



## Ένα «θαύμα» στην υπηρεσία της υγείας

του Κωνσταντίνου Κυπαρισσιδη\*

**Σ**τόχος της Νανοτεχνολογίας, σε ό,τι αφορά στον τομέα της υγείας, είναι η βελτίωση της διαγνωστικής/θεραπευτικής ιατρικής (πχ. έγκαιρη και έγκυρη διάγνωση, βελτιωμένες φαρμακευτικές ουσίες, συστήματα ελεγχόμενης αποδέσμευσης φαρμάκων, μηχανική ιστών), καθώς και η ανάπτυξη μεθόδων για τη συστηματική ιατρική παρακολούθηση (πχ. εξέλιξη ασθενειών, αποτελεσματικότητα της φαρμακευτικής αγωγής).

### Διαγνωστική Ιατρική

Στο πλαίσιο της *in vitro* διάγνωσης, ο συνδυασμός της ελαχιστοποίησης του μεγέθους των διαγνωστικών συσκευών και της ενσωμάτωσης διαφόρων λειτουργιών σε μία μοναδική συσκευή, με βάση προηγμένες τεχνικές της βιομηχανίας ηλεκτρονικών, έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη συσκευών οι οποίες είναι μικροσκοπικές, γρήγορες, έχουν χαμηλό κόστος, δεν απαιτούν εξειδικευμένο προσωπικό για τη χρήση τους, χρειάζονται μικρά δείγματα, το οποίο συνεπάγεται λιγότε-

ρο επώδυνες και τραυματικές μεθόδους λήψης δειγμάτων αίματος, βιολογικών υγρών και ιστών και εξάγουν ολοκληρωμένα και ακριβή δεδομένα από μία μοναδική μέτρηση. Στο εγγύς μέλλον, αναμένεται να δοθεί προτεραιότητα στο σχεδιασμό ολοκληρωμένων πολυλειτουργικών συσκευών διάγνωσης για ένα μεγάλο εύρος παθολογιών, οι οποίες θα χαρακτηρίζονται από ενσωμάτωση της διεργασίας προετοιμασίας του δείγματος, επιπλέον μείωση του απαιτούμενου όγκου των βιολογικών δειγμάτων, ολοκληρωμένη ανάλυση ενός βιο-μοτίβου (χαρτογράφηση) που περιλαμβάνει γονίδια, πεπτιδία και μικρά μόρια, σε ένα πολύπλοκο δείγμα, ενσωματωμένο λογισμικό, δείκτες για συγκεκριμένες ασθένειες και κατάλληλο εξοπλισμό για συλλογή δεδομένων από απόσταση.

Σε ό,τι αφορά στην *in vivo* απεικόνιση, η έρευνα εστιάζει στην ανάπτυξη βελτιωμένων συστημάτων ανίχνευσης (πχ. μικρές, χαμηλού κόστους, κάμερες για απεικόνιση όλου του σώματος με πολλαπλά ισότοπα και πολλαπλούς ανιχνευτές), ανάπτυξη βελτιωμένων, μη τοξικών ανιχνευτικών μικροδιατάξεων που δεν προκαλούν διέγερση του ανοσοποιητικού συστήματος, ενώ διεγείρονται από κάποιο εξωτερικό μαγνητικό ή ηλεκτρομαγνητικό πεδίο και διεισδύουν στα

