



# Newsletter

Χρόνος 6, Τεύχος 11

<http://nn.physics.auth.gr>

Θεσσαλονίκη, Νοέμβριος 2010

## Περιεχόμενα

|   |    |
|---|----|
| 1. 9 <sup>η</sup> Γενιά Νανοεπιστημόνων!.....   | 1  |
| 2. Διεθνή Συνέδρια & Σχολεία στις Νανοτεχνολογίες και τα Οργανικά Ηλεκτρονικά.....        | 3  |
| 3. Stakeholder Meeting & Workshop.....  | 6  |
| 4. Το πρώτο διδακτορικό του N&N στη Νανοϊατρική .....                                     | 7  |
| 5. Αξιοποίηση Αποτελεσμάτων Έρευνας στις Νανοτεχνολογίες .....                            | 12 |
| 6. Νανοαποτύπωση Βιομορίων με Βιοτεχνολογικό Ενδιαφέρον.....                              | 13 |
| 7. Παράγοντες Αθηροσκλήρωσης .....  | 16 |
| 8. Συνέντευξη με τον Καθηγητή Γιώργο Μαλλιάρá & η Ίδρυση του Κέντρου Βιοηλεκτρονικής..... | 19 |
| 9. NANOTEX 2011.....  | 21 |
| 10. Διακρίσεις των Υποψηφίων Διδακτόρων του N&N.....                                      | 22 |

## 1. 9η Γενιά Νανοεπιστημόνων!

Τη Δευτέρα 11 Οκτωβρίου στην αίθουσα A31 του Τμήματος Φυσικής της ΣΘΕ στο Α.Π.Θ. έλαβε χώρα η εκδήλωση υποδοχής των 21 πρωτοετών σπουδαστών του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών "Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες - N&N" για το ακαδημαϊκό έτος 2010-2011. Στην εκδήλωση παραβρέθηκαν Καθηγητές εκπρόσωποι των τμημάτων που συμμετέχουν στο μεταπτυχιακό. Ο κ. Σ. Παυλίδης, Κοσμήτορας της Σχολής Θετικών Επιστημών τόνισε ότι οι φοιτητές του μεταπτυχιακού έχουν την ευκαιρία να φοιτήσουν σε ένα πανεπιστήμιο του μέλλοντος του 21ου αιώνα, λόγω της διατμηματικότητάς του, όπου η έρευνα γίνεται πλέον για την παραγωγή. Στη συνέχεια το λόγο πήρε ο κ. Α. Παπουτσής, Πρόεδρος του τμήματος Χημείας Α.Π.Θ. και χαρακτήρισε το μεταπτυχιακό πρόγραμμα ως μία πολύ καλή επιλογή, ειδικά για τα χρόνια που διανύουμε. Χαιρετισμό απηύθυνε και ο Πρόεδρος του Γενικού Τμήματος του Πολυτεχνείου Α.Π.Θ., κ. Α. Τροχίδης ο οποίος ανέφερε ότι η νανοτεχνολογία θα κυριαρχήσει στη ζωή των ανθρώπων τα επόμενα 10 χρόνια. Την εκδήλωση χαιρέτησε και ο κ. Θ. Λαόπουλος, Αναπληρωτής Πρόεδρος του Τμήματος Φυσικής, ο οποίος έδωσε ιδιαίτερη έμφαση στην ποιότητα του με-

ταπτυχιακού και στην προσπάθεια που καταβάλουν οι Καθηγητές για αυτό το σκοπό. Επίσης τόνισε ότι ο Διευθυντής του ΔΠΜΣ "N&N" Καθηγητής κ. Στ. Λογοθετίδης ήταν από τους πρώτους στην Ελλάδα που εισήγαγε τον όρο "Διεπιστημονικότητα" και συντόνισε τις ανάγκες του επιστημονικού κόσμου και της παραγωγής μέσα από το μεταπτυχιακό πρόγραμμα.



*Η ομιλία του Κοσμήτορα της ΣΘΕ κ. Σ. Παυλίδη καθώς και των Προέδρων του Τμήματος Χημείας κ. Α. Παπουτσή, του Γενικού Τμήματος της Πολυτεχνικής Σχολής κ. Α. Τροχίδη και του Αναπ. Προέδρου του Τμήματος Φυσικής κ. Θ. Λαόπουλου, αντίστοιχα*

Στη συνέχεια χαιρετισμούς απηύθυναν Καθηγητές μέλη της Συντονιστικής Επιτροπής. Συγκεκριμένα, ο κ. Δ. Κυριακίδης από το τμήμα Χημείας Α.Π.Θ. ανέφερε ότι αν και οι συνθήκες δεν είναι εύκολες, οι μεταπτυχιακοί φοιτητές μαζί με τους Καθηγητές τους μπορούν όμως να τα καταφέρουν. Ο κ. Η. Αύφαντης από την Πολυτεχνική Σχολή Α.Π.Θ. διευκρίνισε ότι οι ίδιοι οι φοιτητές πρέπει να “κυνηγήσουν” τη διεπιστημονικότητα, ενώ ο κ. Ν. Φράγκης από το Τμήμα Φυσικής προέτρεψε τους πρωτοετείς μεταπτυχιακούς φοιτητές να ψάξουν να βρουν τον εαυτό τους μέσα από το μεταπτυχιακό πρόγραμμα. Επίσης, τις εμπειρίες τους μοιράστηκαν με τους νέους φοιτητές τελειόφοιτοι και 2ετείς σπουδαστές του μεταπτυχιακού.



*Τα μέλη της Συντονιστικής Επιτροπής, κ. Δ. Κυριακίδης, Η. Αύφαντης και Ν. Φράγκης*

Ακολούθησε η παρουσίαση του προγράμματος του κύκλου σπουδών από τον Διευθυντή και Καθηγητή του μεταπτυχιακού κ. Στέργιο Λογοθετίδη, ο οποίος ανέπτυξε και τη φιλοσοφία του “ΔΠΜΣ Ν&Ν” που βασίζεται κυρίως στη διεπιστημονική προσέγγιση και θεώρηση, απαραίτητες στον 21<sup>ο</sup> αιώνα. Ο κ. Στ. Λογοθετίδης τόνισε ότι ένας από τους σκοπούς του μεταπτυχιακού είναι να κρατήσει την ελληνική αριστεία στην Ελλάδα. Το μεταπτυχιακό πρόγραμμα έχει διάρκεια 4 εξαμήνων και ο κάθε φοιτητής μπορεί να επιλέξει μία από τις τρεις κατευθύνσεις, ανάλογα με το επιστημονικό του υπόβαθρο, τη σχολή από την οποία προέρχεται και το αντικείμενο με το οποίο θέλει να ασχοληθεί στη διπλωματική του εργασία. Οι τρεις κατευθύνσεις που προσφέρονται από το πρόγραμμα σπουδών είναι οι εξής:

- Τεχνολογία Λεπτών Υμενίων & Νανοτεχνολογία

- Νανομηχανική & Νανοϋλικά
- Νανοβιοτεχνολογία

Επίσης, ο κ. Στ. Λογοθετίδης παρουσίασε το θεματικό δίκτυο έρευνας “Nanonet”, μέσω του οποίου επιτυγχάνεται η δικτύωση των εργαστηρίων νανοτεχνολογίας στην Ελλάδα και στο εξωτερικό. Ιδιαίτερη εντύπωση προκάλεσε το πλήθος των συμμετεχόντων εργαστηρίων, 267 σε αριθμό, από εταιρίες, πανεπιστήμια, ινστιτούτα κ.α. Ολοκληρώνοντας την παρουσίαση, ο κ. Στ. Λογοθετίδης αναφέρθηκε και στην “NANOTEX4 ...2011” (<http://www.nanotex4.com>) που θα πραγματοποιηθεί στο χώρο της ΔΕΘ σε συνεργασία με την HELEXPO στις 10-16 Ιουλίου 2011 με τη συμμετοχή πολλών εκθετών και έχει ως σκοπό να φέρει την κοινωνία και τον παραγωγικό κόσμο πιο κοντά στις έννοιες και στις εφαρμογές της νανοτεχνολογίας.



*Ο κ. Στ. Λογοθετίδης Διευθυντής του ΔΠΜΣ Ν&Ν κατά την ομιλία του στους πρωτοετείς φοιτητές*

Έπειτα, ως είθισται, οι νεοεισακτέοι φοιτητές συστήθηκαν μεταξύ τους και στο κοινό, ενώ εξήγησαν σύντομα τους λόγους για τους οποίους επέλεξαν το συγκεκριμένο μεταπτυχιακό. Οι πρωτοετείς φοιτητές προέρχονται τουλάχιστον από 10 διαφορετικά τμήματα (Φυσικής, Ιατρικής, Πολυτεχνείου, Βιοχημείας & Βιοτεχνολογίας, Επιστήμης των υλικών, Φαρμακευτικής και Γεωπονίας) τόσο του Α.Π.Θ. όσο και άλλων πανεπιστημίων. Φέτος, για πρώτη χρονιά το μεταπτυχιακό υποδέχθηκε και δύο νέες ειδικότητες (Φαρμακευτική, Γεωπονία-Επιστήμη & Τεχνολογία Τροφίμων).

Στο τέλος της εκδήλωσης παρουσιάστηκαν τρεις διπλωματικές εργασίες τελειόφοιτων σπουδαστών του

μεταπτυχιακού “N&N”, οι οποίες έδωσαν την ευκαιρία στους πρωτοετείς φοιτητές να έρθουν σε επαφή με τον κόσμο της νανοτεχνολογίας. Τα θέματα των διπλωματικών εργασιών που παρουσιάστηκαν κατά σειρά είναι τα παρακάτω:

- “Δομικός χαρακτηρισμός υμενίων νανοπορώδους αλουμίνας”, Σταυρινίδου Ελένη,
- “Monte Carlo προσομοιώσεις με τη μέθοδο του ‘Explosive Percolation’ σε δίκτυα Erdős-Rényi”, Γιαζιτζίδης Παρασκευάς
- “Υπολογισμός του στρες σε ένα σύστημα μήτρας ενδόθετου”, Κατσάνος Άγγελος

Ευχόμαστε στους νέους φοιτητές και στους Καθηγητές του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών σπουδών “N&N” καλή και δημιουργική χρονιά!



Οι φοιτητές κ. Ε. Σταυρινίδου, κ. Π. Γιαζιτζίδης και Α. Κατσάνος

Χριστίνα Μαραντέλου  
Μεταπτυχιακή φοιτήτρια ΔΠΜΣ N&N

## 2. Διεθνή Συνέδρια & Σχολεία στις Νανοτεχνολογίες & τα Οργανικά Ηλεκτρονικά

### “7<sup>th</sup> International Conference and 4<sup>th</sup> International Summer School on N&N”

Το 7<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο (NN10) και το 4<sup>ο</sup> Διεθνές Θερινό Σχολείο (SS10) στις Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες στέφθηκαν με επιτυχία για μια ακόμη φορά το καλοκαίρι που μας πέρασε. Το Συνέδριο πραγματοποιήθηκε στις 12 -14 Ιουλίου 2010 και το Θερινό Σχολείο στις 10, 11, 15 και 16 Ιουλίου, αντίστοιχα, με τόπο διεξαγωγής τους το Alexandros Palace Hotel στη χερσόνησο του Αγίου Όρους, στη Χαλκιδική. Ο στόχος του Συνεδρίου, η προώθηση, δηλαδή, των τελευταίων εξελίξεων στις N&N και η αλληλεπίδραση επιστημόνων και ερευνητών από διαφορετικά πεδία σε αυτόν τον τομέα, παρέμεινε ο ίδιος. Αυτό που άλλαξε ήταν η δομή του Συνεδρίου, το οποίο χωρίστηκε σε τρία workshops με επιμέρους θεματικές ενότητες το καθένα. Τα workshops ήταν τα ακόλουθα :

1. Οργανικά Ηλεκτρονικά & Φωτονικά και Νανοηλεκτρονική
2. Νανοϋλικά, Νανοκατασκευές και Νανοδομή
3. Νανοϊατρική και Νανοβιοτεχνολογία

Σε κάθε workshop δόθηκαν ομιλίες από διακεκριμένους επιστήμονες της διεθνούς και της ελληνικής επιστημονικής κοινότητας όπου γνωστοποιήθηκαν αποτελέσματα ερευνητικών προγραμμάτων και ανταλλάχθηκαν ενδιαφέρουσες απόψεις. Μερικοί από τους ομιλητές του Συνεδρίου που είχαμε την τύχη να παρακολουθήσουμε ήταν : ο Καθ. Κ. Κομβόπουλος από το Πανεπιστήμιο Berkeley της Καλιφόρνια των ΗΠΑ, ο οποίος έδωσε την εναρκτήρια ομιλία του Συνεδρίου, ο Καθ. Ε. Γιαννέλης από το Πανεπιστήμιο Cornell των ΗΠΑ, ο Καθ. Γ. Μαλλιάρης από το Πανεπιστήμιο Ecole des Mines του Αγίου Στεφάνου της Γαλλίας, ο Καθ. Τ. Δ. Μουστάκας του Πανεπιστημίου της Βοστώνης των ΗΠΑ, ο Καθ. Γ. Χατζηγιάννου από το Institut Polytechnique της Bordeaux της Γαλλίας , ο Δρ. L. P. Balogh, κύριος εκδότης του περιοδικού NanoMedicine, η Δρ. S. Krol από το Ευρωπαϊκό κέντρο Νανοϊατρικής στην Ιταλία. Προσκεκλημένος του Συνεδρίου ήταν και ο Καθ. Konstantin Novoselov, ο οποίος τιμήθηκε με το βραβείο Nobel Φυσικής 2010 για τα ερευνητικά του αποτελέσματα σχετικά με τα δυσδιάστατα υλικά από γραφένιο, αλλά δεν κατάφερε να έρθει. Μια



πολύ ενδιαφέρουσα, όμως, ομιλία για το γραφένιο δόθηκε από τον Καθ. Π. Βασιλόπουλο, από το Πανεπιστήμιο Concordia του Καναδά.

Παράλληλα με τη διεξαγωγή του Συνεδρίου υπήρχε Poster Session, με πολλές και αξιόλογες συμμετοχές οι οποίες συντέλεσαν στην ενημέρωση ερευνητών και φοιτητών.

Επιπλέον, διοργανώθηκε μια σύσκεψη στρογγυλής τραπέζης με θέμα: “Νανοϊατρική: άλυτα ιατρικά προβλήματα αναμένουν νανο-λύσεις”. Παρά τον φαινομενικά εξειδικευμένο χαρακτήρα του “debate”, όπως είχε ονομαστεί, οι συμμετέχοντες ήταν και από τις τρεις κατευθύνσεις του Συνεδρίου. Περιλάμβανε σύντομες εισηγήσεις από ειδικούς σε ιατρικά ζητήματα και στη συνέχεια έντονο διάλογο με προβληματισμούς και προτάσεις μεταξύ όσων συμμετείχαν.



