

ΒΙΟΦΥΣΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΗ- Ανάπτυξη και δραστηριότητες στο Ε.Μ.Π.

της Διδώς Γιόβα*

1. ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ανάπτυξη της επιστήμης συμβάλλει στην επίτευξη δύο πολύ σημαντικών στόχων της ανθρωπότητας που αφορούν την κατανόηση και την δυνατότητα ελέγχου της φύσης.

Ο εικοστός αιώνας φαίνεται ότι αποτελεί ένα μοναδικό και ιδιαίτερα σημαντικό στάδιο της αλληλεπίδρασης μας με το φυσικό περιβάλλον, γιατί περνάμε από την περιγραφή και διατύπωση νόμων για την φύση, στη δυνατότητα συνειδητού ελέγχου και σχεδιασμού της.

Για να φτάσουμε στο στάδιο αυτό, συνεισέφεραν τα σημαντικά επιτεύγματα των Φυσικών Επιστημών και τα άλματα που σημειώθηκαν στη Βιολογία, ιδιαίτερα μετά το δεύτερο μισό του αιώνα μας. Οι στενοί δεσμοί μεταξύ Βιολογίας και Φυσικής αναδείχθηκαν αρκετά νωρίς, όταν ο Καρτέσιος διατύπωνε την άποψη ότι όλες οι επιστήμες συνδέονται «όπως οι κρίκοι μιάς αλυσίδας».

Αργότερα οι Φυσικές Επιστήμες διαιρέθηκαν σε Φυσική, Χημεία και Βιολογία, έως ότου σήμερα πλέον στις περισσότερες προηγμένες χώρες, η διδακτορική διατριβή περιγράφεται ως εργασία «στην Φιλοσοφία», χωρίς να γίνεται αναφορά σε συγκεκριμένο κλάδο των Φυσικών Επιστημών.

2. ΒΙΟΦΥΣΙΚΗ: Η ΓΕΝΝΗΣΗ ΜΙΑΣ ΝΕΑΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Η ανάπτυξη της Βιοφυσικής Επιστήμης βασίστηκε κατά μεγάλο μέρος στην αναγκαιότητα εφαρμογής εννοιών από την Φυσική, στην επίλυση προβλημάτων που αφορούν βιολογικά συστήματα.

Οι δύο κύριες συνιστώσες της ανάπτυξης της Βιοφυσικής ήταν αφενός η δημιουργία της σύγχρονης Φυσικής θεωρίας και αφετέρου η εξέλιξη της Βιολογίας σε ακριβή και υπολογιστική Επιστήμη. Σχεδόν ταυτόχρονα με την ανακάλυψη της διπλής έλικας του DNA το 1953, από τους Watson και Crick, ο Bohr στο άρθρο του «Physical Science and the Problem of Life» διατύπωνε την αναγκαιότητα εφαρμογής των Φυσικών και Χημικών νόμων στην Βιολογία.

Με δεδομένο ότι τα Βιολογικά φαινόμενα δημιουργούνται από ασθενείς - μακρό και - μικροαλληλεπιδράσεις, έγινε δυνατόν να περιγράφονται με σχετική ακρί-

βεια μόνο με τη γλώσσα της Κβαντομηχανικής. Ας μην λησμονούμε τις σημαντικές διαφορές των πολύπλοκων βιολογικών συστημάτων σε σύγκριση με την ανόργανη ύλη, τις μοναδικές ιδιότητες των εμβίων όντων, δηλ. την αναπαραγωγή και προσαρμογή στο μεταβαλλόμενο περιβάλλον, καθώς και τον αναγκαίο συντονισμό απείρων διεργασιών, τόσο σε μοριακό όσο και σε επίπεδο οργανισμού, έτσι ώστε να εξασφαλίζονται οι όροι επιβίωσης.

