

ΕΘΝΙΚΟΝ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ-ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΝΤΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΖΩΑ

ΥΠΟ:
ΙΩΑΝΝΑΣ ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ
ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΟΥ

ΑΘΗΝΑ 2017



ΕΘΝΙΚΟΝ ΚΑΙ ΚΑΠΟΔΙΣΤΡΙΑΚΟΝ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΝ ΑΘΗΝΩΝ
ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΦΑΡΜΑΚΟΛΟΓΙΑΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ-ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΝΤΟΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΗ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΙΟΡΘΩΣΗΣ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΣΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΖΩΑ

ΥΠΟ:
ΙΩΑΝΝΑΣ ΗΛΙΟΠΟΥΛΟΥ
ΦΑΡΜΑΚΟΠΟΙΟΥ

ΑΘΗΝΑ 2017



NATIONAL AND KAPODISTRIAN
UNIVERSITY OF ATHENS
MEDICAL SCHOOL
DEPARTMENT OF PHARMACOLOGY

HEAD OF THE DEPARTMENT: KONSTANTINOS PANTOS

PhD THESIS

COMPUTATIONAL MODELLING OF CARDIAC TISSUE REPAIR AFTER INDUCED MYOCARDIAL INFRACTION IN ANIMALS

BY:
IOANNA ILIOPOULOU
PHARMACIST

ATHENS 2017

Ημερομηνία αιτήσεως: 30 Οκτωβρίου 2009

Ημερομηνία ορισμού 3-μελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής: 24 Μαρτίου 2010 με αλλαγή στις 23 Δεκεμβρίου 2015

Μέλη της 3-μελούς Συμβουλευτικής Επιτροπής:

1. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΝΤΟΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής Φαρμακολογίας, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (**Επιβλέπων μέλος ΔΕΠ**)
2. ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ, Καθηγητής Ιατρικής Φυσικής, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών
3. ΙΟΡΔΑΝΗΣ ΜΟΥΡΟΥΖΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής Φαρμακολογίας, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών

Ημερομηνία καταθέσεως της διδακτορικής διατριβής:

Πρόεδρος της Ιατρικής Σχολής: Καθηγητής Πέτρος Σφηκάκης

Μέλη επταμελούς επιτροπής:

1. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΝΤΟΣ, Αναπληρωτής Καθηγητής Φαρμακολογίας, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Ιατρική Σχολή (**Επιβλέπων μέλος ΔΕΠ**)
2. ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΓΕΩΡΓΙΟΥ, Καθηγητής Ιατρικής Φυσικής, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Ιατρική Σχολή
3. ΙΟΡΔΑΝΗΣ ΜΟΥΡΟΥΖΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής Φαρμακολογίας, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Ιατρική Σχολή
4. ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΟΥΤΣΟΥΡΗΣ, Καθηγητής Βιοϊατρικής Μηχανικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών, Τμήμα Βιοϊατρικής Μηχανικής
5. ΠΕΤΡΟΣ ΚΑΡΑΚΙΤΣΟΣ, Καθηγητής Κυτταρολογίας, Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών, Ιατρική Σχολή
6. ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ ΣΙΒΟΛΑΠΕΝΚΟ, Καθηγητής Φαρμακολογίας, Πανεπιστημίου Πατρών, Σχολή Επιστημών Υγείας
7. ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΤΥΛΙΓΑΔΑ, Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Φαρμακολογίας, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Ιατρική Σχολή

Βαθμός Διατριβής:

ΑΘΗΝΑ 2017

Η ΠΑΡΟΥΣΑ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΚΑΤΑΤΙΘΕΤΑΙ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΩΝ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΟΥ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΣ

Thesis application: 30th October 2009

Date of assignment of Thesis counselling committee: 23rd March 2010 and modified on 23rd December 2015

Supervising Committee:

KONSTANTINOS PANTOS, Associate Professor of Pharmacology, National and Kapodistrian University of Athens

EVANGELOS GEORGIOU, Professor of Medical Physics, National and Kapodistrian University of Athens

IORDANIS MOUROUZIS, Assistant Professot of Pharmacology, National and Kapodistrian University of Athens

Date of Thesis submission:

Dean of Medical School: Professor Petros Sfikakis

Members of the examining committee:

1. KONSTANTINOS PANTOS, Associate Professor of Pharmacology, National and Kapodistrian University of Athens, Medical School
2. EVANGELOS GEORGIOU, Professor of Medical Physics, National and Kapodistrian University of Athens, Medical School
3. IORDANIS MOUROUZIS, Assistant Professot of Pharmacology, National and Kapodistrian University of Athens, Medical School
4. DEMETRIOS KOUTSOURIS, Professor of Biomedical Engineering, National Technical University of Athens, School of Electrical Engineering, Department of Biomedical Engineering
5. PETROS KARAKITSOS, PROFESSOR OF CYTOLOGY, IOANNIS CHATZIAGAPIOU, National and Kapodistrian University of Athens, Medical School
6. GRIGORIOS SIVOLAPENKO, Professor of Pharmacology, University of Patras, School of Health Sciences
7. AIKATERINI TYLIGADA, Associate Professor of Pharmacology, National and Kapodistrian University of Athens, Medical School

Grade:

ATHENS, 2017

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY

Ο ΟΡΚΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ

ΟΜΝΥΜΙ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΙΗΤΡΟΝ ΚΑΙ ΑΣΚΛΗΠΙΟΝ ΚΑΙ ΥΓΕΙΑΝ ΚΑΙ ΠΑΝΑΚΕΙΑΝ ΚΑΙ ΘΕΟΥΣ ΠΑΝΤΑΣ ΤΕ ΚΑΙ ΠΑΣΑΣ, ΙΣΤΟΡΑΣ ΠΟΙΟΥΜΕΝΟΣ, ΕΠΙΤΕΛΕΑ ΠΟΙΗΣΕΙΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ ΟΡΚΟΝ ΤΟΝΔΕ ΚΑΙ ΣΥΓΓΡΑΦΗΝ ΤΗΝΔΕ. ΗΓΗΣΕΣΘΑΙ ΜΕΝ ΤΟΝ ΔΙΔΑΞΑΝΤΑ ΜΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗΝ ΙΣΑ ΓΕΝΕΤΗΣΙΝ ΕΜΟΙΣΙ, ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΟΙΝΩΣΕΣΘΑΙ ΚΑΙ ΧΡΕΩΝ ΧΡΗΙΖΟΝΤΙ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΕΣΘΑΙ ΚΑΙ ΓΕΝΟΣ ΤΟ ΕΞ ΕΑΥΤΟΥ ΑΔΕΛΦΕΟΙΣ ΙΣΟΝ ΕΠΙΚΡΙΝΕΕΙΝ ΑΡΡΕΣΙ ΚΑΙ ΔΙΔΑΞΕΙΝ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΝ ΤΑΥΤΗΝ, ΗΝ ΧΡΗΙΖΩΣΙ ΜΑΝΘΑΝΕΙΝ, ΑΝΕΥ ΜΙΣΘΟΥ ΚΑΙ ΣΥΓΓΡΑΦΗΣ. ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΗΣ ΤΕ ΚΑΙ ΑΚΡΟΗΣΙΟΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΛΟΙΠΗΣ ΑΠΑΣΗΣ ΜΑΘΗΣΙΟΣ ΜΕΤΑΔΟΣΙΝ ΠΟΙΗΣΕΣΘΑΙ ΥΙΟΙΣΙ ΤΕ ΕΜΟΙΣ ΚΑΙ ΤΟΙΣ ΤΟΥ ΕΜΕ ΔΙΔΑΞΑΝΤΟΣ ΚΑΙ ΜΑΘΗΤΑΙΣΙ ΣΥΓΓΕΓΡΑΜΜΕΝΟΙΣΙ ΤΕ ΚΑΙ ΩΡΚΙΣΜΕΝΟΙΣ ΝΟΜΩ ΙΗΤΡΙΚΩ, ΑΛΛΩ ΔΕ ΟΥΔΕΝΙ. ΔΙΑΙΤΗΜΑΣΙ ΤΕ ΧΡΗΣΟΜΑΙ ΕΠ' ΩΦΕΛΕΙΗ, ΚΑΜΝΟΝΤΩΝ ΚΑΤΑ ΔΥΝΑΜΙΝ ΚΑΙ ΚΡΙΣΙΝ ΕΜΗΝ. ΕΠΙ ΔΗΛΗΣΕΙ ΔΕ ΚΑΙ ΑΔΙΚΙΗ ΕΙΡΞΕΙΝ. ΟΥ ΔΩΣΩ ΔΕ ΟΥΔΕ ΦΑΡΜΑΚΟΝ ΟΥΔΕΝΙ ΑΙΤΗΘΕΙΣ ΘΑΝΑΣΙΜΟΝ, ΟΥΔΕ ΥΦΗΓΗΣΟΜΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΙΗΝ ΤΟΙΗΝΔΕ, ΟΜΟΙΩΣ ΔΕ ΟΥΔΕ ΓΥΝΑΙΚΙ ΠΕΣΣΟΝ ΦΘΟΡΙΟΝ ΔΩΣΩ. ΑΓΝΩΣ ΔΕ ΚΑΙ ΟΣΙΩΣ ΔΙΑΤΗΡΗΣΩ ΒΙΟΝ ΤΟΝ ΕΜΟΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΝ ΤΗΝ ΕΜΗΝ. ΟΥ ΤΕΜΕΩ ΔΕ ΟΥΔΕ ΜΗΝ ΛΙΘΙΩΝΤΑΣ , ΕΚΧΩΡΗΣΩ ΔΕ ΕΡΓΑΤΗΣΙΝ ΑΔΡΑΣΙΝ ΠΡΗΞΙΟΣ ΤΗΣΔΕ. ΕΣ ΟΙΚΙΑΣ ΔΕ ΟΚΟΣΑΣ ΑΝ ΕΣΙΩ, ΕΣΕΛΕΥΣΟΜΑΙ ΕΠ' ΩΦΕΛΕΙΗ ΚΑΜΝΟΝΤΩΝ, ΕΚΤΟΣ ΕΩΝ ΠΑΣΗΣ ΑΔΙΚΙΗΣ ΕΚΟΥΣΙΗΣ ΚΑΙ ΦΘΟΡΙΗΣ ΤΗΣ ΤΕ ΑΛΛΗΣ ΚΑΙ ΑΦΡΟΔΙΣΙΩΝ ΕΡΓΩΝ ΕΠΙ ΤΕ ΓΥΝΑΙΚΕΙΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΑΝΔΡΕΙΩΝ, ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ ΤΕ ΚΑΙ ΔΟΥΛΩΝ. Α Δ' ΑΝ ΕΝ ΘΕΡΑΠΕΙΗ Η ΙΔΩ Η ΑΚΟΥΣΩ, Η ΚΑΙ ΑΝΕΥ ΘΕΡΑΠΕΙΗΣ ΚΑΤΑ ΒΙΟΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ, Α ΜΗ ΧΡΗ ΠΟΤΕ ΕΚΛΑΛΕΙΣΘΑΙ ΕΞΩ, ΣΙΓΗΣΟΜΑΙ, ΑΡΡΗΤΑ ΗΓΕΥΜΕΝΟΣ ΕΙΝΑΙ ΤΑ ΤΟΙΑΥΤΑ. ΟΡΚΟΝ ΜΕΝ ΟΥΝ ΜΟΙ ΤΟΝΔΕ ΕΠΙΤΕΛΕΑ ΠΟΙΕΟΝΤΙ ΚΑΙ ΜΗ ΣΥΓΧΕΟΝΤΙ ΕΙΗ ΕΠΑΥΡΑΣΘΑΙ ΚΑΙ ΒΙΟΥ ΚΑΙ ΤΕΧΝΗΣ, ΔΟΞΑΖΟΜΕΝΩ ΠΑΡΑ ΠΑΣΙΝ ΑΝΘΡΩΠΟΙΣ ΕΣ ΤΟΝ ΑΙΕΙ ΧΡΟΝΟΝ, ΠΑΡΑΒΑΙΝΟΝΤΙ ΔΕ ΚΑΙ ΕΠΙΟΡΚΟΥΝΤΙ, ΤΑΝΑΝΤΙΑ ΤΟΥΤΕΩΝ.

ΟΡΚΙΖΟΜΑΙ ΕΙΣ ΤΟΝ ΑΠΟΛΛΩΝΑ ΤΟΝ ΙΑΤΡΟ ΚΑΙ ΕΙΣ ΤΟΝ ΑΣΚΛΗΠΙΟ ΚΑΙ ΕΙΣ ΤΗΝ ΥΓΕΙΑ ΚΑΙ ΕΙΣ ΤΗΝ ΠΑΝΑΚΕΙΑ ΚΑΙ ΕΙΣ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΘΕΟΥΣ ΚΑΙ ΤΙΣ ΘΕΕΣ, ΕΠΙΚΑΛΟΥΜΕΝΟΣ ΑΥΤΟΥΣ ΩΣ ΜΑΡΤΥΡΕΣ, ΟΤΙ ΘΑ ΤΗΡΗΣΩ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΜΟΥ ΑΥΤΟΝ ΤΟΝ ΟΡΚΟ ΚΑΙ ΑΥΤΟ ΕΔΩ ΤΟ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟ ΜΟΥ. ΘΑ ΘΕΩΡΩ ΕΚΕΙΝΟΝ Ο ΟΠΟΙΟΣ ΜΕ ΔΙΔΑΞΕ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗ ΑΥΤΗ ΙΣΟ ΠΡΟΣ ΤΟΥΣ ΓΟΝΕΙΣ ΜΟΥ ΚΑΙ ΘΑ ΜΟΙΡΑΣΤΩ ΜΑΖΙ ΤΟΥ ΤΑ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΜΟΥ ΚΑΙ ΘΑ ΤΟΝ ΒΟΗΘΩ ΟΤΑΝ ΕΥΡΙΣΚΕΤΑΙ ΣΕ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΓΚΗ. ΘΑ ΘΕΩΡΩ ΤΟΥΣ ΑΠΟΓΟΝΟΥΣ ΤΟΥ ΩΣ ΑΔΕΛΦΟΥΣ ΜΟΥ ΚΑΙ ΘΑ ΤΟΥΣ ΔΙΔΑΣΚΩ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗ ΑΥΤΗ, ΕΑΝ ΕΠΙΘΥΜΟΥΝ ΝΑ ΤΗ ΜΑΘΟΥΝ, ΧΩΡΙΣ ΑΜΟΙΒΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑΙΟ. ΘΑ ΜΕΤΑΔΩΣΩ ΜΕ ΠΑΡΑΓΓΕΛΙΕΣ, ΟΔΗΓΙΕΣ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΕΣ ΟΛΕΣ ΤΙΣ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΓΝΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΙΣ ΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΜΟΥ ΚΑΙ ΕΙΣ ΤΑ ΠΑΙΔΙΑ ΤΟΥ ΔΙΔΑΣΚΑΛΟΥ ΜΟΥ ΚΑΙ ΕΙΣ ΤΟΥΣ ΜΑΘΗΤΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΟΙ ΕΧΟΥΝ ΟΡΚΙΣΤΕΙ ΟΤΙ ΘΑ ΤΗΡΟΥΝ ΤΟΥΣ ΙΑΤΡΙΚΟΥΣ ΚΑΝΟΝΕΣ ΚΑΙ ΕΧΟΥΝ ΣΥΜΦΩΝΗΣΕΙ ΕΓΓΡΑΦΩΣ, ΕΙΣ ΟΥΔΕΝΑ ΔΕ ΑΛΛΟΝ. ΘΑ ΘΕΡΑΠΕΥΩ ΤΟΥΣ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΥΝΑΜΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΡΙΣΗ ΜΟΥ, ΧΩΡΙΣ ΠΟΤΕ ΕΚΟΥΣΙΩΣ ΝΑ ΤΟΥΣ ΒΛΑΨΩ Η ΝΑ ΤΟΥΣ ΑΔΙΚΗΣΩ. ΔΕ ΘΑ ΧΟΡΗΓΗΣΩ ΘΑΝΑΤΗΦΟΡΟ ΦΑΡΜΑΚΟ ΣΕ ΚΑΝΕΝΑΝ, ΟΥΤΕ ΚΑΙ ΕΑΝ ΜΟΥ ΖΗΤΗΘΕΙ ΚΑΙ ΟΥΤΕ ΘΑ ΔΩΣΩ ΤΕΤΟΙΑ ΣΥΜΒΟΥΛΗ. ΕΠΙΣΗΣ ΔΕ ΘΑ ΔΩΣΩ ΣΕ ΓΥΝΑΙΚΑ ΦΑΡΜΑΚΟ ΓΙΑ ΝΑ ΑΠΟΒΑΛΕΙ. ΘΑ ΔΙΑΤΗΡΗΣΩ ΤΟ ΒΙΟ ΜΟΥ ΚΑΙ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗ ΜΟΥ ΚΑΤΑ ΤΡΟΠΟ ΑΓΝΟ ΚΑΙ ΣΥΜΦΩΝΟ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΘΕΙΟ ΝΟΜΟ. ΔΕ ΘΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΗΣΩ ΟΥΤΕ ΤΟΥΣ ΠΑΣΧΟΝΤΑΣ ΑΠΟ ΛΙΘΙΑΣΙΝ, ΑΛΛΑ ΘΑ ΕΚΧΩΡΗΣΩ ΤΗΝ ΠΡΑΞΗ ΑΥΤΗ ΣΤΟΥΣ ΕΙΔΙΚΟΥΣ. ΣΕ ΟΣΕΣ ΔΕ ΟΙΚΙΕΣ ΕΙΣΕΛΘΩ, ΘΑ ΕΙΣΕΛΘΩ ΓΙΑ ΩΦΕΛΕΙΑ ΤΩΝ ΠΑΣΧΟΝΤΩΝ, ΑΠΕΧΟΝΤΑΣ ΑΠΟ ΚΑΘΕ ΕΚΟΥΣΙΑ ΑΔΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΗ ΖΗΜΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΕ ΓΕΝΕΤΗΣΙΑ ΠΡΑΞΗ ΕΠΙ ΓΥΝΑΙΚΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΔΡΙΚΩΝ ΣΩΜΑΤΩΝ, ΕΛΕΥΘΕΡΩΝ Η ΔΟΥΛΩΝ. ΟΣΑ ΔΕ ΔΩ Η ΑΚΟΥΣΩ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΑΓΓΕΛΜΑΤΟΣ ΜΟΥ Η ΚΑΙ ΕΚΤΟΣ, ΓΙΑ ΤΗ ΖΩΗ ΤΩΝ ΑΝΘΡΩΠΩΝ, ΤΑ ΟΠΟΙΑ ΔΕΝ ΠΡΕΠΕΙ ΠΟΤΕ ΝΑ ΚΟΙΝΟΠΟΙΗΘΟΥΝ, ΘΑ ΚΡΑΤΗΣΩ ΜΥΣΤΙΚΑ, ΘΕΩΡΩΝΤΑΣ ΟΤΙ ΑΥΤΑ ΕΙΝΑΙ ΑΠΟΡΡΗΤΑ. ΟΣΟ ΛΟΙΠΟΝ ΘΑ ΤΗΡΩ ΤΟΝ ΟΡΚΟ ΜΟΥ ΑΥΤΟΝ ΚΑΙ ΔΕ ΘΑ ΤΟΝ ΠΑΡΑΒΑΙΝΩ, ΕΙΘΕ ΝΑ ΑΠΟΛΑΥΩ ΚΑΙ ΤΗΣ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΣ, ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΟΣ ΕΣΑΕΙ ΑΠΟ ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΑΝΘΡΩΠΟΥΣ. ΕΑΝ ΟΜΩΣ ΤΟΝ ΠΑΡΑΒΩ ΚΑΙ ΓΙΝΩ ΕΠΙΟΡΚΟΣ, ΝΑ ΥΠΟΣΤΩ ΤΑ ΑΝΤΙΘΕΤΑ ΑΠΟ ΑΥΤΑ.

"Μια αστραπή είναι η ζωή μας...
...μα προλαβαίνουμε"

Νίκος Καζαντζάκης

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διδακτορική διατριβή εκπονήθηκε στο Εργαστήριο Πειραματικής Φαρμακολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή Φαρμακολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Κωνσταντίνου Πάντου.

Παρόλο που αποτελεί τον καρπό ενός προσωπικού αγώνα η ολοκλήρωση της εργασίας αυτής δεν θα ήταν δυνατή αν όλα αυτά τα χρόνια δεν είχα την αμέριστη συμπαράσταση και καθοδήγηση ανθρώπων, οι οποίοι με αγκάλιασαν με την εμπιστοσύνη τους και με υποστήριξαν σε κάθε βήμα μου.

Η εκπόνηση και η συγγραφή μίας διδακτορικής διατριβής είναι μία ιδιαίτερη διαδικασία, αρκετές στιγμές επίπονη, αλλά εν τέλει, απαιτεί μία απόλυτα ικανοποιητική εμπειρία.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα, Αναπληρωτή Καθηγητή Φαρμακολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Κωνσταντίνο Πάντο, ο οποίος με τις γνώσεις του, την εμπειρία του, την ανεκτίμητη επιστημονική του βοήθεια, τη συνεχή και υπομονετική καθοδήγησή του, τόσο στα πρώτα στάδια της διατριβής μου όσο και σε όλη την διάρκεια της εκπόνησής της, συνέβαλλε τα μέγιστα στο τελικό αποτέλεσμα αυτής.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ευάγγελο Γεωργίου, καθηγητή Ιατρικής Φυσικής του Πανεπιστημίου Αθηνών και τον κ. Ιορδάνη Μουρούζη, επίκουρο καθηγητή Φαρμακολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών που αποτελούν τα υπόλοιπα 2 μέλη της τριμελούς επιτροπής, για την συμπαράστασή τους και την επιστημονική τους καθοδήγηση.

Ιδιαίτερη μνεία απαιτεί η συνδρομή, τόσο σε επιστημονική αλλά κυρίως σε συναισθηματική υποστήριξη από τον κ. Δημήτρη Κουτσούρη, καθηγητή Βιοϊατρικής Τεχνολογίας του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου που είναι και μέλος της επταμελούς επιτροπής. Θα ήθελα να εκφράσω θερμές ευχαριστίες στα υπόλοιπα μέλη της επταμελούς επιτροπής, κ. Πέτρο Καρακίτσο, καθηγητή Κυτταρολογίας του Πανεπιστημίου Αθηνών, κ. Γρηγόριο Σιβολαπένκο, καθηγητή Φαρμακολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών και την Αναπληρώτρια καθηγήτρια Φαρμακολογίας κα Αικατερίνη Τυλιγάδα, για την πρόθυμη συμμετοχή τους στην κρίση της παρούσας διατριβής.

Το πιο μεγάλο «ευχαριστώ» θέλω να το δώσω στα παιδιά μου και το σύζυγό μου, που όλα αυτά τα χρόνια, με στήριξαν συναισθηματικά κα μου έδωσαν δύναμη να προχωρήσω αλλά και στους γονείς μου και την πεθερά μου, που πίστεψαν σε μένα και με βοήθησαν να αντεπεξέλθω στην καθημερινότητα. Τέλος, ευχαριστώ το φίλο μου Γεώργιο Λάμπρου για την αμέριμνη συμπαράστασή του.

Ιωάννα Ηλιοπούλου

Αθήνα 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η στεφανιαία νόσος αποτελεί τον κυριότερο εκπρόσωπο των καρδιαγγειακών νοσημάτων και την κύρια αιτία θνητότητας και θνησιμότητας τόσο στις αναπτυγμένες όσο και τις αναπτυσσόμενες χώρες του κόσμου. Πιο συγκεκριμένα, στις ανεπτυγμένες χώρες, ευθύνεται για το 47% όλων των θανάτων ενώ στις αναπτυσσόμενες χώρες για το 11%, αντίστοιχα. Επίσης, ευθύνεται για το 12% των θανάτων γυναικών ηλικίας μικρότερης των 65 ετών και το 17% θανάτων ανδρών, αντίστοιχης ηλικίας (1). Στη σημερινή εποχή επικρατούν δυο απόψεις αναφορικά με τη συχνότητα εμφάνισης της στεφανιαίας νόσου. Η μια υποστηρίζει ότι, παρατηρείται μείωση στη συχνότητα εμφάνισης της νόσου όπως επίσης και στη θνησιμότητα λόγω της προόδου στη διάγνωση και της εξέλιξης των θεραπευτικών μεθόδων ενώ η αντίθετη άποψη υποστηρίζει ότι, η στεφανιαία νόσος αναμένεται να λάβει αυξητικές τάσεις λόγω της γήρανσης του πληθυσμού και των συνοδών νοσημάτων, όπως π.χ. της υπέρτασης, του σακχαρώδη διαβήτη, κ.ά.

Ως στεφανιαία νόσος ορίζεται κάθε διαταραχή της ροής του αίματος στο μυοκάρδιο λόγω αθηρωμάτωσης των στεφανιαίων αρτηριών. Εκδηλώνεται κλινικά σε χρόνια μορφή με τη στηθάγχη προσπάθειας ενώ σε οξεία μορφή με την ασταθή στηθάγχη, το έμφραγμα του μυοκαρδίου ή τον αιφνίδιο θάνατο. Η θεραπεία της στεφανιαίας νόσου περιλαμβάνει τη συντηρητική θεραπεία συμπεριλαμβανομένης της φαρμακευτικής αγωγής και της αλλαγής του τρόπου ζωής ή τη χειρουργική επέμβαση (1, 2). Η θεραπεία είναι χρονοεξαρτώμενη δηλαδή, τα αποτελέσματά της εξαρτώνται από το χρόνο που μεσολαβεί από τη στιγμή έναρξης των συμπτωμάτων μέχρι την αναζήτηση βοήθειας και τελικά την άφιξη του ασθενή στα επείγοντα. Άλλοι εξίσου σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την επιτυχή θεραπευτική παρέμβαση είναι το νοσοκομείο πρόσβασης και το ιστορικό του ασθενή. Είναι ευρέως γνωστό ότι, παρατηρείται απώλεια πολύτιμου χρόνου για την αντιμετώπιση ενός οξέος καρδιακού επεισοδίου λόγω των ελλείψεων που αφορούν είτε την οργάνωση κινητών μονάδων είτε τις κατάλληλες υποδομές και εξοπλισμούς στο τμήμα επειγόντων περιστατικών των νοσοκομείων ή ακόμα και την στελέχωση των νοσοκομείων με εξειδικευμένους επαγγελματίες υγείας.

Σε πολλές χώρες, όπως στη Βόρεια Αμερική, την Ευρώπη υπάρχουν κατευθυντήριες οδηγίες για την αντιμετώπιση των ασθενών με έμφραγμα. Ωστόσο είναι σημαντικό να τονισθεί ότι, σε παγκόσμια κλίμακα παρατηρούνται διαφορές ως προς την εθνικότητα,

τη γεωγραφία, τα συστήματα φροντίδας υγείας και τα ασφαλιστικά συστήματα υγείας, οι οποίες διαφοροποιούν την αντιμετώπιση του εμφράγματος.

Η έρευνα για την παθοφυσιολογία του εμφράγματος του μυοκαρδίου οδήγησε σε μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση. Είχε φανεί ότι η ταυτόχρονη ύπαρξη στεφανιαίας νόσου με χρόνιο νόσημα του θυρεοειδούς κατά το οποίο ο ασθενής ελάμβανε θεραπεία υποκατάστασης, είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη έκβαση της καρδιακής νόσου και ως εκ τούτου του ασθενούς. Η παρατήρηση αυτή προκάλεσε το ερώτημα αν η θεραπεία υποκατάστασης στα νοσήματα του θυρεοειδούς, συσχετίζεται με την καλύτερη έκβαση στο έμφραγμα του μυοκαρδίου και αν η χορήγηση ορμονών του θυρεοειδούς και ειδικότερα θυροξίνης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επικουρική θεραπεία στις καρδιοπάθειες. Τα καρδιαγγειακά νοσήματα είναι από τα πλέον μελετημένα βιοϊατρικά φαινόμενα και η πρόοδος σε αυτά έχει οδηγήσει στην καλύτερη αντιμετώπισή τους. Πάρα ταύτα, οι μηχανισμοί λειτουργίας του εμφράγματος παραμένουν άγνωστοι και ως εκ τούτου, απαιτούν περαιτέρω μελέτη. Η δημιουργία ενός *in vivo* μοντέλου για το ρόλο της θυροξίνης στο έμφραγμα του μυοκαρδίου αναμένουμε να συνδράμει προς την κατεύθυνση της δημιουργίας νέας γνώσης και την καλύτερη κατανόηση των παθοφυσιολογικών μηχανισμών του.

Το ερώτημα αυτό έχει απασχολήσει ερευνητικά τα τελευταία χρόνια το εργαστήριο Φαρμακολογίας της Ιατρικής Σχολής Αθηνών και έχουν εκπονηθεί σειρά επιστημονικών μελετών που έδειξαν οτι η χορήγηση θυρεοειδικής ορμόνης είναι καρδιοπροστατευτική τόσο οξεώς σε μοντέλα *ex vivo* όσο και χρονίως σε μοντέλα *in vivo* εμφράγματος του μυοκαρδίου. Με τις μελέτες αυτές έχουν επίσης φωτιστεί οι μηχανισμοί που βρίσκονται πίσω από τις δράσεις αυτές της θυρεοειδικής ορμόνης. Κατα συνέπεια, η θυρεοειδική ορμόνη μπορεί να αποτελέσει ένα παράδειγμα πρωτοποριακής θεραπείας επιδιόρθωσης του μυοκαρδίου μετά από στρές.

Στα πλαίσια αυτά, η παρούσα μελέτη συγκέντρωσε και ομαδοποίησε δεδομένα πολλών ετών που υπήρχαν στο εργαστήριο της Φαρμακολογίας και επιχείρησε μια μετα-ανάλυση με εξελιγμένα υπολογιστικά και βιοπληροφορικά μοντέλα, όπως η μηχανική μάθηση. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να βοηθήσει να κατανοήσουμε βαθύτερα τα αποτελέσματα και τους μηχανισμούς δράσης της θυρεοειδικής ορμόνης. Επιπλέον αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου το οποίο θα έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει την εξέλιξη της καρδιακής ανεπάρκειας μετά από έμφραγμα του μυοκαρδιου και τη δράση νέων θεραπευτικών παρεμβάσεων. Η ιδέα αυτή αποτελεί μια καινοτομία τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα καρδιαγγειακά νοσήματα αποτελούν την πρώτη αιτία θανάτου στο Δυτικό κόσμο. Αντίστοιχη είναι και η έρευνα, η οποία έχει επικεντρωθεί τα τελευταία έτη στην πρόγνωση, διάγνωση και θεραπεία των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Ειδικότερα, δε η έρευνα έχει επικεντρωθεί στους άνδρες, αφού τα εμφράγματα του μυοκαρδίου εμφανίζονται σε όλο και μικρότερες ηλικίες αλλά και με δυσμενέστερη πρόγνωση. Η έρευνα για την παθοφυσιολογία του εμφράγματος του μυοκαρδίου οδήγησε σε μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση. Είχε φανεί ότι η ταυτόχρονη ύπαρξη στεφανιαίας νόσου με χρόνιο νόσημα του θυρεοειδούς κατά το οποίο ο ασθενής ελάμβανε θεραπεία υποκατάστασης, είχε ως αποτέλεσμα την καλύτερη έκβαση της καρδιακής νόσου και ως εκ τούτου του ασθενούς. Η παρατήρηση αυτή προκάλεσε το ερώτημα αν η θεραπεία υποκατάστασης στα νοσήματα του θυρεοειδούς, συσχετίζεται με την καλύτερη έκβαση στο έμφραγμα του μυοκαρδίου και αν η χορήγηση ορμονών του θυρεοειδούς και ειδικότερα θυροξίνης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επικουρική θεραπεία στις καρδιοπάθειες.

Το ερώτημα αυτό έχει απασχολήσει ερευνητικά τα τελευταία χρόνια το εργαστήριο Φαρμακολογίας της Ιατρικής Σχολής Αθηνών και έχουν εκπονηθεί σειρά επιστημονικών μελετών που έδειξαν οτι η χορήγηση θυρεοειδικής ορμόνης είναι καρδιοπροστατευτική τόσο οξεώς σε μοντέλα *ex vivo* όσο και χρονίως σε μοντέλα *in vivo* εμφράγματος του μυοκαρδίου. Με τις μελέτες αυτές έχουν επίσης φωτιστεί οι μηχανισμοί που βρίσκονται πίσω από τις δράσεις αυτές της θυρεοειδικής ορμόνης. Κατα συνέπεια, η θυρεοειδική ορμόνη μπορεί να αποτελέσει ένα παράδειγμα πρωτοποριακής θεραπείας επιδιόρθωσης του μυοκαρδίου μετά από στρές.επίμυων Τα καρδιαγγειακά νοσήματα είναι από τα πλέον μελετημένα βιοϊατρικά φαινόμενα και η πρόοδος σε αυτά έχει οδηγήσει στην καλύτερη αντιμετώπισή τους. Πάρα ταύτα, οι μηχανισμοί λειτουργίας του εμφράγματος παραμένουν άγνωστοι και ως εκ τούτου, απαιτούν περαιτέρω μελέτη. Η δημιουργία ενός *in vivo* μοντέλου για το ρόλο της θυροξίνης στο έμφραγμα του μυοκαρδίου αναμένουμε να συνδράμει προς την κατεύθυνση της δημιουργίας νέας γνώσης και την καλύτερη κατανόηση των παθοφυσιολογικών μηχανισμών του.

Στην παρούσα μελέτη, προσπαθήσαμε να διερευνήσουμε το ρόλο της θυροξίνης σε ένα πειραματικό μοντέλο επίμυων. Η διερεύνηση έγινε με βάση το χρόνο, τον τρόπο επέμβασης και τη χορήγηση θυροξίνης. Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι η θυροξίνη έχει ευεργετική δράση στη συστολική ταχύτητα, το δείκτη σφαιρικότητας, το κλάσμα

εξωθήσεως, τη διαστολική και συστολική διάμετρο και την τάση του καρδιακού τοιχώματος, ήτοι τις μηχανικές και αιμοδυναμικές ιδιότητες του καρδιακού μυ. Επίσης, είμασταν σε θέση να βρούμε συσχετίσεις μεταξύ των καρδιαγγειακών παραγόντων, όπως είναι η διαστολική και συστολική διάμετρος, το κλάσμα εξωθήσεως και ο δείκτης σφαιρικότητας και της επιφάνειας και βάρους του μετεμφραγματικού τραύματος του μυοκαρδίου. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώθηκαν τόσο από κλασσικές προσεγγίσεις όσο και μέσω μεθοδολογιών μηχανικής μάθησης.

Ενώ τα τελευταία χρόνια μεγάλο μέρος της έρευνας έχει αφιερωθεί στη μελέτη του καρδιαγγειακού περαιτέρω μελέτες είναι απαραίτητες ώστε να κατανοήσουμε σε βάθος τη μηχανιστική των καρδιαγγειακών παθήσεων. Η ιδέα αυτής της μελέτης αποτελεί μια καινοτομία τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο. επίμυων.