*Στιγμιότυπο κατά τη διάρκεια του Συνεδρίου NN10*

Το πρόγραμμα του SS10 ήταν χωρισμένο και αυτό σε τρεις κατευθύνσεις – Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες, Οργανικά Ηλεκτρονικά, Νανοϊατρική – και όσοι το παρακολούθησαν είχαν την ευκαιρία να διεξάγουν ένα πείραμα εξ’ αποστάσεως σε πραγματικό χρόνο. Το πείραμα βασιζόταν στις αρχές της Νανοτεχνολογίας και συγκεκριμένα ήταν η καταγραφή της τοπογραφίας μιας επιφάνειας με Μικροσκοπία Σάρωσης Ατομικών Δυνάμεων. Ο χρήστης εισήγαγε τα δεδομένα του σε ηλεκτρονικό υπολογιστή ο οποίος τα μετέφερε σε διάταξη που βρισκόταν στο εργαστήριο LTFN.



*Οι Καθηγητές και οι φοιτητές του ISSON10 στο τέλος του Σχολείου*

Όσον αφορά τη ψυχαγωγία των συμμετεχόντων, το πρόγραμμα του Συνεδρίου περιείχε εκδρομή με καράβι γύρω από το Άγιο Όρος και την καθιερωμένη ελληνική βραδιά, όπου επιστήμονες και φοιτητές συζήτησαν σε πιο χαλαρούς και ανθρώπινους ρυθμούς. Με το πέρας του Συνεδρίου έγινε και η βράβευση των νέων ερευνητών για την καλύτερη Προφορική παρουσίαση και το καλύτερο Poster.



*Στιγμιότυπο από το Dinner του Συνεδρίου*

Το Διεθνές Συνέδριο και το Διεθνές Θερινό Σχολείο διοργανώθηκαν, όπως κάθε χρόνο, από το Διατμηματικό Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών “N&N”, το Θεματικό Δίκτυο Έρευνας “Nanonet” και το Εργαστήριο LTFN του Τμήματος Φυσικής. Η διοργάνωση του επόμενου Συνεδρίου και Θερινού Σχολείου είναι ήδη προγραμματισμένη, με τις εξελίξεις στον τομέα των N&N να είναι ραγδαίες. Έτσι, η συνέχιση του θεσμού

θα λάβει χώρα την περίοδο 10–16 Ιουλίου στις εγκαταστάσεις της HELEXPO στη Θεσσαλονίκη. Σας περιμένουμε!

### “3<sup>rd</sup> International Symposium on Flexible Organic Electronics (ISFOE10)”

Με τις εξελίξεις να είναι ραγδαίες στον τομέα των Οργανικών Ηλεκτρονικών, η διοργάνωση του 3<sup>ου</sup> Διεθνούς Συμποσίου στα Εύκαμπτα Οργανικά Ηλεκτρονικά ήταν αναπόφευκτη. Το ISFOE10 πραγματοποιήθηκε την περίοδο 6–9 Ιουλίου 2010 στο ξενοδοχείο Eagles Palace, στη χερσόνησο του Αγίου Όρους στη Χαλκιδική. Έτσι, ήρθαν σε επαφή επιστήμονες και μηχανικοί από 22 χώρες που δραστηριοποιούνται ενεργά στην έρευνα, την ανάπτυξη και την κατασκευή Εύκαμπτων Οργανικών Ηλεκτρονικών συνδυάζοντας οργανικά και ανόργανα υλικά, εύκαμπτα υποστρώματα, κατασκευαστικές μεθόδους, σχεδιασμό ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, εύκαμπτες συσκευές, ενσωματώσεις συστημάτων και εφαρμογές των προϊόντων που προκύπτουν.



Στιγμιότυπο από το Συμπόσιο ISFOE-10

Το Συμπόσιο ξεκίνησε με την ειδική θεματική ενότητα: “Στρατηγική και R&D προγράμματα στην Ευρώπη, τις ΗΠΑ και την Ασία στα Εύκαμπτα Οργανικά Ηλεκτρονικά”, όπου διακεκριμένοι επιστήμονες, αντιπρόσωποι από τη Ευρωπαϊκή Ένωση και στελέχη εταιριών ανέπτυξαν τις δράσεις των παραπάνω περιοχών στον τομέα των Οργανικών και μεγάλης κλίμακας Η-

λεκτρονικών. Οι συντονιστές των σημαντικότερων χρηματοδοτούμενων από την Ευρωπαϊκή Ένωση R&D προγραμμάτων, όπως: OLAtronics, FACESS, OPERA, FlexNet, PolyNet, POLARIC, Ingenious, MOMA, Fast2light, PRIAM, παρουσίασαν εκτενώς τις ανακαλύψεις, τις μελλοντικές δράσεις και τις προοπτικές αυτών των προγραμμάτων.

Τα επιστημονικά πεδία που καλύφθηκαν στο Συμπόσιο ήταν :

- Organic electronic materials (small molecule & polymers)
- Organic Multifunctional Materials
- Organic/Inorganic and hybrid materials and systems
- Flexible substrates & encapsulation methods & materials
- Molecular electronics & Photonics
- Self-organized molecules and systems
- Theory & Modelling (materials, components and devices)
- Manufacturing processes (printing, vacuum, chemical) & quality control processes
- Flexible Displays & Lighting
- Flexible Solar Cells & Batteries
- Flexible Circuits & Sensors
- Flexible RFIDs & Smart Textiles
- Integrated Smart Systems

Ορισμένες από τις πιο σημαντικές ομιλίες παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Ο Καθ. Γ. Χατζηγιάννου από το Πανεπιστήμιο Bordeaux της Γαλλίας παρουσίασε την ομιλία του με θέμα: “Μακρομοριακός σχεδιασμός ημιαγωγικών πολυμερών προς την επίτευξη θερμοδυναμικά σταθερών οργανικών φωτοβολταϊκών ενεργών υλικών και συσκευών”. Η Καθ. L. Torsi από το Πανεπιστήμιο Degli Studi του Bari της Ιταλίας μας ενημέρωσε για: “OFET αισθητήρες και βιοαισθητήρες: επισκόπηση των τελευταίων εξελίξεων” και ο N. Meyer από τη γερμανική εταιρία Aixtron για: “OVPD Τεχνολογία για Οργανικά Ηλεκτρονικά”. Ο Α. Λυμπέρης από την Ευρωπαϊκή

Ένωση μας μίλησε για: “Εξυπνα υφάσματα και κατάλληλα να φορεθούν συστήματα: από την έρευνα σε ολοκληρωμένες εφαρμογές” και ο Καθ. Ι. Καλλίτσης από το Πανεπιστήμιο της Πάτρας μας πληροφόρησε για: “Υλικά δέκτες ηλεκτρονίων που βασίζονται σε κινολινικά μονομερή, πολυμερή και σε CNT υβρίδια”.

Το ISFOE10 έκλεισε με τη βράβευση των δυο νέων ερευνητών που παρουσίασαν την καλύτερη ομιλία και Poster, αντίστοιχα, δηλώνοντας έτσι ότι η ανάπτυξη

αυτού του ταχύτατα αναπτυσσόμενου τομέα της επιστήμης στηρίζεται κυρίως στη νέα γενιά επιστημόνων.

Το 4<sup>ο</sup> Διεθνές Συμπόσιο στα Εύκαμπτα Οργανικά Ηλεκτρονικά (ISFOE11) έχει ήδη προγραμματιστεί και θα πραγματοποιηθεί στις 5–8 Ιουλίου του 2011 με τόπο διεξαγωγής τη Θεσσαλονίκη.

Φ.Λ.

### 3. Stakeholder Meeting & Workshop

Το **Stakeholder Meeting & Workshop** με θέμα: “**Στρατηγική για τα Οργανικά & Εκτυπωμένα Ηλεκτρονικά στην Ελλάδα**” έλαβε χώρα στις 11 Ιουλίου 2010, στο Alexandros Palace Hotel στη χερσόνησο του Αγίου Όρους. Η διεξαγωγή του ακολούθησε τη διοργάνωση του 3<sup>ου</sup> Διεθνούς Συμποσίου στα Εύκαμπτα Οργανικά Ηλεκτρονικά (ISFOE10) και προηγήθηκε του 7<sup>ου</sup> Διεθνούς Συνεδρίου στις Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες (NN10). Η ημερίδα απευθυνόταν σε επιστήμονες, μηχανικούς, βιομηχανικούς φορείς, τελικούς χρήστες και εκπροσώπους περιφερειακών και εθνικών αρχών οι οποίοι εμπλέκονται στον τομέα των Οργανικών Ηλεκτρονικών.

Σκοπός του **Stakeholder Meeting & Workshop** ήταν η διαμόρφωση μιας στρατηγικής και πολιτικής στην Ελλάδα σχετικά με τα Οργανικά Ηλεκτρονικά έτσι ώστε να αναδειχθούν οι υπάρχουσες βιομηχανικές εφαρμογές τους και οι προοπτικές των ελληνικών εταιριών να συνεισφέρουν σε αυτή την καινοτόμα για τη βιομηχανία περιοχή. Την ημερίδα παρακολούθησαν περισσότεροι από 40 ειδικοί, με 17 αντιπροσώπους από τη βιομηχανία, 13 από Πανεπιστημιακά Ιδρύματα και Ερευνητικά Ινστιτούτα και 10 από τις περιφερειακές και εθνικές αρχές. Με την παρουσία του τίμησε την εκδήλωση και ο Υφυπουργός Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας κ. Μ. Μπόλαρης.

Τα θέματα που παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν αφορούσαν τις δράσεις που γίνονται στον τομέα των Οργανικών Ηλεκτρονικών και τις δυνατότητες που αυτά προσφέρουν για την εκμετάλλευση και την εμπορευματοποίησή τους είτε από εταιρίες που δραστηριοποιούνται σε αυτό τον τομέα, όπως εταιρίες φωτοβολταϊκών, ή από πιο παραδοσιακές εταιρίες, όπως συσκευασίας και κλωστοϋφαντουργίας.



*Συμμετέχοντες στο Stakeholder Meeting & Workshop*

Η ημερίδα ξεκίνησε με το χαιρετισμό του Καθ. κ. Στ. Λογοθετίδη και ακολούθησε με την ομιλία του Υφυπουργού κ. Μ. Μπόλαρη ο οποίος τόνισε ότι παράλληλα με την αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης ιδιαίτερη σημασία παρουσιάζει τώρα η ανάδειξη των καινοτομιών και της ανταγωνιστικότητας της χώρας μας. Η πρώτη παρουσίαση δόθηκε από τον Δρ. Β. Fillon, από τη CEA/LITEN, ο οποίος περιέγραψε τη συνολική εικόνα που επικρατεί στα Οργανικά & Εκτυπωμένα Ηλεκτρονικά στην Ευρώπη. Στη συνέχεια, ο



Καθ. Γ. Χατζηϊωάννου, από το Πανεπιστήμιο του Bordeaux/ CNRS, παρουσίασε πιο αναλυτικά τις R&D δραστηριότητες στα Οργανικά Ηλεκτρονικά.



Ο Καθ. Σ. Λογοθετίδης με τον κ. Μ. Μπόλαρη, Υφυπουργό Οικονομίας Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας

Ο Δρ. Α. Λυμπέρης, από την Ευρωπαϊκή Ένωση, αναφέρθηκε στην ανάπτυξη “έξυπνων υφασμάτων” με τη χρήση Οργανικών Ηλεκτρονικών, και ο κ. Καλαντζής, από την εταιρία Τεχνολογίας και Ανάπτυξης υφασμάτων και ινών ρουχισμού, περιέγραψε τις δυνατότητες που παρουσιάζονται για την ελληνική βιομηχανία υφασμάτων και ινών. Ο Καθ. Στ. Λογοθετί-

δης παρουσίασε τις ελληνικές R&D δραστηριότητες στα Οργανικά και Εκτυπωμένα Ηλεκτρονικά και ο Δρ. Π. Γιαννούλης, από την INTECS της Γερμανίας τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να επωφεληθούν οι Περιφέρειες και οι Χώρες από τα καινοτόμα τεχνολογικά αποτελέσματα. Τέλος, ο Καθ. Ι. Καλλιόσης, από την εταιρία ADVENT, έδωσε παραδείγματα ερευνητικής αξιοποίησης στα Οργανικά Ηλεκτρονικά μέσω της δημιουργίας spin-off εταιριών.

Από την ημερίδα έγινε εμφανές ότι οι ευκαιρίες που δίνονται σε ελληνικές εταιρίες της βιομηχανίας μέσω των Οργανικών Ηλεκτρονικών με τη συμμετοχή της “κριτικής μάζας” μπορούν να οδηγήσουν σε περαιτέρω περιφερειακή, εθνική και οικονομική ανάπτυξη. Τα ζητήματα που παρουσιάστηκαν και συζητήθηκαν στο Stakeholder Meeting & Workshop γνωστοποιήθηκαν στο ευρύ κοινό μέσα από συνεντεύξεις που δόθηκαν σε τηλεοπτικά κανάλια και στον Τύπο.

Φ.Λ.

#### 4. Το πρώτο διδακτορικό του N&N στη Νανοϊατρική

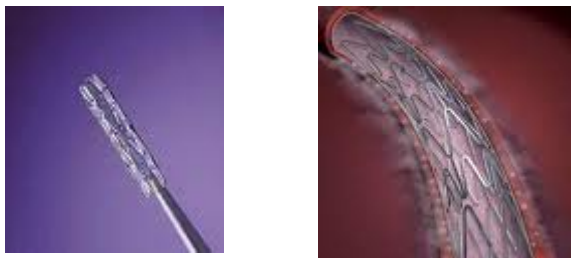
Η Διατριβή που ακολουθεί είναι η πρώτη πανελληνίως Διδακτορική Διατριβή Νανοϊατρικής με τίτλο “Μελέτη δομικών χαρακτηριστικών και βιοσυμβατότητας ενδαγγειακών προσθέσεων” και πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων - Νανοσυστημάτων & Νανομετρολογίας (LTFN). Η Διατριβή αυτή έγινε σε συνεργασία με το Εργαστήριο Καρδιαγγειακής Μηχανικής & Αθροσκληρώσεως της Α΄ Καρδιολογικής Κλινικής του Γενικού Πανεπιστημιακού Νοσοκομείου ΑΧΕΠΑ Θεσσαλονίκης.