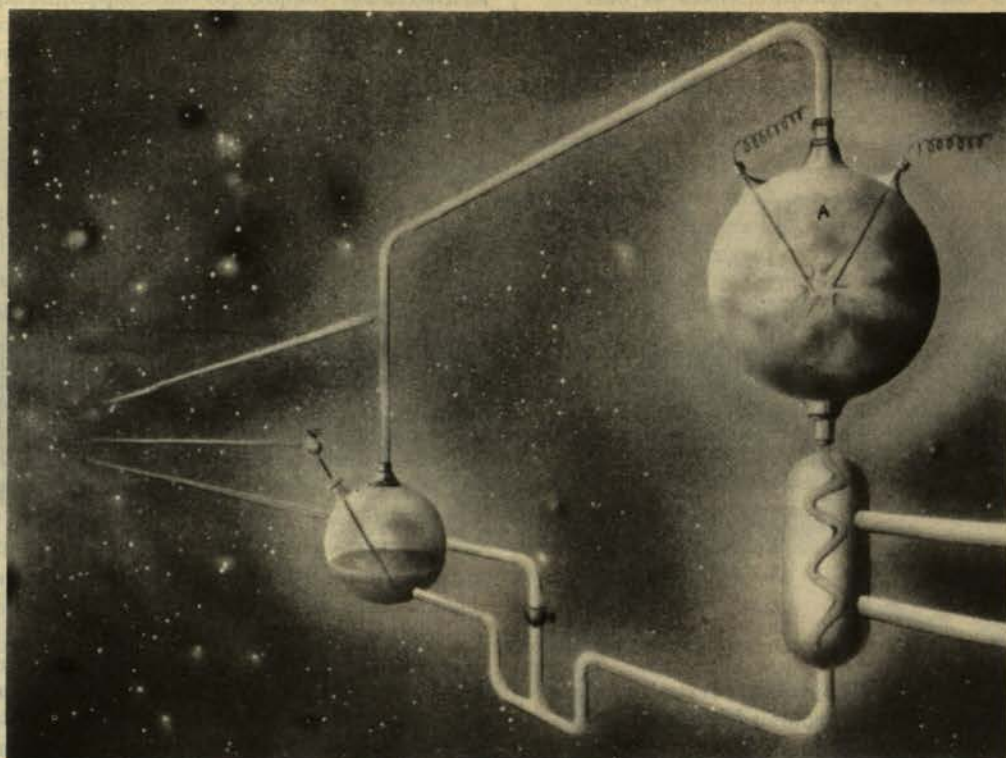
Με τη βοήθεια της Κβαντομηχανικής άνοιξε ο δρόμος για την περιγραφή των ιδιοτήτων ατόμων και μορίων, των αλληλεπιδράσεών τους και των επιδράσεων με τα βιολογικά συστήματα των ηλεκτρομαγνητικών πεδίων. Αλλά και η αναγκαία τεχνολογία για την βιολογική έρευνα προήλθε από τον χώρο της Φυσικής, όπως το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, τα φασματοσκόπια Raman, Φθορισμού και NMR, χρήση ισοτόπων και στοιχείων - ανιχνευτών, η κρυσταλλογραφία, τα lasers.

Το 1973, σημειώθηκε και η ρήξη στην περιοχή της βιολογικής θεωρίας και πράξης, με τη γέννηση της νέας επαναστατικής τεχνικής της γενετικής μηχανικής, που προέκυψε ως άμεσο αποτέλεσμα της προόδου της Μοριακής Βιολογίας. Η Βιολογία, από επιστήμη «στοχαστική» εξελίσσεται σε επιστήμη παρεμβατική, και η κοινή γνώμη για πρώτη φορά αφυπνίζεται και αντιλαμβάνεται ότι η επιστήμη της ζωής υπάρχει και προκαλεί συγκινήσεις αντίστοιχες με αυτές της Πυρηνικής Φυσικής. Η επιστημονική κοινότητα παραταύτα, παρουσίασε μια μικρή καθυστέρηση στην αναγνώριση της αναγκαιότητας για «ενοποίηση» των δυο Επιστημών.

Σήμερα κανείς δεν αμφισβητεί ότι οι νόμοι της Φυσικής και Χημείας μπορούν να εφαρμοστούν στη διερεύνηση των βιολογικών φαινομένων. Ορίζεται επομένως η Βιοφυσική ως: «η Φυσική των φαινομένων της ζωής σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης, από το μοριακό και κυτταρικό έως το επίπεδο της βίωσης». Για την διερεύνηση των φαινομένων αυτών χρησιμοποιούνται οι θεωρητικές μέθοδοι και τεχνικές της Φυσικής».

