατρούς ήταν οι ακτινογραφίες. Τα τελευταία όμως χρόνια έχει παρατηρηθεί μία ραγδαία εξέλιξη στην ιατρική απεικόνιση. Όλες σχεδόν οι ιατρικές κλινικές διαθέτουν μία ή περισσότερες απεικονιστικές συσκευές και το αντίστοιχο εξειδικευμένο προσωπικό. Μερικές απεικονιστικές τεχνικές αναπτύχθηκαν αμέσως μετά την ανακάλυψη της φυσικής αρχής τους (π.χ. ακτινογραφίες με Ακτίνες X), ενώ άλλες είχαν προβλεφτεί πολλά χρόνια πριν την υλοποίησή τους (π.χ. Υπολογιστική Τομογραφία) λόγω της σχετικά βραδύτερης εξέλιξης της τεχνικής υφοδομής. Μερικές τεχνικές οφείλουν την ταχεία ανάπτυξή τους στην παράλληλη έρευνα του στρατού (π.χ. υπέρηχοι), της τεχνολογίας πυρηνικών αντιδραστήρων (π.χ. πυρηνική ιατρική) και της πυρηνικής φυσικής (π.χ. ανιχνευτές φωτονίων).

Οι απεικονιστικές μέθοδοι βασίζονται σε διαφορετικές φυσικές αλληλεπιδράσεις διαφόρων μορφών ενέργειας με τους βιολογικούς ιστούς. Κατ'αυτόν τον τρόπο παρέχουν μετρήσεις διαφορετικών φυσικών ιδιοτήτων των βιολογικών ιστών. Ιστοί που είναι όμοιοι ως προς μια φυσική ιδιότητα μπορεί να είναι ανάμοιοι ως προς μία άλλη, με αποτέλεσμα την ανάγκη ύπαρξης διαφο-

ρετικών απεικονιστικών τεχνικών, οι οποίες είναι συνήθως συμπληρωματικές. Οι απεικονιστικές μέθοδοι, που κυρίως χρησιμοποιούνται είναι: η απεικόνιση με Ακτίνες X, η Υπολογιστική Τομογραφία με Ακτίνες X, η απεικόνιση με Ακτίνες γ, η Υπολογιστική Τομογραφία Εκπομπής (εκπομπή φωτονίου - SPECT, εκπομπή ποζιτρονίου - PET), η απεικόνιση με μαγνητικό πυρηνικό συντονισμό (NMR) και η απεικόνιση με υπέρηχους.

Οι εικόνες (ακτινογραφίες), που παίρνουμε με τις Ακτίνες X, είναι οι προβολές της κατανομής των ιδιοτήτων απορρόφησης Ακτίνων X από το σώμα του ασθενούς. Η πληροφορία στις εικόνες υπέρηχων προέρχεται από τις διαφορετικές ακουστικές ιδιότητες των ιστών. Οι απεικονίσεις με NMR παρέχουν πληροφορίες σχετικές με την πυκνότητα πρωτονίων στους ιστούς. Οι παραπάνω μέθοδοι παρέχουν μορφολογικές πληροφορίες κατά τρόπο μάλλον συμπληρωματικό παρά ανταγωνιστικό. Αντίθετα οι απεικονίσεις της πυρηνικής ιατρικής δείχνουν τη λειτουργία οργάνων του σώματος. Τα ραδιοϊσότοπα, που εισάγονται στον οργανισμό του ασθενούς με κατάλληλες μεθόδους, εκπέμπουν ακτίνες γ, οι οποίες ανιχνεύονται εξωτερικά. Μ'αυτόν τον τρόπο απεικονίζεται η κατανομή των ραδιοισοτόπων στον οργανισμό, η οποία παρέχει την πληροφορία κανονικής ή παθολογικής λειτουργίας των διαφόρων οργάνων. Όλες οι παραπάνω απεικονιστικές μέθοδοι δείχνουν την μακροσκοπική κατασκευή των διαφόρων ιστών και η διακριτότητα του 1 mm θεωρείται ικανοποιητική. Απεικονιστικές τεχνικές σε μικροσκοπικό επίπεδο (π.χ. κύτταρα) ευρίσκονται υπό έρευνα.