Η ουσία εκπόνησης αυτής της διατριβής είναι η μελέτη σε ατομικό επίπεδο των πολύπλοκων μηχανισμών των βιο-διεπιφανειακών αλληλεπιδράσεων, η ανάπτυξη μεθολογίας μελέτης της αιμοσυμβατότητας με βάση την αντίδραση των θρομβοκυττάρων προς το βιοϋλικό και η εξαγωγή συμπερασμάτων που θα συμβάλλουν στην παρασκευή πιο βιοσυμβατών να-

νοεπικαλύψεων που μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τις ενδαγγειακές προσθέσεις μειώνοντας τις ανεπιθύμητες αντιδράσεις του ανθρώπινου οργανισμού. Με τον τρόπο αυτό, η Νανοϊατρική μπορεί να συμβάλλει στην αποτελεσματική θεραπεία των καρδιαγγειακών νόσων.

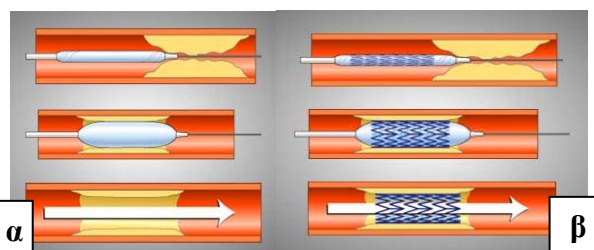
Η θεραπευτική εφαρμογή της διαδερμικής αγγειοπλαστικής επί αθηροσκληρυντικών αγγειακών στενώσεων στις στεφανιαίες αρτηρίες αποτελεί μία από τις βασικές μεθόδους αντιμετώπισης των οξέων ισχαιμικών συνδρόμων, συνιστώντας μία από τις πιο ραγδαίες εξελίξεις στον τομέα της Επεμβατικής Καρδιολογίας. Μια σειρά νέων τεχνολογιών υποστήριξης της περιοχής που υπέστη τη διάρρηξη κατά την αγγειοπλαστική έχουν αναπτυχθεί, μεταξύ των οποίων εξέχουσα θέση κατέχουν οι ενδοστεφανιαίες προσθέσεις.

Οι ενδοστεφανιαίες προσθέσεις (stents) χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη και τη διατήρηση του διασταλέντος τμήματος μιας αρτηρίας, για την εξουδετέρωση της οξείας ή χρόνιας ελαστικής επαναφοράς του τοιχώματος και την ελαχιστοποίηση της επαφής μεταξύ του αίματος και των θρομβογόνων υποενδοθηλιακών στοιχείων του αρτηριακού τοιχώματος (Εικόνα 1).



**Εικόνα 1.** Απεικόνιση stents

Η διαδερμική διαυλική αγγειοπλαστική με μπαλόνι είναι η διαστολή ενός στενωμένου αγγείου με ειδικό καθετήρα που στην άκρη του έχει ένα μικρό μπαλόνι το οποίο εισάγεται μέσα στον αυλό του αγγείου, διαμέσου μιας αρτηρίας με εύκολη πρόσβαση, όπως της μηριαίας ή βραχιόνιας αρτηρίας. Προωθείται ο καθετήρας στις στεφανιαίες αρτηρίες, γίνεται έγχυση σκιαγραφικής ουσίας και λαμβάνονται αγγειογραφικές εικόνες. Σε περίπτωση αγγειακής στένωσης, γίνεται η αγγειοπλαστική με μπαλόνι, και ανάλογα με τη θέση και τη φύση της βλάβης, επακολουθεί η τοποθέτηση του μεταλλικού stent μέσα στο αγγείο για υποστήριξη του τοιχώματός του ώστε να το διατηρήσει ανοικτό (Εικ. 2).



**Εικόνα 2.** Απεικόνιση α) αγγειοπλαστικής χωρίς πρόσθεση και β) αγγειοπλαστικής με πρόσθεση.

Η κύρια επιπλοκή της αγγειοπλαστικής με ενδαγγειακή πρόσθεση είναι 'η στένωση εντός της πρόσθεσης' (in-stent restenosis), που οφείλεται κυρίως στην υπερπλασία του έσω χιτώνα, και αποτελεί πρόκληση η αποτροπή της. Πολλές ερευνητικές προσπάθειες

στοχεύουν στην επίλυση αυτού του προβλήματος και έγκεινται στην εφαρμογή των stents που εκλύουν φαρμακευτικές ουσίες (drug eluting stents, DES). Πολλές ουσίες έχουν χρησιμοποιηθεί ως εκλυόμενες από τις προσθέσεις όπως, η πακλιταξέλη, η ραπαμυκίνη, η ακτινομυκίνη D, η δεξαμεθαζόνη, η ηπαρίνη, η QP-2, tacrolimus, everolimus κτλ. Το φάρμακο μπορεί να αποθηκευτεί μέσα σε πόρους, άλακες της επιφανείας της πρόσθεσης ή μέσα σε πολυμερικό σκελετό. Η απελευθέρωση του φαρμάκου γίνεται είτε με μηχανισμούς διάχυσης, είτε κατά τη διάρκεια ρήξεως του πολυμερούς που επικαλύπτει την ενδαγγειακή πρόσθεση. Υπάρχουν δύο βασικοί λόγοι για να υπάρχει ένα μέσο μεταφοράς φαρμάκου στα DES. Ο πρώτος λόγος είναι η ελεγχόμενη απελευθέρωση του φαρμάκου με γνώμονα το ρυθμό και τη συνολική διάρκεια απελευθέρωσής του. Ο δεύτερος λόγος είναι η ενίσχυση της κατανομής του φαρμάκου, ώστε το φάρμακο να καταμεμηθεί ομοιόμορφα στο αρτηριακό τοίχωμα.

Παρά την πρόοδο της στεφανιαίας αγγειοπλαστικής με τη χρήση των stents που εκλύουν κυτταροστατικά φάρμακα, υπάρχουν δεδομένα από κλινικές μελέτες που καθιστούν απαραίτητη την επαναξιολόγηση της ανωτερότητας τους έναντι των απλών μεταλλικών stents. Ειδικότερα, η όψιμη θρόμβωση των DES αποτελεί το σημαντικότερο μειονέκτημά τους αφού μπορεί να προκαλέσει οξύ στεφανιαίο σύνδρομο ακόμη και αιφνίδιο θάνατο. Το γεγονός αυτό παρατηρήθηκε σε ορισμένες κλινικές μελέτες σε ποσοστό 0,2% ανά έτος, ενώ μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισής του (0,6% ανά έτος) παρατηρήθηκε σε περιπτώσεις μη ενδειγμένης χρήσης των DES. Ακόμη, παρόλο που η θρόμβωση των DES που παρουσιάστηκε σε 9 έως 12 μήνες μετά την εμφύτευσή τους κυμάνθηκε σε ποσοστό 0,5% έως 0,7%, παρόμοιο με αυτό των απλών μεταλλικών stents, μετά από 12 μήνες, το ποσοστό ήταν υψηλότερο για τα DES έναντι των μεταλλικών stents. Ένας από τους πιθανούς μηχανισμούς της όψιμης θρόμβωσης των stents θεωρείται η ενεργοποίηση των αιμοπεταλίων και η φλεγμονώδης αντίδραση του αγγειακού τοιχώματος λόγω της ύπαρξης



των πολυμερών, ή των επικαλύψεων που περικλείουν το φάρμακο στην επιφάνεια των προσθέσεων.

**Η σκέψη για την εκπόνηση της διατριβής αυτής** ήταν να χρησιμοποιηθεί η **Νανοτεχνολογία** για την παρασκευή μη πολυμερικών νανοεπικαλύψεων για stents και στη συνέχεια η μελέτη των επιφανειακών τους ιδιοτήτων με νανοτεχνικές καθώς και η συσχέτιση με τη θρομβογονικότητά τους. Στα πλαίσια της διατριβής, παρουσιάστηκε η συμβολή της Νανοτεχνολογίας στην Ιατρική μέσω παρασκευής και μελέτης ανόργανων νανοεπικαλύψεων για ενδαγγειακές προσθέσεις. Έγινε μελέτη των δομικών χαρακτηριστικών και της αιμοσυμβατότητας λεπτών υμενίων (μεγέθους 80-100nm) από άμορφο υδρογονωμένο άνθρακα (a-C:H) και από νιτρίδια του τιτανίου που μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως επικαλύψεις ιατρικών εμφυτευμάτων, όπως ενδαγγειακών προσθέσεων, καθετήρων κτλ.

Μέχρι τώρα, υπάρχει παγκοσμίως έλλειψη στοιχείων για τη θρομβογονικότητα των υλικών των ενδαγγειακών προσθέσεων που βασίζονται στην παρατήρηση σε ναοκλίμακα. Η αλληλεπίδραση όμως των πρωτεϊνών και των κυττάρων μεταξύ τους, με τα βιοϋλικά καθώς και των ιντεγκρινών με κυτταρικούς υποδοχείς γίνεται σε ατομικό επίπεδο, ενώ το αρτηριακό τοίχωμα έχει νανοδομημένη αρχιτεκτονική. Άρα, είναι απαραίτητη η χρήση νανοεργαλείων που θα επιτρέψουν τη μελέτη των βιολογικών φαινομένων σε ατομικό επίπεδο.

Γι' αυτό το λόγο, οι μελέτες και οι μετρήσεις σε αυτή τη διατριβή βασίσθηκαν και πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση σύγχρονων εργαλείων που έχουν την ικανότητα να δουν και να ελέγξουν την ύλη στη ναοκλίμακα. Τέτοιες τεχνικές είναι το **Μικροσκόπιο Ατομικών Δυνάμεων** (Atomic Force Microscopy, AFM) για τον καλύτερο έλεγχο της τοπογραφίας και των επιφανειακών ιδιοτήτων των νανοϋλικών. Έγινε για πρώτη φορά διεθνώς, ανάπτυξη του τρόπου ελέγχου της θρομβογονικότητας των νανοεπικαλύψεων, μελετώντας με το AFM τις μορφολογικές αλλαγές που υφίστανται τα αιμοπετάλια κατά την πρόσφυσή τους πάνω στα υλικά και αποτελούν αξιόπιστο δείκτη ενεργο-

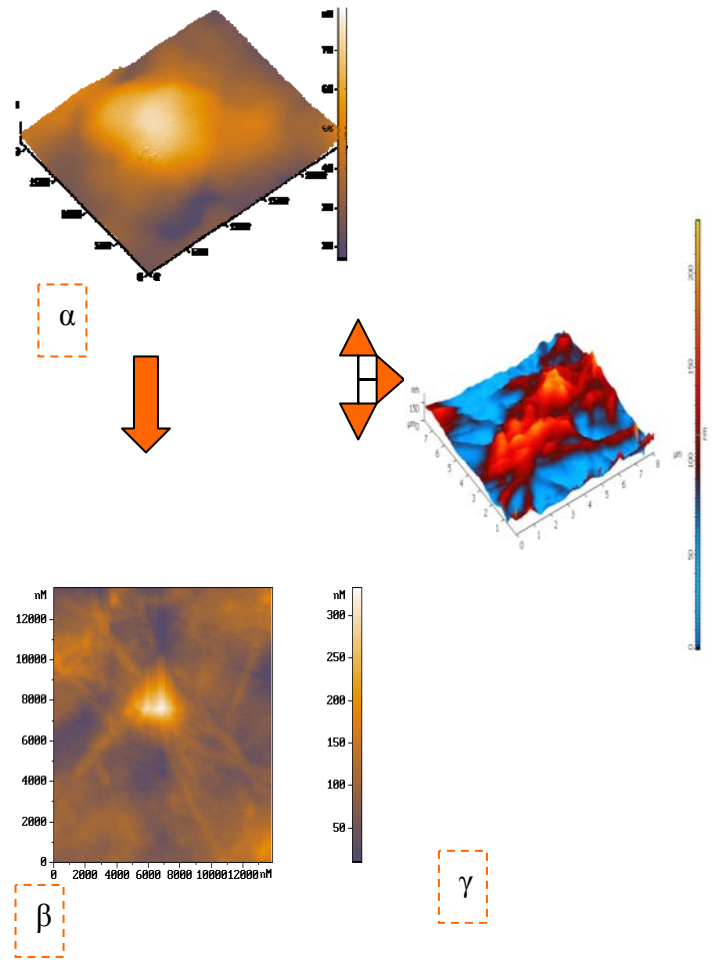
ποίησης τους. Για τη διεξαγωγή του πειράματος, χρησιμοποιήθηκε ολικό ανθρώπινο αίμα που εξήχθη με ήπια φλεβοκέντηση από υγιείς, νέους εθελοντές. Οι τελευταίοι δεν είχαν ιστορικό αιματολογικής νόσου, ούτε λάμβαναν φαρμακευτική αγωγή που να επηρεάζει τη λειτουργία των αιμοπεταλίων, όπως ασπιρίνη ή κλοπιδογρέλη.

Η προσκόλληση και τα στάδια ενεργοποίησής των αιμοπεταλίων πάνω στα βιοϋλικά που καθορίζουν και την αποτελεσματικότητά τους μελετήθηκαν σε ατομικό επίπεδο, προσφέροντας λεπτομερή περιγραφή των αλληλεπιδράσεων των κυττάρων αυτών με τα υλικά. Τα αδρανή αιμοπετάλια είναι δισκοειδή κύτταρα, 2-3 μm στο μέγεθος, ενώ μετά από την ενεργοποίησή τους το μέγεθός τους αυξάνεται, η μορφή τους γίνεται πιο επίπεδη, τα οργάνίδια τους συγκεντρώνονται στο κέντρο σχηματίζοντας τον 'ψευδοπυρήνα' (μορφή 'egg-like') και στη συνέχεια αναπτύσσουν ψευδοπόδια, λόγω της αναδιαμόρφωσης των νέων ινιδίων ακτίνης. Μετά την προσκόλληση των αιμοπεταλίων στο βιοϋλικό, επακολουθεί η απελευθέρωση της σεροτονίνης, της θρομβοδουλίνης, του παράγοντα IV των αιμοπεταλίων και της θρομβοξάνης A<sub>2</sub> που προκαλούν την συσσωμάτωση των αιμοπεταλίων.

Η καθορισμένη με σαφήνεια ακολουθία των μορφολογικών αλλαγών που υφίστανται τα αιμοπετάλια κατά την ενεργοποίησή τους μπορεί να ταξινομηθεί ως εξής: 1). - σφαιρικός ή δισκοειδής τύπος αιμοπεταλίων, 2). - 'δενδρικός' ή με πρόωρο σχηματισμό ψευδοποδίων χωρίς επιπέδωση του σχήματός τους, 3). - 'ενδιάμεσου τύπου', με ψευδοπόδια αλλά χωρίς να υπάρχει κυτταρόπλασμα μεταξύ των ψευδοποδίων, 4). - 'υπό εξάπλωση' τύπος με κυτταρόπλασμα μεταξύ των ψευδοποδίων, 5). - 'υπό πλήρη εξάπλωση' τύπος αιμοπεταλίων, όπου το κυτταρόπλασμα τους εξαπλώνεται χωρίς την ύπαρξη πλέον ευδιάκριτων ψευδοποδίων. Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά ελήφθησαν υπόψη κατά την παρατήρηση των προσκολλημένων αιμοπεταλίων πάνω στα υπό μελέτη υμένα.