Επειδή άλλωστε ο βαθμός συνθετότητας ακόμα και των απλούστερων μορφών ζωής, είναι ανώτερης και διαφορετικής τάξης από εκείνον με τον οποίο ασχολείται η Φυσική και η Χημεία, δημιουργείται η ανάγκη να αναπτυχθούν ακόμα πιο εκλεπτυσμένες μέθοδοι, και

(*) Η Δ. Γιόβα είναι επίκουρη καθηγήτρια στον Τομέα Φυσικής του Γενικού Τμήματος του Ε.Μ.Π.



Το αιώνιο ερώτημα για την προέλευση της ζωής, θα βρει την λύση του με την ανάπτυξη της Βιοφυσικής;

αυτό αποτελεί κινητήρια δύναμη για την επιστημονική σκέψη.

Τα αντικείμενα μελέτης της σύγχρονης Βιοφυσικής περιλαμβάνουν τη διερεύνηση της δομής μοριακών και υπερμοριακών βιολογικά ενεργών δομών και των αλληλεπιδράσεών τους, τη μελέτη επιδράσεων ιονίζουσας και μη - ιονίζουσας (μικροκυμάτων, υπερήχων και lasers) ακτινοβολίας με βιολογικά συστήματα. Τη λειτουργία της μεμβράνης, όπως βιοενεργητικές διεργασίες, φαινόμενα μεταφοράς, μετάδοση σήματος, ιοντικά κανάλια και μηχανισμούς μετάδοσης νευρικού παλμού. Την φυσική περιγραφή φυσιολογίας της όρασης και ακοής. Τους κλάδους της Βιορεολογίας και Μηχανικής των Βιολογικών Ρευστών, για να αναφερθούν μόνον ορισμένα.

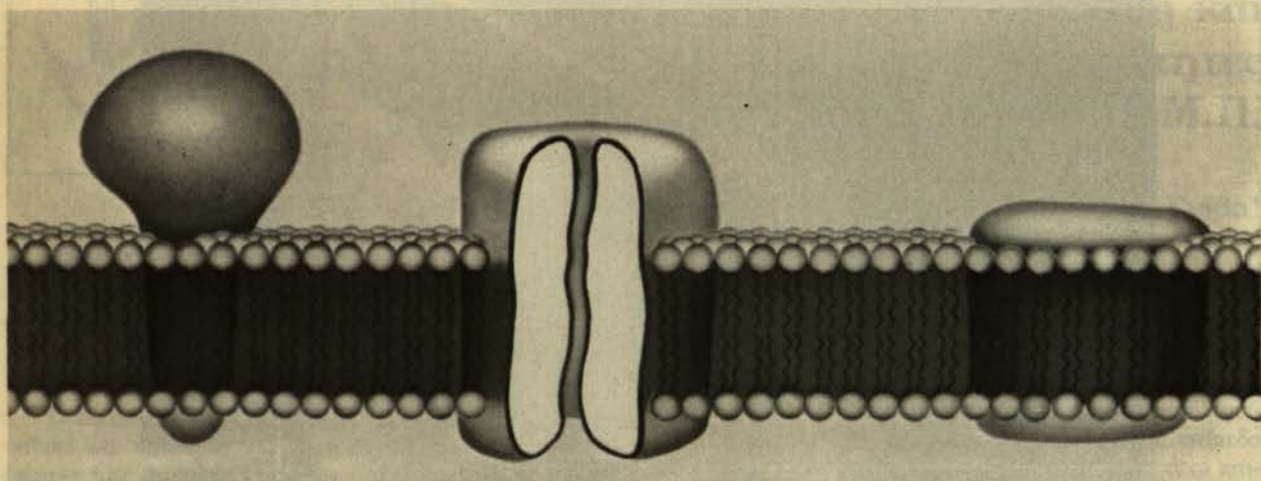
Αλλά ας δούμε και την αντίστροφη διαδικασία, πώς η Φυσική και η Βιολογία αναπτύσσονται δια μέσου της Βιοφυσικής. Πρωτοποριακές τεχνικές αναπτύσσονται, για να ανταποκριθούν στη μελέτη των πολύπλοκων βιολογικών συστημάτων. Η μελέτη της μετάδοσης σήματος δια μέσου της μεμβράνης συμπεριλαμβανομένων των ιοντικών καναλιών, απαιτεί ακόμα πιο προχωρημένες θεωρίες επεξεργασίας. Η Βιοφυσική έρευνα των ζώντων οργανισμών οδηγεί σε μεταβολικές μελέτες και διαγνωστικές μεθόδους απεικόνισης (NMR, φθορισμού), η πολυπλοκότητα των ιστών οδηγεί σε ανάπτυξη χασοτικών μοντέλων.