Στα πλαίσια αυτά, η ομάδα Β.Τ. στο Ε.Μ.Π. ερευνά μεθόδους τομογραφικής απεικόνισης του εσωτερικού των βιολογικών οργανισμών με χρήση μη ιονίζουσας ακτινοβολίας (υπέρηχοι, μικροκύματα, μαγνητικός πυρηνικός συντονισμός). Στα θεωρητικά αντικείμενα της ομάδας να αναφέρουμε και την μελέτη της αντίστροφης σκεδασης που αποτελεί ένα από τα θεμελιώδη προβλήματα των απεικονιστικών τεχνικών. Ακόμη θα αναφέρουμε την ανάπτυξη απλών πηγών ακτινοβολίας X με ηλεκτρικές εκκενώσεις από ή πλησίον διηλεκτρικών (Επ. Καθ. Π. Μπούρκας, Λεκτ. Κ. Δερβός, Λεκτ. Π.



Αρχή αξονικού τομογράφου.



Φράγκος και Καθ. Κ. Καγκαρακής). Η μελέτη αυτή αποβλέπει στην εξέταση φαινομένων ακτινοβολίας, όταν συμβαίνει ηλεκτρική εκκένωση πάνω σε διηλεκτρικά υλικά, και εξετάζεται η δυνατότητα αξιοποίησης αυτής της τεχνικής για κατασκευή απλών και φθηνών ακτινοσκοπικών συστημάτων.

## Μη Γραμμικά Βιολογικά Δυναμικά Συστήματα

Τα τελευταία χρόνια, για την κατανόηση των μηχανισμών που διέπουν τους φυσιολογικούς ρυθμούς, αναπτύσσεται μια νέα επιστημονική θεώρηση. Τα υπό μελέτη βιολογικά συστήματα (αιμοσφαίρια-αγγεία, καρδιά-κυκλοφορικό σύστημα, εγκέφαλος-νευρικό σύστημα, ροή αίματος-απορρόφηση φαρμακευτικών ουσιών κ.α.) εξετάζονται και από τη δυναμική τους σκοπιά, δηλαδή σαν συστήματα χρονοεξαρτημένα. Η πολυπλοκότητα των συστημάτων αυτών έγκειται όχι τόσο στον αριθμό των παραμέτρων που απαιτούνται για την ποσοτική περιγραφή τους στα πλαίσια ενός μοντέλου με δυνατότητα πρόβλεψης, αλλά κύρια στην έντονη σύζευξη μεταξύ των παραμέτρων περιγραφής τους. Η σύζευξη αυτή είναι ουσιαστικά η αιτία της λεγόμενης μη γραμμικής συμπεριφοράς των βιολογικών συστημάτων, η οποία εκδηλώνεται με όλο αυτό τον πλούτο μορφών, ρυθμών και συμπεριφορών, που αυτά παρουσιάζουν. Όσον αφορά τις μορφές, προσπάθεια καταβάλλεται για την κατανόηση της λειτουργικής συμπεριφοράς των πολυσχιδών (fractal) μορφών, όπως αυτές παρουσιάζονται στους πνεύμονες, τη μήτρα κ.α. Οι ρυθμοί επίσης παρουσιάζουν τεράστιο ενδιαφέρον, δεδομένου ότι με τη βοήθεια της δυναμικής των μη γραμμικών ταλαντώσεων μπορούν και να προβλεφθούν αλλά και να ελεγχθούν με κατάλληλη προσαρμογή μέρους των παραμέτρων περιγραφής του μοντέλου-βιολογικού συστήματος. Η ύπαρξη ταλάντωσης περιορισμένου πλάτους (π.χ. ταλάντωση μυοκαρδίου), αδιακρίτως διεγερουσής αιτίας, με σύγχρονη προσαρμογή της συχνότητας είναι ζωτικής σημασίας για την αντοχή της καρδιάς. Το ίδιο σημαντικός είναι και ο φαρμακευτικός έλεγχος της συχνότητας και του πλάτους των μυικών συσπάσεων σε παθολογικές καταστάσεις (δυσμηγόρροια) (Αν. Καθ. Δ. Κουτσούρης, Επ. Καθ. Κ. Χιτζανίδης).

## Ανάπτυξη και Εφαρμογές των Laser

Κύρια κατεύθυνση μελέτης είναι σήμερα η αποδόμηση αθηροσκληρωτικών αρτηριών in vitro με παλμικά Laser CO<sub>2</sub> ή HF, από την ομάδα Βιοφυσικής του Γενικού Τμήματος (Επ. Καθ. Δ. Γιόβα, Λέκτωρ. Μ. Μακροπούλου, Υ.Δ. Γ. Σταματάκος και Ε. Γκόνη). Βασικοί άξονες είναι ο προσδιορισμός ρυθμού και κατωφλίου αποδόμησης, ο έλεγχος της επιλεκτικής απορρόφησης των διαφόρων αθηροσκληρωτικών πλακών, καθώς και η ανάπτυξη "ευφούς συστήματος" αγγειοπλαστικής με Laser CO<sub>2</sub> ή HF με οπτική ίνα, με υπερηχητική ή φασματογραφική απεικόνιση και υπολογιστική μονάδα ελέγχου για την αποφυγή του κινδύνου διάτρησης της αρτηρίας κατά τη διάρκεια της θεραπείας.