Για παράδειγμα, μετά την επώαση ενός υμενίου από άνθρακα για 15 λεπτά σε πλάσμα πλούσιο σε αιμοπετάλια, παρατηρείται με το ατομικό μικροσκόπιο ότι

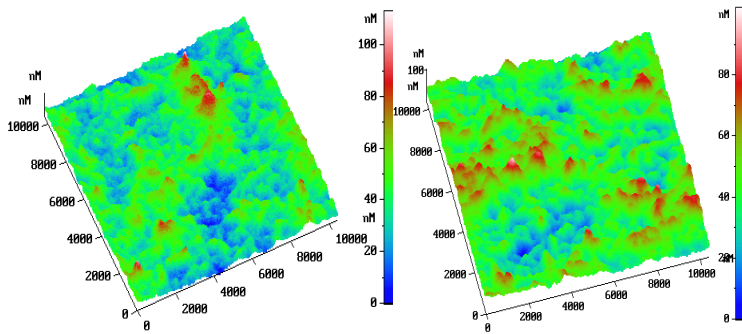
το αιμοπετάλιο χάνει το δισκοειδές σχήμα και γίνεται σφαιρικό έχοντας ύψος περίπου 70nm. Στην Εικόνα 3.α παρουσιάζεται ένα σφαιρικό ανθρώπινο αιμοπετάλιο σε πρώιμο στάδιο ενεργοποίησης σε τρισδιάστατη διαμόρφωση. Μετά από μία ώρα το αιμοπετάλιο ενεργοποιείται και εκτείνει ψευδοπόδια, ενώ τα οργανίδια του συγκεντρώνονται στο κέντρο του κυττάρου, όπως χαρακτηριστικά απεικονίζεται στην Εικόνα 3.β του ατομικού μικροσκοπίου σε επίπεδο νανοκλίμακας. Στον κύκλο περικλείεται ένα ενεργοποιημένο αιμοπετάλιο που έχει την μορφή αυγού (egg-like), λόγω της δημιουργίας του ψευδοπυρήνα από τα πυκνά και α-κοκκία που συγκεντρώνονται στο κέντρο του κυττάρου. Με τα βέλη σημειώνονται τα ψευδοπόδια που εκτείνει το αιμοπετάλιο λόγω της ενεργοποίησής του και αναδιαμόρφωσης της ακτίνης και περιέχεται στο κυτόπλασμά του. Μετά από δύο ώρες επαφής του βιοϋλικού με το πλάσμα πλούσιο σε αιμοπετάλια, παρατηρείται υψηλού βαθμού ενεργοποίηση των αιμοπεταλίων και ένωσή τους μέσω των ψευδοποδίων τους. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται ένα δίκτυο αιμοπεταλίων που αποτελεί προστάδιο θρόμβου (Εικόνα 3.γ).



**Εικόνα 3. α)** Τρισδιάστατη εικόνα τοπογραφίας με ατομικό μικροσκόπιο ενός πρώιμα ενεργοποιημένου αιμοπεταλίου πάνω σε a-C:H υμένιο. (15 λεπτά επώασης πλάσματος πλούσιου σε αιμοπετάλια με το βιοϋλικό **β)** Δισδιάστατη εικόνα AFM τοπογραφίας ενός υψηλότερου σταδίου ενεργοποίησης ενός αιμοπεταλίου πάνω στο ίδιο υπόστρωμα. (1 ώρα επώασης) **γ)** Τρισδιάστατη εικόνα ατομικού μικροσκοπίου που απεικονίζει υψηλού βαθμού ενεργοποιημένα αιμοπετάλια (με κόκκινο χρώμα) που ενώνονται μεταξύ τους με ψευδοπόδια, δημιουργώντας ένα δίκτυο που αποτελεί προστάδιο θρόμβου (2 ώρες επαφής με το βιοϋλικό)

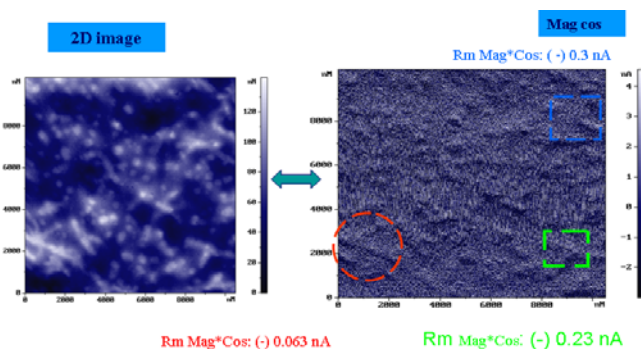
Δεδομένου, ότι η αιμοσυμβατότητα των βιοϋλικών είναι μία πολυπαραγοντική διαδικασία, έγινε προσπάθεια για ενδελεχή έρευνα και κατανόηση των μηχανισμών αλληλεπίδρασης της νανοτοπογραφίας, των ηλεκτρικών ιδιοτήτων, της γωνίας διαβροχής και των επιφανειακών ιδιοτήτων των υμενίων με την αντίδραση των αιμοπεταλίων.

Παρακάτω παρουσιάζονται τρισδιάστατες AFM εικόνες τοπογραφίας από αιμοπετάλια σε a-C:H νανοεπικάλυψη μετά από μία ώρα και δύο ώρες επώασης (Εικόνα 4). Ο κύκλος υποδηλώνει ένα αιμοπετάλιο (κόκκινο χρώμα) που είναι ενεργοποιημένο, έχοντας αποκτήσει τη μορφή αυγού ('egg-like' type structure).



**Εικόνα 4.** Τρισδιάστατες AFM εικόνες τοπογραφίας από αιμοπετάλια σε a-C:H νανοεπικάλυψη μετά από α) μία ώρα και β) δύο ώρες επώασης (περιοχή σάρωσης 10 μm X 10μm)

Στην παρούσα διατριβή αναλύθηκε η στοιχειομετρία των υμενίων από νιτρίδια του τιτανίου με τις οπτικές τεχνικές της Φασματοσκοπικής Ελλειψομετρίας και της Περίθλασης ακτίνων Χ και έγινε συσχέτιση της με τη θρομβογονικότητά τους. Έγινε μέτρηση της χωρικής κατανομής του δυναμικού των υπό μελέτη υλικών αλλά και των ιδίων αιμοπεταλίων και αποδείχθηκε πειραματικώς ότι τα αιμοπετάλια είναι αρνητικώς φορτισμένα ανεξαρτήτου του υποστρώματος προσκόλλησης (είτε πρόκειται για υμένια άνθρακα ή νιτρίδιου του τιτανίου). Στην AFM εικόνα νανοτοπογραφίας (αριστερή εικόνα) των αιμοπεταλίων πάνω στο υμένιο, υποσημειώνονται ενεργοποιημένα αιμοπετάλια που έχουν εκτείνει ψευδοπόδια. Εντός κόκκινου κύκλου, περικλείεται ένα αιμοπετάλιο με υψηλό βαθμό ενεργοποίησης και διαστάσεις 2880X1800nm. Αντίστοιχα, απεικονίζεται δεξιά το EFM και MAG\**COS* (παράμετρος που δείχνει το ηλεκτρικό φορτίο) της σύστοιχης εικόνας. Μετρώντας την μέση τιμή του MAG\**COS* των υποδεικνυόμενων αιμοπεταλίων γίνεται αντιληπτό ότι έχουν αρνητικές τιμές (από -0.063nA έως -0,3 nA) (Εικ.5).



**Εικόνα 5.** α) Δισδιάστατη εικόνα AFM τομογραφίας των ενεργοποιημένων αιμοπεταλίων πάνω σε a-C:H υμένια και β) EFM και MAG\**COS* της εικόνας 5α. Εντός του κύκλου και τετραγώνων περικλείονται τα ενεργοποιημένα αιμοπετάλια και παρατίθενται οι σύστοιχες μετρήσεις της μέσης τιμής του MAG\**COS* των υποδεικνυόμενων αιμοπεταλίων

**Από τη διενέργεια των πειραμάτων της παρούσας εργασίας προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:**

1) Το AFM είναι μία υψηλής διακριτικής ικανότητας τεχνική που επιτρέπει τη λεπτομερή απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο των κυττάρων και των πρωτεϊνών κατά την πρόσφυσή τους πάνω σε βιοϋλικά, στη ναοκλίμακα. Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου που συνεισφέρουν στην κατανόηση των αλληλεπιδράσεων αυτών μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση της αιμοσυμβατότητας των υλικών.

2) Οι διαφορετικές συνθήκες εναπόθεσης των νανοεπικαλύψεων από άμορφο υδρογονωμένο άνθρακα και από νιτρίδια του τιτανίου οδηγούν σε διαφορετικές επιφανειακές ιδιότητες, όπως νανοτραχύτητα, στοιχειομετρία, ηλεκτροστατικές ιδιότητες, γωνία διαβροχής και ελεύθερη επιφανειακή ενέργεια. Οι ιδιότητες αυτές αποδείχθηκε ότι επηρεάζουν την προσκόλληση, ενεργοποίηση των αιμοπεταλίων και την τάση τους για συσσωμάτωση και δημιουργία θρόμβου. Ρυθμίζοντας τις παραμέτρους ανάπτυξης των υμενίων, μπορεί να εξασφαλισθούν ελεγχόμενες και επιθυμητές φυσικές ιδιότητες των βιοϋλικών που επηρεάζουν ευεργετικά την αιμοσυμβατότητά τους.

3) Η μεταφορά φορτίου μεταξύ των βιοϋλικών και των αιμοπεταλίων είναι θεμελιώδους αξίας για την ενεργοποίηση ή όχι των κυττάρων αυτών. Βρέθηκε ότι το αιμοπετάλιο είναι ηλεκτραρνητικό και απωθείται με ηλεκτροστατικές δυνάμεις από ένα βιοϋλικό με κατάλληλο φορτίο επιφανείας. Η παρατήρηση αυτή μπορεί να αποτελέσει τη βάση για τη δημιουργία νανοεπικαλύψεων για stents που θα απωθούν τα αιμοπετάλια του αίματος και θα αποτρέπουν τη θρόμβωση των stents.

*Dr Βαρβάρα Καραγκιοζάκη MSc, Med*

*Καρδιολόγος*



## 5. Αξιοποίηση Αποτελεσμάτων Έρευνας στις Νανοτεχνολογίες



Οι περισσότερες χώρες σήμερα εκλαμβάνουν τη νανοτεχνολογία ως μια περιοχή ικανή για μελλοντική αξιοποίηση και την αντιλαμβάνονται ως κλειδί για την αναδόμηση της βιομηχανίας, της παραγωγής και της οικονομίας τους. Καθώς η νανοτεχνολογία αναπτύσσεται κυρίως στα Πανεπιστήμια και τα Ερευνητικά Κέντρα (ΠΕΚ), είναι σημαντικό να ενισχυθούν οι δραστηριότητες αξιοποίησης της προστιθέμενης αξίας από τη νανοτεχνολογία στις εφαρμογές της. Τα τελευταία χρόνια, το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων έρευνας των ΠΕΚ αυξήθηκε. Ειδικότερα, οι εταιρείες spin-off (τεχνοβλαστοί) έχουν καταστεί δημοφιλές μέσο αξιοποίησης των εν δυνάμει πολύτιμων εφευρέσεων σε αναδυόμενες τεχνολογίες, όπως η νανοτεχνολογία.

Σε πολλές χώρες, πραγματοποιείται μια κοινή προσέγγιση από την ακαδημαϊκή κοινότητα με τις εθνικές κυβερνήσεις, τους περιφερειακούς φορείς και την επιχειρηματική κοινότητα, για την τόνωση της δημιουργίας νέων εταιρειών ή εταιρειών spin-off. Ο καθορισμός των πρωτοβουλιών που σχετίζονται με την αξιοποίηση των αποτελεσμάτων έρευνας μέσα από την ακαδημαϊκή επιχειρηματικότητα είναι πιθανό να οδηγήσει βραχυπρόθεσμα στην ενίσχυση της εθνικής και περιφερειακής ανάπτυξης.

Με βάση τα παραπάνω, το αντικείμενο της διατριβής που υλοποιήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών “Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες” του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (ΑΠΘ), περιλαμβάνει τη μελέτη των μηχανισμών μεταφοράς και αξιοποίησης των αποτελεσμάτων της έρευνας στη νανοτεχνολογία, από τα ΠΕΚ. Μέσω της μελέτης επιλεγμένων περιπτώσεων Ευρωπαϊκών Πανεπιστημίων, των εταιρειών spin-off στα οργανικά ηλεκτρονικά (ένα ραγδαία

αναπτυσσόμενο τομέα της νανοτεχνολογίας), των Ελληνικών εταιρειών spin-off και του “Ελληνικού Εργαστηρίου” που δραστηριοποιούνται στη νανοτεχνολογία, καταδεικνύονται οι παράγοντες και οι βέλτιστες συνθήκες για τη μεταφορά και την αξιοποίηση αποτελεσμάτων έρευνας στη νανοτεχνολογία, με τη δημιουργία εταιρειών spin-off, από τα ΠΕΚ.

Έτσι, από τα συμπεράσματα παρουσιάζεται ο σημαντικός ρόλος της εθνικής πολιτικής και της πολιτικής των ΠΕΚ, καθώς και ο τρόπος που μπορούν να διαμορφωθούν προκειμένου να ενισχυθεί η ακαδημαϊκή επιχειρηματικότητα στη νανοτεχνολογία. Ειδικότερα, τα συμπεράσματα περιλαμβάνουν και προτάσεις για την περίπτωση της Ελλάδας, ως ενδεικτική περίπτωση χώρας που αναζητά να επωφεληθεί από τη νανοτεχνολογία, ενώ τα ΠΕΚ της βρίσκονται στα αρχικά στάδια της εμπορικής αξιοποίησης των αποτελεσμάτων έρευνας, μέσα από τη δημιουργία εταιρειών spin-off.

Οι προκλήσεις για την αξιοποίηση της νανοτεχνολογίας και των οργανικών ηλεκτρονικών, μέσα από τη δημιουργία εταιρειών spin-off, αναδεικνύονται με την καταγραφή των χαρακτηριστικών τους. Σημαντικοί παράγοντες που προέκυψαν από τη διατριβή, σχετικά με τη δημιουργία αλλά και την εξέλιξη των εταιρειών spin-off στη νανοτεχνολογία και τα οργανικά ηλεκτρονικά, σχετίζονται με: την πρόσβαση τους στις κατάλληλες υποδομές, τις σχέσεις τους με τα ΠΕΚ, την προστασία της γνώσης με διπλώματα ευρεσιτεχνίας, το επιχειρηματικό τους μοντέλο, το ρόλο των χρηματοδοτικών προγραμμάτων για τη δημιουργία εταιρειών spin-off και τον τύπο των επενδυτών.