3. Η ΒΙΟΦΥΣΙΚΗ ΣΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

α. Σύντομη αναδρομή στην ανάπτυξη της Βιοφυσικής στο ΕΜΠ.

Οιαδήποτε αναδρομή βασίζεται αφενός στην προσωπική εμπειρία και αφετέρου στα αντικειμενικά γεγονότα. Άρα είναι και περιορισμένη στο βαθμό που τόσο η εμπειρία, όσο και η περιγραφή των γεγονότων είναι ελλιπή.

Είχα την εξαιρετική εύνοια της τύχης, να βιώσω ορισμένα από τα γεγονότα αυτά, όταν ο αείμνηστος Πρύτανης και Καθηγητής του Ε.Μ.Π. Γεώργιος Βουδούρης με ετίμησε με την εμπιστοσύνη του να συνεργαστούμε για την υλοποίηση ενός οράματός του, «Την ανάπτυξη της Βιοφυσικής στο Πολυτεχνείο», που έμελλε να γίνει και δικό μου όραμα, το πρώτο μισό της δεκαετίας του '80. Ο Τομέας Φυσικής υιοθέτησε αμέσως τη νέα δραστηριότητα. Σχεδόν ταυτόχρονα, από τα μέσα της ίδιας δεκαετίας ξεκίνησε μια προσπάθεια στο τμήμα ΗΜ/ΜΥ με πρωτοβουλία του Καθηγητή Ν. Ουζούνογλου και του Επ. Καθηγητή Π. Μπούρκα, στην κατεύθυνση ανάπτυξης της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας (Bioengineering). Βρισκόμαστε ακόμα στην εποχή που η ανάπτυξη διατμηματικών και διεπιστημονικών συνεργασιών, όχι μόνο δεν θεωρείται αναγκαία, αλλά αντιμετωπίζεται και με σχετική καχυποψία όσον αφορά την «καθαρότητα» των γνωστικών αντικειμένων. Στο Πο-



Μοντέλο μεμβράνης, το οποίο αποτελείται από μία φωσφολιπιδική διπλοστιβάδα με τις πρωτεΐνες να βοθίζονται μέσα σε αυτή.

λυτεχνείο η ανάπτυξη της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας και της Βιοφυσικής, ακολουθεί περίπου παράλληλους δρόμους, όπως έγινε και διεθνώς. Ας αναφέρουμε τις Ηνωμένες Πολιτείες σαράντα περίπου χρόνια πριν, όταν σχεδόν παράλληλα ξεκίνησαν οι εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες στις δυο κατευθύνσεις, με τη Βιοφυσική να προηγείται στη βασική έρευνα και την ΒΤ να δίνει απαντήσεις στις άμεσες εφαρμογές στον χώρο της υγείας. Με το ξεκίνημα της δεκαετίας του 90, άλλη μια βιοφυσικός, η Μ. Μακροπούλου, έρχεται ως λέκτορας στον Τομέα Φυσικής με προοπτικές να ενισχυθεί η ανάπτυξη μίας νέας δραστηριότητας «Βιοφυσικών και Βιοϊατρικών Εφαρμογών των lasers», που γεννήθηκε από τη συνεργασία της Βιοφυσικής με την ομάδα «Ανάπτυξης των Lasers και Εφαρμογών». Περίπου την ίδια εποχή, το Τμήμα ΗΜ/ΜΥ, διαβλέποντας και αναγνωρίζοντας τις δυνατότητες και προοπτικές ανάπτυξης της ΒΤ, εκλέγει σε θέση αναπληρωτή καθηγητή, στο ίδιο γνωστικό αντικείμενο τον Δ. Κουτσούρη.