Στα πλαίσια αυτά, η παρούσα μελέτη συγκέντρωσε και ομαδοποίησε δεδομένα πολλών ετών που υπήρχαν στο εργαστήριο της Φαρμακολογίας και επιχείρησε μια μετα-ανάλυση με εξελιγμένα υπολογιστικά και βιοπληροφορικά μοντέλα, όπως η μηχανική μάθηση. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να βοηθήσει να κατανοήσουμε βαθύτερα τα αποτελέσματα και τους μηχανισμούς δράσης της θυρεοειδικής ορμόνης. Επιπλέον αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου το οποίο θα έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει την εξέλιξη της καρδιακής ανεπάρκειας μετά από έμφραγμα του μυοκαρδιου και τη δράση νέων θεραπευτικών παρεμβάσεων. Η ιδέα αυτή αποτελεί μια καινοτομία τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο.

ABSTRACT

Cardiovascular disease is one of the leading causes of death in the western world. Respectively, a great part of research focuses on the disease prognosis, diagnosis and treatment of cardiovascular disease. In particular, research has focused on the cardiovascular disease in men since they have dismal prognosis when compared to women. During research for cardiovascular disease and myocardial infarction, it has been observed that patients that received thyroxine replacement therapy had better prognosis as compared to patients that did not. Based on this observation, the question that came up was whether thyroxine supplementation could be used as a complementary treatment in the treatment of cardiovascular disease and myocardial infarction.

The present work deals with this subject by using an *in vivo* model. This model utilized a rat experimental model where wistar rats have undergone surgical infarction and at the same time thyroxine was provided as supplemental treatment. Collected data have been analyzed with classical statistical methods as well as we have implemented machine learning algorithms such as hierarchical clustering, k-means and neural networks, in order to discover novel mechanistic roles of thyroxine in myocardial infarction.

To the best of our knowledge this is a novel project, since studies on this subject are scarse. The expected results from our study is a more in-depth understanding of the role of thyroxine in cardiovascular disease and myocardial infarction.

In the present study, we have attempted to create a novel *in vivo* model for the investigation of thyroxine and myocardial infarction. Factors studied included, thyroxine administration, operation type (sham operation) and coronary artery ligation (CAL) and time, since mice were studied for a total period of 2, 4 and 13 weeks. Our results showed that thyroxine has beneficial inpact on the mechanical and hemodynamical properties of the cardiac muscle. In particular, it appeared that scar size and scar weight were successfully fitted with respect to end-diastolic and end-systolic diameters, wall tension index and sphericity index. We were able to confirm our results with numerous methods since both the classical as well as machine learning methodologies lead us to similar conclusions.

Further studies are required in order to gain more knowledge on the topic of the role of thyroxine in myocardial infarction.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Ο ΟΡΚΟΣ ΤΟΥ ΙΠΠΟΚΡΑΤΟΥΣ....vi
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ....ix
ΠΡΟΛΟΓΟΣ....x
ΠΕΡΙΛΗΨΗ....xii
ABSTRACT....xiv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ....xv
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ....xviii
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ....xxvii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ....xxviii
ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ....xxix
ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ....xxxi
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ....xxxii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ....- 1 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ, ΚΑΙ ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ....- 2 -
1.1. ΤΑ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ - 2 -
1.2. ΤΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ - 14 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΘΥΡΕΟΕΙΔΙΚΗΣ ΟΡΜΟΝΗΣ....- 15 -
2.1. ΤΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ - 15 -
2.2. ΤΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΚΑΙ Η ΘΥΡΟΞΙΝΗ - 19 -
2.2.1. Η ΘΥΡΟΞΙΝΗ....- 19 -
2.2.2. Η ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ ΚΑΙ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ - 23 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ....- 27 -
3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ- 27 -
3.1.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ....- 28 -
3.2. ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ - 29 -
3.3. ΕΙΔΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ- 31 -
3.3.1. ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΕΠΙΒΛΕΨΗ....- 31 -
3.3.1.1. ΔΕΝΔΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ....- 32 -
3.3.1.2. ΜΑΘΗΣΗ κατά *BAYES*....- 32 -
3.3.1.3. ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ Ή ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (*REGRESSION*)....- 33 -
3.3.1.4. ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (*NEURAL NETWORKS*)....- 34 -
3.3.1.5. ΜΗΧΑΝΕΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ (*SUPPORT VECTOR MACHINES*)....- 34 -
3.3.2. ΜΑΘΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗ....- 35 -
3.3.2.1. ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ....- 35 -
3.3.2.2. ΟΜΑΔΕΣ (*CLUSTERS*)....- 36 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ....- 40 -
ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ....- 42 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ....- 43 -
ΥΛΙΚΟ - 43 -
Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - 43 -
ΥΠΕΡΗΧΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑ - 46 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ....- 48 -
6.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ - 48 -
6.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ - 52 -
6.2.1. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ....- 52 -
6.2.2. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ....- 52 -
6.2.2.1. ΒΑΣΙΚΟΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ....- 52 -
6.2.2.2. ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ....- 57 -
6.2.3. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ....- 58 -
6.2.4. ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ....- 60 -
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ....- 62 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ..... - 63 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ..... - 74 -
8.2. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ - 74 -
8.2.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ ..... - 74 -
8.2.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΠΟΥ ΕΛΑΒΕ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ΚΑΙ ΑΥΤΗΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΕ ..... - 76 -
8.2.3. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ..... - 77 -
8.3. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (SHAM OPERATION) - 79 -
8.4. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΕ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ (CORONARY ARTERY LIGATION (CAL)) - 81 -
8.4.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΓΡΑΓΜΑΤΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ ..... - 82 -
8.4.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΓΡΑΓΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ..... - 83 -
8.5. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ ΠΟΥ ΕΛΑΒΑΝ ΘΥΡΟΞΙΝΗ - 85 -
8.6. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΑΝ ΘΥΡΟΞΙΝΗ - 86 -
8.6.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ ..... - 86 -
8.6.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ ..... - 87 -
8.7. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ κατά τις ΔΥΟ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ - 89 -
8.7.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΥΟ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ (SHAM OPERATION vs. CAL) ..... - 89 -
8.8. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ κατά τις ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ - 91 -
8.8.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ (SHAM OPERATION vs. CAL) ..... - 91 -
8.8.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ ..... - 91 -
8.9. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ κατά τις ΔΕΚΑΤΡΕΙΣ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ - 92 -
8.9.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΕΚΑΤΡΙΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ (SHAM OPERATION vs. CAL) ..... - 93 -
8.9.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΕΚΑΤΡΙΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ ..... - 95 -
8.10. 3-WAY ANOVA - 96 -
8.11. ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ κατά PEARSON - 97 -
8.11.1. ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ..... - 97 -
8.11.2. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (SHAM OPERATION) ..... - 98 -
8.11.3. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL) ..... - 99 -
8.11.4. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL) ΠΟΥ ΕΛΑΒΑΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ..... - 100 -
8.11.5. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL) ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΑΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ..... - 101 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ ..... - 103 -
9.1. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ - 103 -
9.2. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (SHAM OPERATION) - 105 -
9.3. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL) - 105 -
9.4. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΕ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ - 106 -
9.6. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΧΩΡΙΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ - 107 -
9.6. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΩΝ ΔΥΟ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ - 109 -
9.7. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΩΝ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ - 110 -
9.8. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΩΝ ΔΕΚΑΤΡΙΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ - 111 -

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 – ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ..... - 114 -
10.1. ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - 114 -
10.2. ΙΕΡΑΡΧΙΚΑ ΔΟΜΗΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (CLUSTERED SCATTER) - 115 -
10.3. K-MEANS ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ - 120 -
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ ..... - 124 -
ΣΥΖΗΤΗΣΗ ..... - 141 -
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - 147 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ..... - 148 -
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ ..... - 156 -
ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ - 157 -
ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - 160 -
3-WAY ANOVA ..... - 160 -
ΚΩΔΙΚΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ MATLAB - 164 -
ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣΗ EXCEL ..... - 164 -
ΚΥΡΙΩΣ ΡΟΥΤΙΝΑ (ΚΛΗΣΗ ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ) ..... - 174 -
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ..... - 176 -
ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕ ΕΥΚΛΕΙΔΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ..... - 214 -
ΔΟΜΗΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ..... - 215 -
ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ *PEARSON* ..... - 220 -
ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ (ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ) ..... - 225 -
ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ..... - 375 -
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ (INDEX) ..... - 379 -

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Ο κίνδυνος από το κάπνισμα αυξάνεται μαζί με τη συνδρομή και των άλλων παραγόντων, για τους οποίους είναι γνωστό ότι αποτελούν προδιαθεσιακούς παράγοντες ΚΑΕ (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pitsavos & Toutouzas* (2002) (6)). .....- 6 -

Εικόνα 2. Επιπολασμός των παραγόντων κινδύνου ΚΑΕ σε τυχαίο δείγμα 1480 κατοίκων Αθηνών (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pistavos & Toutouzas* (2002) (6)). .....- 7 -

Εικόνα 3. Το μοτίβο *J-shape* (καμπύλες σε μορφή που θυμίζουν το λατινικό γράμμα J), φάνηκαν να παρουσιάζονται στον Ελληνικό πληθυσμό και ειδικότερα για τη συστολική και διαστολική πίεση, τη γλυκόζη αίματος και την ολική χοληστερόλη (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pitsavos & Toutouzas* (2002) (6)). .....- 7 -

Εικόνα 4. Επίπεδα της συστολικής πίεσης και της γλυκόζης αίματος σε άτομα υπό μεσογειακή και μη-μεσογειακή δίαιτα (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pistavos & Toutouzas* (2002) (6)). ....- 8 -

Εικόνα 5. Επισκόπηση της καρδιακής ανατομίας. Τα μαύρα βέλη υποδεικνύουν πιθανά σημεία σημεία εμβολής των αρτηριών και επικείμενου εμφράγματος του μυοκαρδίου. Η εικόνα αυτή είναι από την ανατομία του Gray (Gray's Anatomy). .....- 15 -

Εικόνα 6. Γραφική αναπαράσταση ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ). Το διάστημα *ST* αποτελεί ένα από τα διαγνωστικά κριτήρια για την παρουσία μεφράγματος. Οι τιμές που παρουσιάζονται είναι οι *PR* (*PQ*) διαστημα (interval)=0.12-0.20sec (3-5 μικρα τετραγωνα), Ευρος *QRS* (width)=0.08-0.12sec (2-3 μικρα τετραγωνα), *QT* διαστημα (interval)=0.35-0.43sec (QT_c). - 17 -

Εικόνα 7. Οι μοριακές δομές της θυροξίνης. Επάνω παρουσιάζεται η συντακτική δομή και κάτω η τρισδιάστατη δομή της.....- 20 -

Εικόνα 8. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των επίμυων και κατηγοριοποίηση τους με βάση τη συμμετοχή τους στις πειραματικές διατάξεις. Στις εικόνες D-H το πρώτο ποσοστό στη λεζάντα είναι ως προς το συνολικό πληθυσμό των επίμυων (n=198), ενώ το δεύτερο έχει υπολογισθεί ως προς το σύνολο του πληθυσμού στον οποίο αναφέρεται η περιγραφή.....- 64 -

Εικόνα 9. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών σε ολές τις ομάδες επίμυων, ανεξαρτήτως της πειραματικής διάταξης στην οποία ανήκαν. Παρουσιάσονται, το σωματικό βάρος (A), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (B), η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (C), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (D), η διαμήκης διάμετρος της αριστερής κοιλίας (E), το κλάσμα έκλυσης της αριστερής κοιλίας (F) και η συστολική ταχύτητα (G).....- 66 -

Εικόνα 10. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών σε όλες τις ομάδες επίμυων, ανεξαρτήτως της πειραματικής διάταξης στην οποία ανήκαν. Παρουσιάζονται, ο λόγος τάσεως του τοιχώματος (A), ο δείκτης σφαιρικότητας (B), ο καρδιακός σφυγμός (C), το βάρος της αριστερής κοιλίας (D), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (E), η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (F).....- 67 -

Εικόνα 11. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών συγκρινόμενες μεταξύ επίμυων υπό χειρουργικό έμφραγμα και ομάδας ελέγχου. Οι συγκρίσεις γίνονται με αναφορά στο χρόνο διάρκειας του πειράματος. Παρουσιάζονται, το σωματικό βάρος (A), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (B), η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (C), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (D), το κλάσμα έκλυσης της αριστερής κοιλίας (E), η συστολική ταχύτητα (F) και ο δείκτης τάσεως του τοιχώματος (G). .....- 68 -

Εικόνα 12. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών συγκρινόμενες μεταξύ επίμυων υπό χειρουργικό έμφραγμα και ομάδας ελέγχου. Οι συγκρίσεις γίνονται με αναφορά στο χρόνο διάρκειας του πειράματος. Παρουσιάζονται, η διάμετρος του διαμήκους άξονα της αριστερής κοιλίας (**A**), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (**B**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**C**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**D**), ο καρδιακός σφυγμός (**E**) και η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (**F**). ..... - 69 -

Εικόνα 13. Τιμές των μεταβλητών υπό μελέτη, στην υποομάδα των επίμυων, οι οποίοι υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και είχαν λάβει ή μη συμπληρωματική θεραπεία θυροξίνης. Παρουσιάζονται, το βάρος (A), οι διάμετροι της αριστερής κοιλίας (B), το κλάσμα εξωθήσεως (C), η συστολική ταχύτητα (D), ο δείκτης της τάσεως του τοιχώματος και της σφαιρικότητας (E), ο καρδιακός σφυγμός (F), το βάρος της αριστερής κοιλίας και του τραύματος του καρδιακού μυ (G) και η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (H). ..... - 70 -

Εικόνα 14. Παρουσίαση όλων των μεταβλητών της *Εικόνα 13* συγκεντρωτικά. ..... - 71 -

Εικόνα 15. Ιστογράμματα κατανομών για τις υπό μέτρηση μεταβλητές. Παρουσιάζονται: το βάρος των επίμυων (A), ο καρδιακός σφυγμός (B), τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της αριστερής κοιλίας (C), τη συστολική ταχύτητα (D) και το βάρος της αριστερής κοιλίας (E) (τα γκρι, σκιασμένα τμήματα αφορούν στα πειράματα ελέγχου. Τα μπλε σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες που υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *έλαβαν θεραπεία* με θυροξίνη και τα κόκκινα σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες οι οποίοι υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *δεν έλαβαν* θεραπεία θυροξίνης). ..... - 72 -

Εικόνα 16. Ιστογράμματα κατανομών για τις υπό μέτρηση μεταβλητές. Παρουσιάζονται: η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (A), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (B), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (C) και επιφάνειας του τραύματος του καρδιακού μυ (D) (τα γκρι, σκιασμένα τμήματα αφορούν στα πειράματα ελέγχου. Τα μπλε σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες που υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *έλαβαν θεραπεία* με θυροξίνη και τα κόκκινα σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες οι οποίοι υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *δεν έλαβαν* θεραπεία θυροξίνης). ..... - 73 -

Εικόνα 17. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών σε ολόκληρο τον πληθυσμό, ανεξαρτήτως της επιμέρους ομάδας, που ανήκαν οι επίμυες. Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (A), η διαστολική διάμετρος (B), η συστολική διάμετρος (C), ο διαμήκης άξονας (D), το κλάσμα εξωθήσεως (E), η συστολική ταχύτητα (F), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (G), ο δείκτης σφαιρικότητας (H), το βάρος της αριστερής κοιλίας (I), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (J) και η επιφάνειας του τραύματος του εμφράγματος (K) (SO: Sham Operation, CAL: Coronary Artery Ligation, LV: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$). - 75 -

Εικόνα 18. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας επίμυων που έλαβαν θυροξίνη και εκείνων που δεν έλαβαν. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς το βάρος κατά τη θυσία (**A**), τη διαστολική διάμετρο (**B**), τη συστολική διάμετρο (**C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**D**), τη συστολική ταχύτητα (**E**), το δείκτη σφαιρικότητας (**F**), τον καρδιακό σφυγμό (**G**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**H**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**I**), την επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**J**). (**NO**: δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης,. **YES**: έλαβαν θεραπεία θυροξίνης, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$). ..... - 77 -

Εικόνα 19. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**B**), στη

συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**E**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**G**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**H**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**I**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**W**: Weeks, , **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$). .....- 79 -

Εικόνα 20. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων καθώς και 4 και 13 εβδομάδων (**B**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων. 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**E**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**F**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**G**) και τέλος και τέλος το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**H**) (**W**: Weeks, , **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$).....- 81 -

Εικόνα 21. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, με σημαντική διαφορά στην υποομάδα των επίμυων με χειρουργικό έμφραγμα και ως προς τη χορήγηση θυροξίνης. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς το βάρος κατά τη θυσία (**A**), τη διαστολική διάμετρο (**B**), τη συστολική διάμετρο (**C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**D**), το κλάσμα εξωθήσεως (**E**), τη συστολική ταχύτητα (**F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος (**G**), το δείκτη σφαιρικότητας (**H**) και τον καρδιακό σφυγμό (**I**) (**NO**: δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης,. **YES**: έλαβαν θεραπεία θυροξίνης, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).....- 82 -

Εικόνα 22. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων καθώς και 4 και 13 εβδομάδων (**B**), στη συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**E**), το κλάσμα εξωθήσεως μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**F**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**G**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**H**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**I**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**J**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**K**) (**W**: Weeks, **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$).....- 84 -

Εικόνα 23. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, με σημαντική διαφορά στην υποομάδα των επίμυων, που έλαβαν θυροξίνη ως προς το χρόνο της πειραματικής διάταξης. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της καρδιάς (**A**), το δείκτη σφαιρικότητας (**B**), τον καρδιακό σφυγμό (**C**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας (**D**). Όλες οι μεταβλητές παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 και των 13 εβδομάδων (**W**: Weeks, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).....- 85 -

Εικόνα 24. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι δεν έχουν λάβει θυροξίνη. Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**A**), η διαστολική διάμετρος (**B**), η συστολική διάμετρος (**C**), ο διαμήκης άξονας (**D**), το κλάσμα εξωθήσεως (**E**), η συστολική ταχύτητα (**F**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**G**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**H**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**J**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**K**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$)..... - 87 -

Εικόνα 25. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων, στην υπό-ομάδα των επίμυων που δεν έλαβε θυροξίνη. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**B**), στη συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**E**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων (**F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**G**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**H**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**I**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**J**) (**W**: Weeks, **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$). ..... - 88 -

Εικόνα 26. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις δύο εβδομάδες και ως προς τον τρόπο επεμβάσεως (Sham Operation και CAL). Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**A**), η διαστολική διάμετρος (**B**), η συστολική διάμετρος (**C**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**D**), ο διαμήκης άξονας (**E**), το κλάσμα εξωθήσεως (**F**), η συστολική ταχύτητα (**G**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**H**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**J**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**K**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$)..... - 90 -

Εικόνα 27. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις τέσσερις εβδομάδες και ως προς τον τρόπο επεμβάσεως (Sham Operation και CAL). Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν η διαστολική διάμετρος (**A**), η συστολική διάμετρος (**B**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**C**), το κλάσμα εξωθήσεως (**D**), η συστολική ταχύτητα (**E**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**F**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**G**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**H**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**I**), και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**J**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$). ..... - 92 -

Εικόνα 28. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις δεκατρείς εβδομάδες και ως προς τον τρόπο επεμβάσεως (Sham Operation και CAL). Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το βάρος πριν τη θυσία (**A**), η διαστολική διάμετρος (**B**), η συστολική διάμετρος (**C**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**D**), η διάμετρος του διαμήκους τμήματος (**E**), το κλάσμα εξωθήσεως (**F**), η συστολική ταχύτητα (**G**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**H**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**I**), ο καρδιακός σφυγμός (**J**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**K**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**L**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**M**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$)..... - 94 -

Εικόνα 29. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις δεκατρείς εβδομάδες και ως προς τη χορήγηση

θυροξίνης. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς το βάρος πριν τη θυσία (**A**), τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της καρδιάς (**B**), τη συστολική ταχύτητα (**C**) και τον καρδιακό σφυγμό (**D**) (**NO**: Δεν έλαβαν θυροξίνη, **YES**: Έλαβαν θυροξίνη, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$). ..... - 95 -

Εικόνα 30. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, σε όλο τον πληθυσμό. ..... - 97 -

Εικόνα 31. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό ελέγχου. ..... - 98 -

Εικόνα 32. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό που υπέστει χειρουργικό έμφραγμα. ..... - 99 -

Εικόνα 33. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό που υπέστει χειρουργικό έμφραγμα και έλαβε θεραπεία θυροξίνης. ..... - 100 -

Εικόνα 34. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό που υπέστει χειρουργικό έμφραγμα και δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης. ..... - 101 -

Εικόνα 35. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών σε όλο τον πληθυσμό. $R^2>0.8$ παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**C**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**D**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**E**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**F**) και βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**G**). ..... - 104 -

Εικόνα 36. Παλινδρόμηση μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό ελέγχου. $R^2>0.8$ παρουσιάσθηκε μόνο στη σύγκριση μεταξύ συστολικής διαμέτρου και κλάσματος εξωθήσεως. - 105 -

Εικόνα 37. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό χειρουργικού εμφράγματος. $R^2>0.8$ παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**A**) και διαστολικής διαμέτρου και συστολικής διαμέτρου (**B**). ..... - 106 -

Εικόνα 38. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό με χορήγηση θυροξίνης. $R^2>0.8$ παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**B**) και συστολικής διαμέτρου και κλάσματος εξωθήσεως (**C**). ..... - 107 -

Εικόνα 39. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό χωρίς τη χορήγηση θυροξίνης. $R^2>0.8$ παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**C**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**D**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**E**), συστολική διάμετρος και βάρος τραύματος (**F**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**G**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**H**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**I**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**J**). ..... - 108 -

Εικόνα 40. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα των δύο εβδομάδων. $R^2>0.8$ παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**C**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**D**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**E**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**F**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**G**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**H**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**I**). ..... - 110 -

Εικόνα 41. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα των τεσσάρων εβδομάδων. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**C**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**D**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**E**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**F**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**G**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**H**), κλάσμα εξωθήσεως και συστολική ταχύτητα (**I**), κλάσμα εξωθήσεως και δείκτης σφαιρικότητας (**J**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**K**), συστολική ταχύτητα και επιφάνεια τραύματος (**L**), δείκτης σφαιρικότητας και επιφάνεια τραύματος (**M**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**N**). .....- 112 -

Εικόνα 42. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα των δεκατριών εβδομάδων. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**C**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**D**), διαστολική διάμετρος και βάρος τραύματος επιφάνεια τραύματος (**E**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**F**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**G**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**H**), συστολική διάμετρος και βάρος τραύματος (**I**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**J**), κλάσμα εξωθήσεως και δείκτης σφαιρικότητας (**K**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**L**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**M**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**N**). .....- 113 -

Εικόνα 43. Ιεραρχική ταξινόμηση όλων των μεταβλητών με Ευκλείδεια απόσταση. .....- 114 -

Εικόνα 44. Δομημένο διάγραμμα διασποράς σε ολόκληρο τον πληθυσμό με βάση τον τρόπο επέμβασης (BW: Body Weight, LVDD: Left Ventricular Diastolic Diameter, LVSD: Left Ventricular Systolic Diameter, LVPWT: Left Ventricular Posterior Wall Index, LVLAD: Left Ventricular Long Axis Diameter, LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction, SV: Systolic Velocity, WTI: Wall Tension Index, SI: Sphericity Index, HR: Heart Rate, LVW: Left Ventricular Weight, SW: Scar Weight, SA: Scar Area). .....- 116 -

Εικόνα 45. Δομημένο διάγραμμα διασποράς σε ολόκληρο τον πληθυσμό με βάση τη χορήγηση θυροξίνης (BW: Body Weight, LVDD: Left Ventricular Diastolic Diameter, LVSD: Left Ventricular Systolic Diameter, LVPWT: Left Ventricular Posterior Wall Index, LVLAD: Left Ventricular Long Axis Diameter, LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction, SV: Systolic Velocity, WTI: Wall Tension Index, SI: Sphericity Index, HR: Heart Rate, LVW: Left Ventricular Weight, SW: Scar Weight, SA: Scar Area). .....- 117 -

Εικόνα 46. Δομημένο διάγραμμα διασποράς σε ολόκληρο τον πληθυσμό με βάση το χρόνο (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area). .....- 118 -

Εικόνα 47. Δομημένο διάγραμμα διασποράς στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα ως προς τη χορήγηση θυροξίνης (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area). .....- 119 -

Εικόνα 48. Συσταδοποίηση των καρδιακών μεταβλητών με τη μέθοδο K-means. Παρουσιάζεται η εκδοχή των τεσσάρων συστάδων.....- 121 -

Εικόνα 49. Συσταδοποίηση των καρδιακών μεταβλητών με τη μέθοδο K-means. Παρουσιάζεται η εκδοχή των εννέα συστάδων.....- 122 -

Εικόνα 50. Συσταδοποίηση των καρδιακών μεταβλητών με τη μέθοδο K-means. Παρουσιάζεται η εκδοχή των δεκαέξι συστάδων. .....- 123 -

Εικόνα 51. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαστολικής διαμέτρου (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.....- 125 -

Εικόνα 52. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της συστολικής διαμέτρου (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αφού υπολόγισε με μεγάλη ακρίβεια τη σχέση των δύο μεταβλητών.....- 126 -

Εικόνα 53. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαμέτρου του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο. ..- 127 -

Εικόνα 54. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαμήκους διαμέτρου της αριστερής κοιλίας (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο. ..- 128 -

Εικόνα 55. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ του κλάσματος εξωθήσεως (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αφού υπολόγισε με μεγάλη ακρίβεια τη σχέση των δύο μεταβλητών. .....- 129 -

Εικόνα 56. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι **συσχετίσεις είναι μεταξύ της συστολικής ταχύτητας (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο.....- 130 -

Εικόνα 57. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει

μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της τάσεως του καρδιακού τοιχώματος (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά. .....- 131 -

Εικόνα 58. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ του δείκτη σφαιρικότητας (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.....- 132 -

Εικόνα 59. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαστολικής διαμέτρου (inputs) και του βάρους του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά. .... - 133 -

Εικόνα 60. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της συστολικής διαμέτρου (inputs) και του βάρους του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά. .... - 134 -

Εικόνα 61. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαμέτρου του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (inputs) και του βάρους του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο. .. - 135 -

Εικόνα 62. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση **οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαμήκους διαμέτρου της αριστερής κοιλίας (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο. .. - 136 -

Εικόνα 63. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις είναι μεταξύ του κλάσματος εξωθήσεως (inputs) και του βάρους του τραύματος (output). Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αφού υπολόγισε με μεγάλη ακρίβεια τη σχέση των δύο μεταβλητών.....- 137 -

Εικόνα 64. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει

μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι **συσχετίσεις είναι μεταξύ της συστολικής ταχύτητας (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο. .....- 138 -

Εικόνα 65. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της τάσεως του καρδιακού τοιχώματος (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.....- 139 -

Εικόνα 66. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ του δείκτη σφαιρικότητας (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.....- 140 -

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού υπό διερεύνηση και τα αποτελέσματα της μελέτης *Cardio 2000* (πηγή: από *Pitsavos & Toutouzas* (2002) (6)). .....- 5 -

Πίνακας 2. Επίπεδα παραγόντων του καρδιαγγειακού σε άτομα υπό μεσογειακή και μη-μεσογειακή δίαιτα (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pistavos & Toutouzas* (2002) (6)).....- 8 -

Πίνακας 3. Δεδομένα ασθενών οι οποίοι είχαν υποστεί έμφραγμα του μυοκαρδιου. Παρουσιάζονται οι τιμές α) *coronary prognostic index*, β) *plasma protein-bound iodine* (PBI) concentration, γ) *radiothyroxine*, δ) υπολογιζόμενη *thyroxine secretion rate* (T4SR) αμέσως μετά το έμφραγμα, ε) μετά από μια εβδομάδα και στ) μετά από 3 μήνες (πηγή: προσαρμοσμένο από *Harland WA* et al. (1972) (47)).....- 24 -

Πίνακας 4. Σύνοψη των μεταβλητών, που εκτιμήθηκαν στην παρούσα μελέτη. .....- 51 -

Πίνακας 5. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* σε όλο τον πληθυσμό (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (BW: Body Weight, LVDD: Left Ventricular Diastolic Diameter, LVSD: Left Ventricular Systolic Diameter, LVPWT: Left Ventricular Posterior Wall Index, LVLAD: Left Ventricular Long Axis Diameter, LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction, SV: Systolic Velocity, WTI: Wall Tension Index, SI: Sphericity Index, HR: Heart Rate, LVW: Left Ventricular Weight, SW: Scar Weight, SA: Scar Area). .....- 98 -

Πίνακας 6. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό ελέγχου (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).....- 99 -

Πίνακας 7. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).....- 100 -

Πίνακας 8. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα και έλαβαν θεραπεία θυροξίνης (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area). .....- 101 -

Πίνακας 9. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα και δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area). .....- 102 -

ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Διαγραμματική αναπαράσταση της πειραματικής διαδικασίας. Οι επίμυες χωρίσθηκαν σε τρεις ομάδες, η πρώτη ομάδα αφορούσε σε επίμυες οι οποίοι υπεβλήθησαν στη χειρουργική διαδικασία αλλά χωρίς την πρόκληση εμφράγματος. Η δεύτερη ομάδα αφορούσε σε επίμυες, οι οποίοι υπεβλήθησαν σε χειρουργική διαδικασία και ταυτοχρόνως σε πρόκληση εμφράγματος. Η τρίτη ομάδα αφορούσε σε ομάδα επίμυων η οποία υπεβλήθη σε χειρουργική διαδικασία με ταυτόχρονη πρόκληση εμφράγματος και χορήγηση θυροξίνης (CAL: *Coronary Artery Ligation*). .....- 45 -

Διάγραμμα 2. η μέθοδος *Simpson* για τον υπολογισμό του όγκου της καρδιάς. Η καρδιά θεωρείται ως ένας ακανόνιστος κύλινδρος, ο οποίος διαμερίζεται σε επιμέρους μικρότερους κυλίνδρους, για τους οποίους είναι ευκολότερο να υπολογισθεί ο όγκος τους. Ως εκ τούτου, ο συνολικός όγκος της καρδιάς είναι το άθροισμα των επιμέρους όγκων των κυλίνδρων. Με τροποποίηση της μεθόδου αυτής, μπορεί να υπολογισθεί ο όγκος για τμήματα της καρδίας, όπως η αριστερή κοιλία.....- 46 -

Διάγραμμα 3. Διαγραμματική παρουσίαση της καρδιακής ανατομίας σε συνδυασμό με τα σημεία μέτρησης παραμέτρων της καρδιακής λειτουργίας. .....- 49 -

Διάγραμμα 4. Διαγραμματική αναπαράσταση του νευρωνικού δικτύου του λογισμικού MATLAB.....- 60 -

ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

$P(c \mid x) = P(c) \cdot \prod_i P(x_i \mid c)$, Εξίσωση 1. ..... - 33 -

$P(c) = \frac{N(c)}{N}$, Εξίσωση 2. ..... - 33 -

$P(x_i \mid c) = \frac{N(x_i \mid c)}{N(c)}$, Εξίσωση 3. ..... - 33 -

$P(x_i \mid c) = g(x_i, \mu c, \sigma c^2)$, Εξίσωση 4. ..... - 33 -

$y_j = \beta_0 + \beta_1 x_{1,j} + \beta_2 x_{2,j} + ... + \beta_n x_{n,j}, j = 1, 2, ...m$, Εξίσωση 5. ..... - 33 -

$d(x, y) = \sum_i |x_i - y_i|$, Εξίσωση 6. Απόσταση Μανχάταν. ..... - 36 -

$d(x, y) = \sqrt{\sum_i (x_i - y_i)^2}$, Εξίσωση 7. Ευκλείδεια απόσταση. ..... - 36 -

$\theta_j = \frac{1}{|C_j|} \sum_{i \in C_j} x_i$, Εξίσωση 8. Όπου $|C_j|$ το πλήθος της j-στης συστάδας. ..... - 37 -

$J(\theta) = \sum_{j=1}^{k} \sum_{i \in C_j} \|x_i - \theta_j\|^2$, Εξίσωση 9. ..... - 38 -

$C_j = \{x_i : \|x_i - \theta_j\|^2 \le \|x_i - \theta_p\|^2, \forall j, p, j \ne p, 1 \le p \le k, 1 \le j \le k\}$, Εξίσωση 10. ..... - 38 -

$I_j = \sum_{i \in C_j} \|x_i - \theta_j\|^2$, Εξίσωση 11. ..... - 39 -

$S_k = \sum_{j=1}^{k} I_j$, Εξίσωση 12. ..... - 39 -

$f(k) = \begin{cases} 1, k = 1 \\ \frac{S_k}{\alpha_\kappa S_{k-1}}, S_{k-1} \ne 0, \forall k > 1 \\ 1, S_{k-1} = 0, \forall k > 1 \end{cases}$, Εξίσωση 13. ..... - 39 -

$a_k = \left\{ \begin{matrix} 1-\frac{3}{4N_d}, k=1 \\ a_{k-1}+\frac{1-a_{k-1}}{6}, k>2 \wedge N_d>1 \end{matrix} \right\}$, Εξίσωση 14.....- 39 -

$u = \frac{ds}{dx}$, Εξίσωση 15. Υπολογισμός παραμέτρου SVPW. .....- 47 -

$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$, Εξίσωση 16. Υπολογισμός της μέσης τιμής. .....- 52 -

$\sigma = \sqrt{\int_x (x-\mu)^2 p(x)dx}$, Εξίσωση 17. Υπολογισμός τυπικής απόκλισης (standard deviation). - 52 -

$t = \frac{\bar{x}-\mu_0}{s/\sqrt{n}}, (A)$

$t = \frac{\bar{x}_1-\bar{x}_2}{S_{x_1x_2}\sqrt{\frac{2}{n}}}, (B)$, **Εξίσωση 18**. *One-sample* (A) και *two-sample* (B) T-test.....- 52 -

$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}}$, Εξίσωση 19. Pearson's Correlation Coefficient.....- 52 -

$y = a_n x^n + a_{n-1}x^{n-1} + ... + a_1 x + a_0$, **Εξίσωση 20**.....- 57 -

$y = a_2 x^2 + a_1 x + a_0$, **Εξίσωση 21.** .....- 58 -

$y = a_3 x^3 + a_2 x^2 + a_1 x + a_0$, **Εξίσωση 22**. .....- 58 -

$\|\alpha - \beta\|_2 = \sqrt{\sum_i (\alpha_i - \beta_i)^2}$, Εξίσωση 23.....- 58 -

$\arg_s \min \sum_{i=1}^{k} \sum_{x_j \in S_i} \|x_j - \mu_i\|^2$, Εξίσωση 24.....- 59 -

$\Phi(S_i) = \frac{1}{1+e^{-aS_i}}$, Εξίσωση 25. .....- 60 -

$\Phi(S_i) = \lambda S_i$, Εξίσωση 26. .....- 60 -

ΠΙΝΑΚΑΣ ΧΗΜΙΚΩΝ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΩΝ

Peptidic-MIT+peptidic-DIT→peptidic triiodothyronine→T_3, Χημική Αντίδραση 1. .....- 22 -