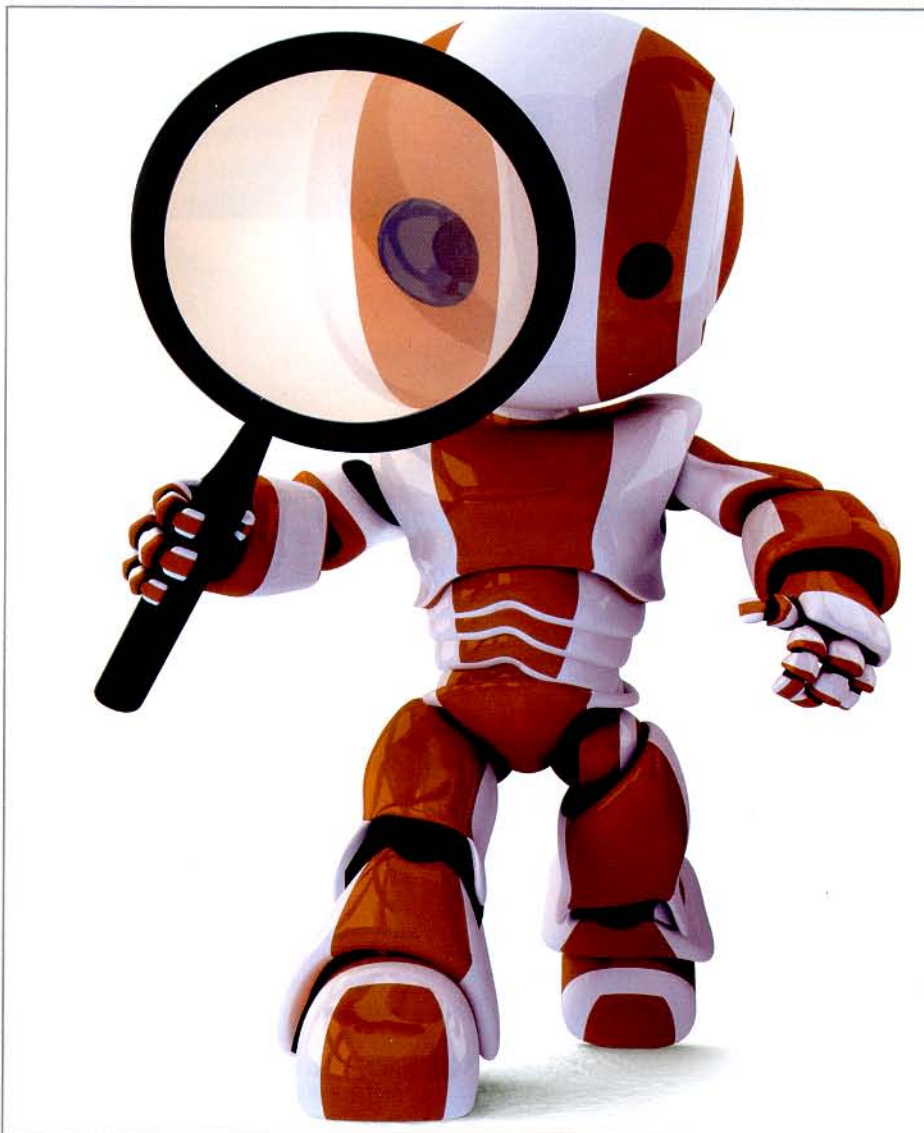
κύτταρα ξεπερνώντας τα διάφορα βιολογικά εμπόδια, βελτίωση των μεθόδων συλλογής σημάτων, ανάλυσης εικόνας και επεξεργασίας σήματος και δεδομένων (πχ., μετατροπή σήματος από απόσταση, ενδοκυτταρική τομογραφία σε πραγματικό χρόνο, ανίχνευση και διάγνωση με χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή για διευκόλυνση της εξαγωγής πληροφοριών, κλπ.).

### Θεραπευτική Ιατρική

Η πρόοδος στην ελεγχόμενη αποδέσμευση των φαρμάκων σχετίζεται με την ανάπτυξη i) συνθετικών νανοσυστημάτων για τη στοχευμένη απόδοση περίπλοκων θεραπευτικών φαρμάκων και βιομορίων και ii) συσκευών ελεγχόμενης αποδέσμευσης φαρμάκων.