## Πληροφορική και Ιατρική

Η ανάπτυξη συστημάτων πληροφορικής για τη διαχείριση δεδομένων και πληροφοριών ιατρικού περιεχομένου αποσκοπεί να δώσει λύσεις σε προβλήματα δυσλειτουργίας του χώρου της Υγείας, ώστε τελικά ένα "Ιατρικό Σύστημα" να μπορεί να ανταποκρίνεται με ευλυγισία, ταχύτητα και αξιοπιστία στις νέες διαμορφούμενες τεχνολογικές συνθήκες. Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε ότι είναι απαραίτητη η εξειδίκευση τέτοιων Λογισμικών πακέτων, καθώς αυτά απευθύνονται σε "ε-τερογενείς" χρήστες, όπως ιατρικό και νοσηλευτικό προσωπικό κλινικών, κλινικών εργαστηρίων ή προσωπικό φαρμακείου, διαιτολογικού τμήματος ή προσωπικό λογιστηρίου, γραφείου κίνησης, γραφείου νοσηλίων κ.λ.π.. Ηδη, στον Ευαγγελισμό σε συνεργασία με το Ε.Μ.Π. αναπτύσσεται σύστημα αυτοματοποίησης του βιοχημικού, αιματολογικού και μικροβιολογικού εργαστηρίου, με στόχο τη σύνδεση και απευθείας μεταφορά των διαφόρων αιματολογικών αποτελεσμάτων από τους αναλυτές στις βάσεις δεδομένων των Η/Υ, τη γρήγορη ομαδοποίηση των στοιχείων της βάσης δεδομένων, για την ταχεία και άμεση απόδοση των αποτελεσμάτων, τη συσχέτιση αυτών των αποτελεσμάτων και τη διενέργεια ποιοτικού ελέγχου των αναλυτών σε καθημερινή βάση. Επίσης αναπτύσσεται ένα σύστημα διαχείρισης και ελέγχου της κίνησης των φαρμάκων στο Νοσοκομείο αυτό (πιλοτικό πρόγραμμα σε Πανελλαδική κλίμακα), καθώς και η μηχανογράφηση της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας του ίδιου Νοσοκομείου (Καθ. Χ. Ρούσσοσ). Να αναφέρουμε ακόμα την ανάπτυξη συστήματος διαχείρισης και ελέγχου των φιαλών αίματος κέντρου αιμοδοσίας, που εφαρμόζεται πιλοτικά στο Ιπποκράτειο Νοσοκομείο.

## Αντί Επιλόγου

Όλα τα παραπάνω στοιχεία ίσως δίνουν μια πρώτη απάντηση στο ερώτημα, γιατί Βιοϊατρική Τεχνολογία στο Ε.Μ.Π. και γιατί είναι αναγκαία μια παραπέρα ανάπτυξη. Να σημειώσουμε εδώ ότι σε αυτό τον ευαίσθητο χώρο η θέση του Ιδρύματός μας είναι σε εθνικό επίπεδο πολύ καλή, χάρη στο ότι η προσπάθεια αυτή αγκαλιάστηκε σ'ένα μεγάλο βαθμό και από το Ίδρυμα και από το Ακαδημαϊκό Ερευνητικό Ινστιτούτο Συστημάτων Επικοινωνιών και Υπολογιστών. Παρά ταύτα, η παραπέρα ανάπτυξη του χώρου αυτού είναι σε κρίσιμο σημείο και πιθανόν οι προσπάθειες αυτές να μείνουν χωρίς αντίκρισμα, συγκρινόμενες με τη διεθνή πραγματικότητα, εάν δεν υπάρξει συντονισμός και άμεση ενίσχυση από τους "δυσλειτουργούντες" ήδη κρατικούς φορείς, που η ως τώρα παρουσία τους είναι διστακτική έως ανύπαρκτη, είτε γιατί μεγάλο μέρος της εκάστοτε πολιτικής ηγεσίας (όλων των κομμάτων), δεν έχει πειστεί ακόμα για την αναγκαιότητα μεταφοράς τεχνολογίας και ανάπτυξης έρευνας στο χώρο της Υγείας, ή γιατί αναλώνεται στην προσπάθεια να επιβληθεί άμεσα ή έμμεσα στα Α.Ε.Ι.