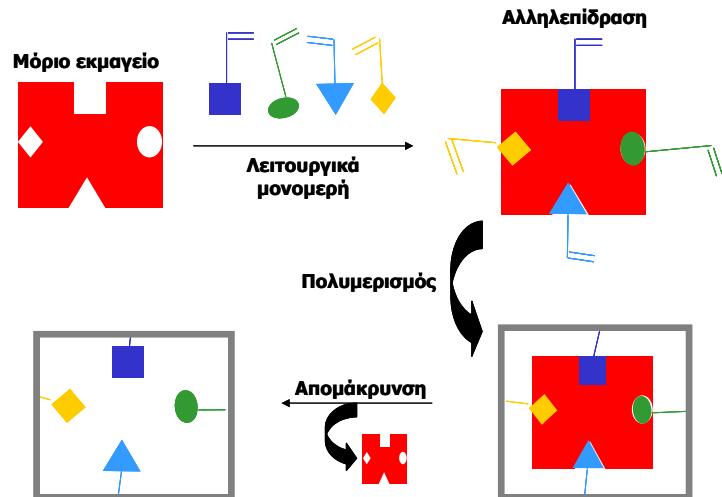
## 6. Νανοαποτύπωση βιομορίων με βιοτεχνολογικό ενδιαφέρον

Στα πλαίσια του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών “Νανοεπιστήμες & Νανοτεχνολογίες” πραγματοποιήθηκε η διδακτορική διατριβή με τίτλο “Νανοαποτύπωση βιομορίων με βιοτεχνολογικό ενδιαφέρον σε πολυμερικούς φορείς για επιλεκτική αναγνώριση και διαχωρισμό”. Η Διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού ερευνητικού προγράμματος “NanoImprint”.

Όλες οι βιολογικές διαδικασίες που περιλαμβάνουν διαμοριακές αλληλεπιδράσεις, όπως είναι οι αποκρίσεις των ορμονών, η αντιγραφή του DNA, η ενζυμική κατάλυση και η σύνθεση πρωτεϊνών καθώς και η αναγνώριση ενός μορίου από το ανοσοποιητικό σύστημα ως ενδογενές ή εξωγενές, είναι απόρροια πολλαπλών ασθενών αλληλεπιδράσεων και δεσμών. Σε αντίθεση με τους ομοιοπολικούς δεσμούς που συγκρατούν τα μόρια στενά συνδεδεμένα μεταξύ τους, οι σύνθετες λειτουργίες των έμβιων συστημάτων διατηρούνται κυρίως από πιο ασθενείς δυνάμεις, με ιδιαίτερη δυναμική τόσο σχηματισμού όσο και διάσπασης. Αυτές οι διαμοριακές αλληλεπιδράσεις αποτελούν θα λέγαμε τη βάση της έκφρασης της ίδιας της ζωής. Η μελέτη και μίμηση των φυσικών αυτών αλληλεπιδράσεων κέντριζαν πάντα το ενδιαφέρον των επιστημόνων.

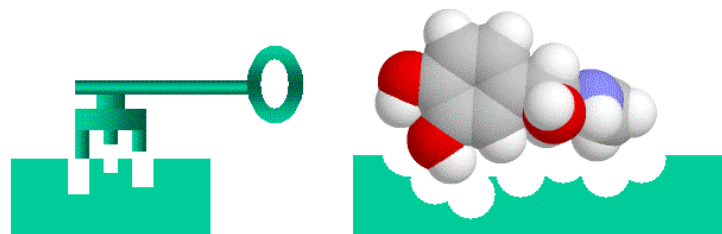
Μία ενδιαφέρουσα συνθετική προσέγγιση, η οποία ορίζεται ως η δημιουργία θέσεων αναγνώρισης σε ένα πλέγμα, είναι η μοριακή αποτύπωση πολυμερών επιλεκτικών ως προς ορισμένο υπόστρωμα, το οποίο υπόστρωμα έχει χρησιμοποιηθεί ως μήτρα κατά τη διαδικασία σχηματισμού του πολυμερικού πλέγματος. Αρχικά, το μόριο-μήτρα σχηματίζει αλληλεπιδράσεις ή δεσμούς μέσα σε διάλυμα με λειτουργικά στοιχεία τα οποία είναι κατάλληλα διευθετημένα στο χώρο γύρω από το μόριο-μήτρα. Στη συνέχεια, ακολουθεί πολυμερισμός αυτών των λειτουργικών στοιχείων και σχηματισμός των θέσεων δέσμησης που είναι επιλεκτικές ως προς το μόριο-μήτρα που χρησιμοποιήθηκε

(Σχ. 1). Με τη διαδικασία αυτή δημιουργούνται φυσικές θέσεις δέσμησης με ένα συνθετικό αλλά αποτελεσματικό τρόπο.



**Σχήμα 1:** Τα στάδια της μοριακής αποτύπωσης των πολυμερών: Αρχικά, το μόριο-εκμαγείο αλληλεπιδρά με κατάλληλα λειτουργικά μονομερή, τα οποία διευθετούνται στο χώρο γύρω από το μόριο. Στη συνέχεια, ακολουθεί πολυμερισμός των λειτουργικών μονομερών με τη χρήση του κατάλληλου μέσου δικτύωσης. Μετά την ολοκλήρωση του πολυμερισμού και την απομάκρυνση του μορίου-εκμαγείου, έχει δημιουργηθεί μια κοιλότητα - θέση δέσμησης που έχει σχέση κλειδιού-κλειδαριάς με το μόριο αποτύπωσης

Χρησιμοποιώντας τη μεταφορά του ‘κλειδιού-κλειδαριάς’ του Fisher, η μοριακή αποτύπωση μπορεί να περιγραφεί ως η διαδικασία δημιουργίας τεχνητών ‘κλειδαριών’ για συγκεκριμένα ‘μοριακά κλειδιά’ (Σχ.2).



**Σχήμα 2:** Σύνθεση ‘τεχνητών κλειδαριών’ για συγκεκριμένα ‘μοριακά κλειδιά’

Το μοριακό κλειδί μπορεί να είναι οποιαδήποτε ουσία, από μικρά μόρια όπως είναι τα αμινοξέα, οι στεροΐδεις ορμόνες ή τα μεταλλικά ιόντα μέχρι μεγαλύτερα μόρια όπως είναι τα πεπτιδία και οι πρωτεΐνες. Μεγά-

λα μόρια και οντότητες όπως είναι τα κύτταρα και οι ιοί, μπορούν επίσης να αποτυπωθούν μοριακά. Ωστόσο, η δυσκολία σύνθεσης μοριακών αποτυπωμένων υλικών αυξάνει αναλογικά με το μέγεθος και την πολυπλοκότητα του μορίου.

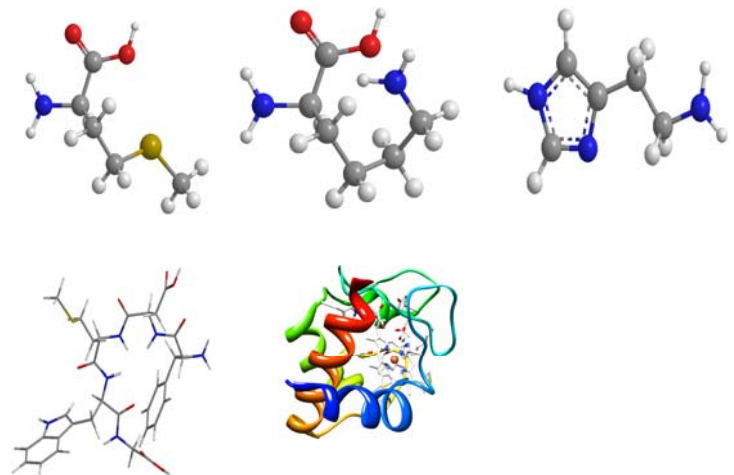
Τα μοριακά αποτυπωμένα πολυμερή (Μ.Α.Π.), εκτός από τις εξαιρετικές ιδιότητες αναγνώρισης που έχουν, χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερες φυσικές και χημικές ιδιότητες. Τα υλικά αυτά εμφανίζουν εξαιρετική φυσική και χημική σταθερότητα απέναντι σε ποικίλους εξωτερικούς παράγοντες. Έχουν μεγάλη μηχανική αντοχή, είναι ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις καθώς και σε όξινες και αλκαλικές συνθήκες. Η μακροπρόθεσμη σταθερότητα των πολυμερών είναι επίσης πολύ υψηλή: αποθήκευση σε αδρανείς συνθήκες για πολλά χρόνια δεν επιδρά αρνητικά στην αποτελεσματικότητά τους. Επιπλέον, τα υλικά αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι 100 φορές χωρίς να χάσουν τη λειτουργικότητά τους. Συγκριτικά με τα φυσικά βιολογικά στοιχεία αναγνώρισης, που συχνά είναι ευαίσθητες πρωτεΐνες, οι ιδιότητες αυτές των μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών τα καθιστά υποσχόμενους αντικαταστάτες ως τεχνητά αντισώματα (Selligren & Andersson, 2000; Yan & Ramström, 2005).

Οι ιδιαίτερες ιδιότητες των μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών έχουν οδηγήσει την εφαρμογή των υλικών αυτών σε διάφορα πεδία. Τα αποτυπωμένα πολυμερή βρίσκουν εφαρμογή ως στατικές φάσεις στην χρωματογραφία, ως στοιχεία αναγνώρισης στους αισθητήρες και σε ανοσοχημικούς προσδιορισμούς, ως μεμβράνες, ως συστήματα μεταφοράς φαρμάκων, ως διαχωριστικά υλικά, και τέλος ως καταλύτες σε διάφορες αντιδράσεις μιμούμενα τον ρόλο των ενζύμων (Alexander et al., 2006).

Η παρούσα διατριβή επικεντρώθηκε στη σύνθεση μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών που φέρουν εξειδικευμένες θέσεις για βιομόρια με βιοτεχνολογικό ενδιαφέρον. Ο σκοπός της παρούσας διατριβής ήταν η μελέτη των παραμέτρων που επηρεάζουν το φαινόμενο της μοριακής αποτύπωσης με απώτερο σκοπό τη σύνθεση πολυμερών που έχουν μοριακή μνήμη

για τα επιλεγμένα μόρια αποτύπωσης. Τα βιομόρια που χρησιμοποιήθηκαν στη διατριβή είναι τα αμινοξέα L- μεθειονίνη και L- λυσίνη, η ισταμίνη, το πενταπεπτίδιο της χολεστοκίνης (CCK-5) και το κυτόχρωμα c (Σχ.3).

Η L-μεθειονίνη και η L-λυσίνη ανήκουν στα απαραίτητα αμινοξέα και συμμετέχουν σε πολλές βιολογικές λειτουργίες. Η αγορά για τα αμινοξέα έχει αυξηθεί σημαντικά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, καθώς χρησιμοποιούνται ως πρόσθετα στις ζωοτροφές και στα τρόφιμα, καθώς και για κλινικούς και θεραπευτικούς σκοπούς. Η σύνθεση μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών για τη λυσίνη και τη μεθειονίνη εμφανίζει ενδιαφέρον, καθώς δύναται να χρησιμοποιηθούν τόσο για την ανίχνευση των αμινοξέων όσο και για το διαχωρισμό τους από το θρεπτικό μέσο καλλιέργειας.



**Σχήμα 3:** Δομή των βιομορίων που χρησιμοποιήθηκαν στη διατριβή: α) L-μεθειονίνη β) L-λυσίνη γ) ισταμίνη δ) πεπτίδιο της CCK-5 (Gly-Trp-Met-Asp-Phe-NH<sub>2</sub>). ε) κυτόχρωμα c από άλογο

Από τη στιγμή της ανακάλυψής της το 1910, η ισταμίνη θεωρείται ως μία από τις πιο σημαντικές βιογενείς αμίνες στα πεδία της ιατρικής και της βιολογίας. Είναι μια χαμηλού μοριακού βάρους αμίνη που προκύπτει από την L-ιστιδίνη με τη δράση του ενζύμου της αποκαρβοξυλάσης της ιστιδίνης (Moya-Garcia et al., 2005). Ο ρόλος της ισταμίνης είναι σημαντικός τόσο σε φυσιολογικές συνθήκες όσο και σε παθολογικές, όπως είναι ο πολλαπλασιασμός και η διαφοροποίηση



των κυττάρων, η ανάπτυξη του εμβρύου και η θεραπεία τραυμάτων. Έχει βρεθεί ότι έχει ρυθμιστική δράση στο πεπτικό, στο νευρικό και στο ανοσοποιητικό σύστημα (Ohtsu, 2008). Εκτός από το βιολογικό της ρόλο, η παρουσία της ισταμίνης στα τρόφιμα, όπως είναι για παράδειγμα τα ψάρια και οι οίνοι, αποτελεί δείκτη της ποιότητας του τροφίμου. Πρόσληψη ποσότητας ισταμίνης της τάξεως των 70–1000 mg ανά γεύμα μπορεί να προκαλέσει δηλητηρίαση. Συμπεραίνουμε λοιπόν, ότι τα μοριακά αποτυπωμένα πολυμερή της ισταμίνης δύνανται να εφαρμοστούν στην επιλεκτική ανίχνευση και αναγνώριση του μορίου για αναλυτικούς σκοπούς.

Η χολεστοκινίνη (CCK) είναι μία πεπτιδορμόνη που αρχικά ανακαλύφθηκε στο εντερικό και στο κεντρικό νευρικό σύστημα. Οι λειτουργίες της χολεστοκινίνης και των υποδοχέων της είναι ποικίλες: εμπλέκονται στο γαστρεντερικό και στο καρδιοαναπνευστικό σύστημα, στον πολλαπλασιασμό των καρκινικών κυττάρων, στην αναλγησία και τέλος στη γενετήσια και αναπαραγωγική συμπεριφορά (Crawley & Corwin, 1994). Στην παρούσα διατριβή χρησιμοποιήθηκε το καρβοξυ-τελικό πενταπεπτιδίο της χολεστοκινίνης (CCK-5) που αποτελείται από τα αμινοξέα: Gly-Trp-Met-Asp-Phe-NH<sub>2</sub>. Καθώς η χολεστοκινίνη συμμετέχει σε ποικίλες φυσιολογικές και παθοφυσιολογικές διαδικασίες, η μοριακή αποτύπωση του πεπτιδίου της CCK-5 σε πολυμερή παρουσιάζει ενδιαφέρον, διότι τα μοριακά αποτυπωμένα πολυμερή θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως αναλυτικά εργαλεία για την ανίχνευση και απομόνωση της ορμόνης από βιολογικά υγρά.