Η συνεργασία μεταξύ της Βιοφυσικής του Γ.Τ και του χώρου της ΒΤ του Τμήματος ΗΜ/ΜΥ ξεκινά με ενθουσιασμό και πλαισιώνεται από μεγάλο αριθμό σπουδαστών και υποψηφίων διδασκτόρων. Η Βιοφυσική, το ίδιο χρονικό διάστημα αναπτύσσει και άλλες συνεργασίες τόσο στο ΕΜΠ, όσο και με Ερευνητικά Ινστιτούτα και Πανεπιστήμια εντός και εκτός Ελλάδας. Αναλυτικά θα περιγραφούν οι συνεργασίες στις εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες της Βιοφυσικής.

4. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Κατά το δεύτερο μισό της δεκαετίας του '80, η Βιοφυσική αρχίζει να πλαισιώνεται από μεγάλο αριθμό σπουδαστών κυρίως του Τμήματος ΗΜ/ΜΥ, οι οποίοι

εκπονούν τη διπλωματική τους εργασία. Αναφέρονται ενδεικτικά ορισμένες θεματικές περιοχές: «Επιδράσεις μη - ιονίζουσας ακτινοβολίας με βιολογικά συστήματα», «Μελέτες διαπερατότητας μεμβρανών», «Δηλεκτρικές μελέτες ιστών σε μικροκυματικές συχνότητες», σε συνεργασία με τους συναδέλφους Κ. Στεφανή, Επικ. Καθηγητή, Α. Σεραφετινίδη, Αναπ. Καθηγητή του Τομέα Φυσικής και τον καθηγητή Ν. Ουζούνογλου από το τμήμα ΗΜ/ΜΥ. Οι προσπάθειες εισαγωγής προπτυχιακού μαθήματος Βιοφυσικής, ενισχύονται από τον Τομέα Φυσικής, αλλά μόνο το 1991 υλοποιούνται, όταν το Τμήμα ΗΜ/ΜΥ υιοθετεί το μάθημα «Θεμελιώδεις Αρχές Βιοφυσικής και Ιατρικής Φυσικής» με διδάσκοντες τη Δ. Γιόβα, επ. καθηγήτρια, και τη Μ. Μακροπούλου, λέκτορα. Την αμέσως επόμενη χρονιά, το ίδιο Τμήμα θεσμοθετεί την «ροή» τεσσάρων μαθημάτων στην κατεύθυνση της Β.Τ. Η Βιοφυσική συνεισφέρει εκτός από το προαναφερόμενο μάθημα του έκτου εξαμήνου, στο μάθημα του όγδοου εξαμήνου «Ειδικά Θέματα Βιοϊατρικής Τεχνολογίας», σε διπλωματικές εργασίες και σε εργασίες που γίνονται στα πλαίσια των μαθημάτων.

Τη φετινή χρονιά ξεκίνησε κοινή προσπάθεια οργάνωσης εκπαιδευτικών εργαστηρίων στην κατεύθυνση της «Βιοφυσικής και Βιοϊατρικής Τεχνολογίας», με συνεργασία των Ν. Ουζούνογλου, Δ. Κουτσούρη, Π. Μπούρκα, Δ. Γιόβα, Μ. Μακροπούλου.

Αυτή τη στιγμή εκπονούνται τέσσερα διδακτορικά στην Βιοφυσική, τα οποία καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα γνωστικών περιοχών, με την συνεργασία των συναδέλφων Α. Σεραφετινίδη, Ε. Λιαροκάκη, Ν. Ουζούνογλου, Δ. Κουτσούρη, του ερευνητή δρ. Σ.Λουκά, από το Ινστιτούτο Βιολογίας του Δημοκρίτου και το εργαστήριο Wellman, του Πανεπιστημίου Harvard. Ο χώρος της Βιοφυσικής του Γ.Τ συμμετέχει επί πλέον ενεργά

Η Βιοφυσική συνεργάζεται με τον καθηγητή Ν. Ουζούνου και του Αν. Καθηγητή Δ. Κουτσούρη του τμήματος ΗΜ/ΜΥ, στην περιοχή μάλιστα αυτή εκπονεί το διδακτορικό του ο Γ. Σταματάκος, Μ. Sc.