Οι κύριοι στόχοι της νανοτεχνολογίας στο πλαίσιο των στοχευμένων συστημάτων απόδοσης φαρμάκων είναι η μεγιστοποίηση της βιοδιαθεσιμότητας και της αποτελεσματικότητας των θεραπευτικών ουσιών, ο έλεγχος της φαρμακοκινητικής και της φαρμακοδυναμικής που εμφανίζουν, ο έλεγχος και η καταστολή της ανεπιθύμητης τοξικότητας και της ανοσογένειας που προκαλούν, καθώς και η αποτελεσματική αντιμετώπιση περιορισμών χρήσης τους, λόγω της γρήγορης αποικοδόμησης και απομάκρυνσής τους από τον αν->

\*Ο κ. Κωνσταντίνος Κυπαρισσιδής είναι πρόεδρος του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ) και καθηγητής στο τμήμα Χημικών Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης.



> θρώπινο οργανισμό, της σχετικά σύντομης βιολογικής δραστηρότητάς τους και της αδυναμίας τους να διαπεράσουν βιολογικά εμπόδια. Μία σημαντική πρόκληση για τη Νανοτεχνολογία αποτελεί, επίσης, η ανάπτυξη συστημάτων στοχευμένης απόδοσης πρωτεϊνικών/πεπτιδικών (Π/Π) φαρμάκων για ανώδυνη χορήγηση (πχ. στοματική, ρυνική).

Ο υπέρτατος στόχος στις συσκευές ελεγχόμενης αποδέσμευσης φαρμάκων είναι η επαναλήψιμη μαζική παραγωγή ενέσιμων, εμφυτευσίμων και επιδερμικών συσκευών με δυνατότητα αποθήκευσης και απελευθέρωσης πολλαπλών χημικών ουσιών κατά απαίτηση, καθώς και με δυνατότητα ελέγχου της έκτασης και του χρόνου αποδέσμευσης. Ο έλεγχος της έκτασης επιτρέπει μικρότερες δόσεις και μειωμένες παρενέργειες, ενώ ο έλεγχος του χρόνου επιτρέπει παρατεταμένη δόσολογία και ελαχιστοποιημένες αποκλίσεις από τα θεραπευτικά όρια. Πρόσφατες εξελίξεις στις τεχνικές κατασκευής μικρο- και νανοδομών (πχ. φωτολιθογραφία, εγχάραξη, κλπ.) και στην τεχνολογία των μικρο-

ηλεκτρομηχανικών συστημάτων (MEMS) παρέχουν τη δυνατότητα κατασκευής μικροσκοπικών βιοϊατρικών συσκευών (από εμφυτεύματα μέχρι αναλυτικές συσκευές σε μορφή πλακιδίου) για διάφορες εφαρμογές όπως, πχ., σύγχρονα αγγειακά εμφυτεύματα (stents), εξοπλισμένα με μικροδεξαμενές μηχανικής λειτουργίας, τα οποία απελευθερώνουν αντι-νεοπλαστικά φάρμακα κατευθείαν στους ιστούς αντί στο αίμα.

Οι μελλοντικές προκλήσεις στην ελεγχόμενη αποδέσμευση φαρμάκων αφορούν στην ανάπτυξη έξυπνων συστημάτων απόδοσης φαρμάκων που προσαρμόζουν τη θεραπεία στις ανάγκες του ασθενούς. Τα συστήματα αυτά θα πρέπει να παράγονται με χαμηλό κόστος, να χορηγούνται με όσο το δυνατόν πιο ανώδυνο τρόπο, να ανιχνεύονται εύκολα και να επιτρέπουν την απελευθέρωση του φαρμάκου στο επιθυμητό σημείο με απόλυτη ακρίβεια. Προηγμένα λειτουργικά στοιχεία όπως αισθητήρες, συσκευές μνήμης και λογικής, θα πρέπει να μπορούν να ενσωματωθούν κατευθείαν στο

σύστημα αποδέσμευσης επιτρέποντας την απελευθέρωση του φαρμάκου την κατάλληλη στιγμή.