, Χημική Αντίδραση 2.....- 22 -

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ ΚΑΙ ΑΚΡΩΝΥΜΙΑ

ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΗ	ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ
ΗΠΑ	Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής
USA	United States of America
NIH	National Institutes of Health
T4	Thyroxine
ΑμΕΚ	Αμερικανική Εταιρεία Καρδιολογίας
ΕΚΙ	Ελληνικό Καρδιολογικό Ίδρυμα
ΚΑΕ	Καρδιαγγειακό επεισόδιο
TSH	Thyroid Stimulating Hormone
ΟΕΜ	Οξύ Έμφραγμα Μυοκαρδίου
ΗΚΓ	Ηλεκτροκαρδιογράφημα
ΠΟΥ	Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας
LDL	Low Density Lipoprotein
HDL	High Density Lipoprotein
ER	Endoplasmatic Reticulum
TBG	Thyroxin Binding Globulin
TBGA	Thyroxin Binding Pre-Albumin
ΤΝ	Τεχνητή Νοημοσύνη
AI	Artificial Intelligence
ΝΔ	Νευρωνικά Δίκτυα
ΜΔΥ	Μηχανές Διανυσμάτων Υποστήριξης
NN	Neural Networks
SVM	Support Vector Machines
SO	Sham Operation
CAL	Coronary Artery Ligation
LV	Left Ventricle
LVIDd	Left Ventricle end-diastolic phase
LVIDds	Left Ventricle end-systolic phase
LVPW	wall thickness at end-diastolic phase
EF	ejection fraction
SVPW	Systolic velocity of posterior wall radial displacement
LMA	Levenberg–Marquardt algorithm
DLS	damped least-squares

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΠΙΔΗΜΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΤΩΝ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ, ΚΑΙ ΤΩΝ ΝΟΣΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

1.1. ΤΑ ΚΑΡΔΙΑΓΓΕΙΑΚΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ

Τα καρδιαγγειακά νοσήματα αποτελούν την πρώτη αιτία θανάτου στο Δυτικό κόσμο. Αντίστοιχη είναι και η έρευνα, η οποία έχει επικεντρωθεί τα τελευταία έτη στην πρόγνωση, διάγνωση και θεραπεία των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Ειδικότερα, δε η έρευνα έχει επικεντρωθεί στους άνδρες, αφού τα εμφράγματα του μυοκαρδίου εμφανίζονται σε όλο και μικρότερες ηλικίες αλλά και με δυσμενέστερη πρόγνωση (3). Από την άλλη μεριά οι παθήσεις του θυρεοειδούς αφορούν στις γυναίκες με ταυτόχρονη αναγνώριση τους ως παράγοντα κινδύνου για την εμφάνιση καρδιαγγειακού νοσήματος. Σύμφωνα με τα στοιχεία που δημοσίευσε πρόσφατα η Αμερικανική Εταιρεία Καρδιολογίας (ΑμΕΚ), τα καρδιαγγειακά νοσήματα, όπως αρτηριακή υπέρταση, ισχαιμική καρδιοπάθεια, καρδιακή ανεπάρκεια ή αγγειακό εγκεφαλικό, είναι υπεύθυνα για το 36.3% των θανάτων στο σύνολο των ασθενών που αποβιώνουν από οποιαδήποτε αιτία ή, με άλλα λόγια, για έναν σε κάθε 2.8 θανάτους. Σημαντικό είναι να τονιστεί ότι το 32% των θανάτων από καρδιαγγειακά νοσήματα είναι σε άτομα ηλικίας μικρότερης των 75 ετών. Αν εξαλείφονταν όλα τα καρδιαγγειακά νοσήματα, η επιβίωση θα αυξανόταν κατά 7 έτη, ενώ αν εξαλείφονταν όλα τα είδη καρκίνου, η επιβίωση θα αυξανόταν μόνο κατά 3 έτη. Όσον αφορά τις επιμέρους μορφές καρδιαγγειακών νοσημάτων, όπως η στεφανιαία νόσος, υπολογίζεται ότι κάθε χρόνο 565.000 Αμερικανοί παρουσιάζουν οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου για πρώτη φορά. Η στεφανιαία νόσος είναι υπεύθυνη για κάθε έναν στους πέντε θανάτους. Περίπου κάθε 26 δεύτερα ένας Αμερικανός θα πάθει έμφραγμα του μυοκαρδίου και περίπου κάθε ένα λεπτό ένας θα πεθάνει από αυτό. Επιπλέον, το 38% των ατόμων που θα πάθουν οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου σε ένα συγκεκριμένο έτος θα αποβιώσουν από αυτό. Ο κίνδυνος αιφνίδιου θανάτου είναι κατά τέσσερις με έξι φορές περισσότερος σε άτομα που έπαθαν έμφραγμα του μυοκαρδίου σε σχέση με το γενικό πληθυσμό. Είναι αξιοσημείωτο ότι το 50% των ανδρών και το 64% των γυναικών που πεθαίνουν αιφνιδίως από στεφανιαία νόσο δεν

έχουν προηγουμένως κανένα σύμπτωμα της νόσου. Το 70-89% των αιφνίδιων θανάτων παρατηρείται στους άνδρες, ενώ η ετήσια επίπτωση είναι τρεις με τέσσερις φορές υψηλότερη στους άνδρες σε σχέση με τις γυναίκες. Εντούτοις, αυτή η διαφορά μειώνεται με την πρόοδο της ηλικίας. Κάθε χρόνο 700.000 Αμερικανοί προσβάλλονται από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο. Κατά μέσον όρο κάθε 45" ένα άτομο παρουσιάζει αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο στις ΗΠΑ. Σε κάθε 16 θανάτους ένας οφείλεται σε αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο, ενώ περίπου το 50% των θανάτων που οφείλονται σε αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο συμβαίνουν εκτός νοσοκομείου.

Ένας στους τρεις Αμερικανούς έχει αρτηριακή υπέρταση, η οποία ευθύνεται για 17.9% των θανάτων ετησίως. Το 69% των ασθενών με οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου, το 77% εκείνων με αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο και το 74% των ατόμων με καρδιακή ανεπάρκεια είχαν στο παρελθόν πίεση υψηλότερη από 140/90 mmHg. Τα άτομα με συστολική πίεση μεγαλύτερη από 160mmHg και/ή διαστολική πίεση υψηλότερη από 95mmHg έχουν τέσσερις φορές μεγαλύτερο κίνδυνο να πάθουν αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο σε σχέση με εκείνα που έχουν φυσιολογική αρτηριακή πίεση. Μετά την ηλικία των 65 ετών, η επίπτωση της καρδιακής ανεπάρκειας είναι 10 ασθενείς στα 1.000 άτομα. Το 75% των ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια έχουν στο ιστορικό τους αρτηριακή υπέρταση. Μετά τα 40 έτη, ο κίνδυνος εμφάνισης καρδιακής ανεπάρκειας είναι 20%, ανεξαρτήτως φύλου, ενώ ο κίνδυνος αυτός είναι διπλάσιος στα άτομα που έχουν αρτηριακή πίεση υψηλότερη από 160/90mmHg. Το 80% των ανδρών και το 70% των γυναικών ηλικίας μικρότερης των 65 ετών που έχουν καρδιακή ανεπάρκεια, θα αποβιώσουν μέσα στην επόμενη οκταετία. Μετά τη διάγνωση της καρδιακής ανεπάρκειας, η επιβίωση είναι χειρότερη στους άνδρες σε σχέση με τις γυναίκες, ενώ η συνολική θνησιμότητα είναι περίπου 20% το έτος. Στα άτομα στα οποία διαγιγνώσκεται καρδιακή ανεπάρκεια, ο αιφνίδιος θάνατος είναι έξι έως εννέα φορές πιο συχνός σε σχέση με το γενικό πληθυσμό.

Στην Ελλάδα, αντίστοιχα, επίσημα δεδομένα δεν υπάρχουν και δεν είναι επιστημονικά σωστό να θεωρηθεί ότι τα συγκεκριμένα στοιχεία αντανακλούν με ακρίβεια και την ελληνική πραγματικότητα. Παρά ταύτα, έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί δίνουν μια ενδεικτική εικόνα της επιδημιολογίας των καρδιαγγειακών νοσημάτων στις δυτικές κοινωνίες. Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία στην Ελλάδα τα καρδιαγγειακά νοσήματα σκοτώνουν περίπου 4.000 με 5.000 άτομα το χρόνο.

Πάρα ταύτα, οι αναφορές για τα καρδιαγγειακά νοσήματα είναι πολλές και μάλιστα κυμαίνονται από τις επίσημες επιστημονικές αναφορές έως τον ημερήσιο τύπο. Έτσι, τα

καρδιαγγειακά νοσήματα έχουν χαρακτηρισθεί σε φονιά των σύγχρονων δυτικών κοινωνιών τα τελευταία 15 χρόνια και ειδικότερα το οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου, καθώς τα υπόλοιπα καρδιοαγγειακά νοσήματα αφού σκοτώνουν κάθε χρόνο περισσότερα άτομα από όλες τις μορφές καρκίνου και τα τροχαία μαζί.

Η βασική αιτία της δυσμενούς αυτής εξέλιξης, έχει αποδοθεί στο σύγχρονο τρόπο ζωής στις δυτικές κοινωνίες που μαστίζονται από κάπνισμα, παχυσαρκία, σακχαρώδη διαβήτη και άλλα συναφή χρόνια νοσήματα.

Παρά το γεγονός της έλλειψης στοιχείων για τα καρδιαγγειακά νοσήματα στην Ελλάδα, δύο ενδιαφέρουσες μελέτες στις αρχές του 2000, παρουσίασαν την επιδημιολογία και παράγοντες κινδύνου των καρδιαγγειακών νοσημάτων. Πιο συγκεκριμένα, στην πρώτη μελέτη, η οποία ονομάσθηκε *Cardio 2000*, παρουσιάσθηκε η συσχέτιση των ψυχικών καταθλιπτικών και αγχωτικών επεισοδίων με την εμφάνιση καρδιαγγειακής νόσου (4, 5). Αντίστοιχα, στη μελέτη ATTICA μελετήθηκε ο επιπολασμός των καρδιαγγειακών επεισοδίων και οι παράγοντες κινδύνου που μπορεί να οδηγήσουν σε αυτό (6).

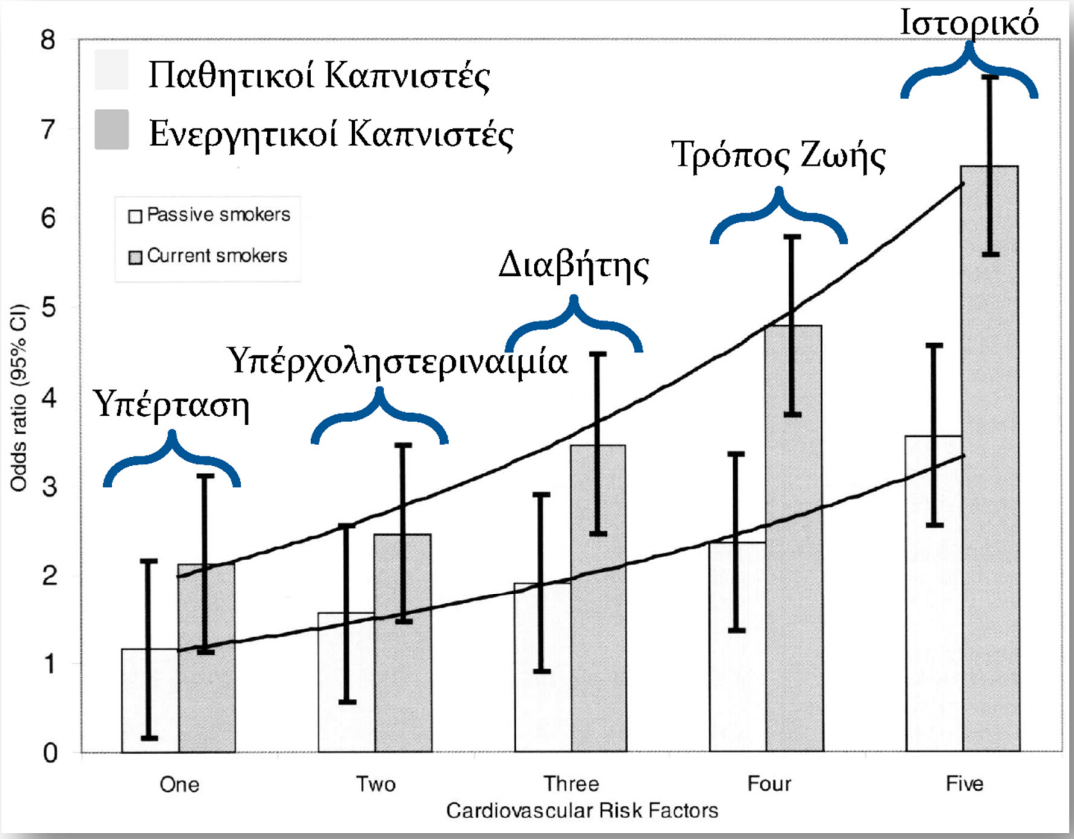
Ενώ τις τελευταίες δεκαετίες πολλές επιδημιολογικές μελέτες και κλινικές δοκιμές έχουν προσπαθήσει να εκτιμήσουν τον ρόλο διαφόρων παραγόντων για εμφάνιση καρδιαγγειακής πάθησης, φάνηκε ότι δεν το επέτυχαν απολύτως, αφού υπάρχουν διαφορές στα εκτιμόμενα μοντέλα κινδύνου μεταξύ των πληθυσμών και ατόμων, οφειλόμενες σε γεωγραφικές, πολιτιστικές, κοινωνικές και συμπεριφορικές διαφορές. Ειδικότερα για την Ελλάδα, οι παράγοντες κινδύνου για στεφανιαία νόσο και έμφραγμα του μυοκαρδίου, βασίζονταν στην μελέτη των Επτά Χωρών (Seven Countries Study), που είχε γίνει στις αρχές του 1980 (7, 8). Σε συνέχεια της μελέτης αυτής, το Καρδιολογικό Τμήμα της Ιατρικής Σχολής Αθηνών σε συνεργασία με το Ελληνικό Καρδιολογικό Ίδρυμα (ΕΚΙ), διεξήγαγαν τις δύο προαναφερθείσες επιδημιολογικές μελέτες, την *Cardio 2000* και την *Attica*. Στη μελέτη *Cardio 2000* Φαίνεται ότι το χαμηλότερο μορφωτικό επίπεδο είναι σημαντικά συνδεδεμένο με την εμφάνιση καρδιαγγειακού επεισοδίου (ΚΑΕ) ανεξαρτήτως εισοδήματος και παρουσίας κατάθλιψης ή όχι. Τα ευρήματα αυτά ήταν σε αντίθεση με άλλες μελέτες, όπου έδειξαν ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ μορφωτικού επιπέδου και κινδύνου ΚΑΕ. Ενδιαφέρον έχει ότι το μορφωτικό επίπεδο συνδέεται με τον τρόπο ζωής, όπως το κάπνισμα, την παρουσία ή μη άθλησης, η κατανάλωση αλκοόλ, η συμμόρφωση με τη φαρμακευτική αγωγή κ.α. Πιθανότατα, οι προαναφερόμενοι δευτερογενείς παράγοντες να είναι το αίτιο της αυξημένης επικινδυνότητας για ΚΑΕ σε άτομα χαμηλού μορφωτικού επιπέδου (**Πίνακας 1**).

Ως εκ τούτου, η παρατήρηση κλειδί για την ομάδα αυτή ασθενών (ήτοι αυτούς με χαμηλότερο εκπαιδευτικό επίπεδο) είναι ό,τι είναι ουσιαστικά απροστάτευτοι μπροστά στον ΚΑΕ και ως εκ τούτου, οι πολιτικές δημόσιας υγείας πρέπει να ειδικεύσουν τις προσπάθειες ενημέρωσης αυτής της συγκεκριμένης ομάδας. Σύμφωνα με τους ερευνητές οι γυναίκες έχουν υψηλότερα επίπεδα κατάθλιψης, πιθανών, λόγω του χρόνιου στρες που προκύπτει από τις αυξημένες ευθύνες στην κοινωνική τους ζωή (**Πίνακας 1**).

	Patients				Controls				*p*-Value
	Men		Women		Men		Women		
Number	700 (82%)		148 (18%)		862 (80%)		216 (20%)		NS
Age (years)	59.1 ± 10		65.3 ± 9		58.8 ± 10		64.8 ± 10		
Marital status:									0.029
never married	30	4%	2	1%	60	7%	15	7%	
married	640	92%	107	74%	759	88%	177	82%	
divorced	16	2%	4	3%	17	2%	9	4%	
widowed	11	2%	32	22%	26	3%	15	7%	
Income:									0.032
low (< 4750 US$)	28	4%	9	6%	43	5%	6	3%	
moderate (4750–8500 US$)	378	54%	89	60%	388	45%	108	50%	
good (8500–14 500 US$)	280	40%	49	33%	405	47%	95	44%	
very good (> 14 500 US$)	14	2%	1	1%	34	4%	6	3%	
Education:									0.012
Group I (0–9 yrs)	406	58%	114	77%	474	55%	147	68%	
Group II (10–14 yrs)	182	26%	31	21%	198	23%	41	19%	
Group III (> 14 yrs)	112	16%	3	2%	190	22%	28	13%	
Occupation:									0.014
employed (private, public officers, clerks)	175	25%	10	7%	259	30%	45	21%	
self-employed (businessmen, receiving revenue)	238	34%	9	6%	293	34%	30	14%	
partially employed (seasonal or occasional jobs)	35	5%	3	2%	26	3%	6	3%	
retired	210	30%	78	53%	267	31%	91	42%	
unemployed	42	6%	47	32%	17	2%	43	20%	
Current smoking	525	75%	44	30%	500	58%	54	25%	< 0.001
Pack years	39.9 ± 14		13.1 ± 9		21.5 ± 13		5.2 ± 6		< 0.001
Hypertension	308	44%	102	69%	216	25%	69	32%	< 0.001
Hypercholesterolaemia	413	59%	40	27%	586	68%	67	31%	< 0.001
Diabetes mellitus	168	24%	15	10%	267	31%	17	8%	< 0.001
Family history of premature CHD	308	44%	77	52%	129	15%	39	18%	< 0.001
Body mass index [kg/m^2]	27.4 ± 4		27.1 ± 4		27.1 ± 3		26.7 ± 2		0.120
Physical activity	252	36%	37	25%	371	43%	84	39%	< 0.01
Adoption of Mediterranean diet	119	17%	34	23%	198	23%	69	32%	0.045
Daily alcohol consumption	336	48%	25	17%	379	44%	30	14%	< 0.05
Depression (> 15 CES-D scale)	161	23%	46	31%	129	15%	41	19%	< 0.05

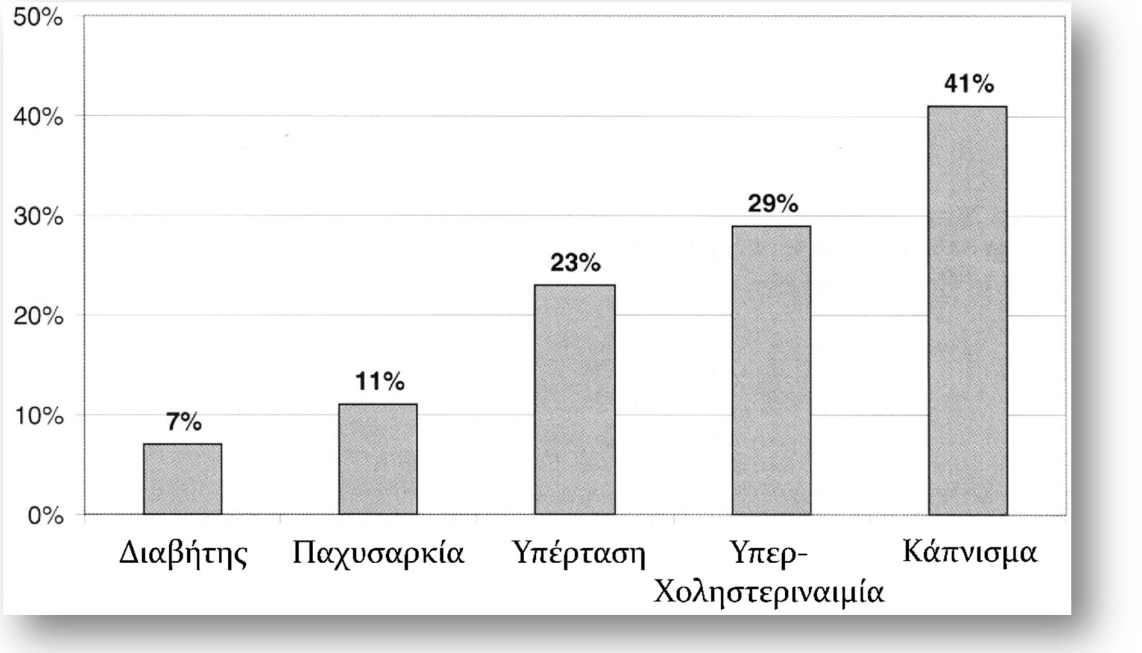
Πίνακας 1. Τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού υπό διερεύνηση και τα αποτελέσματα της μελέτης *Cardio 2000* (πηγή: από *Pitsavos & Toutouzas* (2002) (6)).

Στην ίδια μελέτη φάνηκε ότι ένας σημαντικός παράγοντας κινδύνου είναι το κάπνισμα, ο οποίος επιβαρύνεται με τη συνδρομή επιπλέον παραγόντων, όπως η υπέρταση, η υπερλιπιδαιμία, ο διαβήτης, το ιστορικό κ.α. (**Εικόνα 1**) (6).

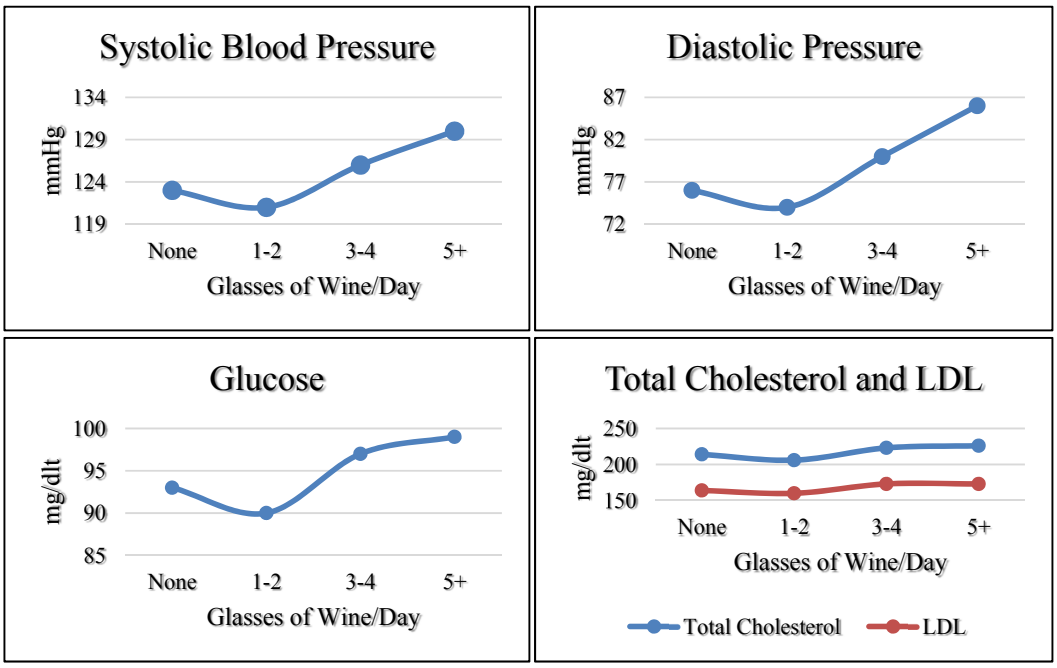


Εικόνα 1. Ο κίνδυνος από το κάπνισμα αυξάνεται μαζί με τη συνδρομή και των άλλων παραγόντων, για τους οποίους είναι γνωστό ότι αποτελούν προδιαθεσιακούς παράγοντες ΚΑΕ (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pitsavos & Toutouzas* (2002) (6)).

Αντίστοιχα, όταν μετρήθηκε ο επιπολασμός των νοσημάτων στον Ελληνικό πληθυσμό και ειδικότερα, σε δείγμα 1480 κατοίκων Αθηνών βρέθηκε ότι ο υψηλότερος παράγοντας κινδύνου για ΚΑΕ ήταν το κάπνισμα ακολουθούμενο από την υπερλιπιδαιμία, την υπέρταση, την παχυσαρκία και το διαβήτη (**Εικόνα 2**) (6). Σε αρκετές μελέτες έχουν δείξει το μοτίβο *J-shape* (καμπύλες σε μορφή που θυμίζουν το λατινικό γράμμα *J*). Αντίστοιχα και στην μελέτη αυτή δείχθηκε ότι η κατανάλωση αλκοόλ παράγει το ίδιο μοτίβο στον Ελληνικό πληθυσμό. Μια ενδιαφέρουσα παρατήρηση είναι ότι υπάρχει σημείο (1-2 ποτήρια την ημέρα) στο οποίο οι καρδιαγγειακοί παράγοντες παρουσιάζουν βέλτιστα επίπεδα. Στην **Εικόνα 3**, παρουσιάζονται ενδεικτικά οι καμπύλες για τη συστολική και διαστολική πίεση, καθώς τη γλυκόζη αίματος και ολική χοληστερόλη και LDL.



Εικόνα 2. Επιπολασμός των παραγόντων κινδύνου ΚΑΕ σε τυχαίο δείγμα 1480 κατοίκων Αθηνών (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pistavos & Toutouzas* (2002) (6)).

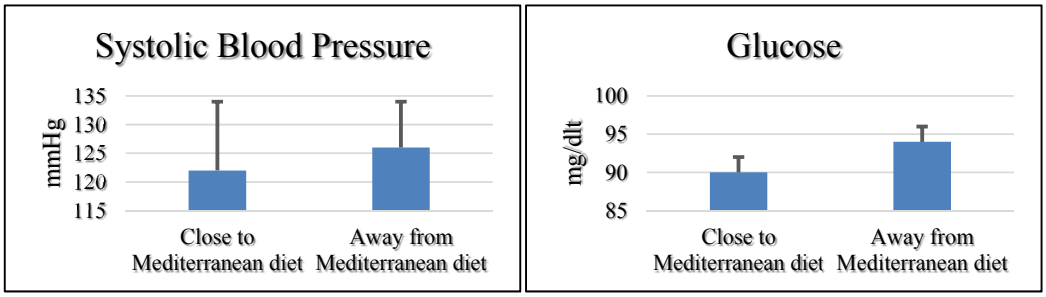


Εικόνα 3. Το μοτίβο *J-shape* (καμπύλες σε μορφή που θυμίζουν το λατινικό γράμμα J), φάνηκαν να παρουσιάζονται στον Ελληνικό πληθυσμό και ειδικότερα για τη συστολική και διαστολική πίεση, τη γλυκόζη αίματος και την ολική χοληστερόλη (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pitsavos & Toutouzas* (2002) (6)).

Σε συνέχεια των παραπάνω μελετών, έχει ενδιαφέρον να αναφέρουμε μια επιδημιολογική μελέτη για την επίδραση της μεσογειακής διατροφής σε παράγοντες του καρδιαγγειακού. Ειδικότερα, σε τυχαίο δείγμα 654 ανδρών (18-87 ετών) και 826 γυναικών (18-89 ετών), το 39% των ατόμων ορίστηκαν ως «κοντά στην μεσογειακή διατροφή». Από τη μελέτη αυτή φάνηκε ότι η υιοθέτηση της μεσογειακής διατροφής σχετιζόταν με μείωση της ολικής χοληστερόλης, των τριγλυκεριδίων, του σακχάρου, του ινωδογόνου, της ομοκυστείνης και της συστολικής αρτηριακής πίεσης, όπως παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 2**). Αντίστοιχα, δεν βρέθηκε σχέση με την διατροφή και την Lpa, Apo B, το ουρικό οξύ την ηλικία, το φύλο και την κοινωνική κατάσταση (οριζόμενη από την εκπαίδευση και το οικονομικό επίπεδο). Φαίνεται ότι η προστατευτική δράση της μεσογειακής διατροφής στην αθηροσκλήρυνση και στον κίνδυνο ΚΑΕ εξηγείται από την ενεργοποίηση βιοχημικών και κλινικών δεικτών. Ενδεικτικά παρουσιάζονται διαγραμματικά τα επίπεδα της συστολικής πίεσης και της γλυκόζης αίματος υπό μεσογειακή και μη-μεσογειακή δίαιτα (**Πίνακας 2**).

		Προσεγγίζουσα Μεσογειακή Δίαιτα	**Αποκλίνουσα Μεσογειακή Δίαιτα**	**p-value**
Ολική Χολεστερόλη Ορού	*mg/dl*	212±25	217±38	0.047
	mmol/lt	5.48±0.6	5.61±1	
HDL-cholesterol (mg/dl)	*mg/dl*	50±5	47±6	0.022
	mmol/lt	1.29±0.12	1.21±0.15	
Apo A-I (mg/dl)	*mg/dl*	156±22	149±24	0.017
Τριγλυκερίδια (mg/dl)	*mg/dl*	112±17	127±19	0.005
	mmol/lt	1.26±0.2	1.43±0.21	
Γλυκόζη αίματος	*mg/dl*	90±8	94±12	0.002
	mmol/lt	5±0.4	5.2±0.7	
Fibrinogen	*mg/dl*	312±33	328±31	0.023
Homocysteine	*umol/lt*	12.1±3	14.2±5.2	0.021
Συστολική πίεση	*mmHg*	122±12	126±8	0.032

Πίνακας 2. Επίπεδα παραγόντων του καρδιαγγειακού σε άτομα υπό μεσογειακή και μη-μεσογειακή δίαιτα (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pistavos & Toutouzas* (2002) (6)).



Εικόνα 4. Επίπεδα της συστολικής πίεσης και της γλυκόζης αίματος σε άτομα υπό μεσογειακή και μη-μεσογειακή δίαιτα (πηγή: προσαρμοσμένο από *Pistavos & Toutouzas* (2002) (6)).

Στη δεκαετία του 1960, η συχνότητα εμφάνισης της στεφανιαίας νόσου στην Ελλάδα όπως και άλλες χώρες της Μεσογείου ήταν χαμηλή σε σύγκριση με τις χώρες της Βόρειας Ευρώπης και των Ηνωμένων Πολιτειών. Ωστόσο στις δεκαετίες που ακολούθησαν, η αύξηση των παραγόντων κινδύνου συνέβαλε σημαντικά στην αύξηση της θνησιμότητας από στεφανιαία νόσο (9). Οι *Chimonas* et al (2001), έδειξαν ότι, ο αριθμός των νοσηλευομένων ασθενών που πάσχουν από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου σχεδόν διπλασιάστηκε κατά τη διάρκεια μιας περιόδου 15 ετών (1980-1995) (10). Η μελέτη *HELIOS* που εκπονήθηκε σε περιοχές της υπαίθρου σε πανελλαδικό επίπεδο κατά την περίοδο 2005-2006 και μελέτησε 1840 άτομα από 31 νοσοκομεία, μέσης ηλικίας 68±13 χρόνια με ανάσπαση του εμφράγματος του μυοκαρδίου (STEMI) έδειξε μια αυξανόμενη επικράτηση στους παράγοντες καρδιομεταβολικού κινδύνου, όπως παχυσαρκία, διαβήτης και υπέρταση στον ελληνικό πληθυσμό (11). Επίσης, η ίδια μελέτη έδειξε ότι, εξακολουθεί να υπάρχει επικράτηση των ανδρών μεταξύ των ασθενών και ότι σχεδόν το 60% των ασθενών έλαβαν θεραπεία επαναιμάτωσης. Πρόσφατα, η μελέτη *GREECS* που διερεύνησε την επίπτωση του οξέος στεφανιαίου συνδρόμου (οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου και ασταθή στηθάγχη) σε έξι δημόσια νοσοκομεία της χώρας κατά τα έτη 2003-2004, έδειξε ότι, η ετήσια επίπτωση της νόσου ήταν 22.6 ανά 10,000 άτομα (34 ανά 10,000 άνδρες και 11 ανά 10,000 γυναίκες). Η μέση ηλικία των ανδρών ασθενών ήταν μεγαλύτερη συγκριτικά με εκείνη των γυναικών (65±13 ετών οι άνδρες και 62±11 ετών οι γυναίκες) ενώ η αναλογία ανδρών προς γυναικών ήταν 3 προς 1 (12). Επίσης, παρατηρήθηκε μία έντονη εποχικότητα στον αριθμό των εισαγωγών σε όλα τα νοσοκομεία της μελέτης. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης καρδιαγγειακών επεισοδίων το χειμώνα (29%) σε σύγκριση με την άνοιξη (27%) το φθινόπωρο (24%) και το καλοκαίρι (20%) ενώ δεν παρατηρήθηκε καμία αλληλεπίδραση ανάμεσα στο φύλο των ασθενών και την εποχή εμφάνισης της νόσου. Η μελέτη των *Panagiotakos* et al. (2002), που εκπονήθηκε κατά τη διάρκεια 2000-2002 στην οποία συμμετείχαν 700 άνδρες μέσου όρου ηλικίας 59±10 χρόνων και 148 γυναίκες μέσου όρου ηλικίας 65±9 χρόνων που είχαν υποστεί πρώτο επεισόδιο οξέως στεφανιαίου συνδρόμου έδειξε ότι, ότι το κάπνισμα, η υπέρταση, η υπερχοληστερολαιμία, ο σακχαρώδης διαβήτης, το οικογενειακό ιστορικό στεφανιαίας νόσου, η έκθεση στο παθητικό κάπνισμα, η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων αλκοόλ και τα επεισόδια κατάθλιψης σχετίζονταν με αυξημένο κίνδυνο στεφανιαίας νόσου (13).

Ως εκ τούτου, οι παράγοντες κινδύνου, μπορούν να χωρισθούν στους τροποποιήμενους, αυτούς δηλαδή που μπορούν να αλλάξουν και να λειτουργήσουν αποτρεπτικά ως προς

την εμφάνιση Οξέως Εμφράγματος του Μυοκαρδίου (ΟΕΜ) και στους μη-τροποποιούμενους, ήτοι παράγοντες στους οποίους το άτομο δεν έχει έλεγχο και δεν μπορεί να τους αλλάξει ή επηρεάσει.

Οι κυριότεροι τροποποιήσιμοι παράγοντες που ευθύνονται για την εκδήλωση εμφράγματος μυοκαρδίου είναι μεταξύ άλλων οι εξής: α) *Η Αρτηριακή υπέρταση*: Η αρτηριακή υπέρταση δημιουργεί βλάβες στο ενδοθήλιο των αγγείων, οι οποίες εννοούν την εναπόθεση λιπιδίων και προκαλούν αθηροσκλήρωση. Όταν η τιμή της συστολικής αρτηριακής πίεσης είναι μεγαλύτερη από 160mmHg και της διαστολικής μικρότερη από 90mmHg υπάρχει θετική συσχέτιση με τον κίνδυνο εκδήλωσης στεφανιαίας νόσου. Η αύξηση της φυσικής δραστηριότητας και η αποφυγή κατανάλωσης άλατος συμβάλλουν σημαντικά στη μείωση της αρτηριακής υπέρτασης, β) *Η Υπερλιπιδαιμία και Υπερχοληστερολαιμία*: Ως υπερλιπιδαιμία ορίζεται η αύξηση της ποσότητας των λιπιδίων στο αίμα. Τα λιπίδια που έχουν συσχετισθεί με τη στεφανιαία νόσο είναι η ολική χοληστερόλη, η υψηλής πυκνότητας λιποπρωτείνη (HDL) γνωστή ως καλή χοληστερόλη, η χαμηλής πυκνότητας λιποπρωτείνη (LDL), γνωστή ως κακή χοληστερόλη και τα τριγλυκερίδια. Η αύξηση της χοληστερόλης, η οποία αποτελεί απαραίτητο συστατικό της κυτταρικής μεμβράνης είναι επικίνδυνη διότι σε συνδυασμό με υψηλές τιμές LDL και χαμηλές τιμές HDL-χοληστερόλης συμβάλλουν σημαντικά στην γένεση ή και την εξέλιξη της αρτηριοσκλήρυνσης.