γ) Αγγειοπλαστική με Lasers, in vitro μελέτες θεραπείας αθηροσκληρωτικών αρτηριών

Η χρήση των lasers σε χειρουργικές επεμβάσεις του καρδιαγγειακού συστήματος, έμελε να είναι τόσο επαγγελματική που ίσως οι εφαρμογές προέτρεξαν από την επίλυση σημαντικών προβλημάτων, όπως είναι η διάτρηση της αρτηρίας εάν το απεικονιστικό σύστημα δεν είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο, ή μη επιθυμητές θερμικές καταστροφές από την χρησιμοποίηση lasers συνεχούς ακτινοβολίας, τον πρώτο καιρό. Σήμερα είναι κοινά αποδεκτές τρεις αναγκαίες για την επιτυχή κλινική εφαρμογή: Το laser να είναι παλμικό, να είναι δυνατόν δια μέσου οπτικής ίνας να μεταδίδεται η φωτεινή ενέργεια στην αρτηρία και να υπάρχει ταυτόχρονη και ακριβής απεικόνιση. Στην έρευνα αυτή, μελετώνται οι δυνατότητες χρησιμοποίησης lasers υπερύθρου στην καρδιοχειρουργική, δηλ. κατά πόσο αποδομείται η αθηροσκληρωτική πλάκα χωρίς θερμική καταστροφή του υγιούς ιστού. Οι μελέτες γίνονται in vitro, με συνεργασία της Βιοφυσικής και της ομάδας Ανάπτυξης των Lasers του ΕΜΠ με το Εργαστήριο Παθολογικής Ανατομίας της Ιατρικής Σχολής Αθηνών.

3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ

Μελέτες Φθορισμού Υγιών και Αθηροσκληρωτικών Αρτηριών.

Η έρευνα αυτή διεξάγεται σε άμεση συνεργασία με τον δρ. Σ. Λουκά του Ινστιτούτου Βιολογίας του Δημοκρίτου και το Εργαστήριο Παθολογικής Ανατομίας της Ιατρικής Σχολής Αθηνών.

Σκοπός της είναι να αναπτυχθεί μία μέθοδος, η οποία θα βασίζεται στη φασματοσκοπία φθορισμού, διαγνωστικών αλγορίθμων για την παθολογία αρτηριών με μακροπρόθεσμο στόχο την κλινική εφαρμογή της. Η επιλογή της φασματοσκοπίας φθορισμού έγινε, πρώτον γιατί οι βιοχημικές αλλοιώσεις της αθηροσκληρωτικής αρτηρίας διαφέρουν ως προς τον φθορισμό υγιών αρτηριών, και δεύτερον, επειδή η μέθοδος είναι ευαίσθητη, μη - καταστρεπτική και με μελλοντικές δυνατότητες ανάπτυξης in vitro συστήματος (δρ. Σ. Λουκάς, Δ. Γιόβα επ. καθ., Ε. Αγαπητός, επ. καθ., Ν. Καββατζάς, ιατρός, Ε. Γκόννη, ΕΜΥ). Απώτερος στόχος είναι η ανάπτυξη ενδοκαθετηριακής διάταξης, η οποία θα παρέχει δυνατότητες ταυτόχρονης απεικόνισης των αρτηριών (μέθοδος Επαγόμενου Φθορισμού με Lasers) και χειρουργικής επέμβασης, έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος διάτρησης των αρτηριών.

Αυτό θα γίνει σε άμεση συνεργασία της Βιοφυσικής με το χώρο ΒΤ του Τμήματος ΗΜ/ΜΥ (καθηγητή Ν.