Στηριζόμενη σε νέες τεχνικές κυτταροκαλλιέργειας και στο σχεδιασμό βιοαποικοδομήσιμων πολυμερών, η μηχανική ιστών εμφανίζεται στο προσκήνιο ως η πιο προηγμένη μέθοδος θεραπείας στην αναγεννητική ιατρική. Στους στόχους της μηχανικής ιστών συγκαταλέγονται η αναγέννηση παθολογικών ιστών και η πρόληψη και θεραπεία χρόνιων διαταραχών που επιφέρουν ανικανότητα, όπως η οστεοαρθρίτιδα, και ασθενειών του καρδιαγγειακού και κεντρικού νευρικού συστήματος. Μέχρι σήμερα, οι κλινικές εφαρμογές περιλαμβάνουν τη μηχανική δέρματος, χόνδρων και οστών.

Σε ό,τι αφορά στα βιοϋλικά, οι ερευνητικές κατευθύνσεις της Νανοτεχνολογίας εστιάζουν σε βιοαποικοδομήσιμα έξυπνα βιοϋλικά με βιοδραστικές επιφάνειες και ελεγχόμενους ρυθμούς αποικοδόμησης, βιοϋλικά που ενεργοποιούν γονίδια ειδικά σχεδιασμένα για συγκεκριμένες ασθένειες, έξυπνα ικρίωματα με ελεγχόμενη δομή για μηχανική ιστών, λειτουργικές βιομιμητικές μεμβράνες οι οποίες μιμούνται τις κυτταρικές μεμβράνες, τεχνολογία αισθητήρων για την αποτίμηση της ενσωμάτωσης και λειτουργικότητας των εμφυτευμάτων, αισθητήρες για την ακριβή ενεργοποίηση γονιδίων και τον έλεγχο της ανάπτυξης των κυττάρων και των ιστών, έλεγχο της συμβατότητας μεταξύ δότη και παραλήπτη, των μολύνσεων εξαιτίας των εμφυτευμάτων και της απόρριψης του εμφυτεύματος και νανοοργάνωση βιοϋλικών που διεγείρουν την εξωκυτταρική μεμβράνη των ιστών.

Πρόσφατες εξελίξεις στις θεραπευτικές στρατηγικές περιλαμβάνουν τη χρήση βλαστικών κυττάρων ως πηγή αναγεννητικών κυττάρων και τη χρήση μορίων που άγουν συγκεκριμένες βιολογικές αποκρίσεις και διεγείρουν την ανάπτυξη ιστών σε μοριακό επίπεδο. Η κυτταρική αναδιοργάνωση είναι γρήγορη σε ορισμένους ιστούς, όπως το επιθήλιο του εντέρου, το αίμα και η επιδερμίδα και αργή σε άλλους, όπως τα οστά και οι χόνδροι, ενώ θεωρείται περιορισμένη ή και ανύπαρκτη σε ιστούς όπως ο εγκέφαλος και η καρδιά. Ομως, πρόσφατα επιστημονικά αποτελέσματα άλλαξαν τις αντιλήψεις περί της ικανότητας των ιστών αυτών να αναγεννούνται έπειτα από ένα ισχαιμικό επεισόδιο. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα να εστιαστεί η έρευνα στην κατανόηση των μηχανισμών στρατολόγησης, ενεργοποίησης και ελέγχου των βλαστικών κυττάρων στη μελέτη των αλληλοεπιδράσεων μεταξύ των κυττάρων και του άμεσου περιβάλλοντός τους, στην παρακολούθηση της αναγέννησης των ιστών, στην ανάπτυξη ορθολογικής βάσης δεδομένων που παρέχει πληροφορίες σχετικά με την προσκόλληση, τον πολλαπλασιασμό και τη διαφοροποίηση των κυττάρων καθώς και τη βιοχημεία των κυττάρων και των ιστών και στη δημιουργία του κατάλληλου περιβάλλοντος για αποθήκευση και διατήρηση λίγων ή και ενός κυττάρου. ■