Ο αθηρωματικός δείκτης είναι το πηλίκον της συνολικής χοληστερίνης προς την HDL (δείχνει την αναλογία της κακής χοληστερίνης προς την συνολική χοληστερίνη) το οποίο υποδηλώνει το κίνδυνο για την εκδήλωση ΟΕΜ. Όσο μικρότερο είναι το αποτέλεσμα αυτής της διαίρεσης τόσο μικρότερος είναι και ο κίνδυνος για εκδήλωση ΟΕΜ. Κατά άλλους ως αθηρωματικός δείκτης ορίζεται το πηλίκον LDL/HDL. Αναλυτικότερα, η LDL μεταφέρει τη χοληστερίνη και τα τριγλυκερίδια στους ιστούς του σώματος ενώ η HDL απομακρύνει το πλεόνασμα των λιπιδίων από τους ιστούς του σώματος για απέκκριση. Επί χαμηλών τιμών LDL και αυξημένων τιμών HDL παρατηρείται αδυναμία απέκκρισης των πλεοναζόντων λιπιδίων και εναπόθεση αυτών στα εσωτερικά τοιχώματα των αρτηριών και συνεπώς προαγωγή της δημιουργίας αθηρωματικής πλάκας. Η LDL χοληστερόλη θεωρείται ισχυρός ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για την εκδήλωση στεφανιαίας νόσου, γ) Ο *Σακχαρώδης διαβήτης*: Η στεφανιαία νόσος αποτελεί σημαντική επιπλοκή του σακχαρώδη διαβήτη ενώ παράλληλα αποτελεί το κύριο αίτιο νοσηρότητας και θνησιμότητας καθώς ευθύνεται για το 60–70% των θανάτων των διαβητικών ασθενών. Το σημαντικότερο πρόβλημα στους διαβητικούς ασθενείς είναι η

εκδήλωση «σιωπηρού εμφράγματος» που στερείται την τυπική κλινική εικόνα. Στο σακχαρώδη διαβήτη παρατηρείται απώλεια της ελαστικότητας του ενδοθηλίου των αρτηριών και δημιουργία αθηρωματικών πλακών που ο πυρήνας τους περιέχει κυρίως LDL χοληστερίνη. Το έμφραγμα προκαλείται όταν σε κάποια από τις πλάκες δημιουργείται θρόμβος που αποφράσσει την αρτηρία, δ) *Το Κάπνισμα*: Το κάπνισμα τσιγάρων, πούρων ή πίπας όπως επίσης και το παθητικό κάπνισμα έχουν συσχετισθεί με όλες τις μορφές καρδιαγγειακής νόσου. Ο αριθμός των τσιγάρων και τα έτη καπνίσματος έχουν καθοριστικό ρόλο στην εκδήλωση της νόσου. Η διακοπή του καπνίσματος ελαττώνει τον κίνδυνο για εμφάνιση καρδιαγγειακών νοσημάτων τουλάχιστον στο μισό ενώ σε άτομα που έχουν υποστεί έμφραγμα του μυοκαρδίου σχετίζεται σημαντικά με την πρόληψη επανεμφάνισης καρδιακού επεισοδίου. Ειδικότερα, το κάπνισμα, καταστρέφει το ενδοθήλιο των αγγείων, διότι προάγει την αθηροσκλήρυνση και αυξάνει την αγγειοσύσπαση, την αρτηριακή πίεση, τη καρδιακή συχνότητα, τις απαιτήσεις του μυοκαρδίου σε οξυγόνο, όπως επίσης προκαλεί αρρυθμίες, ελαττώνει τη μεταφορική ικανότητα της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο εξαιτίας του μονοξειδίου του άνθρακα που καταλαμβάνει τις θέσεις του οξυγόνου, ε) *Η Παχυσαρκία*: Η παχυσαρκία αποτελεί πλέον επιδημία στις σύγχρονες δυτικές κοινωνίες. Ως παχυσαρκία ορίζεται η παθολογική εκείνη κατάσταση στην οποία συσσωρεύεται υπερβολική ποσότητα λίπους κάτω από το δέρμα και σε διάφορα όργανα του σώματος και είναι το αποτέλεσμα του συνδυασμού γενετικών και περιβαλλοντικών παραγόντων. Το υπερβολικό σωματικό βάρος και η παχυσαρκία, όπως ορίζονται σύμφωνα με το δείκτη μάζας σώματος αποτελούν σημαντικό τροποποιήσιμο παράγοντα κινδύνου καρδιαγγειακής νοσηρότητας και θνησιμότητας. Ο μηχανισμός δράσης της παχυσαρκίας στο ΟΕΜ είναι πολυπαραγοντικός καθότι, συνήθως συνυπάρχουν δυσλιπιδαιμία, υπέρταση, αποφρακτική άπνοια ύπνου, αντίσταση στην ινσουλίνη, φλεγμονώδεις καταστάσεις, κ.ά. Ο υψηλός δείκτης μάζας σώματος (Σωματικό Βάρος/Υψος^2) σχετίζεται με την ανάπτυξη καρδιαγγειακών νοσημάτων, στ') *Το Αλκοόλ*: Παρότι, η μέτρια κατανάλωση αλκοόλ έχει ευεργετικά αποτελέσματα στο καρδιαγγειακό σύστημα εντούτοις η υψηλή κατανάλωση αλκοόλ σχετίζεται με αυξημένη καρδιαγγειακή θνητότητα λόγω των αρρυθμιών, της συστηματικής υπέρτασης και της διατατικής μυοκαρδιοπάθειας, ζ) *Η Φυσική δραστηριότητα*: Η φυσική δραστηριότητα παρέχει προστασία στο μυοκάρδιο καθώς αποτρέπει την εκδήλωση και την πορεία της αθηροσκλήρωσης των στεφανιαίων αγγείων ενώ σε ήδη εγκατεστημένη νόσο αποτρέπει την εμφάνιση κλινικών συμπτωμάτων και συμβάλλει άμεσα και έμμεσα στη θεραπεία. Ειδικότερα, μετά το

έμφραγμα και μόλις υποχωρήσουν συνιστάται έναρξη της φυσικής δραστηριότητας με πρώιμη κινητοποίηση και σταδιακή αύξηση της δραστηριότητας ενώ μετά την έξοδο από το νοσοκομείο προτείνεται εξατομικευμένο πρόγραμμα άσκησης ως προς την ένταση, τη διάρκεια και τη συχνότητα που έχει θεραπευτικά αποτελέσματα στο καρδιαγγειακό σύστημα. Το πρόγραμμα αυτό θα πρέπει να συνδυάζεται με εκπαίδευση των ασθενών και των οικογενειών τους για ένα νέο τρόπο ζωής, με λιγότερο άγχος και αποφυγή λοιπών παραγόντων κινδύνου, η) *Οι ψυχοσωματικοί παράγοντες*: Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, ολοένα και περισσότερο εστιάζεται η προσοχή στη διερεύνηση της σχέσης στεφανιαίας νόσου και ψυχικής υγείας (άγχους-κατάθλιψης). Παλαιότερα η αντιμετώπιση της στεφανιαίας νόσου περιορίζονταν κυρίως στη θεραπεία και στην πρόληψη των επιπλοκών ενώ αντιθέτως στη σημερινή εποχή, ιδιαίτερη έμφαση δίδεται στη διερεύνηση της επίδρασης των ψυχικών συνιστωσών τόσο στην εκδήλωση και στην έκβαση της στεφανιαίας νόσου όσο και στην επίλυση διαγνωστικών προβλημάτων. Υψηλή συχνότητα εμφάνισης άγχους παρατηρείται σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο και συγκεκριμένα το 70-80% των ατόμων που υπέστησαν ένα οξύ καρδιακό επεισόδιο βιώνουν άγχος, το οποίο επιμένει μακροπρόθεσμα στο 20-25% των περιπτώσεων. Στους νοσηλευόμενους ασθενείς, το άγχος εκδηλώνεται αμέσως μετά το έμφραγμα, κορυφώνεται τη δεύτερη ημέρα και συνήθως υποχωρεί μετά τις πρώτες ημέρες. Το 8-16% των ασθενών με στεφανιαία νόσο βιώνουν μετεμφραγματικό άγχος και έχουν 5 φορές περισσότερες πιθανότητες να υποστούν κατά τη διάρκεια νοσηλείας αρρυθμίες ή νέα ισχαιμικά επεισόδια. Ομοίως, παρατηρείται υψηλή συχνότητα εμφάνισης κατάθλιψης σε ασθενείς με στεφανιαία νόσο. Στο γενικό πληθυσμό η συχνότητα εμφάνισης της κατάθλιψης ποικίλει από 3-10% στους ασθενείς με στεφανιαία νόσο ανέρχεται στο 25%. Οι καταθλιπτικοί ασθενείς εμφανίζουν κατά 1.5-3.5 φορές αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης στεφανιαίας νόσου ενώ όταν έχει ήδη εγκατασταθεί η νόσος η κατάθλιψη αυξάνει τον κίνδυνο νέων καρδιακών επεισοδίων, θ) *Η Ομοκυστείνη ορού*: Η ομοκυστείνη είναι ένα αμινοξύ που παράγεται στον οργανισμό από το απαραίτητο αμινοξύ μεθειονίνη με φυσιολογική τιμή πλάσματος, 11.4umol/lt. Η υπερομοκυστεινεμία κατά τα τελευταία έτη αναγνωρίστηκε ως ανεξάρτητος παράγοντας καρδιαγγειακών νόσων και θρομβώσεων (αρτηριακών και φλεβικών). Οφείλεται σε είτε σε γενετικές διαταραχές των ενζύμων που δραστηριοποιούνται στο μεταβολισμό της είτε σε έλλειψη βιταμινών-συνενζύμων (φυλλικό οξύ, Β12, Β6) είτε σε συνδυασμό των ανωτέρων μηχανισμών.

Αντίστοιχα στους μη-τροποποιούμενους παράγοντες ανήκουν: α) *Η Ηλικία*: Η καρδιαγγειακή νόσος είναι η συχνότερη πάθηση στα ηλικιωμένα άτομα και αποτελεί τη κυρία αιτία θανάτου και στα δυο φύλα ηλικίας μεγαλύτερης των 65 χρόνων. Στα υπερήλικα άτομα η νόσος είναι συνήθως πολυαγγειακή και δύναται να εκδηλωθεί κλινικά υπό τρεις μορφές: i) σιωπηλή ισχαιμία, ii) σιωπηλό έμφραγμα και iii) συμπτωματικό έμφραγμα του μυοκαρδίου (με ή χωρίς ανάσπαση του διαστήματος ST). Γενικά, οι επιπλοκές (πρώιμες και όψιμες) είναι συχνότερες στους στεφανιαίους ασθενείς της τρίτης ηλικίας, έναντι εκείνων των ατόμων νεότερων ηλικιών. Ποσοστό πλέον του 40% παρουσιάζει προοδευτικά επιδεινούμενη καρδιακή ανεπάρκεια ενώ συχνή είναι η εμφάνιση αρρυθμιών και μηχανικών επιπλοκών (ρήξη αριστεράς κοιλίας και μεσοκοιλιακού διαφράγματος, ανεπάρκεια μιτροειδούς βαλβίδας (14), β) *το Φύλο*: Ο επιπολασμός του εμφράγματος διαφέρει στα δυο φύλα με τους άνδρες να εμφανίζουν συχνότερα έμφραγμα. Η διαφορά αυτή πιθανόν να σχετίζεται με τον τρόπο ζωής των ανδρών, οι οποίοι συνήθως κάνουν περισσότερη χρήση καπνού, αλκοόλ και δίνουν λιγότερη σημασία στην υγιεινή διατροφή και άσκηση. Μια άλλη πιθανή εξήγηση είναι ότι ο γνωστός ρόλος των γυναικείων καρδιοπροστατευτικών ορμονών-οιστρογόνων στην προστασία των αγγείων. Ωστόσο, μετά την εμμηνόπαυση, ο επιπολασμός της στεφανιαίας νόσου στις γυναίκες είναι ίσος με τους άνδρες. Στη επιβάρυνση αυτή προστίθεται η επίδραση και άλλων παραγόντων όπως αρτηριακή υπέρταση, σακχαρώδης διαβήτης, λειτουργική απόδοση της αριστεράς κοιλίας, κ.ά. Άλλοι παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο στεφανιαίας νόσου στις γυναίκες είναι η λήψη αντισυλληπτικών χαπιών και το κάπνισμα. Οπωσδήποτε δεν πρέπει να παραβλέπεται το γεγονός της καθυστερημένης άφιξης των γυναικών στα νοσοκομεία για την παροχή βοηθειών όπως και η συνήθως συνυπάρχουσα βεβαρημένη ψυχολογική τους κατάσταση, γ) *Το Οικογενειακό ιστορικό για στεφανιαία νόσο*: Η ύπαρξη στεφανιαίας νόσου σε συγγενικά πρόσωπα πρώτου βαθμού σε ηλικία μικρότερη των 55 ετών για άνδρες και 65 ετών για γυναίκες, αποτελεί ισχυρό και ανεξάρτητο παράγοντα κινδύνου για εκδήλωση στεφανιαίας νόσου. Είναι σπουδαίο να τονισθεί ότι, οι ασθενείς θα πρέπει να αντιμετωπίζονται ως ενιαία βιο- ψυχοκοινωνικό-πνευματική οντότητα καθώς μια ασθένεια είτε χρόνια ή οξεία συνεπάγεται πολλές ανάγκες στη ζωή του ατόμου όπως ψυχοκοινωνικές, σωματικές, προσωπικές, πρακτικές και πνευματικές που σχετίζονται σημαντικά με την εξέλιξη της νόσου. Η αξιολόγηση και ικανοποίηση των αναγκών των ασθενών αποτελούν προϋπόθεση για την παροχή φροντίδας υψηλής ποιότητας.

1.2. ΤΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ ΤΟΥ ΘΥΡΕΟΕΙΔΟΥΣ

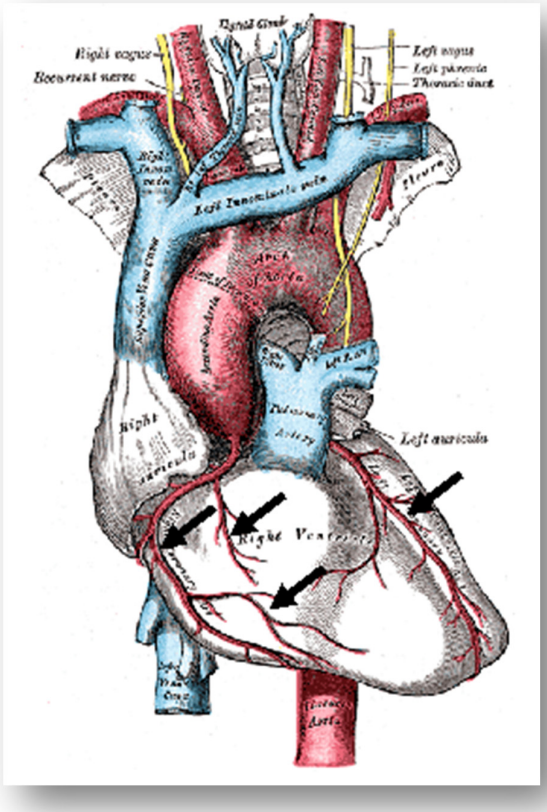
Σχεδόν το ένα τρίτο του παγκόσμιου πληθυσμού ζει σε περιοχές με έλλειψη ιωδίου (15). Ειδικότερα, σε περιοχές όπου η ημερήσια πρόσληψη ιωδίου είναι χαμηλότερη από 50μg παρουσιάζεται αυξημένη εμφάνιση θυρεομεγαλείας και σε περίπτωση λήψης ιωδίου μικρότερης από 25μg ημερησίως τότε υπάρχει εμφάνιση υποθυρεοειδισμού. Έχει παρατηρηθεί ότι σε περιοχές με χαμηλή πρόσληψη ιωδίου τα ποσοστά θυρεοειδισμού μπορεί να φτάσουν έως και το 80% (16). Επιπροσθέτως στις περιοχές με έλλειψη ιωδίου οι παθήσεις του θυρεοειδούς περιλαμβάνουν όλες τις αυτοάνοσες μορφές θυρεοειδισμού, όπως ο υποθυρεοειδισμός, το σύνδρομο *Hashimoto*, νόσος του *Grave* κ.α. (17).

Ειδικότερα, για τον υποθυρεοειδισμό δεν υπάρχουν μελέτες στην Ελλάδα για τον επιπολασμό του. Από τη μελέτη *Colorado* στις ΗΠΑ φάνηκε ότι το 9% του πληθυσμού υποφέρουν από υποθυρεοειδισμό (18). Αντίστοιχα, στη μελέτη *Whickham* δείχθηκε ότι ο επιπολασμός του υποθυρεοειδισμού ανήρχετο στα 7.5%-8.5% για τις γυναίκες και 2.8%-4.4% για τους άνδρες (19-23). Τέλος στη μελέτη NHANES III βρέθηκε ότι σε πληθυσμό 16,633 ατόμων ο υποθυρεοειδισμός παρατηρήθηκε σε ποσοστό 15% σε γυναίκες άνω των 60 ετών, 8% σε άνδρες άνω των 60 ετών και σε ποσοστό 2% σε έγκυες (24-26). Σε αντίστοιχες μελέτες στην Ελλάδα σε δείγμα 827 ατόμων σε 640 γυναίκες βρέθηκαν υψηλά επίπεδα TSH (Thyroid Stimulating Hormone), ίσο με το 2% του υπό μελέτη πληθυσμού και αντίστοιχα σε 187 άνδρες ήτοι το 1% του υπό μελέτη πληθυσμού (27).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΚΑΙ Ο ΡΟΛΟΣ ΤΗΣ ΘΥΡΕΟΕΙΔΙΚΗΣ ΟΡΜΟΝΗΣ

2.1. ΤΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ

Το έμφραγμα του μυοκαρδίου, κοινώς γνωστό ως καρδιακή προσβολή, προκαλείται από αιφνίδια διακοπή της ροής του αίματος προς την καρδιά. Η κύρια αιτία του εμφράγματος του μυοκαρδίου είναι η απόφραξη κάποιας αρτηρίας που τροφοδοτεί με αίμα την καρδιά (**Εικόνα 5**).



Εικόνα 5. Επισκόπηση της καρδιακής ανατομίας. Τα μαύρα βέλη υποδεικνύουν πιθανά σημεία σημεία εμβολής των αρτηριών και επικείμενου εμφράγματος του μυοκαρδίου. Η εικόνα αυτή είναι από την ανατομία του Gray (Gray's Anatomy).

Όταν συμβεί ξαφνική απόφραξη μίας από τις στεφανιαίες αρτηρίες, τα κύτταρα των επίμυων της καρδιάς δεν είναι πλέον σε θέση να λάβουν επαρκή ποσότητα οξυγόνου. Επειδή δεν μπορούν να λειτουργήσουν, η καθυστερημένη αποκατάσταση της παροχής αίματος τα οδηγεί σε κυτταρικό θάνατο. Τα μυϊκά κύτταρα της καρδιάς είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στην έλλειψη οξυγόνου. Ο βαθμός της βλάβης που προκαλείται σε αυτή την περίπτωση εξαρτάται από το μέγεθος της αρτηρίας που υφίσταται την απόφραξη.

Συνήθως η *απόφραξη αρτηρίας* προκαλείται από έναν θρόμβο αίματος, ο οποίος αποτελεί πηγμένο αίμα που φράζει τον αυλό της αρτηρίας και διακόπτει έτσι την ροή του αίματος. Οι θρόμβοι σχηματίζονται μέσα στις στεφανιαίες αρτηρίες λόγω ρήξης ενός σχηματισμού που ονομάζεται

αθηρωματική πλάκα. Η αθηρωματική πλάκα δημιουργείται από τη σταδιακή συσσώρευση λιπιδίων τα οποία επικάθονται στα τοιχώματα της αρτηρίας. Ο σχηματισμός της αθηρωματικής πλάκας -μια διεργασία που διαρκεί χρόνια- ονομάζεται *αθηροσκλήρυνση* και στενεύει προοδευτικά την αρτηρία. Όταν ραγεί αυτή η πλάκα, σχηματίζεται θρόμβος αίματος πάνω από τη ρήξη, ο οποίος μπορεί να προκαλέσει απόφραξη ολόκληρης της αρτηρίας. Η διαδικασία σχηματισμού του θρόμβου πάνω στην πλάκα ονομάζεται *αθηροθρόμβωση*.

Έτσι, η *αθηροσκλήρυνση* προκαλεί προοδευτική στένωση των αρτηριών, όπου η πλάκα επικάθεται στο αρτηριακό τοίχωμα, ενώ η *αθηροθρόμβωση* συμβαίνει όταν ραγεί η πλάκα και σχηματιστούν θρόμβοι αίματος, οι οποίοι προκαλούν αιφνίδια απόφραξη μιας αρτηρίας η οποία, με τη σειρά της, προκαλεί το έμφραγμα του μυοκαρδίου.Η ρήξη της αθηρωματικής πλάκας μπορεί να συμβεί ξαφνικά και χωρίς προειδοποίηση, ακόμη και αν η στένωση της αρτηρίας δεν είναι μεγάλη.

Σε σπάνιες περιπτώσεις, η απόφραξη μπορεί να προκληθεί και από άλλες αιτίες όπως η φλεγμονή, ο αυτόματος διαχωρισμός -σχίσιμο- του αγγείου, από εμβολή μεταναστευτικού θρόμβου ή από μυϊκό σπασμό στην αρτηρία.

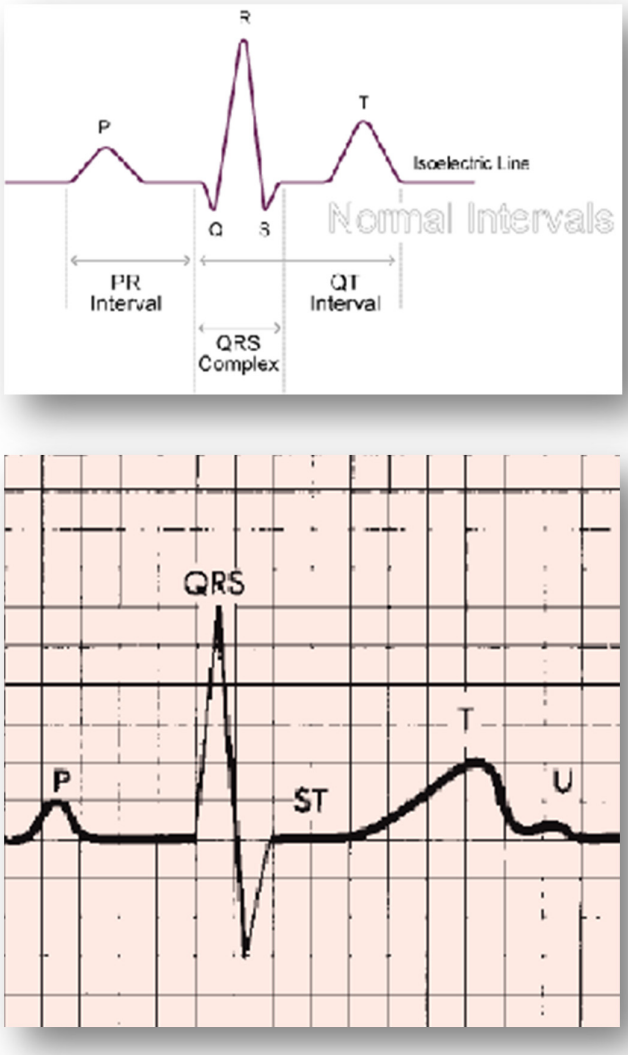
Οι ενδείξεις που φανερώνουν ότι η παροχή αίματος προς την καρδιά έχει διαταραχτεί προσωρινά προηγούνται συχνά ενός εμφράγματος του μυοκαρδίου. Οι ενδείξεις αυτές διαρκούν κατά κανόνα μόνο μερικά λεπτά της ώρας. Σε πολλές όμως περιπτώσεις τα συμπτώματα είναι αιφνίδια, χωρίς προκαταρκτικά ενοχλήματα. Κάποιες τέτοιες ενδείξεις είναι οι εξής:

- Αίσθηση πίεσης ή σφιξίματος στο στήθος
- Πόνοι στο στήθος, οι οποίοι μπορεί να διαχέονται στον ώμο, το χέρι, το λαιμό, ή και το σαγόνι. Η ένταση του πόνου διαφέρει από άνθρωπο σε άνθρωπο σε σημείο που μπορεί να κυμαίνεται από ένα απλό συνεχές βάρος έως και να απουσιάζει ολοκληρωτικά (ειδικώς στους χρόνια διαβητικούς ασθενείς)
- Ξαφνικός πόνος στην άνω κοιλιακή χώρα με συνοδούς εμέτους πολλές φορές
- Εφίδρωση
- Δυσχέρεια στην αναπνοή
- Ακανόνιστος χτύπος καρδιάς (αρρυθμία) που συμβαίνει για πρώτη φορά

Αρχικά τα συμπτώματα εμφανίζονται κατά την σωματική κόπωση ή ψυχική υπερένταση, ενώ αργότερα εμφανίζονται και κατά την ξεκούραση.

Τα οξέα ισχαιμικά σύνδρομα περιλαμβάνουν την ασταθή στηθάγχη, το οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου με ανάσπαση του ST διαστήματος (STEMI ST Elevation Myocardial

Infarction), το οξύ έμφραγμα μυοκαρδίου χωρίς ανάσπαση του S-T διαστήματος[1] (**Εικόνα 6**) (NSTEMI-Non ST Elevation Myocardial Infarction) και τέλος τον αιφνίδιο Καρδιακό Θάνατο, ο οποίος είναι αποτέλεσμα αρρυθμίας (κοιλιακής μαρμαρυγής ή κοιλιακής ταχυκαρδίας) προκαλούμενη από οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου.



Εικόνα 6. Γραφική αναπαράσταση ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ). Το διάστημα *ST* αποτελεί ένα από τα διαγνωστικά κριτήρια για την παρουσία μεφράγματος. Οι τιμές που παρουσιάζονται είναι οι *PR* (*PQ*) διαστημα (interval)=0.12-0.20sec (3-5 μικρα τετραγωνα), Ευρος *QRS* (width)=0.08-0.12sec (2-3 μικρα τετραγωνα), *QT* διαστημα (interval)=0.35-0.43sec (QT_c).

[1] Η αξιολόγηση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος περιλαμβάνει την αξιολόγηση των επαρμάτω. Ειδικότερα, το έπαρμα *P*, όπου κάθε έπαρμα P ακολουθείται από *QRS* με φυσιολογικό αριθμό *P* μεταξύ 60-100/1΄ (απόκλιση < 10%) (300/Μ ή 1500/μ). Αν *P*<60/1΄=Κολπική βραδυκαρδία, αν *P*>100/1΄=Κολπική ταχυκαρδία. Απόκλιση>10%=κολπική αρρυθμία. Αύξηση του ύψους στην ΙΙ (>2.5mm) και/ή V1 (>1.5mm) αποτελεί ένδειξη Υπέρτασης Δεξιού Κόλπου. Ευρυ (≥ 0.12s) στην ΙΙ+/- με εγκοπή αποτελεί ένδειξη Υπέρτασης Αριστερού κόλπου. Το έπαρμα *QRS* συντελεί στον υπολογισμό του καρδιακού άξονα. Το διάστημα *PR* έχει φυσιολογικά όρια 0.12-0.20 (3-5 μικρά τετράγωνα) και στην περίπτωση μεγαλύτερου διαστήματος υποδηλώνεται 1ου βαθμού κολποκοιλιακός αποκλεισμός, ενώ μικρότερο μπορεί να σημαίνει νόσος *Wolff-Parkinson-White*. Το έπαρμα *QT* έχει φυσιολογικά όρια 0.42s, με επιμήκυνση στο έμφραγμα, μυοκαρδίτιδα, υποθυρεοειδισμό, υπασβαστιαιμία, ενδοεγκεφαλική αιμορραγία, β-ανασταλτές κ.α.

Αναλυτικότερα, τα οξέα στεφανιαία σύνδρομα αποτελούν ομάδα κλινικών συνδρόμων τα οποία λόγω ρήξης ή διάβρωσης ασταθούς αθηρωματικής πλάκας οδηγούν σε μυοκαρδική ισχαιμία η οποία καθορίζει το μέγεθος της μυοκαρδιακής βλάβης. Το Οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου (ΟΕΜ) αποτελεί ασθένεια που συνεπάγεται σημαντικό κόστος για το άτομο, την οικογένεια και την κοινωνία. Επίσης σχετίζεται με αυξημένη νοσηρότητα και θνησιμότητα διότι προκαλεί αιφνίδιο θάνατο. Κάθε χρόνο, περίπου 785.000 άτομα θα υποστούν ένα έμφραγμα στις Ηνωμένες Πολιτείες και περίπου κάθε λεπτό ένας Αμερικανός θα υποκύψει σε ένα έμφραγμα (28). Ως έμφραγμα του μυοκαρδίου ορίζεται η μη-αναστρέψιμη κυτταρική βλάβη λόγω παρατεταμένης ισχαιμίας που οδηγεί σε νέκρωση του καρδιακού μυός. Αρχικά, ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας (ΠΟΥ) όρισε το έμφραγμα από τα συμπτώματα, τις ηλεκτροκαρδιογραφικές ανωμαλίες και τα ένζυμα. Ωστόσο, η εξέλιξη πιο ευαίσθητων βιοδεικτών σε συνδυασμό με τις απεικονιστικές εξετάσεις συντέλεσαν σημαντικά στη ακριβέστερη διάγνωση νέκρωσης περιοχών του μυοκαρδίου και στην ανάγκη αναθεώρησης του ορισμού (29-32). Το ΟΕΜ βάσει της νέας αναθεωρημένης κατηγοριοποίησης ανάλογα με τους δείκτες μυοκαρδιακής βλάβης διακρίνεται σε: α) ΟΕΜ χωρίς ανάσπαση του ST διαστήματος (non STEMI), όπου στο ΗΚΓ δεν εμφανίζει ανάσπαση του ST διαστήματος, η νέκρωση δεν αφορά όλο το πάχος του τοιχώματος του μυοκαρδίου και ανιχνεύεται από την ύπαρξη δεικτών μυοκαρδιακής νέκρωσης (τροπονίνης, CK-MB) και β) ΟΕΜ με ανάσπαση του ST διαστήματος (STEMI), όπου υπάρχει ανάσπαση του ST διαστήματος στο ηλεκτροκαρδιογράφημα με ισχαιμικά συμπτώματα και τυπική αύξηση των βιοχημικών δεικτών που οδηγούν σε μυοκαρδιακή νέκρωση (29-32). Η ταχεία και πλήρη αποκατάσταση της ροής στην αποφραγμένη αρτηρία μειώνει την έκταση του εμφράγματος, διατηρεί τη λειτουργία της αριστερής κοιλίας και βελτιώνει τα ποσοστά επιβίωσης. Οι στρατηγικές επαναιμάτωσης περιλαμβάνουν είτε ενδοφλέβια θρομβολυτική αγωγή στο αρχικό στάδιο ή διενέργεια πρωτογενούς αγγειοπλαστικής. Αναλυτικότερα, κύριος στόχος της θεραπείας από την άφιξη του ασθενή στο νοσοκομείο είναι η έναρξη της θρομβολυτικής θεραπείας εντός 30 λεπτών και η ενδο-στεφανιαία τοποθέτηση μπαλονιού εντός 90 λεπτών.

Η αθηροσκλήρωση αποτελεί τον κύριο αιτιολογικό παράγοντα για τη εκδήλωση του εμφράγματος. Συγκεκριμένα, είναι μία σύνθετη εξελικτική και συστηματική νόσος των αρτηριών που προσβάλλει κυρίως τον έσω χιτώνα των μεγάλων και μεσαίων αρτηριών της συστηματικής κυκλοφορίας. Στην εξέλιξη της αθηροσκλήρωσης εμπλέκονται πολλαπλοί γενετικοί και περιβαλλοντικοί παράγοντες αλλά και το μικροπεριβάλλον των

κυττάρων στις περιοχές της βλάβης. Οι παράγοντες κινδύνου που ευθύνονται για την εκδήλωση αυτής της χρονοβόρας διαδικασίας είναι είτε τροποποιήσιμοι ή μη-τροποποιήσιμοι. Αναλυτικότερα, στους τροποποιήσιμους παράγοντες συμπεριλαμβάνονται η συστηματική αρτηριακή υπέρταση, η υπερχοληστερολαιμία-δυσλιπιδαιμία, ο σακχαρώδης διαβήτης, η διατροφή, το κάπνισμα, η κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων αλκοόλ, η καθιστική ζωή και η παχυσαρκία. Η ηλικία, το ανδρικό φύλο και το οικογενειακό ιστορικό στεφανιαίας πρώιμης νόσου αποτελούν τους μη τροποιήσιμους παράγοντες κινδύνου. Δεδομένου ότι, οι παράγοντες κινδύνου μπορεί να έχουν πολλαπλασιαστικά αποτελέσματα απαιτείται εξατομικευμένη προσέγγιση και εφαρμογή διαφορετικών μοντέλων για τη συνολική εκτίμηση του κινδύνου ενός ατόμου. Αξίζει να σημειωθεί, ότι σημαντικές διαφορές παρατηρούνται μεταξύ των διαφόρων πληθυσμών κυρίως λόγω των ποικίλων παραγόντων κινδύνου που προκαλούν αθηροσκλήρωση (33).