Το τελευταίο βιομόριο που χρησιμοποιήθηκε ως μόριο αποτύπωσης είναι το κυτόχρωμα c. Τα κυτοχρώματα είναι πρωτεΐνες που έχουν για προσθετική ομάδα ένα ή περισσότερους δακτυλίους σιδηροπορφυρίνης. Μεταφέρουν αναγωγικά ισοδύναμα με ταυτόχρονη μεταβολή της οξειδωτικής κατάστασης της προσθετικής ομάδας. Όπως και στην περίπτωση της χολεστοκινίνης, τα μοριακά αποτυπωμένα πολυμερή του κυτοχρώματος c, θα μπορούσαν να χρησιμοποιη-

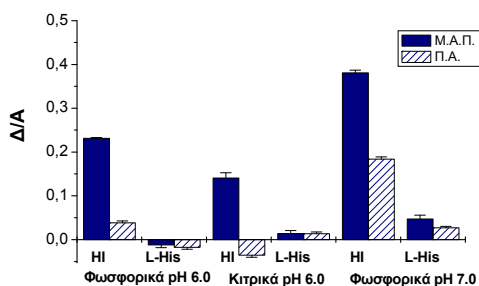
ηθούν ως αναλυτικά εργαλεία για την αναγνώριση και δέσμευση της πρωτεΐνης.

Πρωταρχικό στόχο της διατριβής αποτέλεσε η μοριακή αποτύπωση των αμινοξέων L- μεθειονίνη και L- λυσίνη. Η σύνθεση των πολυμερών έγινε με την τεχνική της καθίζησης και μελετήθηκαν οι παράμετροι που επηρεάζουν το φαινόμενο της μοριακής αποτύπωσης (αναλογία λειτουργικού μονομερούς-μέσου δικτύωσης, εκκίνηση του πολυμερισμού, συγκέντρωση του εκκινητή). Στη μοριακή αποτύπωση της L-Met, βρέθηκε ότι ο φωτοχημικός πολυμερισμός δίδει πολυμερή που έχουν παρόμοια μορφολογικά χαρακτηριστικά και μεγαλύτερη αγκιστεία για το μόριο αποτύπωσης σε σχέση με τα θερμικά πολυμερή. Στην περίπτωση της L-Lys, βρέθηκε ότι η σύνθεση μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών με τη μέθοδο της καθίζησης είναι εφικτή μόνο με φωτοχημική εκκίνηση του πολυμερισμού, καθώς ο θερμικός πολυμερισμός δεν είχε θετικά αποτελέσματα.

Επόμενο εγχείρημα της διατριβής αποτέλεσε η σύνθεση μοριακά αποτυπωμένων πολυμερών για την ισταμίνη με τη μέθοδο του πολυμερισμού μάζας. Καθώς δεν έχει γίνει εκτενής έρευνα της αγκιστείας των πολυμερών σε οργανικό και υδατικό περιβάλλον, προχωρήσαμε σε διεξοδική μελέτη των παραμέτρων που επηρεάζουν την αναγνώριση του μορίου αποτύπωσης από τα πολυμερή (pH, ιονική ισχύς), στην κινητική μελέτη της δέσμευσης του μορίου από τα πολυμερή καθώς και στη διαλεύκανση του μηχανισμού αναγνώρισης της ισταμίνης από τα αποτυπωμένα πολυμερή σε οργανικό και υδατικό περιβάλλον. Επιπρόσθετα, ελέγχθηκε η αγκιστεία των πολυμερών για ενώσεις που έχουν παρόμοιο δομικό ή λειτουργικό ρόλο με την ισταμίνη (L-ιστιδίνη, ανταγωνιστές της ισταμίνης).

Με τη χρήση της τεχνικής <sup>1</sup>H NMR βρέθηκε ότι στο διάλυμα πολυμερισμού, οι αλληλεπιδράσεις που σταθεροποιούν το σύμπλοκο HI-MAA είναι οι δεσμοί υδρογόνου ενώ σε υδατικό περιβάλλον (pH:7,4) η αναγνώριση της ισταμίνης γίνεται με ηλεκτροστατικές αλληλεπιδράσεις. Αναφορικά με την εξειδίκευση των M.A.Π., σε οργανικό περιβάλλον αναγνώρισαν εκλε-

κτικά την ισταμίνη έναντι των ανταγωνιστών της ισταμίνης, φλουοξετίνη, ρανιτιδίνη, και διμεθυδίνη ενώ σε υδατικό περιβάλλον αναγνώρισαν την ισταμίνη έναντι της παρόμοιας δομικά ένωσης L-ιστιδίνη (Σχ.4).



**Σχήμα 4:** Δέσμευση της ισταμίνης και της ιστιδίνης στα Μ.Α.Π. και Π.Α. σε υδατικό περιβάλλον

Ένα επίσης σημαντικό εγχείρημα, αποτέλεσε η μοριακή αποτύπωση του πεπτιδίου της χολεστοκινίνης (CCK-5) και του κυτοχρώματος c. Βασιζόμενοι στην επιτόπια μέθοδο, έγινε αποτύπωση του πεπτιδίου με τη μέθοδο της καθίζησης σε ακετονιτρίλιο δίνοντας αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Για τη μοριακή

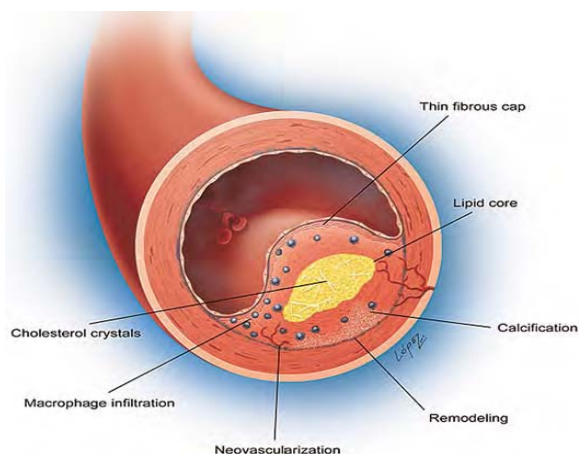
αποτύπωση του κυτοχρώματος c χρησιμοποιήθηκαν οι πηκτές πολυακρυλαμίδιου λόγω των μη μετουσιωτικών συνθηκών πολυμερισμού. Βρέθηκε ότι η αγχιστεία των πηκτών για την πρωτεΐνη αυξάνεται όταν χρησιμοποιείται μίγμα δύο μονομερών. Συγκεκριμένα, όταν χρησιμοποιούνται συνδυαστικά το ακρυλαμίδιο και το μεθακρυλικό οξύ, τα Μ.Α.Π. δεσμεύουν 1,28 μg κυτοχρ. c/mg πολυμερούς περισσότερο από τα πολυμερή αναφοράς.

Η μοριακή αποτύπωση πολυμερών αποτελεί ένα νέο σχετικά πεδίο έρευνας που καλείται να αντιμετωπίσει πολλές προκλήσεις τα επόμενα χρόνια. Ωστόσο έχει ανοίξει το δρόμο για τη δημιουργία μοριακών συσκευών (μοριακές μνήμες, μοριακές μηχανές, μοριακοί υπολογιστές, τεχνητά αντισώματα) που αποτελούν τα σημεία κλειδιά της επιστημονικής εξέλιξης του 21<sup>ου</sup> αιώνα.

*Dr. Φωτεινή Τρίκκα*

## 7. Παράγοντες Αθηροσκλήρωσης

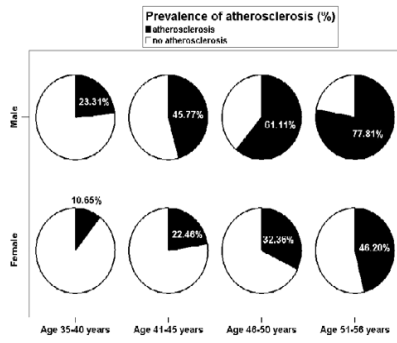
Η αθηροσκλήρωση είναι μια προοδευτική πολυπαραγοντική διαδικασία που αρχίζει κατά την παιδική ηλικία και καταλήγει σε ένα φάσμα σοβαρών αγγειακών παθήσεων που αποτελούν την κύρια αιτία θανάτου στις Δυτικές χώρες.



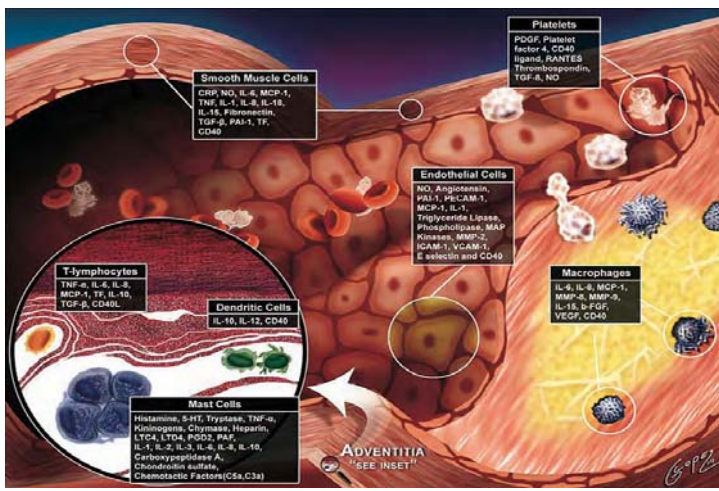
Ιστοπαθολογικά χαρακτηριστικά της αθηροσκληρωτικής πλάκας: λεπτή ινώδης κάψα, μεγάλος λιπιδικός

πυρήνας, ασβεστοποίηση, νεοαγγείωση και διήθηση από φλεγμονώδη κύτταρα.

Η νόσος αυτή έχει μια αξιοσέβαστη ιστορία, έχοντας αφήσει τα ίχνη της σε αρτηρίες από αιγυπτιακές μούμιες. Προφανώς ασυνήθιστη κατά την αρχαιότητα, η αθηροσκλήρωση απέκτησε επιδημιολογικές διαστάσεις όταν οι ανθρωπίνι πληθυσμοί άρχισαν όλο και περισσότερο να επιζούν από την πρώιμη θνησιμότητα που οφειλόταν κυρίως σε μολυσματικές νόσους. Επιπλέον, το ότι οι κοινωνίες υιοθέτησαν διαιτητικές συνήθειες όπως η υπέρμετρη κατανάλωση κορεσμένων λιπαρών και η περιορισμένη φυσική δραστηριότητα είναι γεγονός που συνέβαλλε κι αυτό με τη σειρά του στην προώθηση της αθηροσκλήρωσης.



2006 American Heart Association, Inc. *Circulation*. 2006;114:II\_378



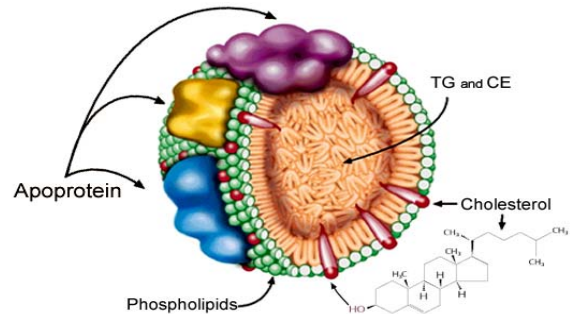
Ένα σύμπλεγμα φλεγμονωδών κυτοκινών που προέρχεται από διάφορα κύτταρα (μακροφάγα, λεία μυϊκά κύτταρα, αιμοπετάλια, ενδοθηλιακά κύτταρα, δένδριτικά κύτταρα, λεμφοκύτταρα και μαστοκύτταρα) παίζει ρόλο στην έναρξη και την εξέλιξη της αθηροσκλήρωσης.

Τις τελευταίες δεκαετίες η αθηροσκλήρωση αποτέλεσε πεδίο εντατικής μελέτης και επιβεβαιώθηκαν σαφείς συσχετισμοί με διάφορους παράγοντες καρδιαγγειακού κινδύνου όπως η ηλικία, η υπερλιπιδαιμία, το κάπνισμα, ο σακχαρώδης διαβήτης και η αρτηριακή υπέρταση.

Παρ' όλα αυτά, ένα μικρό αλλά σημαντικό ποσοστό καρδιαγγειακών νοσημάτων δεν μπορεί να αποδοθεί στους κλασικούς αυτούς παράγοντες κινδύνου. Εκτός από τον προσδιορισμό των λιπιδίων, για την προσέγγιση του κινδύνου ανάπτυξης καρδιαγγειακού νοσήματος σήμερα προστίθεται και ο προσδιορισμός της υψηλής ευαισθησίας C αντιδρώσας πρωτεΐνης (high

sensitivity C reactive protein- hsCRP), της ομοκυστεΐνης και της λιποπρωτεΐνης ( $\alpha$ )-Lp( $\alpha$ ).

Τα κλάσματα των λιπιδίων του αίματος αποτελούν τους πιο ισχυρούς και εμπειριστατωμένους παράγοντες κινδύνου. Η χοληστερόλη αποτελεί σημαντικό συστατικό για τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού. Ωστόσο, οι αυξημένες τιμές της συσχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρδιαγγειακών νοσημάτων. Η χοληστερόλη δεν κυκλοφορεί ελεύθερη στο αίμα, αλλά συνδεδεμένη με πρωτεΐνες, σχηματίζοντας τις λιποπρωτεΐνες. Οι λιποπρωτεΐνες είναι συμπλέγματα τριγλυκεριδίων, χοληστερόλης, φωσφολιπιδίων και πρωτεϊνών.



Το μεγαλύτερο ποσοστό χοληστερόλης στον ορό κυκλοφορεί με τη μορφή της LDL χοληστερόλης. Η LDL χοληστερόλη μεταφέρει τη χοληστερόλη από το ήπαρ προς τους ιστούς και γι' αυτό αποτελεί την κύρια αθηρογενετική λιποπρωτεΐνη. Στους παράγοντες που σχετίζονται με αυξημένες τιμές της συμπεριλαμβάνονται γενετικοί παράγοντες, η αύξηση της ηλικίας, τα οιστρογόνα (οι γυναίκες μετά την εμμηνόπαυση έχουν αυξημένες τιμές), ο διαβήτης, ο υπερθυρεοειδισμός κ.α. Τα επίπεδα της αποτελούν τον πρώτο στόχο μετά από θεραπευτικές παρεμβάσεις. Η HDL χοληστερόλη αποτελεί την πιο μικρή λιποπρωτεΐνη και μεταφέρει την χοληστερόλη από την περιφέρεια στο ήπαρ. Η HDL μπορεί δηλαδή να απομακρύνει την περίσσεια χοληστερόλης από το αρτηριακό τοίχωμα.