**The Economist**  
**Special report**  
**Health care and technology**  
 (16 Απριλίου 2009)  
 Γράφει ο Vijay Vaitheeswaran  
**25-48**

ΟΡΓΑΝΩΣΗ - ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΚΔΟΣΗΣ - ΔΙΑΦΗΜΙΣΗ:

**ΜΕΤΡΟΠΟΛΙΣ ΕΚΔΟΤΙΚΗ Α.Ε.**  
 Εδρα: Εθνάρχου Μακαρίου & Δημητρίου Φαληρέως 2  
 Τ.Κ. 185 47 - Νέο Φάληρο  
 Σύνταξη - διαφήμιση: Κύπρου 12Α  
 Τ.Κ. 183 46 - Μοσχάτο  
 τηλ. 210.48.16.710

ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΕΚΔΟΣΗΣ:  
**Αλεξία Κονάου**

ΣΥΜΒΟΥΛΟΣ ΕΚΔΟΣΗΣ:  
**Κώστας Τσαούσης**

PROJECT MANAGER:  
**Βίκτωρας Δήμας**

ΣΥΝΕΡΓΑΤΕΣ:  
 Νατάσα Μαστοράκου  
 Αλεξάνδρα Σαρμά  
 Θάνος Τριανταφύλλου  
 Κωστής Καπόπουλος  
 Δημήτρης Μαζιώτης  
 Χρήστος Τσαπακίδης  
 Φωτεινή Βλαχοπούλου

ΕΜΠΟΡΙΚΟΣ ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ:  
**Πάνος Πατρίκης**

ΔΙΑΦΗΜΙΣΤΙΚΟ ΤΜΗΜΑ:  
 Χρίστη Σωτηρίου  
 Εμμανουέλα Χειρακάκη  
 Θάνος Τριανταφύλλου  
 Χρήστος Τσαούσης  
 τηλ. 210.48.23.977

ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΟ:  
 Δημήτρης Στεργίου  
 Ρουμπίνη Νάτσι

ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗ:  
 Βασίλης Λουκανίδης  
 Βαγγέλης Νίκας

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ:  
**Shutterstock**

ΜΟΝΤΑΖ - ΕΚΤΥΠΩΣΗ - ΒΙΒΛΙΟΔΕΣΙΑ:  
**«Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ» Α.Ε.**

Η πρωτογενής ελληνική παραγωγή της έκδοσης - κείμενα, έρευνες, αφιερώματα- είναι διαθέσιμη στην ηλεκτρονική διεύθυνση:  
[www.enthesis.net](http://www.enthesis.net)

<b>Επιχειρησιακό σχέδιο για την e-Υγεία</b>	<b>8-10</b>
<b>Δημήτρης Αβραμόπουλος</b>	
<b>Μετά πολλών εμποδίων η e-Υγεία</b>	<b>12-14</b>
<b>Νίκος Παλληκαράκης</b>	
<b>Ενα «θαύμα» στην υπηρεσία της υγείας</b>	<b>16-18</b>
<b>Κωνσταντίνος Κυπαρισσιδής</b>	
<b>Σύγχρονοι προφήτες στους φακέλους υγείας!</b>	<b>20-22</b>
<b>Βαγγέλης Σακκαλίδης</b>	

## EN Thesis

<b>Το παράδειγμα των Τρικάλων</b>	<b>52-54</b>
<b>Γεώργιος Ε. Δαφούλας</b>	
<b>Στοιχειοθετώντας το e-profile ενός δημόσιου νοσοκομείου</b>	<b>55-62</b>
<b>Σπύρος Κίτσιου, Βασιλική Μάνθου και Μάρω Βλαχοπούλου</b>	



we care

Τεύχος 65  
25 ΙΟΥΝΙΟΥ 2009

Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ  
ΕΙΔΙΚΕΣ ΕΚΔΟΣΕΙΣ

The  
Economist



# Υγεία και τεχνολογία