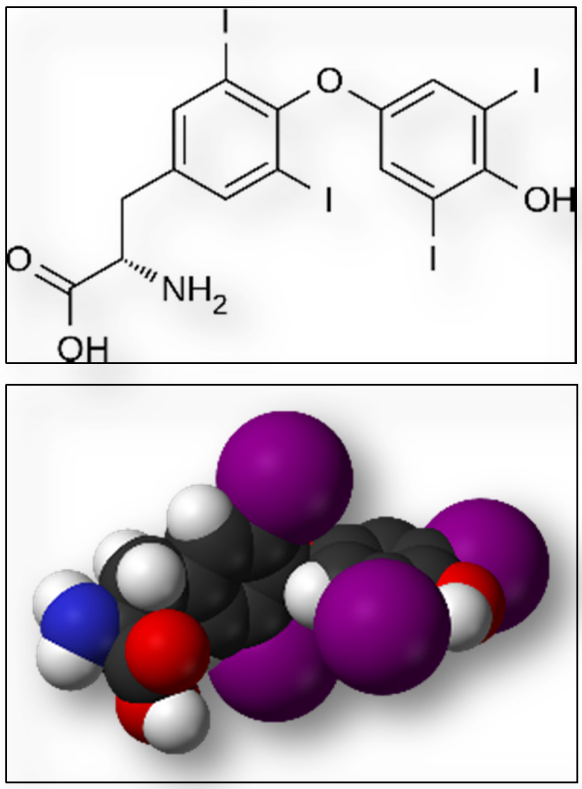
Λαμβάνοντας υπόψη τις προσωπικές, κοινωνικές και οικονομικές διαστάσεις που συνεπάγεται η νόσος στη ζωή των πασχόντων όπως επίσης και τις συνέπειες για το Σύστημα Υγείας κάθε χώρας σε έμμεσο και άμεσο κόστος θεωρείται επιτακτική ανάγκη, η ευαισθητοποίηση του γενικού πληθυσμού όσον αφορά τους παράγοντες κινδύνου και τις αποτελεσματικές στρατηγικές πρόληψης του εμφράγματος. Η αξιολόγηση των παραγόντων κινδύνου παρέχει χρήσιμα στοιχεία σχετικά με τη νόσο όπως επίσης προσφέρει γνώση και διορατικότητα για το σχεδιασμό της υγειονομικής περίθαλψης, της πολιτικής υγείας και της κατανομής των πόρων.

2.2. ΤΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ ΚΑΙ Η ΘΥΡΟΞΙΝΗ

2.2.1. Η ΘΥΡΟΞΙΝΗ

Οι θυροειδικές ορμόνες, η *triiodothyronine* (τρι-ιωδο-θυρονίνη) (T_3) και η προ-ορμόνη της η *thyroxine* (θυροξίνη) (T_4), είναι ορμόνες οι οποίες προέρχονται από την τυροσίνη, παραγόμενες από το θυρεοειδή και είναι υπεύθυνες για τη ρύθμιση του μεταβολισμού. Για τη σύνθεση των T_3 και T_4 απαιτείται ιώδιο, γεγονός από το οποίο προκύπτει και ο ρόλος του ιωδίου στις παθήσεις του θυρεοειδούς (**Εικόνα 7**). Η έλλειψη ιωδίου έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση στη σύνθεση των ορμονών T_3 και T_4, προκαλεί τη μεγέθυνση του θυρεοειδούς και προκαλεί κοίλη στο θυρεοειδή. Η κύρια θυρεοειδική ορμόνη, που

μετράται στο αίμα είναι η θυροξίνη, η οποία έχει μεγαλύτερο χρόνο ημίσιας ζωής σε σχέση με την T_3.



Εικόνα 7. Οι μοριακές δομές της θυροξίνης. Επάνω παρουσιάζεται η συντακτική δομή και κάτω η τρισδιάστατη δομή της.

Στους ανθρώπους ο λόγος T_4 προς T_3 στο αίμα είναι μεταξύ 14:1 και 20:1. Ο μετασχηματσμός της T_4 προς T_3 λαμβάνει χώρα στα κύτταρα μέσω των αποϊωδιονασών (*deiodinases* (*5'-iodinase*)). Οι τελευταίες υπόκεινται σε περαιτέρω επεξεργασία, μέσω της αποκαρβοξυλίωσης (*decarboxylation*) και της *αποιωδιοποίησης* (*deiodination*) προς σχηματισμό *ιωδιοθυροναμίνης* (T_{1a}) (*iodothyronamine*) και θυροαμίνης (*thyronamine*) (T_{0a}). Όλες οι μορφές των αποϊωδιονασών είναι ένζυμα, τα οποία λειτουργούν μέσω της συνέργειας σεληνίου και ως εκ τούτου απαραίτητου διατροφικού στοιχείου για την παραγωγή της T_3.

Οι ορμόνες του θυρεοειδούς έχουν δράσει σε όλα σχεδόν τα κύτταρα του σώματος. Ορισμένες από τις λειτουργίες τους αφορούν στην αύξηση του βασικού μεταβολισμού, στην αύξηση της πρωτεϊνοσύνθεσης, στη ρύθμιση της οστικής μάζας, στην ωρίμανση των νευρώνων κ.α. Επιπρόσθετα, οι θυρεοειδικές ορμόνες συμμετέχουν στη διαδικασία της διαφοροποίησης των κυττάρων κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη. Οι ορμόνες T_4 και T_3 ρυθμίζονται με τη σειρά τους από την TSH. Η θυροξίνη (*3,5,3',5'-tetraiodothyronine*) παράγεται από τα οζώδη κύτταρα του θυρεοειδούς. Το πρόδρομο μόριο της θυροξίνης είναι η θυροσφαιρίνη, η οποία υδρολύεται από ένζυμα και έτσι παράγεται η ενεργή θυροξίνη. Τα στάδια σύνθεσης της θυροξίνης περιλαμβάνουν:

α) Αντλίες Na^+/I^- μεταφέρουν δύο ιόντα Na^+ μαζί με ένα ιόν I^- μέσω της κυτταρικής μεμβράνης.

β) Το ιόν I^- μετακινείται κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης προς το εσωτερικό των οζωδών κυττάρων.

γ) Το ένζυμο θυροπεροξιδάση (*Thyroperoxidase*) οξειδώνει δύο ιόντα I^- προς σχηματισμό μορίου I_2.

δ) Το ένζυμο θυροπεροξιδάση προσθέτει ένα ιώδιο στη θυροσφαιρίνη. Η θυροσφαιρίνη συντίθεται στο ενδοπλασματικό δίκτυο (*Endoplasmatic Reticulum* (ER)) των οζόδων κυττάρων.

ε) Η ιωδιούχος θυροσφαιρίνη προσδένεται στην πρωτεΐνη μεγαλίνη (*megalin*) ώστε το μόριο να ενδοκυτταρωθεί.

στ) Η TSH, εκλύεται από την υπόφυση, προσδένεται στον υποδοχέα της (G_s *protein-coupled receptor*) και ενεργοποιεί την ενδοκυττάρωση των ορμονών.

ζ) Λυσοσωμικά ένζυμα πρωτολύουν την T_4 από την ιωδιούχο μορφή της θυροσφαιρίνης.

η) Τέλος, οι θυροειδικές ορμόνες εκλύονται από τα οζώδη κύτταρα και περνούν στο κυκλοφορικό.

Η θυροσφαιρίνη είναι μια διμερική πρωτεΐνη μοριακού βάρους 660 kDa. Η θυροξίνη παράγεται μέσω της επικόλλησης ατόμων ιωδίου στους κυκλικούς υδρογονάνθρακες και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές, όπου προσδένεται η τυροσίνη. Η θυροξίνη περιέχει τέσσερα άτομα ιωδίου ενώ η T_3 έχει τρία άτομα ιωδίου. Στο μόριο της θυροσφαιρίνης ανευρίσκονται περίπου 100-120 σημεία τυροσίνης από τα οποία ένα μικρό μέρος (<20) είναι κατάλληλα για την προσθήκη ιόντων ιωδίου. Με την υποβοήθηση ενζύμων γίνεται η κατάλυση και προσκόλληση των ιωδίων στις τυροσινικές περιοχές από όπου τελικά και απελευθερώνονται οι ορμόνες T_3 και T_4. Ως εκ τούτου, από κάθε μόριο θυροσφαιρίνης, προκύπτουν πολύ λίγα μόρια των θυρεοειδικών ορμονών. Από πειραματικά αποτελέσματα έχει φανεί ότι κάθε μόριο θυροσφαιρίνης, παράγει 5 με 6 μόρια είτε T_4 ή T_3. Σημαντικό ρόλο στη σύνθεση των ορμονών παίζει το ιώδιο. Η ιοντική μορφή του ιωδίου απορροφάται ενεργητικά από το κυκλοφορικό μέσω ενός μηχανισμού, που καλείται *παγίδα ιωδίου* (*iodide trapping*). Κατά την απορρόφηση του ιωδίου, ιόντα νατρίου μεταφέρονται ταυτόχρονα με το ιώδιο και συγκεντρώνονται στα κύτταρα του θυρεοειδούς αδένα. Στη συνέχεια, το ένζυμο θυροπεροξιδάση (*thyroperoxidase*) καταλύει την προσθήκη ιωδίου στις τυροσινικές περιοχές των δακτυλίων φαινόλης της θυροσφαιρίνης. Η προσθήκη αυτή γίνεται στις υδροξυλικές ομάδες των δακτυλίων

φαινόλης της θυροσφαιρίνης από το οποίο προκύπτει το μόριο μονο-ιωδιο-τυροσίνη (*monoiodotyrosine* (MIT)) και η δυ-ιωδιο-τυροσίνη (*diiodotyrosine* (DIT)). Η σύνδεση αυτή περιλαμβάνει την προσθήκη 1-2 ατόμων ιωδίου σε κάθε τυροσινική περιοχή. Από τη σύνδεση των τυροσινικών περιοχών προκύπτει το πρόδρομο μόριο της θυροξίνης και από την πρόσδεση ενός μορίου MIT και ενός DIT προκύπτει το πρόδρομο μόριο της τρι-ιωδιο-θυρονίνης (T_3). Οι αντιδράσεις που περιγράψαμε είναι ως ακολούθως:

Peptidic-MIT+peptidic-DIT→peptidic triiodothyronine→T_3, **Χημική Αντίδραση 1**.

2peptidic-DITs→peptidic thyroxine→T_4, **Χημική Αντίδραση 2**.

Η θυροξίνη, όπως προαναφέραμε, αποτελεί την προ-ορμόνη της λειτουργικής T_3. Ειδικότερα, θεωρείται ότι η θυροξίνη είναι η αποθηκευτική δεξαμενή από την οποία προκύπτει η T_3 όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο. Το μεγαλύτερο μέρος των θυροειδικών πρωτεϊνών βρίσκεται στο κυκλοφορικό προσδεμένο σε πρωτεΐνες μεταφοράς, οι οποίες είναι γνωστές ως *thyroxine-binding globulins* (TBG). Μόνο ένα μικρό μέρος των πρωτεϊνών είναι ελεύθερο και ως εκ τούτου, βιολογικά δραστικό. Τα επίπεδα των ελεύθερων ορμονών είναι αυτά που παίζουν σημαντικό ρόλο στη φυσιολογία του θυρεοειδούς αλλά και στη διάγνωση των παθολογικών καταστάσεων. Η προσδεδεμένες θυροειδικές ορμόνες, όταν είναι συζευγμένες με τις πρωτεΐνες του αίματος είναι ανενεργές. Αυτό που είναι σημαντικό είναι τα επίπεδα των ελεύθερων T_3/T_4 ορμονών. Παρά το γεγονός ότι οι T_3 και T_4 είναι λιπόφιλες, η μεταφορά τους εντός και εκτός των κυτττάρων γίνεται ενεργητικά με ATP εξαρτώμενους διαύλους (34). Αντίστοιχα, τα πρόδρομα μόρια T_{1a} και T_{0a} είναι θετικά φορτισμένα και δεν μπορούν να διαπεράσουν την κυτταρική μεμβράνη. Μελέτες έχουν δείξει ότι η λειτουργία τους επιτελείται μέσω ενός υποδοχέα, του trace amine-associated receptor *TAAR1* (TAR1, TA1), ένας G-protein-coupled υποδοχέας, ο οποίος βρίσκεται στην κυτταρική μεμβράνη. Όπως προαναφέραμε, αντίθετα με την κοινή γνώση για τα λιπόφιλα μόρια, οι ορμόνες του θυρεοειδούς δεν μπορούν να περάσουν παθητικά την κυτταρική μεμβράνη παρά μόνο παθητικά (35). Το άτομο ιωδίου στην *o*-θέση του υδροξυλίου της φαινολικής ομάδας κάνει το μόριο της ορμόνης όξινο και ως εκ τούτου, σε χαμηλότερα επίπεδα από το φυσιολογικό pH. Μέχρι σήμερα, πάνω από 10 δίαυλοι μεταφοράς των ορμονών του θυρεοειδούς έχουν ταυτοποιηθεί. Οι δίαυλοι αυτοί εξασφαλίζουν ότι τα επίπεδα των ορμονών είναι υψηλότερα ενδοκυτταρικά σε σχέση με τα επίπεδα στο αίμα ή στομ εξωκυττάριο χώρο (35).

Οι ενδοκυτταρικοί μηχανισμοί των ορμονών είναι στην πλειονότητά τους άγνωστοι. Ο λόγος είναι ότι λειτουργούν ως σηματοδοτικά μόρια στη γονιδιακή ρύθμιση και ως τέτοια είναι τεράστια η γκάμα μηχανισμών στους οποίους συμμετέχουν. Σε πρόσφατες μελέτες έχει δειχθεί ότι ένα από τα μόρια, που συμμετέχουν στην ενδοκυτταρική σηματοδότηση είναι η κρυσταλλίνη (36). Οι ορμόνες αυτές λειτουργούν ενδοκυττάρια μέσω πυρηνικών υποδοχέων, οι οποίοι συμμετέχουν στη γονιδιακή ρύθμιση και ειδικότερα προσδένονται σε περιοχές γνωστές ως *thyroid hormone response elements* (TREs) (37).

Οι δύο βασικές ορμόνες, T_3 και T_4 χορηγούνται για τη θεραπεία των παθήσεων του θυρεοειδούς και πιο συγκεκριμένα για τον υποθυρεοειδισμό. Οι ορμόνες αυτές απορροφούνται από το έντερο και έτσι είναι εύκολη η από του στόματος χορήγηση. Παράδειγμα δραστικής ουσίας που χορηγείται είναι η *levothyroxine sodium* (T_4), η οποία μεταβολίζεται αργά και μπορεί να διαρκέσει ένα 24ωρο με μια εφάπαξ δόση (38).

2.2.2. Η ΣΧΕΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ ΚΑΙ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΜΥΟΚΑΡΔΙΟΥ

Οι αναφορές για πιθανή σχέση μεταξύ του καρδιαγγειακού συστήματος και της θυροξίνης ξεκινούν γύρω στη δεκαετία του ’50 (39-41). Ειδικότερα, είχε παρατηρηθεί ότι η χορήγηση θυροξίνης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των επιπέδων λιπιδαιμικών παραγόντων, όπως τα τριγλυκερίδια (39, 42) και η ολική χολεστερόλη (43-45).

Σε μια παλαιότερη, μια από τις πρώτες παρατηρήσεις αφορούσε στην εποχιακή αύξηση των εμφραφγμάτων του μυοκαρδίου κατά το χειμώνα (46). Σε πειράματα επίμυων είχε δειχθεί ότι μετά την έκθεση σε χαμηλές θερμοκρασίες είχε ως αποτέλεσμα από τη μια τη μηχανική καταπόνηση της καρδιάς λόγω των υψηλών σφυγμών αλλά και λόγω των υψηλών επιπέδων θυροξίνης σε αυτήν (46). Σε άλλη εργασία, η οποία έγινε σε ασθενής οι οποίοι είχαν υποστεί έμφραγμα του μυοκαρδίου είχε φανεί ότι τα επίπεδα θυροξίνης ήταν αυξημένα μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου, γεγονός που είχε αποδοθεί στην αντίδραση του οργανισμού λόγω του τραυματισμού του καρδιακού μυ (47). Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 3**).

Σε μια άλλη αντίστοιχη μελέτη, είχε διερευνηθεί η λειτουργία του άξονα υποθαλάμου-θυροειδούς μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου. Στη μελέτη αυτή είχε δειχθεί ότι η άμεση αντίδραση του άξονα ήταν η αύξηση των επιπέδων της θυροξίνης κατά τις πρώτες ώρες μετά το έμφραγμα και η μετέπειτα επιστροφή τους σε φυσιολογικά επίπεδα, ενώ αντίστοιχα η TSH παρουσίαζε μια αύξηση κατά τη δεύτερη εβδομάδα μετά το έμφραγμα και μετέπειτα επιστροφή των επιπέδων της στο φυσιολογικό (48). Αντιθέτως, σε μια

αναφορά δείχθηκε ότι από τη μια μεριά η T_3 μειώθηκε σε ασθενείς με έμφραγμα του μυοκαρδίου ενώ αντίθετα αυξήθηκαν τα επίπεδα της T_4.

Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής φάνηκε να επιβεβαιώνονται σε μια άλλη μεταγενέστερη αναφορά, στην οποία είχε δειχθεί ότι τα επίπεδα της T_3 έφθαναν στις χαμηλότερες τιμές τους έως και τρεις ημέρες μετά το έμφραγμα (49).

Case No.	***Coronary prognostic index***	***PBI (μg/100 ml)***	***Fractional disappearance/ day***	***Extrapolated zero time plasma***	***T4SR (μg/day)***	***k***	**t_0**	***T4SR (μg/day)***	***PBI (μg/100 ml)***	***T4SR (μg/day)***
1	13.00	4.20	0.06	0.14	28.00	0.1	0.1	67.80		
2	4.00	4.90	0.10	0.11	69.00	0.0	0.0	35.40		
3	23.00	3.40	0.13	0.05	129.80	0.1	0.0	146.10		
4	25.00	5.20	0.13	0.09	106.70	0.1	0.1	93.70	5.40	89.20
5	11.00	4.90	0.11	0.07	112.00	0.1	0.0	113.60	5.10	121.50
6	11.00	1.80	0.20	0.13	42.30				3.20	65.60
7	12.00	6.00	0.11	0.07	134.10				5.60	120.4
8	8.00	6.90	0.09	0.07	139.10				6.30	142.0
9	22.00	5.90	0.14	0.11	114.50				5.40	114.3
10	9.00	5.00	0.14	0.10	109.0				6.30	103.3
11	6.00	5.50	0.09	0.09	84.30					
12	22.00	4.20	0.19	0.10	128.00					
13	7.00	5.80	0.13	0.09	129.8					
14	6.00	4.90	0.11	0.08	100.30					
15	6.00	5.30	0.07	0.04	154.50					
16	12.00	6.60	0.12	0.11	106.00					
Mea	**12.31**	**5.03**	**0.12**	**0.09**	**105.46**	**0.1**	**0.09**	**91.32**	**5.33**	**108.04**
SD	**6.68**	**1.20**	**0.04**	**0.03**	**33.52**	**0.03**	**0.02**	**37.90**	**0.97**	**23.01**

Πίνακας 3. Δεδομένα ασθενών οι οποίοι είχαν υποστεί έμφραγμα του μυοκαρδιου. Παρουσιάζονται οι τιμές α) *coronary prognostic index*, β) *plasma protein-bound iodine* (PBI) concentration, γ) *radiothyroxine*, δ) υπολογιζόμενη *thyroxine secretion rate* (T4SR) αμέσως μετά το έμφραγμα, ε) μετά από μια εβδομάδα και στ) μετά από 3 μήνες (πηγή: προσαρμοσμένο από *Harland WA* et al. (1972) (47)).

Αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη μεταβολή του λόγου T_3/T_4 ο οποίος φάνηκε να μειούται κατά το χρονικό διάστημα μετά το έμφραγμα (50). Σε συμφωνία με την εργασία αυτή φάνηκε ότι τα επίπεδα της T_3 πράγματι μειούνταν μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου και χωρίς αυτό να συσχετίζεται με τα επίπεδα της κορτιζόλης, ήτοι χωρίς να παρεμβάλετε ο παράγοντας του στρες στη μετεμφραγματική περίοδο (51). Ο μηχανισμός αυτός φάνηκε να επικρατεί γενικότερα στη φυσιολογία των θυροειδών ορμονών μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου και ειδικότερα να παρουσιάζεται μια ταυτόχρονη μείωση των επιπέδων της T_3 με αύξηση των επιπέδων της T_4. Η αύξηση της T_4 αφορούσε ΄τόσο στη δεσμευμένη μορφή όσο και στην ελεύθερη, όπου και οι δύο επανέρχονται στα φυσιολογικά επίπεδα μετά την πάροδο συγκεκριμένου χρονικού διαστήματος (52). Παρόμοια αποτελέσματα, παρουσιάσθηκαν και σε *in vivo* μοντέλα εμφράγματος και πιο συγκεκριμένα σε σκύλους, οι οποίοι υπέστησαν χειρουργική επέμβαση και πρόκληση

εμφράγματος. Στο μοντέλο αυτό, φάνηκε ότι μετά την επέμβαση που προκαλούσε το έμφραγμα, παρουσιάσθηκαν χαμηλότερα του φυσιολογικού επίπεδα T_3. Τα επίπεδα της T_3 φάνηκε να είναι αρνητικά συσχετιζόμενα με τα λιπίδια του αίματος (53).

Όπως προαναφέραμε, η ιδέα ότι μπορεί να υπάρχει μια συσχέτιση μεταξύ του εμφράγματος και των ορμονών του θυρεοειδούς, είχε ξεκινήσει από τη δεκαετία του ’50 (41). Το ερώτημα, όμως, που παρέμενε στις τότε μελέτες ήταν τι ακριβώς συνέβαινε με τις ορμόνες του θυρεοειδούς και πια ακριβώς είναι η λειτουργία, που επηρεάζει τα επίπεδά τους. Σε μεταγενέστερες μελέτες βρέθηκε ότι η παρατηρούμενη μείωση των επιπέδων της T_3 οφείλετο στην απορρόφηση της τελευταίας από τα ερυθροκύτταρα (54). Ειδικότερα, τη δεκαετία του ’80 ήταν η γενική πεποίθηση ότι ο ρόλος της T_3 είναι πολύ σημαντικότερος από αυτόν της T_4 χωρίς να είναι γνωστοί όλοι οι μηχανισμοί της φυσιολογίας τους (54). Μια άλλη επίσης σημαντική εξήγηση που δόθηκε για τη μείωση των επιπέδων της T_3 ήταν ότι είχε βρεθεί σε *in vivo* μοντέλα αυξημένη πρόσδεση της ορμόνης στους πυρηνικούς υποδοχείς των κυττάρων στόχων (55-57).

Στις αρχές της δεκαετίας του ’80 άρχισαν οι πρώτες μελέτες για το ρόλο της ορμονικής υποκατάστασης και την καρδιακή λειτουργία, όπου σε πρώτες μελέτες είχε δειχθεί ότι από τη μια μεριά η απότομη χορήγηση θυροξίνης, ως θεραπεία υποκατάστασης, μπορούσε να οδηγήσει στην πρόκληση εμφράγματος, ενώ αντίθετα η σταδιακή και ήπια υποκατάσταση είχε ευεργετική δράση στο καρδιαγγειακό, ρυθμίζοντας τους παράγοντες του καρδιαγγειακού (58, 59). Ταυτόχρονα, είχε βρεθεί ότι ένας από τους σημαντικούς παράγοντες στη λειτουργία της θυροξίνης ήταν η ελεύθερη θυροξίνη, της οποίας τα υψηλά επίπεδα είχε φανεί ότι μπορεί να ήταν επιβαρυντικά για τον καρδιακό μυ στο έμφραγμα του μυοκαρδίου (60). Επόμενες αναφορές επιβεβαίωσαν τη μείωση των επιπέδων της T_3 στο αίμα μετά από έμφραγμα αλλά ταυτοχρόνως βρέθηκε ότι τα επίπεδα της *Thyroxine binding globulin* (TBG) παρέμεναν σταθερά και ότι τα επίπεδα της *thyroxine binding prealbumin* (TBPA) παρουσίαζαν πτώση (61). Επίσης στην ίδια μελέτη αναφέρθηκε ότι τα επίπεδα της ολικής T_4 παρουσίαζαν πτώση ενώ τα επίπεδα της ελεύθερης T_4 μειούνταν. Αντίστοιχα, τα υπολογιζόμενα επίπεδα τόσο της T_4 όσο και της T_3 παρουσίαζαν πτώση (61). Τα αποτελέσματα αυτά υποδήλωναν ότι το ακόλουθο φαινόμενο ενός εμφράγματος του μυοκαρδίου είναι ένας *προσωρινός υποθυρεοειδισμός*.

Μια από τις πρώτες μελέτες για το ρόλο της χορήγησης θυροξίνης σε μοντέλα επίμυων έγινε στα τέλη του ’80 όπου φάνηκε ότι η χαμηλή δοσολογία θυροξίνης είχε ευεργετικά αποτελέσματα στους καρδιαγγειακούς παράγοντες σε επίμυες μετά από προκαλούμενο έμφραγμα ενώ αντίθετα, η χορήγηση υψηλότερων δόσεων δεν είχε κάποιο αποτέλεσμα

(62). Τα αποτελέσματα αυτά ήταν σύμφωνα με μεταγενέστερη εργασία, στην οποία επίσης είχε δειχθεί ότι η χορήγηση θυροξίνης σε χαμηλές δόσεις (1.5μg/100gr) καθώς και η συνεχιζόμενη χορήγηση για διάστημα μεγαλύτερο των 10 ημερών σε παρόμοιες δόσεις ή και ψηλότερες (3-15μg/100gr) είχαν το ίδιο ευεργετικό αποτέλεσμα στους παράγοντες του καρδιαγγειακού (63, 64).

Σε συνέχεια των προηγούμενων μελετών, άλλες εργασίες διερεύνησαν το γονιδιακό υπόβαθρο του ρόλου της θυροξίνης στο έμφραγμα του μυοκαρδίου. Ως εκ τούτου, σε μοντέλα επίμυων δείχθηκε ότι η χορήγηση T_3 επηρέαζε την έκφραση γονιδίων όπως το γονίδιο alpha-myosin heavy chain (MHC), το γονίδιο sarcoplasmic reticulum calcium-activated ATPase (SERCA2), και το γονίδιο Kv1.5 αυξάνοντας την έκφρασή τους. Αντίθετα, για γονίδια όπως το beta-MHC and phospholamban (PLB) παρατηρήθηκε μείωση των επιπέδων έκφρασής τους (65).

Σε μεταγενέστερη, και πιο πρόσφατη μελέτη, είχε δειχθεί ότι οι θυρεοειδικές ορμόνες συσχετίζονται με την επιβίωση των ασθενών μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου. Πιο συγκεκριμένα, είχε φανεί ότι οι επιζήσαντες του εμφράγματος είχαν υψηλότερα επίπεδα ολικών T_3 και T_4 και χαμηλότερα επίπεδα ελεύθερης T_4 ως προς τη ομάδα ασθενών, η οποία δεν επιβίωσε του εμφράγματος (66, 67). Σε επίσης πρόσφατη μελέτη φάνηκε ότι μετά από ένα έμφραγμα του μυοκαρδίου η περιοχή, η οποία δεν επηρεάσθηκε από το συμβάν παρουσίασε αυξημένα επίπεδα του πυρηνικού υποδοχέα για τις θυρεοειδής ορμόνες (64, 68). Τα ίδια αποτελέσματα παρουσιάσθηκαν σε μια μελέτη, κατά την οποία υπολογίσθηκε το ποσοστό της ανάπλασης του καρδιακού μυ μετά από έμφραγμα Παρόμοια αποτελέσματα βρέθηκαν και σε πειράματα, όπου η δράση των θυρεοειδών ορμονών είχε αντιαποπτωτική δράση σε κύτταρα του καρδιακού μυ (69).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΜΟΝΤΕΛΑ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

3.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η *Μηχανική μάθηση* (*Machine Learning*) είναι υποπεδίο της επιστήμης των υπολογιστών, που αναπτύχθηκε από τη μελέτη της *αναγνώρισης προτύπων* και της *υπολογιστικής θεωρίας μάθησης* στην *τεχνητή νοημοσύνη*. Το 1959, ο *Arthur Samuel* ορίζει τη μηχανική μάθηση ως «Πεδίο μελέτης που δίνει στους υπολογιστές την ικανότητα να μαθαίνουν, χωρίς να έχουν ρητά προγραμματιστεί» (70). Η μηχανική μάθηση διερευνά τη μελέτη και την κατασκευή αλγορίθμων που μπορούν να μαθαίνουν από τα δεδομένα και να κάνουν προβλέψεις σχετικά με αυτά. Τέτοιοι αλγόριθμοι λειτουργούν κατασκευάζοντας μοντέλα από πειραματικά δεδομένα, προκειμένου να κάνουν προβλέψεις βασιζόμενες στα δεδομένα ή να εξάγουν αποφάσεις που εκφράζονται ως το αποτέλεσμα.

Η μηχανική μάθηση είναι στενά συνδεδεμένη και συχνά συγχέεται με υπολογιστική στατιστική, ένας κλάδος, που επίσης επικεντρώνεται στην πρόβλεψη μέσω της χρήσης των υπολογιστών. Έχει ισχυρούς δεσμούς με τη *μαθηματική βελτιστοποίηση*, η οποία παρέχει μεθόδους, τη θεωρία και τομείς εφαρμογής. Η μηχανική μάθηση εφαρμόζεται σε μια σειρά από υπολογιστικές εργασίες, όπου τόσο ο σχεδιασμός όσο και ο ρητός προγραμματισμός των αλγορίθμων είναι ανέφικτος. Παραδείγματα εφαρμογών αποτελούν τα φίλτρα *spam* (spam filtering), η οπτική αναγνώριση χαρακτήρων (OCR), οι μηχανές αναζήτησης και η υπολογιστική όραση. Η μηχανική μάθηση μερικές φορές συγχέεται με την εξόρυξη δεδομένων, όπου η τελευταία επικεντρώνεται περισσότερο στην εξερευνητική ανάλυση των δεδομένων, γνωστή και ως *μη επιτηρούμενη μάθηση*. Στο πεδίο της ανάλυσης δεδομένων, η μηχανική μάθηση είναι μια μέθοδος που χρησιμοποιείται για την επινόηση πολύπλοκων μοντέλων και αλγορίθμων που οδηγούν στην πρόβλεψη. Τα αναλυτικά μοντέλα επιτρέπουν στους ερευνητές, τους επιστήμονες δεδομένων, τους μηχανικούς και τους αναλυτές να παράγουν αξιόπιστες αποφάσεις και αποτελέσματα και να αναδείξουν αλληλοσυσχετίσεις μέσω της μάθησης από ιστορικές σχέσεις και τάσεις στα δεδομένα. Ο *Tom M. Mitchell* πρότεινε έναν πιο επίσημο ορισμό που χρησιμοποιείται ευρέως: «*Ένα πρόγραμμα υπολογιστή λέγεται ότι μαθαίνει από εμπειρία Ε ως προς μια κλάση εργασιών Τ και ένα μέτρο επίδοσης Ρ, αν η επίδοσή του σε*

εργασίες της κλάσης T, όπως αποτιμάται από το μέτρο P, βελτιώνεται με την εμπειρία E».

Και το πρωτότυπο:

«*A computer program is said to learn from experience E with respect to some class of tasks T and performance measure P, if its performance at tasks in T, as measured by P, improves with experience E*».

Με άλλα λόγια, ο τομέας της Μηχανικής Μάθησης μελετά την ανάπτυξη προγραμμάτων που έχουν τη δυνατότητα να εντοπίζουν μη εμφανή μοτίβα σε ένα σύνολο δεδομένων, να εξάγουν συμπεράσματα από αυτά και να πραγματοποιούν κατάλληλες προβλέψεις.

Αυτός ο ορισμός είναι σημαντικός για τον καθορισμό της μηχανικής μάθησης σε βασικό λειτουργικό πλαίσιο παρά με γνωστικούς όρους, ακολουθώντας έτσι την πρόταση του *Alan Turing* στην εργασία του «*Υπολογιστικές μηχανές και Νοημοσύνη*», ότι το ερώτημα αν μπορούν οι μηχανές να σκεφτούν, μπορεί να αντικατασταθεί με το ερώτημα αν μπορούν οι μηχανές να κάνουν αυτό που εμείς (ως σκεπτόμενες οντότητες) μπορούμε να κάνουμε (71).

Η μάθηση σε ένα γνωστικό σύστημα, όπως γίνεται αντιληπτή στην καθημερινή ζωή, μπορεί να συνδεθεί με δύο βασικές ιδιότητες: α) την ικανότητά στην πρόσκτηση γνώσης κατά την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον και β) την ικανότητα να βελτιώνει με την επανάληψη τον τρόπο εκτέλεσης μία ενέργειας.

Η *Μηχανική Μάθηση* (*Machine Learning*) ως ένας τομέας της Τεχνητής Νοημοσύνης, αφορά σε αλγορίθμους και μεθόδους που επιτρέπουν στους υπολογιστές να «μαθαίνουν» και να προσαρμόζουν κατάλληλα τη λειτουργία τους χωρίς να έχουν προγραμματιστεί ρητώς για το σκοπό αυτό.

3.1.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Έχουν προταθεί διάφοροι ορισμοί για τη μάθηση. Ένας ορισμός δόθηκε από τον *Simon* (1983) «*η μάθηση σηματοδοτεί προσαρμοστικές αλλαγές σε ένα σύστημα με την έννοια ότι αυτές του επιτρέπουν να κάνει την ίδια εργασία, ή εργασίες της ίδιας κατηγορίας, πιο αποδοτικά και αποτελεσματικά την επόμενη φορά*». Ένας άλλος ορισμός δόθηκε από τον *Minsky* (1985) «... είναι να κάνουμε χρήσιμες αλλαγές στο μυαλό μας» και τέλος ένας άλλος από τον *Michalski* (1986) «*... είναι η δημιουργία ή η αλλαγή της αναπαράστασης των εμπειριών*». Για τα συστήματα που ανήκουν στη συμβολική Τεχνητή Νοημοσύνη (ΤΝ), η μάθηση προσδιορίζεται ως πρόσκτηση επιπλέον γνώσης, που επιφέρει μεταβολές στην υπάρχουσα γνώση. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα (που ανήκουν στην μη συμβολική

ΤΝ) έχουν δυνατότητα μάθησης μετασχηματίζοντας την εσωτερική τους δομή, παρά καταχωρώντας κατάλληλα αναπαριστάμενη γνώση.

Ο άνθρωπος προσπαθεί να κατανοήσει το περιβάλλον του παρατηρώντας το και δημιουργώντας μια απλοποιημένη (αφαιρετική) εκδοχή του που ονομάζεται μοντέλο (*model*). Η δημιουργία ενός τέτοιου μοντέλου, ονομάζεται επαγωγική μάθηση (*inductive learning*) ενώ η διαδικασία γενικότερα ονομάζεται επαγωγή (*induction*). Επιπλέον ο άνθρωπος έχει τη δυνατότητα να οργανώνει και να συσχετίζει τις εμπειρίες και τις παραστάσεις του δημιουργώντας νέες δομές που ονομάζονται πρότυπα (*patterns*). *Η δημιουργία μοντέλων ή προτύπων από ένα σύνολο δεδομένων, από ένα υπολογιστικό σύστημα, ονομάζεται μηχανική μάθηση (machine learning)*.

Διάφοροι ορισμοί, οι οποίοι έχουν προταθεί κατά καιρούς συνοψίζονται ως εξής:

- *Carbonell* (1987), *«... η μελέτη υπολογιστικών μεθόδων για την απόκτηση νέας γνώσης, νέων δεξιοτήτων και νέων τρόπων οργάνωσης της υπάρχουσας γνώσης*» (72).
- *Mitchell* (1997), «*Ένα πρόγραμμα υπολογιστή θεωρείται ότι μαθαίνει από την εμπειρία E σε σχέση με μια κατηγορία εργασιών T και μια μετρική απόδοσης P, αν η απόδοση του σε εργασίες της T, όπως μετριούνται από την P, βελτιώνονται με την εμπειρία E*» (73).
- *Witten & Frank* (2000), «*Κάτι μαθαίνει όταν αλλάζει τη συμπεριφορά του κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αποδίδει καλύτερα στο μέλλον*» (74).