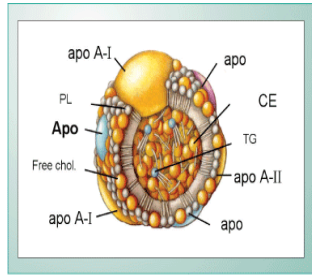
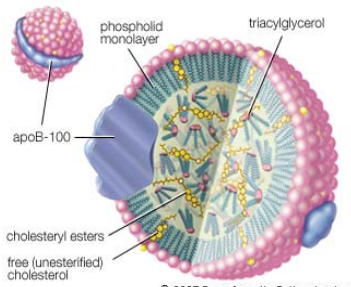


Fig. 1 - Composition of high-density lipoprotein (HDL). Apo = apoprotein; PL = phospholipids; chol. = cholesterol; CE = esterified cholesterol; TG = triglycerides.

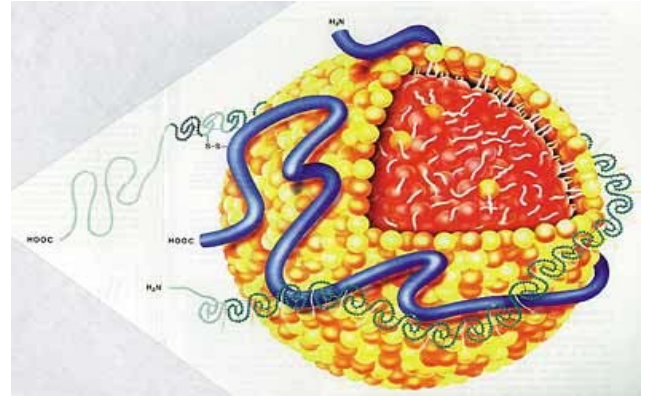
## LDL

## HDL

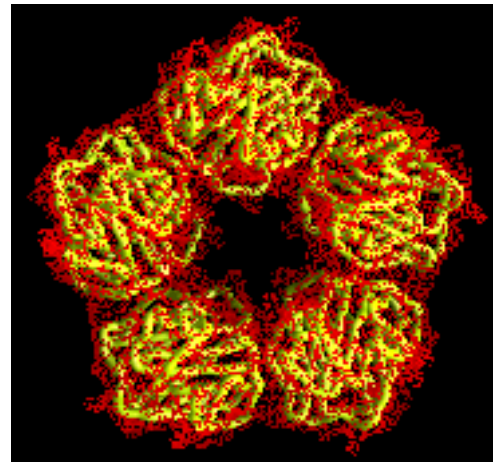
Η **Lp (a)**, είναι μια νεότερη ως προς την ανακάλυψη της λιποπρωτεΐνη, για την οποία υπάρχει εδώ και αρκετά χρόνια ερευνητικό ενδιαφέρον ως προς τη σχέση της με την αθηροσκλήρωση. Από ορισμένους ερευνητές έχει θεωρηθεί ο σπουδαιότερος γενετικά καθοριζόμενος παράγοντας κινδύνου για τη στεφανιαία νόσο και θα έπρεπε να προσδιορίζεται σε κάθε άτομο το οποίο διατρέχει υψηλό κίνδυνο να εμφανίσει τη νόσο. Έχει παρόμοια δομή με αυτή των λιποπρωτεϊνών χαμηλής πυκνότητας (LDL) και φέρει μία επιπλέον γλυκοπρωτεΐνη, την απολιποπρωτεΐνη a [Apo(a)], που συνδέεται με την ApoB-100 με έναν ή περισσότερους δισουλφιδικούς δεσμούς. Υπάρχουν στοιχεία για διπλή δράση του μορίου της. Πιο συγκεκριμένα:

α) **Αθηρογόνος δράση:** η Lp (a), αφού εισχωρήσει στο αγγειακό ενδοθήλιο, όπως αναφέρθηκε, μπορεί να συμμετέχει κατά παρόμοιο τρόπο με την LDL στο σχηματισμό της αθηρωματικής πλάκας. Η ικανότητα της Lp (a) να συνδέεται με οξειδωμένα λιπίδια σε μεγάλες συγκεντρώσεις της μπορεί να λειτουργήσει εις βάρος του οργανισμού. Μετά τη σύνδεσή της αυτή πιθανόν να εισέρχεται στο αρτηριακό τοίχωμα και να γίνεται αθηρογόνος.

β) **Θρομβογόνος δράση:** η Lp (a) παρεμβαίνει και στο σύστημα ινωδολύσης, γιατί έχει σαφή αντι-ινωδολυτική δράση. Έχει βρεθεί ότι αναστέλλει τη δράση του πλασμινογόνου και στην επιφάνεια των κυττάρων και στο θρόμβο και ενισχύει τη θρόμβωση. Ίσως γι' αυτό το μόριό της παρουσιάζει αρκετά κοινά στοιχεία (επιτόπους) με ορισμένα μόρια του μηχανισμού πήξης-ινωδολύσης. Η Lpa έχει θεωρηθεί ως μόριο – γέφυρα μεταξύ των μηχανισμών αθηροσκλήρωσης και θρόμβωσης.



**C αντιδρώσα πρωτεΐνη (CRP).** Κλινικές και εργαστηριακές μελέτες έχουν αποδείξει ότι μια φλεγμονώδης διαδικασία προηγείται της έναρξης, δημιουργίας και αποσταθεροποίησης των αθηρωματικών πλακών. Η C - αντιδρώσα πρωτεΐνη (CRP), ως παράγωγο οξειδίας αναγνωρίζεται σήμερα ως ο πιο σημαντικός από τους άλλους παράγοντες που συμμετέχουν σ' αυτή τη διαδικασία.



Μοντέλο του μορίου της ανθρώπινης CRP, το οποίο αποτελείται από 5 όμοιες πρωτεϊνικές υπομονάδες, με μοριακό βάρος περίπου 21,500 η καθεμιά

Η διαπίστωση ότι ανωμαλίες των λιπιδίων συνδέονται με την αρτηριοσκλήρωση και την ισχαιμική καρδιοπάθεια πυροδότησε τα τελευταία χρόνια την έρευνα για το μεταβολισμό των ουσιών αυτών και έκανε απαραίτητη την κατανόηση της φυσιολογίας και της παθολογίας τους.

Η πρόληψη της αθηροσκλήρωσης αποτελεί μακροπρόθεσμη πρόκληση για όλο το υγειονομικό προσωπικό και τις υπηρεσίες δημόσιας υγείας. Η προσπά-

θεια έγκειται στην βελτιστοποίηση των παραγόντων κινδύνου, πολύ πριν εκδηλωθεί η αθηροσκληρωτική νόσος. Εκτός από τον προσδιορισμό των λιπιδίων για την προσέγγιση του κινδύνου ανάπτυξης καρδιαγγειακού νοσήματος, σήμερα προστίθεται και ο προσδιορισμός της υψηλής ευαισθησίας C αντιδρώσας πρωτεΐνης (high sensitivity C reactive protein- hsCRP), της λιποπρωτεΐνης (α) -Lp(α) και της ομοκυστεΐνης. Οι βιοχημικοί δείκτες που μελετήθηκαν - υψηλής ευαισθησίας C αντιδρώσα πρωτεΐνη (high sensitivity C reactive protein- hsCRP), ομοκυστεΐνη,

λιποπρωτεΐνη Lp (α), απολιποπρωτεΐνη A-1 και απολιποπρωτεΐνη B - θα αποτελέσουν πολύτιμα διαγνωστικά εργαλεία της σύγχρονης κλινικής πρακτικής και οι προσδιορισμοί τους σε βιολογικά δείγματα μπορούν να συμβάλουν αποδεδειγμένα προς την κατεύθυνση αυτή.

*MSc Μέγαλου Αικατερίνη*

## **8. Ο Καθηγητής Γιώργος Μαλλιάρης ιδρυτής του Τμήματος Βιοηλεκτρονικής στην Ecole Nationale Supérieure des Mines σε μια αναγνωριστική συνέντευξη**



*1. Ξεκινήσατε ως φοιτητής του Τμήματος Φυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης και τώρα βρίσκεστε Καθηγητής στο Ecole Nationale Supérieure des Mines του Αγίου Στεφάνου της Γαλλίας, μπορείτε να μου περιγράψετε με συντομία την πορεία σας έως εδώ;*

Μετά το πέρας των σπουδών μου στο ΑΠΘ πήγα στην Ολλανδία, στο Πανεπιστήμιο του Nijmegen, όπου έκανα internship στο εργαστήριο του Theo Rasing στη δεύτερη αρμονική (harmonic generation) των επιφανειών πυριτίου. Αν και η μη-γραμμική οπτική είναι ένα εξαιρετικά ενδιαφέρον θέμα, συναρπάστηκα από μια ομιλία σχετική με τη φυσική των πολυμερών που δόθηκε από τον καθ. Γ. Χατζηγιωάννου. Μόλις είχε αναλάβει τη θέση του στο Πανεπιστήμιο του Groningen, στην Ολλανδία, και επισκεπτόταν το Nijmegen για τη συγκεκριμένη ομιλία. Μερικούς μήνες αρ-

γότερα, ξεκίνησα το PhD μου σε αυτόν και τότε ήταν που άρχισε η σχέση μου με τα οργανικά ηλεκτρονικά. Η διατριβή μου ήταν στα οργανικά φωτοδιαθλαστικά υλικά, ένα θέμα το οποίο σταμάτησε να προκαλεί το επιστημονικό ενδιαφέρον όταν τελείωνα το PhD μου, το 1995 (τότε η IBM αποφάσισε να διακόψει όλες τις δραστηριότητες σε φωτοδιαθλαστικά υλικά αποθήκευσης, και το ίδιο ακολούθησε και στον υπόλοιπο κόσμο). Παρέμεινα ακόμη ένα χρόνο στο εργαστήριο του κ. Χατζηγιωάννου για Postdoc κι έπειτα έφυγα για την California, όπου έκανα ένα δεύτερο Postdoc στο ερευνητικό εργαστήριο της IBM Almaden. Εκεί ασχολήθηκα με οργανικές διόδους εκπομπής φωτός.

Το 1998 ανέλαβα τη θέση του αναπληρωτή καθηγητή στο Πανεπιστήμιο Cornell της Νέας Υόρκης στο Τμήμα Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών, όπου δημιούργησα μια ομάδα με ερευνητικό ενδιαφέρον σε διάφορους τομείς των οργανικών ηλεκτρονικών. Παρέμεινα

στο Cornell μέχρι τη γέννηση του γιού μας Gregory-Killian το 2008, οπότε και αποφασίσαμε με τη σύζυγό μου να επιστρέψουμε στην Ευρώπη και να εγκατασταθούμε κάπου ανάμεσα στην Ελλάδα και την Ιρλανδία. Το Σεπτέμβριο του 2009 ανέλαβα την τωρινή μου θέση στο κέντρο Μικροηλεκτρονικής στην πόλη Provence της Γαλλίας όπου και ίδρυσα το τμήμα Βιοηλεκτρονικής.

*2. Στο Πανεπιστήμιο Cornell της Νέας Υόρκης διευθύνετε τη Μονάδα Επιστήμης και Τεχνολογίας στη Νανοκλίμακα, όπου ερευνητές από διάφορα ιδρύματα προσέρχονται σε αυτήν για τις εξειδικευμένες μετρήσεις τους. Μετά από αυτή την κομβική θέση πείτε μου κάποια από τα συμπεράσματά σας και την εμπειρία σας σχετικά με τον τρόπο που λειτουργεί σήμερα η έρευνα σε αυτό τον τομέα.*

Πιστεύω ότι η Μονάδα Νανοκλίμακας στο Cornell (NanoScale Facility (CNF, [www.cnf.cornell.edu](http://www.cnf.cornell.edu))) αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα του πώς θα έπρεπε να διεξάγεται η έρευνα στη νανοτεχνολογία. Το CNF είναι μια διεθνής υποδομή που ξεκίνησε πριν 35 χρόνια όταν ο κόσμος συνειδητοποίησε ότι η ενασχόληση με κατασκευές στη μικρο-κλίμακα γινόταν ολοένα και πιο σημαντική. Οι απαραίτητες εγκαταστάσεις, όμως, για κάτι τέτοιο απαιτούν υπέρογκα χρηματικά ποσά για αυτόνομες ερευνητικές ομάδες, ακόμη και για Πανεπιστημιακά Τμήματα. Το να εγκατασταθεί ο κατάλληλος εξοπλισμός σε ένα χώρο ο οποίος θα είναι διαθέσιμος ευρέως στην ερευνητική κοινότητα (με την καταβολή κάποιου ποσού ανά ώρα) είχε ιδιαίτερη σημασία. Αυτό επιβεβαιώνεται ακόμη περισσότερο σήμερα όπου ο εξοπλισμός τελευταίας τεχνολογίας για την έρευνα στη νανοτεχνολογία είναι πολύ ακριβός. Για παράδειγμα, στο CNF υπάρχει ένας εξοπλισμός από νανο-διατάξεις αξίας που ξεπερνά τα \$150 εκατομμύρια. Γίνεται χρήση της από περισσότερους από 700 ανθρώπους το χρόνο, οι πιο πολλοί από τους οποίους είναι απόφοιτοι φοιτητές. Έτσι τους δίνεται η ευκαιρία να ενασχοληθούν με πολύ φιλόδοξα

έργα παρά το οικονομικό κόστος της διάταξης. Θα ήθελα να συμπληρώσω ότι υποδομές τέτοιου είδους είναι πολύ σημαντικές για την οικονομική ανάπτυξη: μικρές εταιρείες υψηλής τεχνολογίας που συνιστούν τη ραχοκοκαλιά της αμερικανικής οικονομίας έχουν τη δυνατότητα να αναπτύξουν νέα προϊόντα χωρίς να χρειάζεται να επενδύσουν στο δικό τους εργαστήριο. Η Ευρώπη χρειάζεται υποδομές τέτοιου είδους!

