

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΗΣ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ ΔΟΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΣΠΟΓΓΩΔΟΥΣ ΟΣΤΟΥ ΣΤΙΣ ΑΚΟΥΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΥΣ ΤΩΝ ΥΠΕΡΗΧΩΝ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΟΣΤΕΟΠΟΡΩΣΗΣ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΜΟΝΤΕΛΑ ΣΠΟΓΓΩΔΟΥΣ ΟΣΤΟΥ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗΣ ΕΚΤΥΠΩΣΗΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποσκοπεί στη μελέτη της επίδρασης της αρχικής δομής και της πυκνότητας του σπογγώδους οστού στις ακουστικές παραμέτρους των υπερήχων, με σκοπό τη βελτιωμένη κατανόηση της οστεοπόρωσης και την ανάπτυξη νέων μεθόδων διάγνωσης. Συγκεκριμένα, δημιουργήθηκαν αντίγραφα σπογγώδους οστού από πολυγαλακτικό οξύ (PLA), θερμοπλαστική πολυουρεθάνη (TPU) και πολυπροπυλένιο (PP), με σχετική ποσότητα οστού ανά μονάδα όγκου (BV/TV) 15%, 21% και 34% αντίστοιχα. Επίσης δημιουργήθηκαν δοκίμια (PLA) (PP) & (TPU) με σταθερά ελεγχόμενη δομή, και ίδιες αναλογίες 15%, 21% και 34% και με πάχος δοκίδων 0,2 και δοκίμια PLA σταθερής δομής για (Tr.Th) 0,2-0,4-0,5 & 0,6 mm, με σκοπό την προσομοίωση του οστού και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

Όλα τα δοκίμια κατασκευάστηκαν με τη μέθοδο της τρισδιάστατης εκτύπωσης (3D PRINTING) και υποβλήθηκαν σε πειράματα υπερήχων στα οποία μετρήθηκε η ταχύτητα του ήχου μέσα από το δοκίμιο (SOS), η εξασθένιση ευρέως φάσματος (BUA) με τη μέθοδο through-transmission. Επίσης η οπισθοσκέδαση (backscatter) με τη μέθοδο pulse-echo για δύο είδη μεταλλακτών εστιακών και μη εστιακών (Focus-unfocus) πραγματοποιήθηκε μόνο για δοκίμια του σπογγώδους οστού. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των δοκιμίων του οστού είναι το πολυγαλακτικό οξύ (PLA), το πολυπροπυλένιο (PP) και η θερμοπλαστική πολυουρεθάνη (TPU), ενώ τα δοκίμια σταθερής δομής κατασκευάστηκαν με το υλικό (PLA).

Η κατανόηση της αρχιτεκτονικής του σπογγώδους οστού είναι σπουδαίας σημασίας έργο καθώς μας επιτρέπει την πρόβλεψη και την αντιμετώπιση πολλών παθήσεων όπως είναι η οστεοπενία και η οστεοπόρωση. Η σύγκριση των χαρακτηριστικών δοκιμίου σπογγώδους οστού με αντίστοιχης πυκνότητας δοκίμια σταθερής διατομής από ίδια υλικά θα βοηθήσει στην εξαγωγή συμπερασμάτων για

την ορθή και κατάλληλη χρήση υλικών και δομών σε τομείς της εμβιομηχανικής και βιοιατρικής τεχνολογίας.

Λέξεις κλειδιά :

Σπογγώδες οστό, οστεοπόρωση, τρισδιάστατη εκτύπωση, υπέρηχοι, οπισθοσκέδαση

ABSTRACT

INFLUENCE OF TRABECULAR BONE ARCHITECTURE AND MATERIAL ON ULTRASOUND CHARACTERISTICS USING 3D-PRINTED TRABECULAR BONE MODELS

The aim of this thesis is to study the effect of the initial structure and the density of trabecular bone on the acoustic parameters of ultrasound, with the goal of understanding better about osteoporosis and developing new diagnostic methods. Specifically, replicas of trabecular bone were created from polylactic acid (PLA), thermoplastic polyurethane (TPU), and polypropylene (PP), with a relative bone volume fraction (BV/TV) of 15%, 21%, and 34%, respectively. Additionally, specimens (PLA) (PP) & (TPU) with a stable controlled structure and the same volume fractions of 15%, 21%, and 34%, as well as a thickness of 0.2, were created. PLA specimens with a stable structure for (Tr.Th) 0.2-0.4-0.5 & 0.6 mm were also prepared for simulating bone and evaluating the results.

All specimens were fabricated using the 3D printing method and were subjected to ultrasound experiments to measure the speed of sound through the specimen (SOS) and the broadband ultrasound attenuation (BUA) using the through-transmission method. Additionally, backscatter using the pulse-echo method for two types of focal and unfocused transducers (Focus-unfocus) was performed only for specimens of trabecular bone. The materials used for constructing the bone specimens were polylactic acid (PLA), polypropylene (PP), and thermoplastic polyurethane (TPU), while the specimens with a stable structure were made from PLA material.

Understanding the architecture of trabecular bone is of great importance as it allows us to predict and address various conditions such as osteopenia and osteoporosis. Comparing the characteristics of trabecular bone specimens with specimens of the same material but different densities will help draw conclusions for the appropriate use of materials and structures in the fields of biomechanics and biomedical technology.

Key words :

Cancellous bone, osteoporosis, 3D printing, Ultrasound, Backscatter