3.2. ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

Οι εργασίες μηχανικής μάθησης συνήθως ταξινομούνται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τη φύση του εκπαιδευτικού «σήματος» ή την «ανατροφοδότηση» που είναι διαθέσιμα σε ένα σύστημα εκμάθησης. Αυτές είναι:

Επιτηρούμενη μάθηση (αλλιώς επιβλεπόμενη μάθηση ή μάθηση με επίβλεψη) (supervised learning): Το υπολογιστικό πρόγραμμα δέχεται τις παραδειγματικές εισόδους καθώς και τα επιθυμητά αποτελέσματα από έναν «δάσκαλο», και ο στόχος είναι να μάθει έναν γενικό κανόνα προκειμένου να αντιστοιχίσει τις εισόδους με τα αποτελέσματα. Ο αλγόριθμος μηχανικής μάθησης με επιτήρηση (*supervised learning)*, χρησιμοποιεί την πληροφορία μιας γνωστής τάξης δεδομένων για να κάνει ενδιαφέρουσες διακρίσεις. Για παράδειγμα θα μπορούσε μία υποομάδα εκφραζόμενων γονιδίων, που είναι σε θέση να διακρίνουν δύο τύπους καρκίνων, να χρησιμοποιηθεί ως μοντέλο για την κατηγοριοποίηση μιας άγνωστης, ανεξάρτητης ομάδας γονιδίων σε σχέση με τους δύο τύπους καρκίνων. Ωστόσο, αυτός ο τύπος μελέτης εξαρτάται από την ακρίβεια των

δειγμάτων, το οποίο μπορεί να είναι πρόβλημα, δεδομένων των περιορισμών των ιστοπαθολογικών διαγνώσεων στους καρκίνους (75). Ενίοτε τα αποτελέσματα από διαφορετικούς αλγορίθμους, μπορεί να αλληλεπικαλύπτονται, αλλά αυτό δε χρειάζεται να γίνεται πάντα. Σημαντικό θέμα είναι η στατιστική σημασία των συσχετισμών που προκύπτουν. Ένα βασικό παράδειγμα, όπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτό το είδος μάθησης είναι στα πειράματα με cDNA μικροσυστοιχίες. Οι cDNA μικροσυστοιχίες μελετούν χιλιάδες γονίδια σε ένα μικρό αριθμό δειγμάτων και συσχετισμοί ανάμεσα στις τάξεις γονιδίων μπορούν να προκύψουν και μόνο από τύχη. Αυτό το πρόβλημα θα μπορούσε να λυθεί με τη μελέτη περισσότερων δειγμάτων, κάτι όμως αρκετά δύσκολο όταν πρόκειται για κλινικά δείγματα καρκίνου. Μία άλλη προσέγγιση θα ήταν η εφαρμογή ανάλυσης-ανακάλυψης δεδομένων σε μία αρχική ομάδα γονιδίων και στη συνέχεια η σύγκριση των ευρημάτων με ανεξάρτητη ομάδα. Αυτή η μέθοδος θα ελαχιστοποιούσε τις τυχαίες συσχετίσεις. Μία τρίτη μέθοδος ανάλυσης με τυχαία μετάθεση ομάδων γονιδίων και ανάλυσή τους, θα μπορούσε να αποδώσει αποτελέσματα στατιστικώς αποδεκτά, όταν οι συσχετίσεις που παρατηρούνται ανάμεσα στις ομάδες γονιδίων είναι ισχυρότερες από αυτές που προκύπτουν από τη τυχαία μετάθεση δεδομένων (75). Αν και η επιλογή ανάμεσα στις διαφορετικές πλατφόρμες μικροσυστοιχιών ή στους τύπους αναφορών ίσως να φαίνεται αποθαρρυντική, ωστόσο εάν ακολουθηθούν στιβαρά και δοκιμασμένα πρωτόκολλα σε όλα τα στάδια -από την κατασκευή της μικροσυστοιχίας έως την προεπεξεργασία των παραγόμενων δεδομένων- τότε τα τελικά αποτελέσματα από τις διαφορετικές πλατφόρμες πιθανότατα να είναι παρόμοια. Έτσι, ο ενδιαφερόμενος δύναται είτε (α) να επενδύσει σε χρόνο και πόρους με σκοπό την οργάνωση ενός αυτοδύναμου εργαστηρίου κατασκευής μικροσυστοιχιών, είτε (β) να ζητήσει τη βοήθεια μιας εταιρείας κατασκευής, η οποία κατά παραγγελία θα σχεδιάσει και εν τέλει θα κατασκευάσει τις επιθυμητές μικροσυστοιχίες, ή (γ) να προμηθευτεί κάποια από τις – άμεσα διαθέσιμες – τυποποιημένες μικροσυστοιχίες του εμπορίου, ενώ η επιλογή έγκειται κυρίως στις εκάστοτε ανάγκες του (76).

Μη επιτηρούμενη μάθηση (αλλιώς επίβλεπτη μάθηση ή μάθηση χωρίς επίβλεψη (*unsupervised learning*): Χωρίς να παρέχεται κάποια εμπειρία στον αλγόριθμο μάθησης, πρέπει να βρει την δομή των δεδομένων εισόδου. Η μη επιτηρούμενη μάθηση μπορεί να είναι αυτοσκοπός (ανακαλύπτοντας κρυμμένα μοτίβα σε δεδομένα) ή μέσο για ένα τέλος (χαρακτηριστικό της μάθησης). Με τον αλγόριθμο μηχανικής μάθησης χωρίς επιτήρηση δημιουργείται μια σειρά συσταδοποιήσεων (*unsupervised learning*)**,** που περιλαμβάνει τη συσσώρευση ενός ετερογενούς συνόλου δεδομένων σε αθροίσματα, βασιζόμενο σε

διαφορετικά χαρακτηριστικά σε ένα σύνολο δεδομένων. Για παράδειγμα, θα μπορούσαν να συλλεχθούν στοιχεία σχετικά με διάφορα εκφραζόμενα γονίδια σε μερικά δείγματα καρκινικού ιστού και μετά να συσσωρευτούν τα δείγματα όσο γίνεται καλύτερα σε ομάδες, με βάση την ομοιότητα της συνάθροισης των προφίλ έκφρασης. Εναλλακτικά, θα μπορούσε να γίνει ομαδοποίηση των γονιδίων ανάμεσα σε όλα τα δείγματα, για να εντοπισθούν τα γονίδια που παρουσιάζουν παρόμοια μοτίβα έκφρασης σε διάφορα βιολογικά δείγματα. Το πλεονέκτημα αυτού του τρόπου ανάλυσης είναι ότι είναι αντικειμενική και επιτρέπει τη σκιαγράφηση ενός πολύπλοκου σετ δεδομένων, χωρίς να έχουν γίνει *a priori* υποθέσεις. Ωστόσο, επειδή μπορεί να είναι ποικίλες οι συσχετίσεις μέσα σε ένα σετ δεδομένων, τα αποτελέσματα μ' αυτό τον τρόπο ανάλυσης δεν ανταποκρίνονται αναγκαία σε ενδιαφέρουσες κλινικές ή βιολογικές διαφοροποιήσεις (75).

Μεταξύ της επιτηρούμενης και της μη επιτηρούμενης μάθησης είναι *ημι-επιτηρούμενη μάθηση*, όπου ο δάσκαλος δίνει ένα ελλιπές εκπαιδευτικό σήμα: ένα σύνολο εκπαίδευσης με κάποια (συχνά πολλά) από τα αποτελέσματα στόχους λείπουν. Η *Μεταγωγή* είναι μια ειδική περίπτωση της αρχής αυτής, όπου το σύνολο των καταστάσεων του προβλήματος είναι γνωστό κατά το χρόνο εκμάθησης, όμως ένα μέρος των στόχων λείπουν.

Τελευταία είναι η *Ενισχυτική μάθηση*: Ένα πρόγραμμα υπολογιστή αλληλεπιδρά με ένα δυναμικό περιβάλλον στο οποίο πρέπει να επιτευχθεί ένας συγκεκριμένος στόχος (όπως η οδήγηση ενός οχήματος), χωρίς κάποιος δάσκαλος να του λέει ρητά αν έχει φτάσει κοντά στο στόχο του. Ένα άλλο παράδειγμα είναι να μάθει να παίζει ένα παιχνίδι εναντίον κάποιου αντιπάλου.

3.3. ΕΙΔΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΜΑΘΗΣΗΣ

Έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιούνται ανάλογα με τη φύση του προβλήματος και εμπίπτουν σε ένα από τα παρακάτω δυο είδη:

3.3.1. ΜΑΘΗΣΗ ΜΕ ΕΠΙΒΛΕΨΗ

Στη μάθηση με επίβλεψη το σύστημα πρέπει να «*μάθει*» επαγωγικά μια συνάρτηση που ονομάζεται *συνάρτηση στόχος* (*target function*) και αποτελεί έκφραση του μοντέλου, που περιγράφει τα δεδομένα. Η συνάρτηση στόχος χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της τιμής μιας μεταβλητής, που ονομάζεται *εξαρτημένη μεταβλητή* ή *μεταβλητή εξόδου*, βάσει

των τιμών ενός συνόλου μεταβλητών, που ονομάζονται *ανεξάρτητες μεταβλητές* ή *μεταβλητές εισόδου* ή *χαρακτηριστικά*.

Η επαγωγική μάθηση στηρίζεται στην «*υπόθεση επαγωγικής μάθησης*» (*inductive learning hypothesis*), σύμφωνα με την οποία: Κάθε υπόθεση *h* που προσεγγίζει καλά τη συνάρτηση στόχο για ένα αρκετά μεγάλο σύνολο παραδειγμάτων, θα προσεγγίζει το ίδιο καλά τη συνάρτηση στόχο και για περιπτώσεις που δεν έχει εξετάσει. Στη μάθηση με επίβλεψη διακρίνονται δυο είδη προβλημάτων (*learning tasks*), τα προβλήματα ταξινόμησης και τα προβλήματα παρεμβολής. Η ταξινόμηση (*classification*) αφορά στη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης διακριτών τάξεων (*κλάσεων/κατηγοριών*) (π.χ. ομάδα αίματος). Η παρεμβολή (*regression*) αφορά στη δημιουργία μοντέλων πρόβλεψης αριθμητικών τιμών (π.χ. πρόβλεψη ισοτιμίας νομισμάτων ή τιμής μετοχής).

3.3.1.1. ΔΕΝΔΡΑ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Το είδος αυτό μηχανικής μάθησης αφορά σε Δενδροειδή δομή που με γραφικό τρόπο περιγράφει τα δεδομένα. Έστω τα δεδομένα έκφρασης ενός γονιδίου, που περιγράφει την περίπτωση υπέρ- ή υπό-έκφρασης σε ένα κυτταρικό σύστημα. Μια αναπαράσταση σε δένδρο θα μπορούσε να έχει την μορφή ενός ιεραρχικού σχήματος με διακλαδώσεις, όπου κάθε διακλάδωση ορίζει μια συνθήκη ελέγχου της τιμής κάποιου χαρακτηριστικού των πιθανών περιπτώσεων και κάθε κλαδί που φεύγει από ένα κόμβο αντιστοιχεί σε μια διαφορετική διακριτή τιμή του χαρακτηριστικού που σχετίζεται με τον κόμβο.

Τα δένδρα ταξινόμησης χρησιμοποιούνται για να προβλέψουν, με κάποιο βαθμό ακρίβειας, την τιμή της μεταβλητής που μοντελοποιούν με βάση τις τιμές των θεωρούμενων ανεξάρτητων μεταβλητών (χαρακτηριστικών).

3.3.1.2. ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΤΑ *BAYES*

Στη μάθηση κατά *Bayes* (*Bayesian learning*) κάθε παράδειγμα εκπαίδευσης μπορεί σταδιακά να μειώσει ή να αυξήσει την πιθανότητα να είναι σωστή μια υπόθεση. Μια πρακτική δυσκολία στην εφαρμογή της μάθησης κατά *Bayes* είναι η απαίτηση για τη γνώση πολλών τιμών πιθανοτήτων. Όταν αυτές οι τιμές δεν είναι δυνατό να υπολογιστούν επακριβώς, υπολογίζονται κατ' εκτίμηση από παλαιότερες υποθέσεις, εμπειρική γνώση, κτλ. Η παραπάνω δυσκολία εφαρμογής έχει δώσει μεγάλη πρακτική αξία σε μια απλουστευμένη εκδοχή της μάθησης κατά *Bayes*, τον *απλό ταξινομητή Bayes*, στον οποίο γίνεται η παραδοχή ότι τα χαρακτηριστικά είναι ανεξάρτητα μεταξύ τους.

3.3.1.2.1. Ο ΑΠΛΟΣ ΤΑΞΙΝΟΜΗΤΗΣ ΚΑΤΑ *BAYES*

Ο απλός ταξινομητής *Bayes* (*simple/naive Bayes classifier*) είναι μια πρακτική μέθοδος μάθησης που στηρίζεται σε στατιστικά στοιχεία (κατανομές πιθανότητας). Η ποσότητα *P* που περιγράφει έναν απλό ταξινομητή *Bayes* για ένα σύνολο παραδειγμάτων εκφράζει την πιθανότητα να είναι c η τιμή της εξαρτημένης μεταβλητής *C* με βάση τις τιμές $x=(x_1, x_2,...,x_n)$ των χαρακτηριστικών $X=(X_1, X_2,...,X_n)$ και δίνεται από τη σχέση:

$$P(c \mid x) = P(c) \cdot \prod_i P(x_i \mid c)$$, **Εξίσωση 1**.

όπου τα χαρακτηριστικά X_i θεωρούνται ανεξάρτητα μεταξύ τους. Ο υπολογισμός της παραπάνω ποσότητας για ένα σύνολο *N* παραδειγμάτων γίνεται με βάση τις σχέσεις:

$$P(c) = \frac{N(c)}{N}$$, **Εξίσωση 2**.

$$P(x_i \mid c) = \frac{N(x_i \mid c)}{N(c)}$$, **Εξίσωση 3**.

$$P(x_i \mid c) = g(x_i, \mu c, \sigma c^2)$$, **Εξίσωση 4**.

Όπου το $P(x_i \mid c) = \frac{N(x_i \mid c)}{N(c)}$ ισχύει για χαρακτηριστικό X_i με διακριτές τιμές και το

$P(x_i \mid c) = g(x_i, \mu c, \sigma c^2)$ ισχύει για χαρακτηριστικό X_i με συνεχείς τιμές.

$N(c)$ είναι ο αριθμός των παραδειγμάτων που έχουν στην εξαρτημένη μεταβλητή την τιμή *c*, $N(x_i,c)$ είναι ο αριθμός των παραδειγμάτων που έχουν για το χαρακτηριστικό X_i και την εξαρτημένη μεταβλητή, τιμές x_i και *c* αντίστοιχα, και $g(x_i, \mu c, \sigma c^2)$ είναι η συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας *Gauss* με μέσο όρο μc και διασπορά σc για το χαρακτηριστικό X_i.

3.3.1.3. ΠΑΡΕΜΒΟΛΗ Ή ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΗ (*REGRESSION*)

Η διαδικασία προσδιορισμού της σχέσης μιας μεταβλητής *y* (εξαρτημένη μεταβλητή ή έξοδος) με μια ή περισσότερες άλλες μεταβλητές $x_1, x_2, ..., x_n$ (ανεξάρτητες μεταβλητές ή είσοδοι). Σκοπός της είναι η πρόβλεψη της τιμής της εξόδου όταν είναι γνωστές οι είσοδοι. Το πιο διαδεδομένο μοντέλο είναι το γραμμικό (*linear*) όπου η αναμενόμενη τιμή της εξόδου μοντελοποιείται με μία γραμμική συνάρτηση ή σταθμισμένο άθροισμα (*weighted sum*) των παραμέτρων εισόδου.

$$y_j = \beta_0 + \beta_1 x_{1,j} + \beta_2 x_{2,j} + ... + \beta_n x_{n,j}, j = 1, 2, ...m$$, **Εξίσωση 5**.

όπου *m* είναι ο αριθμός των δεδομένων (παραδειγμάτων) εκπαίδευσης, ενώ το ζητούμενο είναι να υπολογιστούν οι συντελεστές β_i. Η διαδεδομένη μέθοδος επίλυσης αυτού του προβλήματος είναι η μέθοδος των *ελαχίστων τετραγώνων* (*least squares*). Η μέθοδος αυτή ελαχιστοποιεί το σφάλμα μεταξύ της εκτιμώμενης συνάρτησης και των πραγματικών δεδομένων.

3.3.1.4. ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ (*NEURAL NETWORKS*)

Τα Νευρωνικά Δίκτυα (ΝΔ) Παρέχουν ένα πρακτικό (εύκολο) τρόπο για την εκμάθηση αριθμητικών και διανυσματικών συναρτήσεων ορισμένων σε συνεχή ή διακριτά μεγέθη. Χρησιμοποιούνται τόσο για την παλινδρόμηση (γραμμική και μη γραμμική) όσο και για την ταξινόμηση. Έχουν το μεγάλο πλεονέκτημα της ανοχής που παρουσιάζουν σε δεδομένα εκπαίδευσης με θόρυβο, δηλαδή δεδομένα που περιστασιακά έχουν λανθασμένες τιμές (π.χ. λάθη καταχώρησης). Αδυνατούν όμως να εξηγήσουν ποιοτικά τη γνώση που μοντελοποιούν.

3.3.1.5. ΜΗΧΑΝΕΣ ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΩΝ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ (*SUPPORT VECTOR MACHINES*)

Οι μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης (ΜΔΥ) στηρίζονται στη *Θεωρία Στατιστικής Μάθησης* (*Statistical Learning Theory*) και στα νευρωνικά δίκτυα τύπου *Perceptron*. Προτάθηκαν για πρώτη φορά από τον *Vladimir Vapnik* και τους συνεργάτες του το 1992 (77, 78). Η γενικότερη ιδέα στην οποία στηρίζονται είχε προταθεί αρκετά νωρίτερα (δεκαετία ’60). Έχουν εδραιωθεί ως μια από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους (γραμμικής και μη) παρεμβολής και ταξινόμησης, με πλήθος εφαρμογών. Μερικές από αυτές περιλαμβάνουν την αναγνώριση γραφής (handwriting recognition), την ταξινόμηση κειμένων (text categorization), την ταξινόμηση δεδομένων έκφρασης γονιδίων (gene expression data), κτλ. Στην περίπτωση της ταξινόμησης, οι ΜΔΥ προσπαθούν να βρουν μια υπερ-επιφάνεια (*hypersurface*) που να διαχωρίζει στο χώρο των παραδειγμάτων τα αρνητικά από τα θετικά παραδείγματα. Η υπερεπιφάνεια αυτή επιλέγεται έτσι, ώστε να απέχει όσο το δυνατόν περισσότερο από τα κοντινότερα θετικά και αρνητικά παραδείγματα (*maximum margin hypersurface*).

3.3.2. ΜΑΘΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗ

Στη μάθηση χωρίς επίβλεψη το σύστημα έχει στόχο να ανακαλύψει συσχετίσεις και ομάδες από τα δεδομένα, βασιζόμενο μόνο στις ιδιότητές τους. Σαν αποτέλεσμα προκύπτουν πρότυπα (περιγραφές), κάθε ένα από τα οποία περιγράφει ένα μέρος από τα δεδομένα. Παραδείγματα προτύπων πληροφόρησης είναι οι *κανόνες συσχέτισης* (*association rules*) και οι ομάδες (*clusters*), οι οποίες προκύπτουν από τη διαδικασία της ομαδοποίησης (*clustering*).

3.3.2.1. ΚΑΝΟΝΕΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ

Η ανακάλυψη ή εξόρυξη κανόνων συσχέτισης (*association rule mining*) εμφανίστηκε αρκετά αργότερα από τη μηχανική μάθηση και έχει περισσότερες επιρροές από την ερευνητική περιοχή των βάσεων δεδομένων. Προτάθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '90 από τον *Rakesh Agrawal* ως τεχνική ανάλυσης καλαθιού αγορών (*market basket analysis*) όπου το ζητούμενο είναι η ανακάλυψη συσχετίσεων ανάμεσα στα αντικείμενα μιας βάσης δεδομένων (79). Στο συγκεκριμένο πρόβλημα υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός αντικειμένων (items), για παράδειγμα ψωμί, γάλα, κτλ. Οι πελάτες γεμίζουν τα καλάθια τους με κάποιο υποσύνολο αυτών των αντικειμένων και το ζητούμενο είναι να βρεθεί ποια από αυτά τα αντικείμενα αγοράζονται μαζί, χωρίς να ενδιαφέρει ποιος είναι ο αγοραστής. Οι κανόνες συσχέτισης είναι προτάσεις της μορφής $\{X_1,...,X_n\} \rightarrow Y$, που σημαίνει ότι αν βρεθούν όλα τα $X_1,...,X_n$ στο καλάθι (στην ανάλυση καλαθιού αγορών) τότε είναι πιθανό να βρεθεί και το Y. Για παράδειγμα, ένας τέτοιος κανόνας θα μπορούσε να λέει: «όποιος αγοράζει καφέ (X_1) και ζάχαρη (X_2) αγοράζει και αναψυκτικά (Y)».

Απλή αναφορά ενός τέτοιου κανόνα δεν έχει μεγάλη αξία αν δε συνοδεύεται από κάποια ποσοτικά μεγέθη που μετρούν την ποιότητα των ευρεθέντων κανόνων συσχέτισης. Τέτοια μεγέθη αυτά μπορεί να είναι α) η *Υποστήριξη* (*support*) ή *κάλυψη* (*coverage*), η οποία εκφράζει την πιθανότητα να βρεθεί το καλάθι $\{X_1,...,X_n, Y\}$ στη βάση δεδομένων και ισούται με το λόγο των εγγραφών που περιλαμβάνουν το $\{X_1,...,X_n, Y\}$ προς το σύνολο των εγγραφών, β) η *Εμπιστοσύνη* (*confidence*) ή *ακρίβεια* (*accuracy*), η οποία εκφράζει την πιθανότητα να βρεθεί το Y σε ένα καλάθι που περιέχει τα $\{X_1,...,X_n\}$ και ισούται με το λόγο των εγγραφών που περιλαμβάνουν το $\{X_1,...,X_n, Y\}$ προς το σύνολο των εγγραφών που περιλαμβάνουν τα X_i.

3.3.2.2. ΟΜΑΔΕΣ (*CLUSTERS*)

Είναι πρότυπα πληροφόρησης που προκύπτουν με ομαδοποίηση (*clustering*) δηλαδή διαχωρισμό ενός συνόλου (συνήθως πολυδιάστατων) δεδομένων σε ομάδες, ώστε τα σημεία που ανήκουν στην ίδια ομάδα να μοιάζουν όσο το δυνατόν περισσότερο και τα σημεία που ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες να διαφέρουν όσο το δυνατόν περισσότερο.

3.3.2.2.1. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Υπάρχουν τρεις γενικές κατηγορίες αλγορίθμων ομαδοποίησης: α) Οι αλγόριθμοι βασισμένοι σε διαχωρισμούς (*partition based*), που προσπαθούν να βρουν τον καλύτερο διαχωρισμό ενός συνόλου δεδομένων σε ένα συγκεκριμένο αριθμό ομάδων, β) Οι ιεραρχικοί (*hierarchical*) αλγόριθμοι, που προσπαθούν με ιεραρχικό τρόπο να ανακαλύψουν τον αριθμό και τη δομή των ομάδων και γ) οι πιθανοκρατικοί (*probabilistic*) αλγόριθμοι, που βασίζονται σε μοντέλα πιθανοτήτων.

Η ομαδοποίηση απαιτεί κάποιο μέτρο της ομοιότητας ή διαφοράς μεταξύ των δεδομένων. Συνήθως υπολογίζεται η «απόσταση» μεταξύ των δεδομένων.

Έστω ένα σύνολο δεδομένων *D*, και δύο δεδομένα του, *x*, *y* που περιγράφονται από *m* χαρακτηριστικά ($x_1,x_2,\ldots,x_m$), ($y_1,y_2,\ldots,y_m$). Τυπικά μέτρα απόστασης αυτών των δύο δεδομένων είναι η απόσταση *Μανχάταν* και η *Ευκλείδεια* απόσταση.

$d(x,y)=\sum_i |x_i-y_i|$, **Εξίσωση 6**. Απόσταση Μανχάταν.

$d(x,y)=\sqrt{\sum_i (x_i-y_i)^2}$, **Εξίσωση 7**. Ευκλείδεια απόσταση.

Αν κάποια χαρακτηριστικά είναι διακριτά, τότε η απόσταση των τιμών τους θεωρείται 0, ενώ αν πρόκειται για την ίδια τιμή και 1 αν πρόκειται για διαφορετικές τιμές. Τα αριθμητικά χαρακτηριστικά θα πρέπει να ομογενοποιούνται ώστε η απόστασή τους να πέφτει μέσα στο διάστημα [0,1].

3.3.2.2.2. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΒΑΣΙΣΜΕΝΟΙ ΣΕ ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΥΣ

Ένας από τους πιο γνωστούς αλγόριθμους ομαδοποίησης αυτής της κατηγορίας είναι ο αλγόριθμος των *K-μέσων* (*K-means*). Ο αριθμός *K* των ομάδων καθορίζεται πριν την εκτέλεση του αλγορίθμου. Ο αλγόριθμος ξεκινά διαλέγοντας *K* τυχαία σημεία από τα δεδομένα ως τα κέντρα των ομάδων. Έπειτα αναθέτει κάθε σημείο στην ομάδα της οποίας το κέντρο είναι πιο κοντά (μικρότερη απόσταση) σε αυτό το σημείο. Στη συνέχεια, υπολογίζει για κάθε ομάδα το μέσο όρο όλων των σημείων της (μέσο διάνυσμα) και

ορίζει αυτό ως νέο κέντρο της. Τα δύο τελευταία βήματα επαναλαμβάνονται για ένα προκαθορισμένο αριθμό βημάτων ή μέχρι να μην υπάρχει αλλαγή στο διαχωρισμό των σημείων σε ομάδες.

Ο αλγόριθμος k-Means (ή αλλιώς c-Means ή ISODATA), προτάθηκε αρχικά από τον *Stuart Lloyd* το 1957 [8] ως μια τεχνική για παλμοκωδική διαμόρφωση σήματος (γι' αυτό και συχνά αποκαλείται επίσης «*αλγόριθμος του Lloyd*») (80, 81). Μια δεκαετία αργότερα, ο ίδιος αλγόριθμος παρουσιάστηκε παράλληλα σε δύο διαφορετικές δημοσιεύσεις: των *G. H. Ball* και *D. J. Hall* που τον ονόμασαν ISODATA [9] (82) και του *James MacQueen* που του έδωσε το όνομα *k-Means* (83). Αποτελεί έναν από τους πιο δημοφιλείς αλγορίθμους συσταδοποίησης, αφού χάρη στην απλότητα και την αποτελεσματικότητά του ενδείκνυται για το χειρισμό μεγάλου όγκου δεδομένων, ενώ παράλληλα βρίσκει εφαρμογή σε πάρα πολλά πεδία. Ήδη στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν ποικίλες δημοσιεύσεις και προτάσεις για επέκταση των δυνατοτήτων του με χρήση διαφόρων προχωρημένων τεχνικών. Ο αλγόριθμος *k-Means* ανήκει στην κατηγορία των μεθόδων που βασίζονται στη βελτιστοποίηση μιας καλά ορισμένης συνάρτησης κόστους και ο απώτερος στόχος του είναι η εύρεση συμπαγών συστάδων μέσα στο σύνολο δεδομένων. Κάνει χρήση αυστηρής συσταδοποίησης, που σημαίνει ότι για κάθε χρονική στιγμή κάθε σημείο της εισόδου μπορεί να ανήκει το πολύ σε μία συστάδα. Πιο αναλυτικά, έστω ότι έχουμε επιλέξει να μελετήσουμε M γνωρίσματα (features) για ένα συγκεκριμένο πρόβλημα, κι έτσι έχει προκύψει το σύνολο δεδομένων $X = \{x_1, x_2, ..., x_N\}$, όπου κάθε $\boldsymbol{xi}$ αποτελεί ένα διάνυσμα γνωρισμάτων M διαστάσεων. Τροφοδοτούμε τα δεδομένα στον αλγόριθμο, μαζί με ένα πλήθος συστάδων k που έχουμε επιλέξει. Έπειτα, ο *k-Means* επιλέγει τυχαία τα κέντρα $\boldsymbol{\theta_j}$, j=1,2,...,k, των k συστάδων, και σε κάθε επανάληψη: α) ορίζει κάθε πρότυπο $\boldsymbol{x_i}$ στη συστάδα με το κοντινότερο σε αυτό κέντρο και β) επαναϋπολογίζει κάθε κέντρο $\boldsymbol{\theta_j}$ ως το μέσο όρο των διανυσμάτων $\boldsymbol{x_i}$ που ανήκουν στη j-στή συστάδα. Ο αλγόριθμος τερματίζει όταν δεν υπάρχει πια καμία αλλαγή στα κέντρα $\boldsymbol{\theta_j}$. Παρατηρούμε λοιπόν ότι ο *k-Means* χρησιμοποιεί το μέσο διάνυσμα $\boldsymbol{\theta_j}$ ως αντιπρόσωπο κάθε συστάδας, μέσω της σχέσης:

$\theta_j = \frac{1}{|C_j|}\sum_{i \in C_j} x_i$, **Εξίσωση 8**. Όπου $|C_j|$ το πλήθος της j-στης συστάδας.

Παράλληλα, η συνάρτηση κόστους J που επιχειρεί να βελτιστοποιήσει ο αλγόριθμος είναι μια μετρική απόστασης (τυπικά η Ευκλείδεια απόσταση) ανάμεσα στο εκάστοτε διάνυσμα $\boldsymbol{x_i}$ και τον αντιπρόσωπο $\boldsymbol{\theta_j}$ της συστάδας στην οποία τελικά θα τοποθετηθεί, δηλαδή:

$$J(\theta) = \sum_{j=1}^{k} \sum_{i \in C_j} \left\| x_i - \theta_j \right\|^2 \text{ , } \textbf{Εξίσωση 9}.$$

και η ανάθεση του διανύσματος x_i στη συστάδα C_j γίνεται μέσω του κανόνα:

$$C_j = \{ x_i : \left\| x_i - \theta_j \right\|^2 \le \left\| x_i - \theta_p \right\|^2 , \forall j, p, j \ne p, 1 \le p \le k, 1 \le j \le k \} \text{ , } \textbf{Εξίσωση 10}.$$

Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του *k-Means* είναι ότι δεν συγκλίνει απαραίτητα στο ολικό ελάχιστο της συνάρτησης κόστους, αλλά τις περισσότερες φορές εγκλωβίζεται σε τοπικά ελάχιστα. Το γεγονός αυτό μπορεί εν μέρει να αντιμετωπιστεί με διαδοχικές εκτελέσεις του αλγορίθμου και προβολή τελικά του καλύτερου αποτελέσματος. Στην πράξη η συσταδοποίηση που επιτυγχάνει ο *k-Means* είναι αρκετά καλή και προσεγγίζει ικανοποιητικά τη βέλτιστη λύση. Αξίζει να σημειωθεί ότι το πρόβλημα συσταδοποίησης που καλείται να επιλύσει ο *k-Means* ανήκει στην κλάση NP-hard, επομένως επιδέχεται επίλυση μόνο μέσω ευριστικών μεθόδων (84).

Είναι επίσης προφανές ότι η ποιότητα των συστάδων που εντοπίζει ο αλγόριθμος εξαρτάται άμεσα και από τις αρχικές τιμές που αναθέτει στα κέντρα $\boldsymbol{\theta_j}$, αφού με διαφορετική αρχικοποίησή τους τα αποτελέσματα μπορεί να ποικίλλουν σημαντικά. Για το σκοπό αυτό έχει προταθεί μια παραλλαγή του k-Means με την ονομασία ***k-Means++*** (85), ο οποίος διαθέτει μια βελτιστοποιημένη τεχνική αρχικοποίησης των κέντρων και παρουσιάζεται συνοπτικά παρακάτω:

1. Επιλέγεται τυχαία ένα κέντρο $\boldsymbol{\theta_i}$ από τα δεδομένα, θεωρώντας ομοιόμορφη κατανομή.
2. Για κάθε διάνυσμα $\boldsymbol{x_i}$ υπολογίζεται η απόστασή του $D(\boldsymbol{x_i})$ από το κοντινότερο κέντρο.
3. Επιλέγεται ένα κέντρο $\boldsymbol{\theta_j}$ από τα δεδομένα, με πιθανότητα επιλογής του κάθε $\boldsymbol{x_i}$ ανάλογη της $D(\boldsymbol{x_i})^2$.
4. Τα βήματα 2-3 επαναλαμβάνονται μέχρι να επιλεγούν k κέντρα.
5. Στη συνέχεια εφαρμόζεται ο κλασικός *k-Means* αλγόριθμος.

Ένα ακόμη ζήτημα που πρέπει να ληφθεί υπ' όψη πριν τη χρήση του *k-Means* είναι η εύρεση μιας κατάλληλης τιμής του k για να δοθεί ως είσοδος στον αλγόριθμο. Έχουν κατά καιρούς προταθεί διάφορες μέθοδοι για την απομόνωση "καλών" τέτοιων τιμών που θα αποφέρουν ποιοτικές συστάδες και στην παρούσα εργασία θα γίνει χρήση της μετρικής $f(K)$, όπως περιγράφεται στην αντίστοιχη δημοσίευση των *D. T. Pham, S. S. Dimov* και *C. D. Nguyen* (2005) (86). Η επιλογή αυτή έγινε λόγω της σχετικά μικρής πολυπλοκότητας της μεθόδου και της αποτελεσματικότητάς της ακόμη και σε μεγάλο όγκο δεδομένων. Πιο συγκεκριμένα, ορίζεται η *παραμόρφωση* (*distortion*) ως ένα μέτρο της απόστασης ανάμεσα στα στοιχεία της συστάδας και το κέντρο της:

$I_j = \sum_{i \in C_j} \left\| x_i - \theta_j \right\|^2$, **Εξίσωση 11**.

Ο συνολικός αντίκτυπος των παραμορφώσεων όλων των συστάδων για δεδομένη τιμή του *k* δίνεται από τη σχέση:

$S_k = \sum_{j=1}^{k} I_j$, **Εξίσωση 12**.

Έπειτα οι συγγραφείς καταλήγουν στον εξής ορισμό:

$$f(k) = \begin{cases} 1, k = 1 \\ \dfrac{S_k}{\alpha_\kappa S_{k-1}}, S_{k-1} \neq 0, \forall k > 1 \\ 1, S_{k-1} = 0, \forall k > 1 \end{cases}$$, **Εξίσωση 13**.

$$a_k = \begin{cases} 1 - \dfrac{3}{4N_d}, k = 1 \\ a_{k-1} + \dfrac{1 - a_{k-1}}{6}, k > 2 \wedge N_d > 1 \end{cases}$$, **Εξίσωση 14**.

