

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΠΑΘΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΝΑΠΟΘΕΣΕΩΝ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΙΝΩΝ ΜΗΝΙΣΚΩΝ

Κατσαμένης Ο.¹, Μουζάκης Δ.², Παναγιωτόπουλος Η.³, Κοντοστάνας Κ.³, Παπαδάκη Ε.³ και Μπουρόπουλος Ν.^{1,5}

1) Τμήμα Επιστήμης των Υλικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα

2) Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, Λ. Χατζηκυριακού, Πειραιάς

3) Ορθοπαιδική Κλινική, Ιατρικό Τμήμα Πανεπιστημίου Πατρών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα

4) Εργαστήριο Ανατομίας – Ιστολογίας -Εμβρυολογίας Ιατρικό Τμήμα Πανεπιστημίου Πατρών Πατρών, Πάτρα

5) Ερευνητικό Ινστιτούτο Χημικής Μηχανικής και Χημικών Διεργασιών Υψηλής Θερμοκρασίας (ΙΤΕ/ΕΙΧΗΜΥΘ), Πάτρα

Εισαγωγή

Οι διάθρητοι μηνίσκοι αποτελούν ένα από τα βασικά στοιχεία της άρθρωσης του γόνατος. Δύνανται να αναδιανέμουν τις εφαρμοζόμενες στην περιοχή τάσεις, να απορροφούν κραδασμούς και συμβάλουν καταλυτικά στη σταθερότητα του γόνατος [1,2]. Με την πάροδο των χρόνων αλλά και λόγω εκφυλιστικών φαινομένων, η ικανότητά τους αυτή υποβαθμίζεται με αποτέλεσμα την αστοχία του ιστού και την εμφάνιση οστεοαρθρίτιδας [2].

Σκοπός

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν ο προσδιορισμός των δυναμικών μηχανικών ιδιοτήτων εκφυλισμένων ανθρώπινων μηνίσκων, η φασματοσκοπική ταυτοποίηση και ο μορφολογικός χαρακτηρισμός των εναποθέσεων αυτών.

Υλικά και Μέθοδος.

Υλικό της μελέτης αποτέλεσαν 48 δοκίμια από 32 ανθρώπινους μηνίσκους οι οποίοι αφαιρέθηκαν χειρουργικά από ασθενείς με οστεοαρθρίτιδα γόνατος (μέση ηλικία 73 ετών) στο Περιφερειακό Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Πατρών. Σε όλα τα δείγματα έγινε μελέτη με φωτονικό μικροσκόπιο και αναγνωρίστηκαν συγκεκριμένες ιστοπαθολογικές αλλοιώσεις. Βάσει της ιστοπαθολογικής έκθεσης 33 δοκίμια χωρίστηκαν σε τρεις κατηγορίες (Calcified (n=9): εντοπισμός εναποθέσεων, Cyst-Mucus (n=21): εντοπισμός περιοχών μυξωματοειδούς εκφύλισης ή/και κύστες, Normal (n=3)) και υπεβλήθησαν σε Δυναμική Μηχανική Ανάλυση (DMA) στην περιοχή από 1-15 Hz. Προκειμένου να ελεγχθεί η δυνατότητα των πειραματικά μετρούμενων τιμών της $Tan\delta$ να διαχωρίσουν τα δοκίμια σε δύο ομάδες (Cyst-Mucus και Calcified), εκπαιδεύτηκε Bayesian ταξινομητής. Σε 15 επιπλέον δοκίμια στα οποία παρατηρήθηκαν παθολογικές εναποθέσεις έγινε ταυτοποίηση αυτών με φασματοσκοπία Raman και FTIR. Παράλληλα, τομές του ιστού από ανέπαφες περιοχές παρατηρήθηκαν σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης (SEM/EDX).

Αποτελέσματα – Συζήτηση

Τα δοκίμια της ομάδας Calcified εμφάνισαν μέση $Tan\delta$ μειωμένη, σε σύγκριση με την κατηγορία Cyst-Mucus κατά 22%, και την Normal κατά 10,3%. Η ακρίβεια ταξινόμησης των δοκιμίων ανήλθε σε 80% χρησιμοποιώντας το βέλτιστο συνδυασμό συχνοτήτων (9,12,14,15) Hz. Η αποτίμηση των φασματικών χαρακτηριστικών τόσο στη φασματοσκοπία FTIR όσο και στη φασματοσκοπία Raman έγινε με σύγκριση των θέσεων των κορυφών απορρόφησης με τα φάσματα των προτύπων ουσιών[3,4]. Τα αποτελέσματα έδειξαν εναποθέσεις πυροφωσφορικού ασβεστίου (CPPD) σε δώδεκα (12) περιπτώσεις και απατίτη σε τρεις (3). Η μικροσκοπία SEM αποκάλυψε χαρακτηριστικές μορφολογίες για κάθε είδος κρυστάλλων. Συμπερασματικά, οι δυναμικές μηχανικές ιδιότητες του ιστού επηρεάζονται από την παρουσία κρυστάλλων, βλέννης ή κύστεων και αυτό είναι εμφανέστερο στις υψηλές συχνότητες.

Ποσοτικοποίηση των ιστοπαθολογικών ευρημάτων και συσχέτισή τους με τις δυναμικές μηχανικές ιδιότητες του ιστού βρίσκεται σε εξέλιξη. Παράλληλα συνεχίζεται η συλλογή νέων δειγμάτων με στόχο τη συμπλήρωση στατιστικά ικανού αριθμού.

Ευχαριστίες

Οι συγγραφείς ευχαριστούν το πρόγραμμα βασικής έρευνας Κ. Καραθεοδωρή (C165) του Πανεπιστημίου Πατρών για την οικονομική υποστήριξη.

[1] Fithian D.et.al., Clin Orthop Relat Res, 252;19-31, 1990

[2] Ghost P.et.al Clin Orthop Relat Res, 224;52-63,1987

[3] Cornilsen B.et.al, J. Mol. Struct., 117;1-9, 1984

[4] Movasaghi et.al, Appl. Spectrosc. Rev. 42: 493–541, 2007