Ουζούνου, αν. καθ. Δ. Κουτσούρη), του εργαστηρίου Παθολογικής Ανατομίας (Ε. Αγαπητός, Ν. Καββατζάς) και της ομάδας «Ανάπτυξης των Lasers και Εφαρμογών» του Τομέα Φυσικής. Στην περιοχή αυτή εκπονεί το διδακτορικό της η Ε. Γκόννη, Μ. Sc.

4. ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ ΩΣΤΙΚΩΝ ΚΥΜΑΤΩΝ (ΥΠΕΡΗΧΗΤΙΚΩΝ ΚΑΙ LASERS) ΜΕ ΤΑ ΕΡΥΘΡΑ ΑΙΜΟΣΦΑΙΡΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΚΥΤΤΑΡΙΚΕΣ ΜΕΜΒΡΑΝΕΣ.

Τα lasers τα οποία χρησιμοποιούνται στη χειρουργική είναι ως επί το πλείστον παλμικά με πολύ μικρή διάρκεια παλμού και υψηλής ισχύος. Αποτέλεσμα είναι η παραγωγή φωστικών κυμάτων τα οποία διαδίδονται σε μεγάλο βάθος στους ιστούς, προκαλώντας καταστροφές πέραν των επιθυμητών. Σκοπός των μελετών αυτών είναι η διερεύνηση των αποτελεσμάτων των φωστικών κυμάτων στα ερυθρά αιμοσφαίρια, καθώς και των μηχανισμών δράσης τους.

Η έρευνα αυτή γίνεται σε συνεργασία της Βιοφυσικής με το Εργαστήριο Wellman του Πανεπιστημίου Harvard, το οποίο ξεκίνησε τις έρευνες αυτές λίγα χρόνια πριν. Από το ΕΜΠ συμμετέχουν επίσης, ο καθηγητής Ν. Ουζούνου και ο αναπλ. καθηγητής Δ. Κουτσούρης. Εκπονούν το διδακτορικό τους η Μ. Χαρίτου, Μ. Sc. και η Τ. Δούκη, σε συνεργασία με το εργαστήριο Wellman.

Αρκετές από τις έρευνες αυτές γίνονται στα πλαίσια ερευνητικών και αναπτυξιακών προγραμμάτων (ΠΑΒΕ, ΠΕΝΕΔ), καθώς και με διμερείς συνεργασίες (Πανεπιστήμιο Harvard). Επίσης η Βιοφυσική συμμετέχει σε κοινотικά προγράμματα (Stride, Human Capital and Mobility, Measurements and Techniques).

5. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Η «άγνονη» γη των μοναχικών επιστημών είναι μια μακρινή ανάμνηση. Οι επιστήμες ενοποιούνται και γεννούν νέες κατευθύνσεις, οι τεχνολογικές εφαρμογές συμβαδίζουν με την ανάπτυξη βασικής έρευνας.

Στο Πολυτεχνείο, αυτό που λίγα χρόνια πριν ήταν αδιανόητο, τώρα είναι αναγκαίο. Η «παρακόρη» Βιοφυσική, αναπτύσσεται παράλληλα με τη Βιοϊατρική Τεχνολογία, και ανοίγουν νέοι ορίζοντες σε προπτυχιακό, μεταπτυχιακό και ερευνητικό επίπεδο. Η νέα πραγματικότητα οφείλεται κυρίως στο Τμήμα ΗΜ/ΜΥ, που προσέβλεψε την αναγκαιότητα και ενισχύει κάθε σοβαρή προσπάθεια, στην πρωταγεία του ΕΜΠ που απρόσκοπτα υιοθετεί το «νέο» και στον Τομέα Φυσικής που δέχτηκε την Βιοφυσική μεταξύ πολύ γνωστών και καθιερωμένων κατευθύνσεων.

Η ποιότητα και σοβαρότητα των νέων εκπαιδευτικών και ερευνητικών δραστηριοτήτων, η κατάλληλη οικονομική ενίσχυση και το πλήθος των συνεργασιών θα αποτελέσουν εγγυήσεις για ανάπτυξη. Αν αρθούν και τα διοικητικά σύνορα μεταξύ Τμημάτων, η δυναμική του νέου χώρου θα ενισχυθεί σημαντικά.