

ΣΥΝΘΕΣΗ ΠΟΡΩΔΩΝ ΒΙΟΚΕΡΑΜΙΚΩΝ ΦΩΣΦΟΡΙΚΟΥ ΑΣΒΕΣΤΙΟΥ

Ανδριώτης Ο.¹, Κατσαμένης Ο.¹, Μουζάκης Δ.² και Μπουρόπουλος Ν.^{1,3}

1) Τμήμα Επιστήμης των Υλικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα

2) Σχολή Ναυτικών Δοκίμων, Λ. Χατζηκυριακού, Πειραιάς

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

Εισαγωγή

Πολύ συχνά ένα ατύχημα ή λόγοι υγείας επιβάλλουν την αντικατάσταση ή την αποκατάσταση τμημάτων του οστού. Στις περιπτώσεις αυτές εκτός από αυτομοσχεύματα και αλλομοσχεύματα χρησιμοποιούνται και συνθετικά υλικά [1]. Η χρήση συνθετικών υλικών αποσκοπεί στην αποφυγή προβλημάτων που προκύπτουν από την εφαρμογή των αυτό- και αλλομοσχευμάτων, όπως π.χ η περιορισμένη ποσότητα του μοσχεύματος. [1]. Τα κεραμικά του φωσφορικού ασβεστίου αποτελούν χαρακτηριστικό παράδειγμα συνθετικών υλικών. Κατηγορία η οποία περιλαμβάνει κυρίως τον υδροξυαπατίτη (HAP) και το β-τριφωσφορικό ασβέστιο (β-TCP) [2]. Τα υλικά αυτά λόγω της χημικής συνάφειας με τα οστά επιδεικνύουν ικανοποιητική συμβατότητα [3].

Σκοπός

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η παρασκευή και η μελέτη πορωδών οστεϊκών τσιμέντων φωσφορικού ασβεστίου και πορωδών βιοκεραμικών φωσφορικού ασβεστίου καθώς επίσης και η μελέτη της μηχανικής συμπεριφοράς των υλικών αυτών.

Υλικά και Μέθοδος.

Υλικά της μελέτης αποτέλεσαν τα οστεϊκά τσιμέντα και κεραμικά φωσφορικού ασβεστίου. Τα τσιμέντα παρασκευάστηκαν με ανάμιξη στερεής φάσης α-TCP με 2.5% υγρού διαλύματος Na_2HPO_4 και λόγο υγρή/στερεής 0.32 ml/gr. Για να επιτευχθεί ελεγχόμενο πορώδες στην περίπτωση των τσιμέντων προστέθηκαν, κατά την διαδικασία παρασκευής, πολυμερικά εγκλείσματα Latex και αλγινικού ασβεστίου τα οποία μετά την διαδικασία σκλήρυνσης απομακρύνθηκαν με καύση σε θερμοκρασία 400 °C. Τα βιοκεραμικά παρασκευάστηκαν με πύρωση των οστεϊκών τσιμέντων α-TCP. Στην περίπτωση των βιοκεραμικών οι πόροι είναι προϊόν πυροσυσσωμάτωσης. Επίσης εκτιμήθηκε το πορώδες τόσο των τσιμέντων όσο και των κεραμικών βάσει βιβλιογραφικών σχέσεων [4]. Ο χαρακτηρισμός των αρχικών κόνεων, των τσιμέντων και των βιοκεραμικών έγινε με περίθλαση ακτίνων – X (X-ray), φασματοσκοπία υπεράυρου (FT-IR) και ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης (SEM/EDX). Οι μηχανικές ιδιότητες μελετήθηκαν υποβάλλοντας κυλινδρικά δοκίμια τσιμέντων και βιοκεραμικών σε δοκιμή θλίψης.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Η αποτίμηση των χαρακτηριστικών τόσο στη φασματοσκοπία FTIR όσο και στην περίθλαση ακτίνων – X έγινε με σύγκριση των θέσεων των κορυφών απορρόφησης και περίθλασης, αντίστοιχα, με τις πρότυπες ουσίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν, για τα τσιμέντα, την υδρόλυση του α-TCP σε μη στοιχειομετρικό υδροξυαπατίτη (CDHA) ενώ στα βιοκεραμικά, παρατηρήθηκε κατά την πυροσυσσωμάτωση ο μετασηματισμός του υδροξυαπατίτη (CDHA) σε β-TCP. Η δοκιμή σε θλίψη έδειξε μειωμένη αντοχή σε θλίψη των οστεϊκών τσιμέντων που παρασκευάστηκαν με ανάμιξη πολυμερικών εγκλεισμάτων συγκριτικά με τα αντίστοιχα χωρίς εγκλείσματα. Παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της αντοχής των βιοκεραμικών καθώς αυξάνεται η θερμοκρασία επεξεργασίας και μείωση του πορώδους. Τέλος η ηλεκτρονική μικροσκοπία σάρωσης έδειξε το σχηματισμό χαρακτηριστικών βελονοειδών κρυστάλλων CDHA απατίτη στα τσιμέντα και επιβεβαίωσε την εξέλιξη της πυροσυσσωμάτωσης με τη θερμοκρασία στα βιοκεραμικά.

Ευχαριστίες

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

- [1] Rodriguez-Lorenzo L.M., Vallet-Regi M., Ferreira J.M.F, “Fabrication of Hydroxyapatite Bodies by Uniaxial Pressing from a Precipitated Powder” *Biomaterials* (2001) 22;583-588
- [2] Jarcho M., “Calcium Phosphate Ceramics as Hard Tissue Prosthetics” *Clin. Orthop.* (1981) 157;259-278
- [3] Delecrin J., Takahashi S., Gouin F., Passuti N., “A Synthetic Porous Ceramic as a Bone Graft Substitute in the Surgical Management of Scoliosis: A Prospective, Randomized Study” *Spine* (2000) 25;563-569
- [4] K. Ishikawa and K. Asaoka, “Estimation of ideal mechanical strength and critical porosity of calcium phosphate cement”, *J. Biomed. Mater. Res.* (1995) 29;1537-1543