όπου N_d: οι διαστάσεις του χώρου δεδομένων και α_K: συντελεστής βάρους. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η συνάρτηση *f*(*k*) που ορίσαμε αποτελεί το λόγο της πραγματικής προς την εκτιμώμενη παραμόρφωση, κι επομένως η τιμή της ελαττώνεται όταν υπάρχουν περιοχές στο χώρο δεδομένων μας με υψηλή πυκνότητα. Έτσι λοιπόν μπορούμε να υπολογίσουμε τη μετρική αυτή για διάφορες τιμές του *k*, να επιλέξουμε εκείνες για τις οποίες η *f*(*k*) αποκτά τη μικρότερη τιμή κι εν τέλει να αποφασίσουμε για την καταλληλότερη από αυτές με εποπτεία της συσταδοποίησης που προκύπτει. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο *k-Means* είναι ευαίσθητος στο θόρυβο και την ύπαρξη ακραίων τιμών στα δεδομένα (outliers). Αν κατά την εκτέλεσή του βρεθεί αντιμέτωπος με κάποια ακραία τιμή, τότε αναπόφευκτα θα την αναθέσει σε κάποια συστάδα, επηρεάζοντας άμεσα την τιμή του αντίστοιχου κέντρου κι επομένως την ποιότητα της τελικής συσταδοποίησης. Για το λόγο αυτό ενδείκνυται να γίνεται κατάλληλη κανονικοποίηση των δεδομένων πριν από τη χρήση τους ή/και απομάκρυνση του θορύβου όπου είναι εφικτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΠΑΡΟΥΣΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η αναδιαμόρφωση του μυοκαρδίου είναι μια φθοροποιός διαδικασία, που χαρακτηρίζεται από μια σειρά δομικών και λειτουργικών μεταβολών, οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την προοδευτική αύξηση των διαστάσεων της καρδιάς και τη δυσλειτουργία αυτής. Το έμφραγμα του μυοκαρδίου αποτελεί τη συχνότερη αιτία αναδιαμόρφωσης. Εκτιμάται, ότι ακόμα και μετά από έγκαιρη αντιμετώπιση, με αγγειοπλαστική και φαρμακευτική αγωγή, η πιθανότητα εμφάνισης διαδικασιών αναδιαμόρφωσης, που πιθανώς θα οδηγήσουν σε καρδιακή ανεπάρκεια και θάνατο, είναι περίπου 30% .

Είναι γνωστό ότι μετά από Οξύ Έμφραγμα του Μυοκαρδίου (ΟΕΜ) λαμβάνουν χώρα δομικές και λειτουργικές αλλαγές στο βιώσιμο μυοκάρδιο, οι οποίες οδηγούν σε δευτερογενή έκπτωση της καρδιακής λειτουργίας. Συγκεκριμένα, η διαδικασία γνωστή ως «καρδιακή αναδιαμόρφωση» (cardiac remodeling) επιφέρει αλλαγές στην αρχιτεκτονική της καρδιάς και ειδικότερα μεταβολές στο μέγεθος, στο σχήμα και στην εσωτερική δομή των καρδιακών κοιλοτήτων, γεγονός που δρα επιβλαβώς τόσο στη συστολική, όσο και στη διαστολική λειτουργία του οργάνου. Χαρακτηριστικό της παραπάνω διαδικασίας είναι η αποδιαφοροποίηση των κυττάρων, η οποία γίνεται έπειτα από ενεργοποίηση εμβρυϊκών γονιδίων. Οι υποκείμενοι μηχανισμοί δεν είναι απολύτως κατανοητοί.

Παρότι έχει επιτευχθεί σημαντική πρόοδος στην κατανόηση της παθοφυσιολογίας της καρδιακής αναδιαμόρφωσης, δεν είμαστε ακόμη σε θέση να κάνουμε ακριβείς προβλέψεις σε πρωϊμο στάδιο για το πως θα εξελιχθεί η νόσος σε κάθε περίπτωση και να παρέχουμε θεραπευτικές στρατηγικές προσαρμοσμένες στο συγκεκριμένο ασθενή. Η αδυναμία αυτή οφείλεται στην πολύπλοκη παθοφυσιολογία της νόσου που περιλαμβάνει πλειάδα κλινικών παραμέτρων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους.

Για τους παραπάνω λόγους η μοντελοποίηση της παθοφυσιολογίας της καρδιακής αναδιαμόρφωσης με νευρωνικά κυκλώματα είναι μια νέα προσέγγιση που μπορεί να επιτύχει την ενσωμάτωση πολλαπλών τύπων δεδομένων σε ένα μοντέλο. Η Μηχανική Μάθηση (MachineLearning) είναι ένα πεδίο της Επιστήμης των Υπολογιστών η οποία εξελίχθηκε από την μελέτη της αναγνώρισης προτύπων (PatternRecognition) και την υπολογιστική θεωρία μάθησης στην τεχνιτή νοημοσύνη (ArtificialIntelligence). Τα Νευρωνικά Δίκτυα είναι μια οικογένεια μοντέλων που προσομοιώνουν την βιολογική

λειτουργία των βιολογικών νευρωνικών δικτύων και χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση συναρτήσεων οι οποίες εξαρτώνται από ένα μεγάλο αριθμό εισόδων. Τα Τεχνητά Νευρωνικά Δίκτυα συνήθως αναπαριστώνται ως ένα σύστημα διασυνδεδεμένων νευρώνων που ανταλλάσουν μεταξύ τους μηνύματα. Οι συνδέσεις έχουν αριθμητικά βάρη τα οποία προσαρμώζονται με βάση νέα παραδείγματα κάνοντας το δίκτυο ευπροσάρμοστο στις εισόδους και με αυτόν το τρόπο θεωρείται ότι είναι ικανό για μάθηση.

Στόχος της παρούσας μελέτης είναι **να χρησιμοποιήσει υπάρχοντα πειραματικά δεδομένα** από πειραματόζωα που υποβλήθηκαν σε έμφραγμα του μυοκαρδίου και **να δημιουργήσει ένα υπολογιστικό μοντέλο** που θα μπορεί να υπολογίζει με ακρίβεια την επιδείνωση της καρδιακής λειτουργίας και την ανάπτυξη καρδιακής ανεπάρκειας λαμβάνοντας υποψην δεδομένα όπως το μέγεθος της βλάβης, το χρονικό διάστημα από τη βλάβη, την τοιχωματική τάση, τη γεωμετρία της καρδιάς, την υπερτροφία, την καρδιακή συχνότητα κτλ. Το μοντέλο αυτό μπορεί να αποτελέσει το πρώτο βήμα για τη **δημιουργία ενός *in silico παθολογικού μοντέλου*** που θα ελέγχει το αποτέλεσμα νέων φαρμακολογικών προσεγγίσεων.

επίμυων

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 - ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η παρούσα μελέτη περιελάμβανε τη διερεύνηση της επίδρασης της θυροξίνης (T_4) σε *in vivo* μοντέλα επίμυων, μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου. Ως εκ τούτου, οι πειραματικές διατάξεις, που χρησιμοποιήθηκαν αφορούσαν στην εν γένει πρόκληση εμφράγματος του μυοκαρδίου και στην μετέπειτα αξιολόγηση του καρδιακού τραύματος είτε χειρουργικά είτε υπερηχογρφικά προς διαπίστωση των μηχανισμών, που διέπουν το έμφραγμα του μυοκαρδίου και τη συσχέτιση του με τη θυροξίνη.

ΥΛΙΚΟ

Για τις ανάγκες της παρούσης εργασίας, χρησιμοποιήθηκαν επίμυες τύπου *Wistar* (*Rattus Norvegicus*). Οι επίμυες, διατηρήθηκαν σε 12-ωρες εναλλαγές φωτός/σκότους. Ο πειραματισμός με τη χρήση επίμυων έγινε σύμφωνα με τις οδηγίες (*Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*) του Εθνικού Ινστιτούτου Υγείας των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής (ΗΠΑ) (*United States National Institutes of Health Guide (NIH Pub. No. 83-23, Revised 1996)*). Η παρούσα μελέτη έλαβε έγκριση από την Επιτροπή Βιοηθικής του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών (ΕΚΠΑ).

Η ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

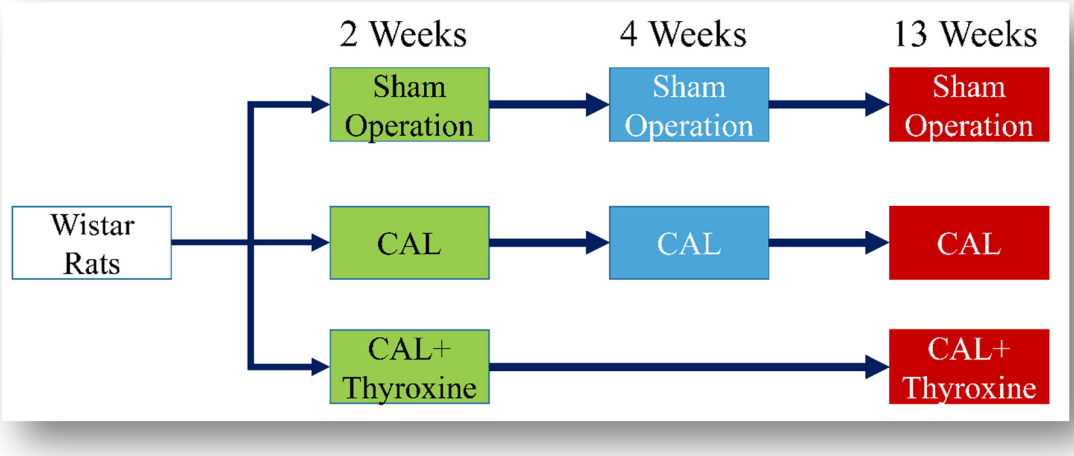
Οι επίμυες υπόκειντο σε αναισθησία με70mg/kg υποδόρια ένεση *κεταμίνης* (*ketamine*) και 0.1mg/kg *μιδαζολάμης* (*midazolam*). Οι επίμυες παρέμεναν διασωληνωμένοι μέσω της τραχείας και η οξυγόνωση επιτυχάνετο μέσω μηχανισμού αναπνευστήρα (Harvard Apparatus, Inspira, 50 breaths per min, 1ml per 100g tidal volume). Ταυτόχρονα, χορηγείτο 1-2% *σεβοφλουράνη* (*sevoflurane*) προς συντήρηση της αναισθησίας.

Οι επίμυες υπέστησαν χειρουργική διαδικασία κατά την οποία προσομοιώνετο το έμφραγμα του μυοκαρδίου. Πιο συγκεκριμένα, η αριστερή στεφανιαία αρτηρία απολινώθηκε χειρουργικά και με τον τρόπο αυτό προσομοιώθηκε το έμφραγμα του καρδιακού μυ. Το νήμα συρραφής της αρτηρίας, ήταν από μετάξι τύπου 6-0.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, οι επίμυες παρακολουθούντο μέσω ηλεκτροκαρδιογραφήματος με σκοπό να καταγραφούν πιθανές αλλαγές στην καρδιακή λειτουργία. Ειδικότερα, παρακολουθείτο το τμήμα S-T του καρδιογραφήματος, αφού

είναι ο χαρακτηριστικός δείκτης του εμφράγματος. Η θερμοκρασία σώματος των επίμυων κρατήτο σταθερή με τη χρήση ομοιοθερμικού σκεπάσματος (Harvard Homeothermic blanket). Οι επίμυες αφέθηκαν να αναρρώσουν για 2, 4 και 13 εβδομάδες μετά το έμφραγμα του μυοκαρδίου αντίστοιχα. Η ίδια διαδικασία ακολουθείτο και σε μια ακόμα ομάδα επίμυων στην οποία ακολουθείτο ακριβώς η ίδια διαδικασία αλλά χωρίς να προκαλείται σε αυτά έμφραγμα του μυοκαρδίου. Οι επίμυες ήταν ηλικίας 12-16 εβομάδων κατά το χρόνο των επεμβάσεων. Επι του συνόλου σε 75 επίμυες έγινε η επέμβαση χωρίς την πρόκληση εμφράγματος (sham operation (SO)) ενώ σε 87 επίμυες έγινε πρόκληση εμφράγματος του μυοκαρδίου με σύμφυση της μιτροειδούς αρτηρίας (*coronary artery ligation* (CAL)).

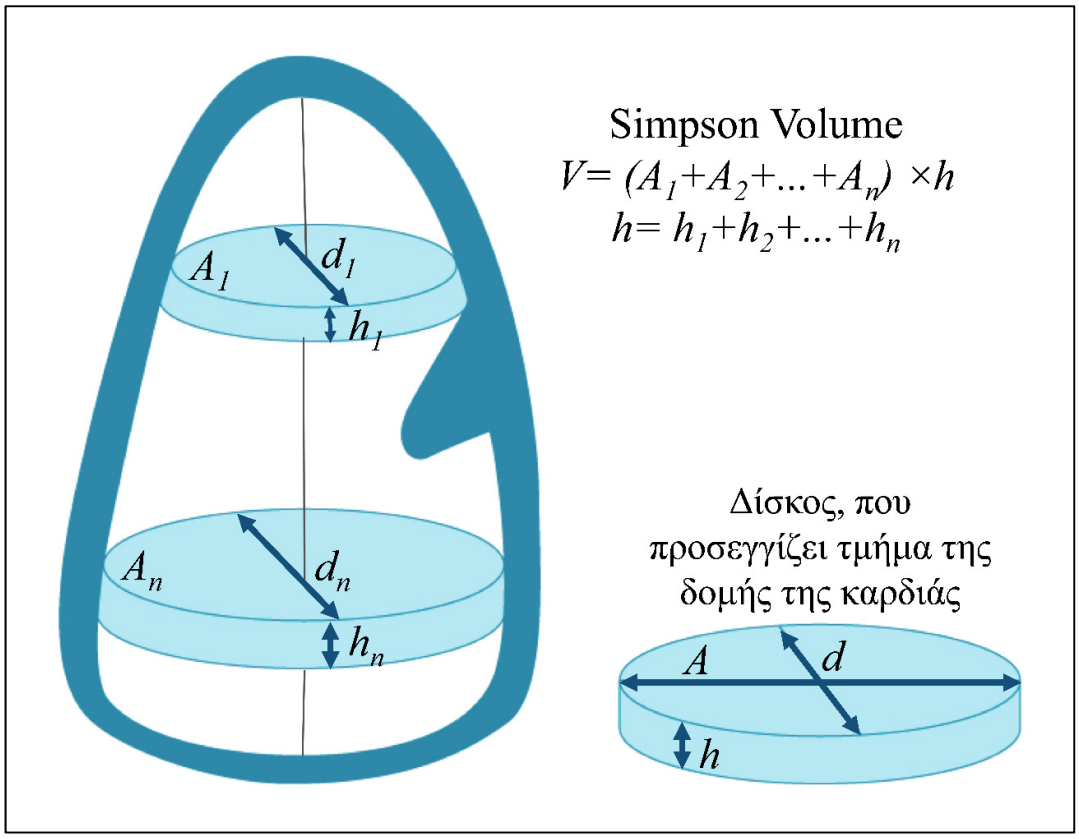
Στο τέλος κάθε χρονικής περιόδου (ήτοι τις 2, 4 και 13 εβδομάδες) οι επίμυες υπόκειντο σε αναισθησία με υδροχλωρική κεταμίνη (ketamine hydrochloride) και μιδαζολάμη (midazolame) και ακολουθούσε υπερηχοκαρδιογραφία. Μετά το πέρας του υπερηχοκαρδιογραφήματος οι επίμυες χειρουργούντο και ακολουθούσε αφαίρεση της καρδιάς. Μετά την αφαίρεση της καρδιάς ζυγίζετο η αριστερή κοιλία (*Left Ventricle* (LV)), και αφαιρείτο το προκαλούμενο, από το έμφραγμα, τραύμα (scar) της αριστερής κοιλίας. Το αποσπασθέν τμήμα της αριστερής κοιλίας, ζυγίζετο και μετράτο καθώς και τα αποτελέσματα καταγράφοντο σε mg και mm αντίστοιχα. Η πειραματική διαδικασία παρουσιάζεται συνοπτικά στο **Διάγραμμα 1**. Οι επίμυες που υποβλήθηκαν σε απόφραξη της αριστερής στεφανιαίας αρτηρίας χωρίστηκαν σε δυο ομάδες μετά την επέμβαση. Η μια ομάδα έλαβε κανονική τροφή επίμυων, ενώ η δεύτερη ομάδα έλαβε τροφή που περιείχε σκόνη από θυρεοειδή αδένα 0.05% (Sigma, T1251, περιέχουσα 0.42 μg/mg T_3 και 1.7 μg/mg T_4) για το αντίστοιχο χρονικό διάστημα. Η μέση ημερήσια πρόσληψη θυρεοειδικής ορμόνης ανα επίμυ υπολογίστηκε σε 3.0 μg T_3 και 12 μg T_4.



Διάγραμμα 1. Διαγραμματική αναπαράσταση της πειραματικής διαδικασίας. Οι επίμυες χωρίσθηκαν σε τρεις ομάδες, η πρώτη ομάδα αφορούσε σε επίμυες οι οποίοι υπεβλήθησαν στη χειρουργική διαδικασία αλλά χωρίς την πρόκληση εμφράγματος. Η δεύτερη ομάδα αφορούσε σε επίμυες, οι οποίοι υπεβλήθησαν σε χειρουργική διαδικασία και ταυτοχρόνως σε πρόκληση εμφράγματος. Η τρίτη ομάδα αφορούσε σε ομάδα επίμυων η οποία υπεβλήθη σε χειρουργική διαδικασία με ταυτόχρονη πρόκληση εμφράγματος και χορήγηση θυροξίνης (**CAL**: *Coronary Artery Ligation*).

ΥΠΕΡΗΧΟΚΑΡΔΙΟΓΡΑΦΗΜΑ

Η λήψη των εικόνων υπερηχοκαρδιογραφίας, έγινε με ειδικό εξοπλισμό και λογισμικό το Vivid 7 version Pro ultrasound system (GE Healthcare), το οποίο ήταν εξοπλισμένο με κεφαλή 14.0-MHz (i13L). Οι εικόνες αξιολογήθηκαν από δύο ανεξάρτητους, ειδικούς χειριστές, οι οποίοι δεν γνώριζαν την πειραματική διαδικασία. Οι υπολογιζόμενες παράμετροι περιελάμβαναν τη διάμετρο της αριστερής κοιλίας (LV diameter) κατά το τέλος της διαστολικής φάσης (*end-diastolic phase* (LVIDd)), τη διάμετρο της αριστερής κοιλίας (LV diameter) κατά το τέλος της συστολικής φάσης (*end systolic phase* (LVIDs)), το πάχος του οπίσθιου κοιλιακού τοιχώματος κατά το τέλος της διαστολικής φάσης (wall thickness at end-diastolic phase (LVPW)) και το κλάσμα εξωθήσεως (*ejection fraction* (EF)). Για τον υπολογισμό του κλάσματος εξωθήσεως (EF) χρησιμοποιήθηκε η τροποποιημένη σχέση *Simpson* (*Simpson equation*). Το EF% χρησιμοποιήθηκε προς υπολογισμό της συνολικής συστολικής και διαστολικής ικανότητας της αριστερής κοιλίας (**Διάγραμμα 2**).



Διάγραμμα 2. η μέθοδος *Simpson* για τον υπολογισμό του όγκου της καρδιάς. Η καρδιά θεωρείται ως ένας ακανόνιστος κύλινδρος, ο οποίος διαμερίζεται σε επιμέρους μικρότερους κυλίνδρους, για τους οποίους είναι ευκολότερο να υπολογισθεί ο όγκος τους. Ως εκ τούτου, ο συνολικός όγκος της καρδιάς είναι το άθροισμα των επιμέρους όγκων των κυλίνδρων. Με τροποποίηση της μεθόδου αυτής, μπορεί να υπολογισθεί ο όγκος για τμήματα της καρδίας, όπως η αριστερή κοιλία.

Η συστολική ταχύτητα κίνησης του οπίσθιου τοιχώματος (Systolic velocity of posterior wall radial displacement (SVPW)) υπολογίσθηκε και χρησιμοποιήθηκε για τον υπολογισμό την τοπική συστολική και διαστολική ικανότητα της αριστερής κοιλίας. Η παράμετρος SVPW μετρήθηκε με τη χρήση ενός δυσδιάστατου υπερηχογραφήματος, τα οποία ελήφθησαν από πολλαπλά επίπεδα της αριστερής κοιλίας. Η παράμετρος SVPW υπολογίσθηκε με βάση τον ακόλουθο τύπο:

$u = \frac{ds}{dx}$, **Εξίσωση 15**. Υπολογισμός παραμέτρου SVPW.

Όπου u είναι η ταχύτητα, s είναι η απόσταση και t είναι ο χρόνος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΣΥΛΛΟΓΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

6.1. ΣΥΛΛΟΓΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΚΑΙ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ

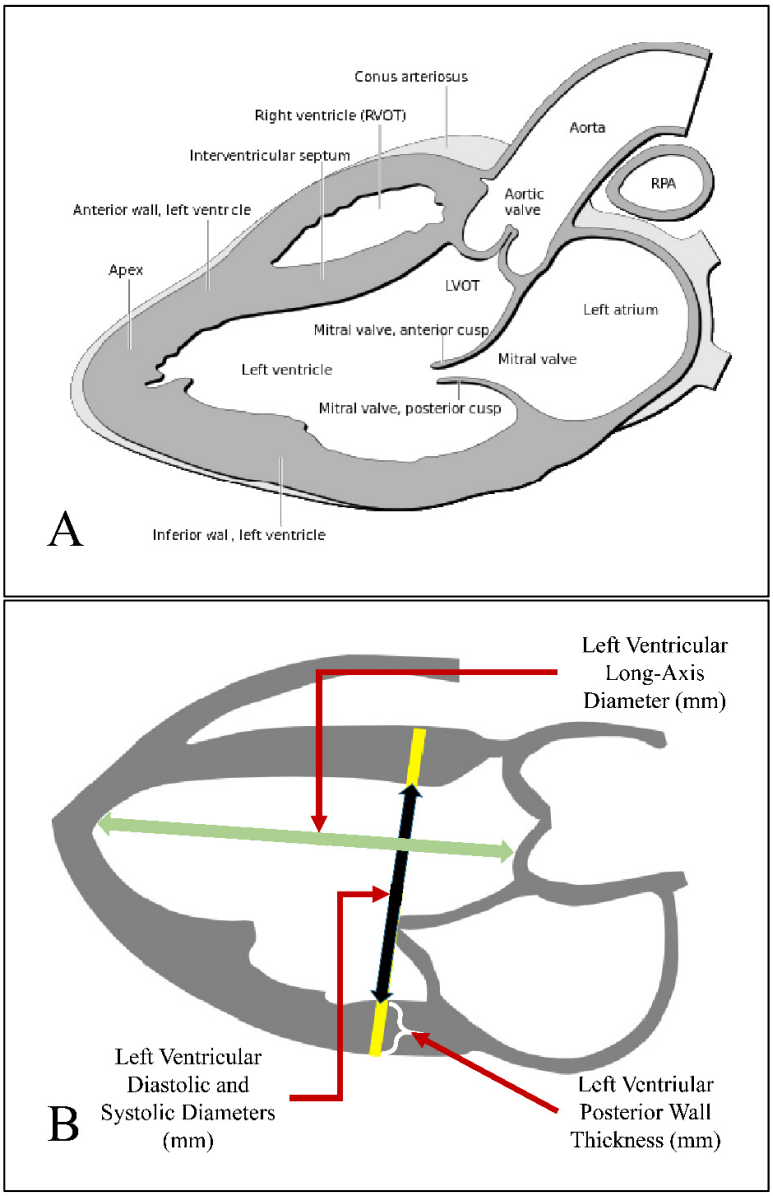
Έγινε προσπάθεια προσομοίωσης των δεδομένων και εφαρμογής τους πάνω σε ένα γενικότερο πλαίσιο μαθηματικής διατύπωσης. Τα δεδομένα ταξινομήθηκαν με το πρόγραμμα Microsoft Ecxel® (Microsoft Corporation) και όλες οι αναλύσεις και διαγράμματα, εικόνες έγιναν με το υπολογιστικό περιβάλλον MATLAB (The Mathworks Inc. Natick MA) με τη δημιουργία κώδικα. Το περιβάλλον αυτό είναι ένα εξαιρετικά ευέλικτο και ισχυρό εργαλείο για την ανάλυση πάσης φύσεως δεδομένων. Είναι στην ουσία μια γλώσσα προγραμματισμού ειδικευμένη στη διαχείριση πινάκων και μαθηματικών προβλημάτων. Η κύρια διαδικασία που ακολουθήθηκε για όλων των τύπων τα δεδομένα αφορούσε στην αρχική ταξινόμηση τους με το Microsoft Excel ® (Microsoft Corporation) και τη μετέπειτα εισαγωγή τους στο περιβάλλον MATLAB. Η ανάλυση των δεδομένων στο περιβάλλον MATLAB έγινε με τη συγγραφή κώδικα.

Τα δεδομένα ταξινομήθηκαν με βάση τον τρόπο επέμβασης (sham vs. CAL), τη χορήγηση ή μη θυροξίνης και τη χρονική περίοδο, που διήρκεσε η πειραματική διαδικασία (ήτοι 2, 4 και 13 εβδομάδες).

Οι μεταβλητές, που συλλέχθησαν αφορούσαν στις εξής: i) *surgery* (*intervention*), ii) *Thyroxine treatment*, iii) *Duration of intervention*, iv) *Body Weight* (BW) (gr), v) *LV-end diastolic diameter* (cm), vi) *LV-end systolic diameter* (cm), vii) *LV posterior wall thickness* (cm), viii) *long axis diameter* (cm), ix) *LV ejection fraction* (%), x) *systolic velocity* (cm/sec), xi) *Wall tension index* (ratio), xii) *sphericity index* (ratio), xiii) *Heart beats* (beats per min), xiv) *Left ventricular weight* (mg), xv) *scar weight* (mg), xvi) *scar area* (mm^2).

Οι μεταβλητές αυτές συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 4**), όπου παρουσιάζονται οι μεταβλητές μαζί με τη σημασία τους για την καρδιακή φυσιολογία και τον τρόπο υπολογισμού τους, όπου αυτό είναι απαραίτητο.

Επίσης, οι βασικές μετρήσεις στην καρδιακή χώρα παρουσιάζονται στο παρακάτω διάγραμμα (**Διάγραμμα 3**).



Διάγραμμα 3. Διαγραμματική παρουσίαση της καρδιακής ανατομίας σε συνδυασμό με τα σημεία μέτρησης παραμέτρων της καρδιακής λειτουργίας.

Μεταβλητή	**Είδος Μεταβλητής**[2]	**Τιμές που μπορεί να λάβει**	**Μονάδα Μέτρησης**	**Τρόπος μέτρησης ή υπολογισμού**[3]	**Φυσιολογική Σημασία**
Surgery (intervention)	Nominal	Sham Operation (SO) και CAL	Non-dimensional	None	Αφορά στη διαδικασία της επέμβασης. Η ομάδα επίμυων SO δέχθηκε όλη την επεμβατική διαδικασία αλλά δεν υπεβλήθη σε χειρουργικό έμφραγμα. Αντίθετα η ομάδα CAL υπεβλήθη σε χειρουργικό έμφραγμα.
Duration of Intervention	Nominal	2, 4, 13 Weeks	Non-dimensional	None	Αφορά στο χρόνο, που η κάθε ομάδα επίμυων παρέμεινε σε μια πειραματική διαδικασία πριν θυσιασθεί με σκοπό να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις.
Thyroxine Treatment	Nominal	YES, NO	Non-dimensional	None	Αφορά στη χορήγηση θυροξίνης ή μη, στις ομάδες επίμυων.
Body Weight	Numerical	$\mathbb{R}$	gr	Balance	
LV-end diastolic diameter	Numerical	$\mathbb{R}$	mm, cm/100	echocardiography	Αφορά στη διάμετρο της αριστερής κοιλίας κατά τη διαστολή (**Διάγραμμα 3**).
LV-end systolic diameter	Numerical	$\mathbb{R}$	mm, cm/100	echocardiography	Αφορά στη διάμετρο της αριστερής κοιλίας κατά τη συστολή (**Διάγραμμα 3**).
LV-posterior wall thickness	Numerical	$\mathbb{R}$	mm, cm/100	echocardiography	Αφορά στο πάχος του οπίσθιου καρδιακού μυ της αριστερής κοιλίας (**Διάγραμμα 3**).
LV-long-axis diameter	Numerical	$\mathbb{R}$	mm, cm/100	echocardiography	Αφορά στη διαμήκη διάμετρο της αριστερής κοιλίας (**Διάγραμμα 3**).
LV-Ejection Fraction	Numerical	$\mathbb{R}$	%	Echocardiography, computation[4] $EF = \frac{V_{Ej}}{V_{Filled}} \cdot 100$	Είναι το κλάσμα επι τοις 100, του αίματος που εξέρχεται της καρδιάς μετά από μια συστολική κίνηση προς το συνολικό όγκο της καρδιάς όταν γεμίζει με αίμα κατά τη διάρκεια μιας διαστολικής κίνησης.

[2] Ονομαστική (Nominal) ή αριθμητική (numerical).

[3] Εφόσον απαιτείται, ή η μεταβλητή προκύπτει από κάποιο υπολογισμό.

[4] *EF*: Ejection Fraction, V_{Ej}: Volume of blood ejected by the heart at one stroke, V_{Filled}: Volume of filled heart.

Systolic Velocity	Numerical	$\mathbb{R}$	cm/sec	Echocardiography, computation[5] $u_{systolic} = \frac{ds}{dt}$	Εκφράζει την ταχύτητα του αίματος κατά τη συστολή.
Wall tension Index	Numerical	$\mathbb{R}$	ratio	Echocardiography, computation[6] $T_{index} = \frac{P_V V_V}{d_V}$	Προκύπτει από το νόμο του *Laplace*, όπου ο δείκτης προκύπτει από το γινόμενο της πίεσης της κοιλίας επί τον όγκο αυτής προς το πάχος του μυ της κοιλίας. Υψηλές τιμές του δείκτη μετά από έμφραγμα υποδηλώνουν αυξημένη ενδοκοιλοτική πίεση που δεν αντιρροπείται από καρδιακή υπερτροφία.
Sphericity Index (SI)	Numerical	$\mathbb{R}$	ratio	Echocardiography, computation[7] $SI_{index} = \frac{V_{LV\_End\_Diastolic\_long\_axis}}{V_{LV\_End\_Diastolic\_diameter}}$ (87, 88)	Ο δείκτης αυτός εκτιμά τη διαταραχή στη γεωμετρία της αριστερής κοιλίας μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου. Όσο πλησιάζει ο λόγος προς τη μονάδα τόσο η αριστερή κοιλία είναι σφαιρικότερη, ενώ φυσιολογικά έχει ελλειψοειδές σχήμα (λόγος 1.8-2.0) (87, 88).
Heart Beats	Numerical	$\mathbb{Z}^{+,*}$	Beats/min	Measurements	Αφορά στους καρδιακούς σφυγμούς.
Left ventricular weight	Numerical	$\mathbb{R}$	mg	Balance, Measurements	Αφορά στο βάρος της αριστερής κοιλίας, το οποίο είναι ενδεικτικό της καρδιακής ατροφίας ή υπερτροφίας (89, 90).
Scar weight	Numerical	$\mathbb{R}$	mg	Balance, Measurements	Αφορά στο βάρος του καρδιακού τραύματος μετά το χειρουργικό έμφραγμα.
Scar area	Numerical	$\mathbb{R}$	mm^2	Balance, Measurements	Αφορά στην επιφάνεια του καρδιακού τραύματος μετά το χειρουργικό έμφραγμα.

Πίνακας 4. Σύνοψη των μεταβλητών, που εκτιμήθηκαν στην παρούσα μελέτη.

[5] *EF*: Ejection Fraction, V_{Ej}: Volume of blood ejected by the heart at one stroke, V_{Filled}: Volume of filled heart.

[6] *T*: tension index, P_V: pressure of ventricle, V_V: volume of ventricle, d_V: ventricle wall diameter.

[7] $V_{LV\_End\_Systolic}$ *: LV end-systolic volume,* $4\pi d^2$*: volume of theoretical sphere that has a diameter of d. d corresponds to the LV long-axis diameter. SI: Sphericity Index.*

6.2. ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

6.2.1. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Έγινε χρήση στατιστικών εργαλείων για την ανάλυση των δεδομένων. Μεταξύ άλλων, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής μεθοδολογίες:

$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} x_i$, **Εξίσωση 16**. Υπολογισμός της μέσης τιμής.

$\sigma = \sqrt{\int_x (x-\mu)^2 p(x) dx}$, **Εξίσωση 17.** Υπολογισμός τυπικής απόκλισης (standard deviation).

$t = \frac{\bar{x} - \mu_0}{s/\sqrt{n}}, (A)$

$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{x_1 x_2}\sqrt{\frac{2}{n}}}, (B)$, **Εξίσωση 18**. *One-sample* (A) και *two-sample* (B) T-test.

Για την ανίχνευση σημαντικών διαφορών σε ομαδοποιημένες μεταβλητές έγινε χρήση της μεθόδου Kruskal-Wallis και ANOVA.

Σε συνέχεια αυτού, έγινε η συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών με τη συσχέτιση κατά *Pearson* (*Pearson's Correlation Coefficient* (*r*)). Ο δείκτης αυτός διερευνά αν δύο σειρές δεδομένων έχουν γραμμική συσχέτιση ή όχι. Για να ορισθεί αυτό πιο σωστά, ο παράγοντας *r* ορίζεται ως:

$r = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y})^2}}$, **Εξίσωση 19**. Pearson's Correlation Coefficient.

6.2.2. ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

6.2.2.1. ΒΑΣΙΚΟΙ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΟΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Στην υποενότητα αυτή θα αναφερθούμε στις βασικές μαθηματικές έννοιες, πάνω στις οποίες στηρίχθηκαν όλα τα υπόλοιπα παρατιθέμενα στοιχεία και αναλύσεις. Θα αναφερθούμε σε βασικούς μαθηματικούς ορισμούς, θεωρήματα και προτάσεις.

Ορισμός 1. Ορισμός της συνάρτησης *ένα-προς-ένα* (1-1):

$\underset{\varepsilon\xi'ορισμ.}{\Leftrightarrow} \forall y \in \mathrm{R}(f) \ \exists\ \mathrm{x} \in \mathrm{D}(f) : \mathrm{f}(x) = y\}$.

Ορισμός 2. Ορισμός της συνάρτησης ένα-προς-ένα (1-1) : {θα λέμε ότι η *f* είναι (1-1)}

$\underset{\varepsilon\xi'ορισμ.}{\Leftrightarrow} \{\forall x_1,x_2\, D(f)\, με\, x_1 \neq x_2 \Rightarrow f(x_1) \neq f(x_2)\}$.

Ορισμός 3. Ορισμός της συνάρτησης ένα-προς-ένα (1-1) : {θα λέμε ότι η *f* είναι (1-1)}:

$\underset{ορσ.}{\Leftrightarrow} \{\forall x_1,x_2 \in D(f)\, με\, f(x_1)=f(x_2) \Rightarrow x_1,x_2\, x_1=x_2\}$.

