

Τίτλος: "Νανομηχανικές ιδιότητες επιφανειών με χρήση AFM & Nanoindenter"

Όνοματεπώνυμο: Νταβλούρος Ευστάθιος

Ελληνική περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά τις νανομηχανικές ιδιότητες, με δύο μεθόδους (AFM - Nanoindenter), λεπτών υμενίων νανοϊνωδών ικριωμάτων πολυκαπρολακτόνης (PCL), τα οποία παρασκευάστηκαν με τη μέθοδο Electrospray Deposition, για ενίσχυση της μηχανικής συμπεριφοράς των φυσικών πολυμερικών ικριωμάτων για αναγέννηση χόνδρου. Στόχος ήταν η διαπίστωση των περιορισμών που θέτουν οι δύο τρόποι μελέτης των νανομηχανικών ιδιοτήτων. Τα όργανα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μελέτη των νανομηχανικών ιδιοτήτων (μέτρο ελαστικότητας, σκληρότητα) είναι τα εξής: α) Atomic Force Microscopy - AFM Multimode της Digital Instruments, Veeco, β) Triboscope Nanomechanical Test System, Hysitron Inc. Χρησιμοποιώντας AFM πάρθηκαν οι καμπύλες δύναμης - μετατόπισης. Η επεξεργασία τους πραγματοποιήθηκε σε εξωτερικό λογισμικό (Nanoscope Analysis) που δίνεται από την εταιρεία. Εδώ γίνεται χρήση δύο μοντέλων ανάλυσης ανάλογα με την ακίδα. Τα μοντέλα αυτά είναι του Hertz (σφαιρική ακίδα) και του Sneddon (κωνική ή πυραμιδική). Οι ακίδες που χρησιμοποιήθηκαν είναι κατασκευασμένες από νιτρίδιο του πυριτίου (Si_3N_4) (πυραμιδικές) και ένας κολλοειδής πρόβολος με σφαιρική ακίδα διοξειδίου του πυριτίου διαμέτρου $6,62\mu\text{m}$ (χρήση στη μελέτη πάνω σε κύτταρα). Χρησιμοποιώντας Nanoindenter λήφθηκαν οι καμπύλες δύναμης - βάθους διείσδυσης με ακίδα Berkovich. Τα φορτία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν από $50\mu\text{N}$ έως $500\mu\text{N}$. Η επεξεργασία έγινε απευθείας από το λογισμικό του οργάνου, χρησιμοποιώντας το μοντέλο Oliver - Pharr. Τα δείγματα που μελετήθηκαν αφορούν υλικά που είναι μέτρια σκληρά, μαλακά έως πολύ μαλακά και τέλος μελετήθηκε η περίπτωση προσκόλλησης κυττάρων (MG 63 human osteosarcoma cells) σ' αυτά. Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκαν τα α) UHMWPE, β) 30% w/v PCL με διαλύτη 90% οξικό οξύ, γ) 30% w/v PCL + 5% w/v chi με διαλύτη 90% v/v οξικό οξύ και δ) 30% w/v PCL + 5% w/v chi με διαλύτη 90% v/v οξικό οξύ (ακατέργαστο). Κατόπιν στο δείγμα 30% w/v PCL + 5% w/v chi με διαλύτη 90% v/v οξικό οξύ πραγματοποιήθηκε επικάλυψη ζελατίνης ώστε να προσκολληθούν κύτταρα. Σε κάθε στάδιο της τελευταίας διαδικασίας μελετήθηκαν οι νανομηχανικές ιδιότητες. Ως γενική παρατήρηση, η νανοεισχώρηση χρησιμοποιώντας Nanoindenter δουλεύει καλύτερα για σκληρά υλικά και έως μέτρια μαλακά. Αντίθετα χρησιμοποιώντας AFM παρατηρήθηκε ότι δουλεύει αρκετά καλά σε μαλακά δείγματα. Η μέθοδος AFM είναι αποτελεσματική για τη μελέτη των κυτταρικών μηχανικών ιδιοτήτων κατά τη διάρκεια της κυτταρικής προσκόλλησης. Το μοναδικό πλεονέκτημα της μεθόδου AFM είναι η ευκαιρία να εκτελέσει τη μέτρηση των μηχανικών ιδιοτήτων των κυττάρων και την οπτικοποίηση σημαντικών κυτταρικών δομών. Τέλος, ανάλογα και με το υλικό που δοκιμάζουμε κάθε φορά θα μπορούσαμε να αναπτύξουμε μοντέλα τα οποία θα προσέγγιζαν με πιο σωστό τρόπο την αλληλεπίδραση ακίδας - επιφάνειας αντί να στηριζόμαστε στα αποτελέσματα των έτοιμων μοντέλων που περιλαμβάνονται στο λογισμικό του οργάνου.