*3. Στις 30 Σεπτεμβρίου εγκαινιάζεται το Κέντρο Βιοηλεκτρονικής το οποίο διευθύνετε. Αρχικά, θα ήθελα να μάθω πώς προέκυψε η ενασχόλησή σας με τον τομέα της Βιολογίας.*

*Περιγράψτε μου με δυο λόγια πώς σχετίζονται οι τομείς της Βιολογίας και των Ηλεκτρονικών υλικών.*

Η Βιοηλεκτρονική είναι ένα παλιό κεφάλαιο: ο Luigi Galvani μελετούσε την επίδραση του ηλεκτρισμού στην κίνηση των μυών σε πόδια βατράχου. Σήμερα, διαθέτουμε συσκευές βιοηλεκτρονικής, που αποτελούν μετρητές του διασκελισμού και της γλυκόζης. Αυτά τα προϊόντα εμπεριέχουν ηλεκτρονικές διατάξεις που προκαλούν ή διακρίνουν ένα βιολογικό φαινόμενο. Το ζήτημα αυτό μου προκάλεσε το ενδιαφέρον το 2004, κατά τη θητεία μου στο Cornell. Η προαγωγή μου σε μια μόνιμη θέση με ώθησε να σκεφτώ σοβαρά το μέλλον της έρευνάς μου - προσπαθούσα να αποφασίσω προς τα πού θα όδευα τα επόμενα 10 χρόνια. Εκείνη την εποχή, ασχολούμουν με ένα έργο σχετικό με οργανικούς ημιαγωγούς, οι οποίοι έχουν δυνατότητα ιοντικής αγωγιμότητας, κι έτσι σκέφτηκα ότι αυτά τα υλικά θα ήταν ιδανικά ώστε να αλληλεπιδράσουν με ενεργά κύτταρα, όπως οι νευρώνες. Όσο περισσότερο σκεφτόμουν την αλληλεπίδραση οργανικών ηλεκτρονικών και βιολογίας, τόσο πιο πολύ πίστευα σε αυτό. Τα οργανικά υλικά είναι “μαλακά” και παρουσιάζουν καλή μηχανική επαφή με τους ιστούς. Μπορούν να εναποτεθούν σε εύκαμπτα υποστρώματα, για διατάξεις συμβατές με το ανθρώπινο σώμα. Πείσθηκα ότι αυτή θα ήταν μια πολύ καλή εφαρμογή των οργανικών ηλεκτρονικών. Σύντομα, τα “Οργανικά



Βιοηλεκτρονικά” έγιναν η κύρια κατεύθυνση της έρευνάς μου.

*4. Από ό,τι διαβάζω οι στόχοι του Κέντρου είναι: η θεμελιώδης κατανόηση της αλληλεπίδρασης των ηλεκτρονικών υλικών με τη βιολογία και η εισαγωγή σε νέες τεχνολογίες που θα βελτιώσουν την ποιότητα ζωής μας. Πείτε μου δυο λόγια για τους τομείς που πιστεύετε πως θα επηρεαστούν περισσότερο από αυτές τις τεχνολογίες και ποιές θα είναι οι δραστηριότητές σας στο νέο Κέντρο.*

Οι δραστηριότητές μας κινούνται γύρω από τρία θέματα: το πρώτο αφορά την ηλεκτρική αλληλεπίδραση της αγωγής πολυμερών με νευρώνες. Οι νευρώνες είναι ηλεκτρικά ενεργά κύτταρα των οποίων η δραστηριότητα εμπεριέχει τη ροή ιόντων διαμέσου της μεμβράνης. Η ιοντική ροή μπορεί να εντοπιστεί με διατάξεις αγώγιμων πολυμερών. Επικεντρωνόμαστε στη φυσική αυτής της διεργασίας και στην εφαρμογή της σε εμφυτευμένα στο σώμα ηλεκτρόδια που στοχεύουν στον έλεγχο της επιληψίας.

Το δεύτερο θέμα εμπεριέχει την ανάπτυξη βιοαισθητήρων που χρησιμοποιούν ζώντα κύτταρα ως μέρος της δομής τους. Αυτές οι διατάξεις παρακολουθούν την υγεία των κυττάρων και μπορούν να υποκατα-

στήσουν τα πειραματόζωα στη δοκιμή φαρμακευτικών και καλλυντικών προϊόντων.

Τέλος, το τρίτο θέμα σχετίζεται με τη χρήση αγώγιμων πολυμερών στον έλεγχο της ανάπτυξης των κυττάρων. Προσπαθούμε να κατανοήσουμε πλήρως το μηχανισμό της κυτταρικής προσκόλλησης σε αγώγιμα πολυμερή ώστε να προάγουμε τη μηχανική των ιστών.

*5. Ποιες είναι οι σχέσεις σας ή συνεργασίες σας με το Τμήμα Φυσικής στο ΑΠΘ και με τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα εκεί σε θέματα συνδεδεμένα με τη Νανοτεχνολογία και τα Οργανικά Ηλεκτρονικά;*

Το τμήμα Φυσικής κατέχει μια ιδιαίτερη θέση στην καρδιά μου, καθώς από εκεί ξεκίνησε η ακαδημαϊκή μου σταδιοδρομία. Τα τελευταία τρία χρόνια συμμετέχω στα συνέδρια και θερινά σχολεία που διοργανώνονται από την ομάδα του Καθ. Στ. Λογοθετίδη. Μοιραζόμαστε το ίδιο ενδιαφέρον για τα οργανικά ηλεκτρονικά και τώρα που επέστρεψα στην Ευρώπη ευελπιστώ σε μια πιο συχνή ερευνητική αλληλεπίδραση. Θα χαιρόμουν ιδιαίτερα αν καταφέρναμε να συνεργαστούμε μελλοντικά σε ερευνητικά προγράμματα της Ευρωπαϊκής ένωσης.

Φ. Λ.

## 9. NANOTEX 2011

Το Εργαστήριο Λεπτών Υμενίων Νανοσυστημάτων και Νανομετρολογίας του Α.Π.Θ (LTFN) στα πλαίσια της συμμετοχής του στην 75<sup>η</sup> Δ.Ε.Θ., πραγματοποίησε ειδική εκδήλωση για την ανακοίνωση της διοργάνωσης της έκθεσης: “**NANOTEX 2011: Νανοτεχνολογία & Οργανικά Ηλεκτρονικά**”. Στην εκδήλωση αυτή, ο Καθηγητής Στ. Λογοθετίδης, Διευθυντής του Εργαστηρίου Νανοτεχνολογίας - LTFN του Α.Π.Θ. και ο Γ. Μαραντέλος Αντιπρόεδρος του Δ.Σ. της HELEXPO ΑΕ ανακοίνωσαν τη σύμπραξη τους για τη διοργάνωση της Διεθνούς Έκθεσης NANOTEX 2011 και παρουσίασαν το περιεχόμενο της. Η Διεθνής Έκ-

θεση θα λάβει χώρα μαζί με τα άλλα συνέδρια που διοργανώνει το LTFN από 10 μέχρι 16 Ιουλίου του 2011 στο χώρο της ΔΕΘ με την επωνυμία **NANOTEX 2011**..

Η **NANOTEX (International Exhibition and Conferences on Nanotechnology & Organic Electronics)**, έχει ως στόχο να φέρει σε επαφή Πανεπιστήμια, Ερευνητικά κέντρα, Εταιρείες παραγωγής οργάνων και υπηρεσιών από όλη την Ευρώπη που δραστηριοποιούνται στο χώρο της Νανοτεχνολογίας και των Οργανικών Ηλεκτρονικών και καλούνται να αξιοποιήσουν και να εφαρμόσουν στην πράξη αυτές

τις νέες τεχνολογίες. Πρόκειται για ένα σημαντικό γεγονός το οποίο ενισχύει την περιφερειακή ανάπτυξη και ενδυναμώνει το ρόλο της περιοχής και τη διεθνή προβολή της. Η NANOTEX δίνει έμφαση στη διάχυση των προϊόντων της έρευνας προς όφελος της κοινωνίας. Στόχος, κατά τον κ. Λογοθετίδη, είναι να γίνει ένα “άνοιγμα” στο κοινό και στην επιχειρηματική κοινότητα, ώστε να βγουν καινοτόμα επιστημονικά προϊόντα στην αγορά: “Θέλουμε να κατοχυρώσουμε τη Θεσσαλονίκη και την Ελλάδα στον παγκόσμιο χάρτη της Νανοτεχνολογίας”.



Ο Καθηγητής Στ. Λογοθετίδης μαζί με τον κ. Γ. Μαραντέλο Αντιπρόεδρο του Δ.Σ. της HELEXPO ΑΕ

Την εκδήλωση χαιρέτησε ο Υφυπουργός Οικονομίας Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας κ. Μ. Μπόλαρης. Στη συνέχεια, ο Πρόεδρος της Ζώνης Καινοτομίας Καθ. Λ. Ιακώβου τόνισε το ρόλο της Αλεξάνδρειας Ζώνης Καινοτομίας ως καταλύτη καινοτομικών σχηματισμών και τη σημασία υλοποίησης τέτοιων γεγονότων για την ενίσχυση της περιφερειακής ανάπτυξης, την ενδυνάμωση του ρόλου της περιοχής και τη διεθνή προβολή της. Θα πρέπει να σημειωθεί πως η Ζώνη Καινοτομίας ανακοίνωσε ήδη την υποστήριξη

και τη συμμετοχή της στην NANOTEX. Ακόμη, στην εκδήλωση ήταν παρόντες ο Κοσμήτορας της Σχολής Θετικών Επιστημών Καθ. Σ. Παυλίδης, ο Διευθύνων Σύμβουλος της Ζώνης Καινοτομίας κ. Δ. Αρζιμάνογλου, πολλοί Καθηγητές από το ΑΠΘ, εκπρόσωποι από τον επιχειρηματικό χώρο και πλήθος κόσμου. Επιπλέον, παρουσιάστηκε το έργο που συντελείται από την ερευνητική ομάδα του Εργαστηρίου LTFN και οι διεθνείς συνεργασίες που αναπτύσσει με διεθνή δίκτυα αριστείας.

Τέλος, στα πλαίσια της NANOTEX θα πραγματοποιηθούν το 4<sup>ο</sup> Διεθνές Συμπόσιο για τα Εύκαμπτα Οργανικά Ηλεκτρονικά (ISFOE11), το 8<sup>ο</sup> Διεθνές Συνέδριο για τις Νανοεπιστήμες και τις Νανοτεχνολογίες (NN11) και το 5<sup>ο</sup> Διεθνές Σχολείο στις Νανοεπιστήμες και Νανοτεχνολογίες (SS11). Τα παραπάνω συνέδρια οργανώνονται τα τελευταία χρόνια από το Εργαστήριο LTFN στην περιοχή της Θεσσαλονίκης και φέτος για πρώτη φορά θα γίνουν στο χώρο της Δ.Ε.Θ και με τη συνεργασία του μεγαλύτερου εκθεσιακού φορέα της χώρας, την HELEXPO ΑΕ.



Στιγμιότυπα από την εκδήλωση ανακοίνωσης της διοργάνωσης της έκθεσης: “NANOTEX4... 2011”



Παναγιώτης Χαρίτος

M. Phil Φυσικός

## 10. Διακρίσεις των Υποψηφίων Διδασκτόρων του N&N

Ο υποψήφιοι διδάκτορες του ΔΠΜΣ N&N Χρίστος Κοϊδής, Παναγιώτης Καραγιαννίδης και Γιώργος Βολωνάκης, οι οποίοι εργάζονται στο εργαστήριο Λεπτών Υμενίων Νανοσυστημάτων και Νανομετρολογίας – LTFN, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή Στέργιου

Λογοθετίδη, βραβεύτηκαν το καλοκαίρι που μας πέρασε για τις εργασίες τους στα Διεθνή Συνέδρια E-MRS Spring Meeting 2010 και ISFOE 2010, αντίστοιχα.

Οι Χρίστος Κοϊδής και Παναγιώτης Καραγιαννίδης έλαβαν το βραβείο Young Scientist Award στο Διεθνές Συνέδριο E-MRS Spring Meeting 2010 που έλαβε χώρα στο Στρασβούργο 7–11 Ιουνίου 2010.

Η εργασία του Χ. Κοϊδη η οποία βραβεύτηκε ως καλύτερη προφορική παρουσίαση στο Συμπόσιο E: "Frontiers of Multifunctional Oxides" είναι η εξής: "Growth mechanisms, optoelectronic and nanomechanical properties of Magnetron sputtered and Electron Beam evaporated Al-doped ZnO thin films" (C. Koidis, S. Logothetidis, P. G. Karagiannidis, S. Kassavetis, A. Laskarakis, K. Breza, N. A. Hastas, O. Valassiades, N. Vouroutzis, N. Frangis). Η εργασία επικεντρώνεται στο συσχέτισμό των οπτικών, δομικών, ηλεκτρικών ιδιοτήτων λεπτών υμενίων Al-doped ZnO που αναπτύχθηκαν με τις τεχνικές Magnetron Sputtering και Electron Beam Evaporation και χρησιμοποιούνται ως ηλεκτρόδια σε ηλεκτρονικές διατάξεις όπως τα οργανικά φωτοβολταϊκά.



Ο πρόεδρος της Επιτροπής του Συνεδρίου Δρ Francesco Priolo παραδίδει το βραβείο στον Υποψήφιο Διδάκτορα Κοϊδη Χ.

Η εργασία του Π. Καραγιαννίδη που βραβεύτηκε ως καλύτερη προφορική παρουσίαση στο Συμπόσιο 'Carbon or Nitrogen Containing Nanostructured Composite Films είναι η εξής: "Effect of the annealing on the nanomechanical properties and structure of

P3HT: fullerene (PCBM) thin films" (P.G. Karagiannidis, S. Kassavetis, C. Pitsalidis and S. Logothetidis). Η εργασία αναφέρεται στην επίδραση της ανόπτησης στις νανομηχανικές και δομικές ιδιότητες ετεροδομών πολυμερούς-φουλερενίων, οι οποίες χρησιμοποιούνται ως το ενεργό στρώμα στα οργανικά φωτοβολταϊκά για την απορρόφηση του ηλιακού φωτός και τη μετατροπή του σε ηλεκτρική ενέργεια.



Ο υποψήφιος Διδάκτορας κ. Καραγιαννίδης Π. παραλαμβάνει το βραβείο του



Ο Υποψήφιος Διδάκτορας κ. Γ. Βολωνάκης κατά τη βράβευση του στο ISFOE10

Διεθνές πρώτο βραβείο απέσπασε και η εργασία που παρουσίασε ο Γ. Βολωνάκης στο Διεθνές συνέδριο "3rd International Conference on Flexible Organic Electronics - IS-FOE10". Η εργασία είναι η εξής: "Optical and vibrational properties of pentacene: polymorph identification and impurity effects " (G. Volonakis, L. Tsetseris and S. Logothetidis) και αναφέρεται στη θεωρητική μελέτη με μεθόδους πρώτων αρχών των οπτικών ιδιοτήτων και των τρόπων δόνησεων του pentacene αλλά και στην επίδραση ατελειών στις ιδιότητες αυτές. Το pentacene είναι ένας οργανικός ημιαγωγός με κύρια εφαρμογή στον τομέα των οργανικών transistors.

Φ. Λ.