Ορισμός 4. Η έννοια της συνάρτησης γενικά: Έστω δύο μη κοινά σύνολα *A*, *B*. Το τυχαίο στοιχείο του *A* το συμβολίζουμε με *x* και το τυχαίο στοιχείο του *B* με *y*. Έστω ότι κάθε στοιχείο *x* του *A* με κάποιο νόμο ή διαδικασία *f* αντιστοιχεί σε ένα μόνο στοιχείο *y* του Β, τότε το νόμο *f* το λέμε συνάρτηση (ή μονοσήμαντη απεικόνιση) του *A* στο *B*. Για να δηλώσουμε ότι έχουμε μία συνάρτηση f του *A* στο *B* γράφουμε: έστω η συνάρτηση *f* του *A* στο *B*: *f*: *A*→*B*. Στη συνάρτηση *f*: *A*→*B*, αν το *x* , έχει αντίστοιχο στοιχείο το $y \in B$ το γράφουμε *y=f(x)* και λέμε ότι ο x είναι αρχέτυπο του y και ότι ο y είναι εικόνα το x ή ότι το y είναι η τιμή της συνάρτησης *y* στο *x*.

Παρατηρούμε ότι από τον ορισμό της συνάρτησης *f: A→ B* , εννοούμε ότι: Είναι δυνατό περισσότερα από ένα στοιχεία του *A* να έχουν την ίδια εικόνα στο *B*. Επίσης, είναι δυνατό να υπάρχει στοιχείο του *B* που να μην είναι τιμή της συνάρτησης.

Ορισμός 5. Πεδίο ορισμού συνάρτησης: Έστω η συνάρτηση *y:A→B*. Το σύνολο *A* το λέμε πεδίο ορισμού και το συμβολίζουμε με το *D(f)*. Το *B* το λέμε σύνολο άφιξης. Το σύνολο των στοιχείων του *B* που είναι τιμές της *f*, το λέμε πεδίο τιμών της *f* και το συμβολίζουμε με *f(A)* ή με *R(f)*, δηλαδή $\{R(f) = \{y \in B: \exists x \in A\, με\, f(x)=y\}$ και ισχύει $R(f) \subseteq B$. Αν συμβαίνει να είναι *R(f)=B*, τότε τη συνάρτηση τη λέμε του *A* επί του *B*.

Ορισμός 6. Γράφημα – Γραφική Παράσταση Συνάρτησης: Έστω η συνάρτηση y το σύνολο των διαταγμένων ζευγών: πρότυπο – εικόνα δηλαδή το σύνολο *{x,f(x),* $\forall x \in$ *D(f)}*. Το συμβολίζουμε S_f και το λέμε γράφημα της συνάρτησης *f*.

Παρατήρηση: Είναι γνωστό, όμως, ότι κάθε ζευγάρι πραγματικών αριθμών παριστάνεται γεωμετρικά στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων *x*×*y* με ένα σημείο. Άρα, το γράφημα S_f παριστάνει γεωμετρικά ένα σύνολο σημείων όπου το κάθε ένα έχει τετμημένη $x \in D(f)$ και τεταγμένη την αντίστοιχη τιμή της *f* στην θέση *x*, δηλαδή το *f(x)*, που το λέμε γραφική παράσταση της *y* ή διάγραμμα της *f*.

Ορισμός 7. Πραγματική Συνάρτηση – Πραγματικές Μεταβλητές: Τις συναρτήσεις *f*: *A→B*, όπου $A \subseteq R$ και $B \subseteq R$, θα τις λέμε πραγματικές συναρτήσεις πραγματικών μεταβλητών.

Στη συνέχεια, με τον όρο συνάρτηση θα εννοούμε τη πραγματική συνάρτηση πραγματικών μεταβλητών με τις οποίες θα ασχοληθούμε. Τις συναρτήσεις αυτές θα τις ορίσουμε με μία παράσταση *fv(x)* του *x*.

Ορισμός 8. Μονοτονία συνάρτησης: θα λέω ότι η *f* είναι γνησίως αύξουσα στο $A \subseteq D(f)$ $\underset{ορσ.}{\Leftrightarrow} \{\forall x_1, x_2 \in A \,με\, x_1 < x_2 \Rightarrow f(x_{1)} < f(x_2)\}$.

Ορισμός 9. Μονοτονία συνάρτησης: θα λέω ότι η *f* είναι γνησίως φθίνουσα στο $A \subseteq D(f)$ $\underset{ορσ.}{\Leftrightarrow} \{\forall x_1, x_2 \in A \,με\, x_1 > x_2 \Rightarrow f(x_{1)} > f(x_2)\}$.

Ορισμός 10. Άρτια Συνάρτηση: θα λέμε ότι η *f* είναι άρτια $\underset{ορσ.}{\Leftrightarrow}$ $\left\{\forall x \in D(f) \,ισχύουν \begin{matrix} \alpha \cdot (-x) \in D(f) \\ \beta \cdot f(-x) = f(x) \end{matrix}\right\}$.

Ορισμός 11. Περιττή Συνάρτηση: θα λέμε ότι η *f* είναι περιττή $\underset{ορσ.}{\Leftrightarrow}$ $\forall x \in D(f) \,ισχύουν \begin{matrix} \alpha . (-x) \in D(f) \\ \beta . f(-x) = -f(x) \end{matrix}$.

Ορισμός 12. Περιοδική Συνάρτηση: θα λέμε ότι η *f* είναι περιοδική $\underset{ορσ.}{\Leftrightarrow}$ $\exists \tau \in R^* : \forall x \in D(f) \,να\, ισχύουν : \begin{cases} \alpha \cdot (x+\tau) \in D(f) \\ \beta \cdot f(x+\tau) = f(x) \end{cases}$. Το *τ* το λέμε περίοδο της *f*.

Π.χ. είναι γνωστό ότι το *ημ(x+2π)=ημx* για όλη τη συνάρτηση *f(x)=ημx*. Ισχύει λοιπόν *f(x+2π)=f(x)*, άρα είναι περιοδική και μία περίοδος της είναι το *2π*.

Παρατήρηση: Από τον **Ορισμός 12** μπορεί να δειχθεί ότι αν έστω η *f* μια περιοδική συνάρτηση και *τ* μία περίοδος της. Οι αριθμοί *ν*, *τ* $\forall x \in \mathbb{Z}^*$ είναι επίσης περίοδοι, (δηλαδή αν μία συνάρτηση έχει περίοδο, τότε έχει άπειρες περιόδους). Την πιο μικρή από τις θετικές περιόδους (αν υπάρχει) τη λέμε βασική περίοδο.

Ορισμός 13. Σύνθεση Συναρτήσεων: Έστω οι συναρτήσεις $g \wedge f$. Ο τύπος *f(g(x))* έχει νόημα για τα *x* εκείνα για τα οποία είναι *x* $\in D(g) με\, g(x) \in D(f)$. Αν λοιπόν, το σύνολο $A = \{x \in D(g) : g(x) \in D(f) \,είναι\, \neq \varnothing\}$ τότε ο τύπος *f(g(x))* ορίζει τη συνάρτηση, $\forall x \in A$, που τη συμβολίζουμε $h = f \circ g$ και τη λέμε Σύνθεση των *g* και *f*.

Ορισμός 14. Συνέχεια συνάρτησης σε σημείο: Θα λέμε ότι η *f* είναι συνεχής στο $x_0 \in D(f) \underset{ορσ.}{\Leftrightarrow} \left\{ \lim_{x \to x_0} f(x) = f(x_0) \right\}$.

Ορισμός 15. Συνέχεια συνάρτησης σε όλο το πεδίο ορισμού: Θα λέμε ότι η *f* είναι συνεχής η $f \overset{ορσ.}{\Leftrightarrow}$ είναι συνεχής σε κάθε σημείο του *D(f)*.

Ορισμός 16. Πλευρική συνέχεια: Θα λέμε ότι η *f* είναι συνεχής αριστερά στο $x_0 \in D(f) \underset{ορσ.}{\Leftrightarrow} \left\{ \lim_{x \to x_0^-} f(x) = f(x_0) \right\}$.

Ορισμός 17. Πλευρική συνέχεια: Θα λέμε ότι η *f* είναι συνεχής από δεξιά στο $x_0 \in D(f) \underset{ορσ.}{\Leftrightarrow} \left\{ \lim_{x \to x_0^+} f(x) = f(x_0) \right\}$.

Ορισμός 18. Λόγος Μεταβολής: Έστω μια συνάρτηση *f* και $x0 \in D(f)$. Θεωρώ μια νέα

$$\frac{f(x)-f(x_0)}{x-x_0} \forall x \in D(f) - \{x_0\}$$

συνάρτηση με τύπο . Τη συνάρτηση αυτή την ονομάζουμε *λ(χ)* και τη λέμε λόγο μεταβολής της *f* μεταξύ των x_0 και *x* ή πηλίκο διαφόρων

$$\lambda(x) = \frac{f(x)-f(x_0)}{x-x_0}, x \in D(f) - \{x_0\}$$

της *f* στο x_0 δηλαδή .

Ορισμός 19. Παράγωγος: Έστω η *f*, $x0 \in D(f)$ Θα λέμε ότι η *f* είναι παραγωγίσιμη στο x_0 $\underset{ορσ.}{\Leftrightarrow} \left\{ \exists στο \ \mathbb{R} το \lim_{x \to x_0} \lambda(x) \right\}$. $\lim_{x \to x_0} \lambda(x) = f'(x_0)$ και το λέμε παράγωγο της *f* στο x_0 δηλαδή $f'(x_0) = \lim_{x \to x_0} \frac{f(x)-f(x_0)}{x-x_0} \in \mathbb{R}$.

Ορισμός 20. Συνάρτηση Πρώτης, Δεύτερης κ.λ.π. Νιοστής Παραγώγου: Έστω η *f* ΠΑΡΑΓΩΓΙΣΙΜΗ. Ορίζουμε μία νέα συνάρτηση ως εξής: Κάθε $x0 \in D(f) \rightarrow f'(x_0) = \lim_{x \to x_0} \frac{f(x) - f(x_0)}{x - x_0}$. Τη νέα συνάρτηση την ονομάζουμε συνάρτηση πρώτης παραγώγου *f* και τη συμβολίζουμε *f'(x)* ή *f(1)* ή $\frac{df(x)}{dx}$. Προφανώς *D(f')=D(f)*. Αν η *f* ήταν παραγωγίσιμη σε ένα πεδίο $Δ \subseteq D(f)$, τότε πάλι ορίζεται η συνάρτηση *f(x)* αλλά *D(f)=Δ*. Θεωρούμε τώρα τη συνάρτηση *g(x)=f'(x)*. Δέχομαι ότι η *g* είναι παραγωγίσιμη,

οπότε ορίζω όπως και προηγουμένως τη συνάρτηση *g΄(x)*, που τη συμβολίζω *f΄΄(x)* ή *f(2)(x)* ή $\frac{d^2 f(x)}{d^2 x}$ και τη λέω συνάρτηση δεύτερης παραγώγου της *f*. Οπότε, επαγωγικά μπορώ να ορίσω τη συνάρτηση νιοστής παραγώγου της συνάρτησης *f*, που τη συμβολίζουμε f(v)(x) ή $\frac{d^n f(x)}{d^n x}$.

Ορισμός 21. $\alpha_1 + \alpha_2 + \cdots + \alpha_\nu = \sum_{\kappa-1}^{\nu} \alpha_\kappa$.

Ορισμός 22. $\sum_{\kappa-1}^{\nu} (\lambda \alpha_\kappa) = \lambda \sum_{\kappa-1}^{\nu} \alpha_\kappa$.

Ορισμός 23. $\sum_{\kappa-1}^{\nu} (\alpha_\kappa \pm \beta_\kappa) = \sum_{\kappa-1}^{\nu} \alpha_\kappa \pm \sum_{\kappa-1}^{\nu} \beta_\kappa$.

Ορισμός 24. Έστω το διάστημα [*α,β*] και το $x_0, x_1, x_2, \ldots, x_n$ στοιχεία του τέτοια ώστε $\left\{ \begin{array}{c} \alpha \cdot x_0 = a \cdot x_\nu = \beta \\ \beta \cdot x_0 < x_1 < x_2 \cdots < x_\nu \end{array} \right\}$, τότε το σύνολο *δ={x0,x1,x2,...xn}* το λέμε μια διαμέριση του [*α,β*]. Ορίζουμε το θετικό αριθμό $x_k - x_{k-1} = \delta x_k \; \forall \kappa = 1,2,...,n$. Το μέγιστο (max) του συνόλου *{δx1, δx2,...,δxn}* το συμβολίζουμε $\varpi(\sigma)$ και το λέμε πλάτος της διαμέρισης.

Ορισμός 25. Έστω η *f* συνεχής στο [*α, β*] και *δ={x0,x1,x2,...xn}* μία διαμέριση του [*α, β*]:

$$\left\{ \begin{array}{l} Έστω \, \xi_1 \, τυχαίο \; του \; [x_0, x_1] \\ Έστω \, \xi_2 \, τυχαίο \; του \; [x_1, x_2] \\ Έστω \, \xi_\nu \, τυχαίο \; του \; [x_{\nu-1}, x_\nu] \end{array} \right\},$$

δηλαδή έχω ξ_κ τυχαίο των [x_{k-1}, x_k], *k=1,2,3,...,n*. Σχηματίζω το άθροισμα $f(\xi_1)\delta x_1 + f(\xi_2)\delta x_2 + ... + f(\xi_\nu)\delta x_\nu = \sum_{\kappa=1}^{\nu} f(\xi_\kappa)\delta x_\kappa$. Δηλαδή έχω τη διαμέριση *δ* με πλάτος $\varpi(\sigma)$ και τον αριθμό $\sum_{\kappa=1}^{n} f(\xi_\kappa)\delta x_\kappa$ με ξ_n τυχαίο του [x_{k-1},x_k]. Θεωρώ ότι αντιστοιχεί στην ακολουθία πλατών $\varpi(\delta_n)$ και στην ακολουθία $\sum_{\kappa=1}^{\nu} f(\xi_\kappa)\delta x_\kappa, \nu \in \mathbb{N}^*$,

όπου ξ_k τυχαίο του $[x_{k-1},x_k]$. Αν για την ακολουθία δn συμβαίνει η ακολουθία $\varpi(\delta_n)$ να είναι μηδενική, τότε αποδεικνύεται ότι η ακολουθία $\sum_{\kappa=1}^{\nu} f(\xi_\kappa)\delta x_\kappa, \nu \in \mathbb{N}^*$ συγκλίνει στο $\mathbb{R}$ και το $lim\sum_{\kappa=1}^{\nu} f(\xi_\kappa)\delta x_\kappa \underline{\underline{\sigma\upsilon\mu\beta.}} \int_\alpha^\beta f(x)dx$ και το λέμε ολοκλήρωμα ή άθροισμα f από α έως β, δηλαδή $\int_a^b f(x)dx = \lim \sum_{k=1}^{n} (\xi_k)\delta x_k, \xi_k \in [x_{k-1}, x_k]$.

Ορισμός 26. $\int_{\alpha}^{\beta} = \int_{\alpha}^{\gamma_1} + \int_{\gamma_1}^{\gamma_2} + \int_{\gamma_2}^{\gamma_3} + \cdots + \int_{\gamma_\kappa}^{\beta}$, όπου $\gamma_1,\gamma_2,\ldots,\gamma_\kappa \in [\alpha,\beta]$ τυχαίοι.

Ορισμός 27. $\int_\alpha^\beta F'(x)\, g(x)dx = [F(x)]_\alpha^\beta - \int_\alpha^\beta F(x)\, g(x)dx$. Η *F(x)* λέγεται παράγουσα συνάρτηση της *f(x)*.

Ορισμός 28. Εμβαδό: Έστω η *f* συνεχής στο [*α, β*] με $f(x) \geq 0, \forall x \in [a,\beta]$. Αν *E* είναι το εμβαδό που περικλείεται από το γράφημα της *f*, του *xx'* και τις ευθείες με εξισώσεις *x=α* και *x=β*, τότε αποδεικνύεται ότι $\mathrm{E} = \int_\alpha^\beta f(x)\, dx$.

6.2.2.2. ΠΟΛΥΩΝΥΜΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ

Η πρώτη κατηγορία προσομοιώσεων που χρησιμοποιήθηκε αφορούσε στην προσπάθεια προσέγγισης των δεδομένων. Έγινε δηλαδή προσπάθεια περιγραφής ενός φαινομένου με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή μια γενικευμένη περιγραφή του, τουλάχιστον στο βαθμό που επιτρέπει το εύρος των δεδομένων. Έτσι λοιπόν, για τα χρονικά όρια και συγκεντρώσεις που μελετήθηκαν η καταλληλότερη μέθοδος παρουσιάστηκε να είναι η πολυωνυμική.

Οι πολυωνυμικές συναρτήσεις ακολουθούν το γενικό τύπο:

$y = a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \ldots + a_1 x + a_0$, **Εξίσωση 20**.

Πιο συγκεκριμένα, για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν πολυωνυμικές συναρτήσεις 2ου και 3ου βαθμού ή αλλιώς της μορφής:

$y = a_2x^2 + a_1x + a_0$, **Εξίσωση 21.**

$y = a_3x^3 + a_2x^2 + a_1x + a_0$, **Εξίσωση 22**.

Με τον τρόπο αυτό έγιναν γενικευμένα μοντέλα της συμπεριφοράς των μεταβλητών *in vivo*.

6.2.3. ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΚΑΝΟΝΙΚΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Αφού γίνει η συλλογή και ταξινόμηση των δεδομένων, το επόμενο βήμα περιλαμβάνει την ταξινόμησή τους σε ομάδες, τέτοιες που να αποδίδουν κάποια λειτουργία ή νόημα στα δεδομένα. Έτσι λοιπόν, υπάρχουν αρκετές τέτοιες μέθοδοι, όπως είναι οι *Hierarchical Clustering with Eucledian Distance*, *Principal Component Analysis*, *k-means* clustering και άλλοι. Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν δύο από αυτούς τους αλγόριθμους δηλαδή η ιεραρχική ταξινόμηση (*Hierarchical Clustering*) και ο *k-means* clustering αλγόριθμος.

Οι δύο αυτοί αλγόριθμοι υπολογίζουν τη σχετική απόσταση μεταξύ δύο μεταβλητών και κατόπιν ομαδοποιούν τις μεταβλητές, που βρίσκονται πλησιέστερα. Ο όρος απόσταση δεν έχει φυσική έννοια παρά μόνο αλγεβρική. Στην περίπτωση της ιεραρχικής ταξινόμησης, η οποία εξετάσθηκε πρώτη, γίνεται η υπόθεση ότι δύο μεταβλητές έχουν επίπεδα έκφρασης *α* και *β* αντίστοιχα και τότε η απόσταση μεταξύ τους ορίζεται ως:

$\|\alpha - \beta\|_2 = \sqrt{\sum_i (\alpha_i - \beta_i)^2}$ **, Εξίσωση 23**.

Σε συνέχεια των αλγορίθμων, ο επόμενος που χρησιμοποιήθηκε ήταν ο αλγόριθμος *k-means*. Η ιδιαιτερότητα του αλγόριθμου αυτού, έγκειται στο γεγονός ότι προσπαθεί να προσομοιώσει ένα πλήθος παρατηρήσεων σε ένα άλλο πλήθος υποομάδων (clusters). Για να διατυπωθεί αυτό πιο ορθά:

Έστω ένα πλήθος παρατηρήσεων που ανήκει σε ένα σύνολο ***X***, τέτοιο ώστε $X=(x_1, x_2, x_3,\ldots,x_n)$, όπου κάθε παρατήρηση είναι ένα διάνυσμα *d* διαστάσεων. Ο αλγόριθμος k-means, προσπαθεί να προσομοιώσει τις παρατηρήσεις σε ένα νέο σύνολο ομάδων ***S***, πλήθους *k*, τέτοιο ώστε $S=(s_1, s_2, s_3,\ldots,s_k)$ $(k<n)$. Ο τρόπος με τον οποίο γίνεται η ταξινόμηση αυτή και κατά συνέπεια απαραίτητη συνθήκη για να μπουν τα στοιχεία του ***X*** σε μια ίδια υποομάδα είναι να πληρούν το κριτήριο του *ελάχιστου αθροίσματος των*

τετραγώνων (*minimum sum of squares*). Για να διατυπωθεί πιο ορθά:

$$\arg_s \min \sum_{i=1}^{k} \sum_{x_j \in S_i} \left\| x_j - \mu_i \right\|^2 \text{ , } \textbf{Εξίσωση 24}.$$

Στους παραπάνω αλγόριθμους αναφερθήκαμε εκτενώς στην ενότητα της «*Εισαγωγής*».

6.2.4. ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

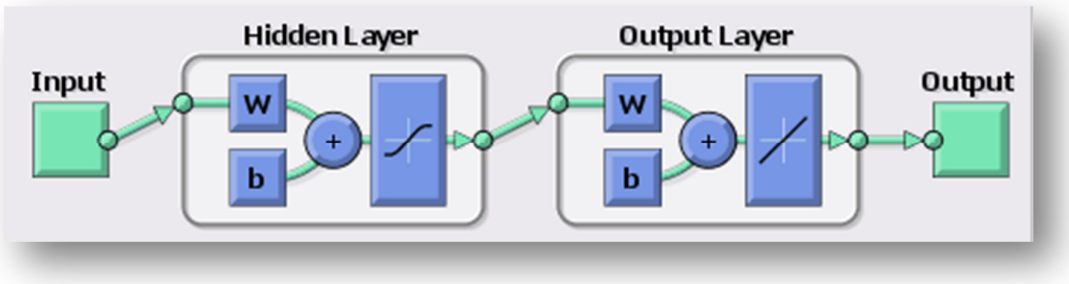
Η επίλυση του προβλήματος των συσχετίσεων των μεταβλητών με τη χρήση νευρωνικών δικτύων έγινε με το υπολογιστικό περιβάλλον MATLAB (The Mathworks Inc. Natick MA). Το υπολογιστικό περιβάλλον χρησιμοποιεί έναν αλγόριθμο δύο επιπέδων απλής τροφοδότησης (feed-forward), με μια σιγμοειδή κρυφή συνάρτηση του τύπου,

$\Phi(S_i) = \frac{1}{1+e^{-aS_i}}$, **Εξίσωση 25**.

και ως έξοδο μια γραμμική συνάρτηση του τύπου,

$\Phi(S_i) = \lambda S_i$, **Εξίσωση 26**.

Συνήθως οι νευρώνες είναι οργανωμένοι σε επίπεδα: Στο *Επίπεδο εισόδου*, στο *Επίπεδο εξόδου*, σε *Κρυφά επίπεδα* (κανένα, ένα ή και περισσότερα), σε *Πλήρως συνδεδεμένα* ΤΝΔ (fully connected). Κάθε νευρώνας συνδέεται με όλους τους νευρώνες του επόμενου επιπέδου και διακρίνεται σε *μερικώς συνδεδεμένα* ΤΝΔ (partially connected), που αφορά σε νευρώνες που δεν συνδέονται με όλους τους νευρώνες του επόμενου επιπέδου, σε *Δίκτυα με απλή τροφοδότηση* (feedforward), σε δίκτυα όπου δεν υπάρχουν συνδέσεις μεταξύ νευρώνων ενός επιπέδου και νευρώνων προηγούμενου επιπέδου, σε δίκτυα με ανατροφοδότηση (feedback ή recurrent), όπου υπάρχουν συνδέσεις μεταξύ νευρώνων ενός επιπέδου και νευρώνων προηγούμενου επιπέδου. Η γενική δομή των νευρωνικών δικτύων παρουσιάζεται στο **Διάγραμμα 4**.



Διάγραμμα 4. Διαγραμματική αναπαράσταση του νευρωνικού δικτύου του λογισμικού MATLAB.

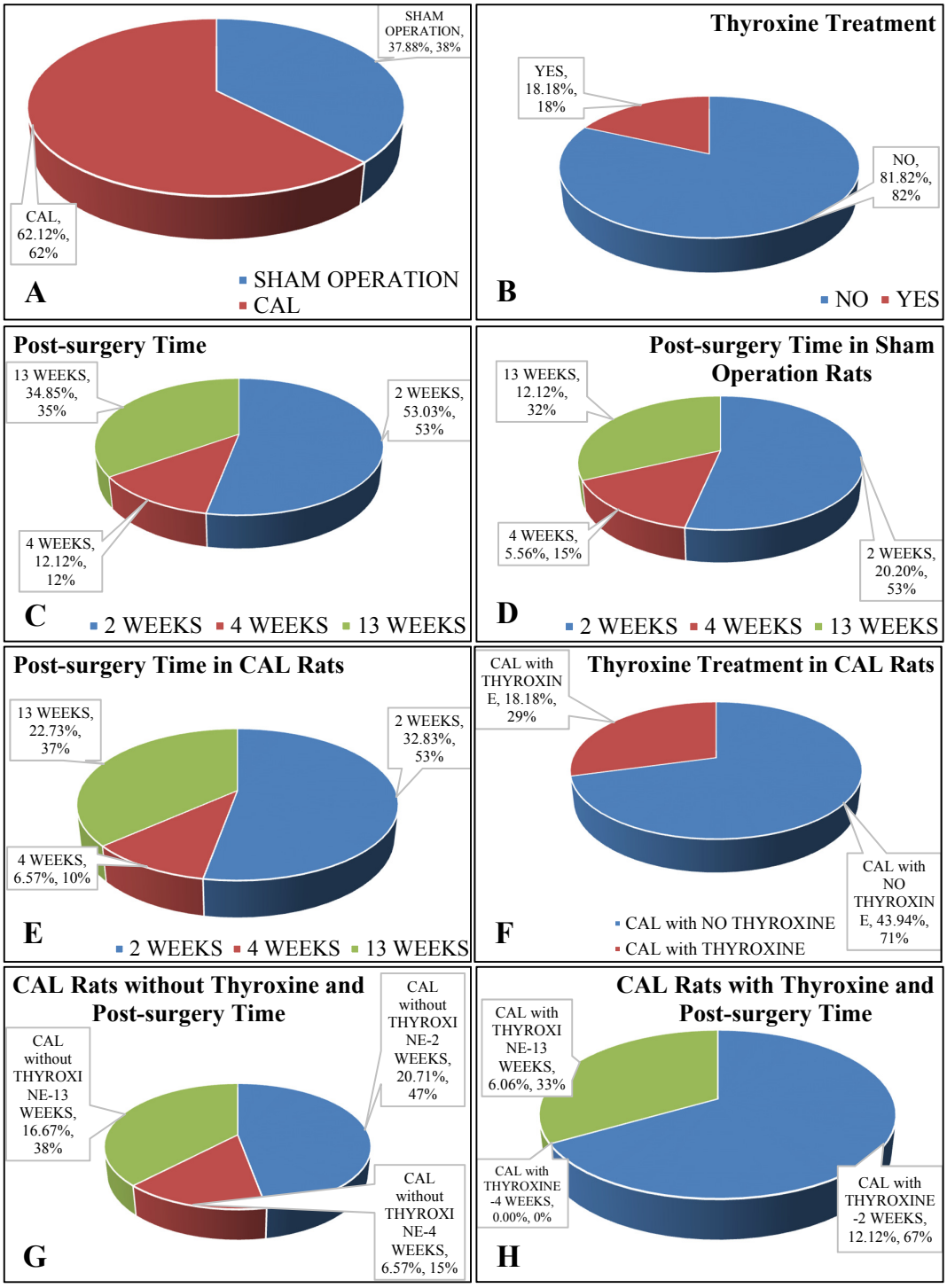
Στο υπολογιστικό περιβάλλον MATLAB οι αλγόριθμοι εκπαίδευσης που χρησιμοποιούνται οι *Levenberg-Marquardt*, ο αλγόριθμος με *Bayensian Regularization* και *Scale Conjugate Gradient*. Στη μαθηματική σκέψη ο αλγόριθμος *Levenberg–Marquardt algorithm* (LMA), επίσης γνωστός και ως μέθοδος *damped least-squares*

(DLS) χρησιμοποιείται για την επίλυση μη γραμμικών προβλημάτων ελαχίστων τετραγώνων. Τέτοιου είδους προβλήματα ελαχιστοποίησης προκύπτουν ειδικότερα σε προβλήματα παλινδρόμησης ελαχίστων τετραγώνων. Ο αλγόριθμος LMA έχει την ιδιότητα να ταυτοποιεί ένα τοπικό ακρότατο, συνήθως τοπικό ελάχιστο, το οποίο δεν είναι απαραίτητα και ολικό ακρότατο. Ο αλγόριθμος LMA υπολογίζει τιμές μεταξύ του αλγόριθμου *Gauss–Newton algorithm* (GNA) και τη μέθοδο *gradient descent*.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΠΕΡΙΓΡΑΦΙΚΗ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Από το σύνολο των επίμυων το 38% χρησιμοποιήθηκε για τα πειράματα ελέγχου, αυτά δηλαδή όπου οι επίμυες χειρουργήθηκαν αλλά χωρίς την πρόκληση εμφράγματος, ενώ το ποσοστό των επίμυων στους οποίους προκλήθηκε χειρουργικό έμφραγμα ήταν 62% (**Εικόνα 8A**). Αντίστοιχα, από το σύνολο των επίμυων το 18% έλαβε συμπληρωματική θεραπεία με θυροξίνη ενώ το 82% όχι (**Εικόνα 8B**). Ο συνολικός χρόνος των πειραματικών διαδικασιών ήταν 13 εβδομάδες και οι επίμυες, που μελετήθηκαν στις 2 εβδομάδες ήταν 53%, στις 4 εβδομάδες 12% και στις 13 εβδομάδες 35% αντίστοιχα (**Εικόνα 8C**). Απομονώνοντας τον πληθυσμό των επίμυων οι οποίοι αποτελούσαν την ομάδα ελέγχου το 20% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για τις πρώτες δύο εβδομάδες, το 5.56% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για τις πρώτες 4 εβδομάδες και το 12.12% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) για 13 εβδομάδες (**Εικόνα 8D**). Τα ποσοστά των επίμυων, που υπέστησαν έμφραγμα επί του συνόλου τους, το 32.83% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για δύο εβδομάδες, το 6.57% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για τέσσερις εβδομάδες και το 22.73% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για 13 εβδομάδες (**Εικόνα 8E**). Αντίστοιχα, εντός του πληθυσμού των επίμυων, που υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα το 18.18% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) έλαβε συμπληρωματική θεραπεία θυροξίνης ενώ το 43.94% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) δεν έλαβε συμπληρωματική θεραπεία (**Εικόνα 8F**). Απομονώνοντας, την ομάδα επίμυων, στους οποίους προκλήθηκε χειρουργικό έμφραγμα αλλά και οι δεν έλαβαν συμπληρωματική θεραπεία με θυροξίνη, το 20.71% μελετήθηκε για 2 εβδομάδες (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων), το 6.57% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για 4 εβδομάδες, ενώ το 16.67% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για 13 εβδομάδες (**Εικόνα 8G**). Τέλος, απομονώνοντας, την ομάδα επίμυων, στους οποίους προκλήθηκε χειρουργικό έμφραγμα αλλά και οι οποίοι έλαβαν συμπληρωματική θεραπεία με θυροξίνη, το 12.12% μελετήθηκε για 2 εβδομάδες (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων), κανένας εκ των επίμυων δεν μελετήθηκε για 4 εβδομάδες, ενώ το 6.06% (ως προς το συνολικό πληθυσμό επίμυων) μελετήθηκε για 13 εβδομάδες (**Εικόνα 8H**).



Εικόνα 8. Περιγραφικά στατιστικά στοιχεία των επίμυων και κατηγοριοποίηση τους με βάση τη συμμετοχή τους στις πειραματικές διατάξεις. Στις εικόνες **D-H** το πρώτο ποσοστό στη λεζάντα είναι ως προς το συνολικό πληθυσμό των επίμυων (n=198), ενώ το δεύτερο έχει υπολογισθεί ως προς το σύνολο του πληθυσμού στον οποίο αναφέρεται η περιγραφή.

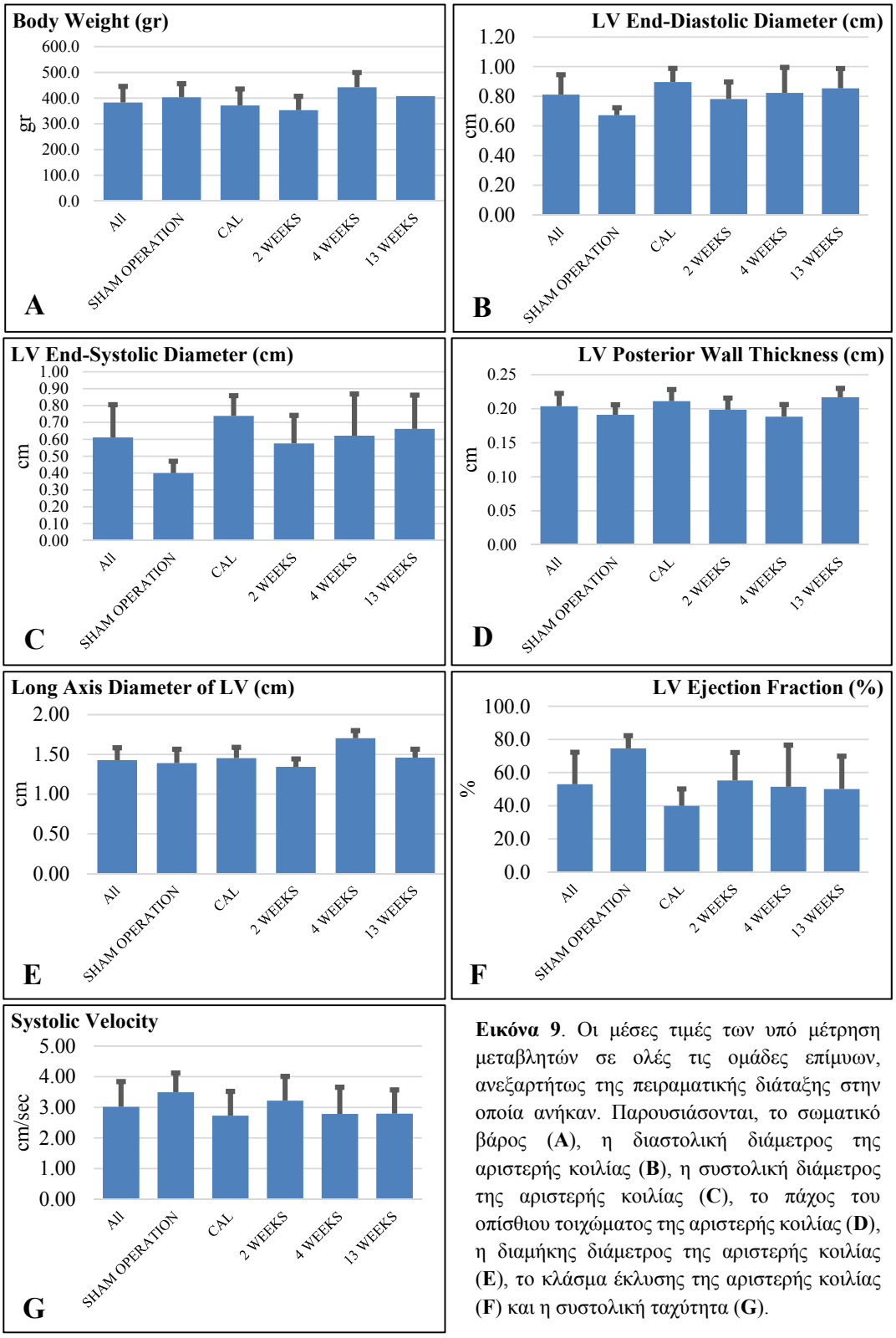
Στις παρακάτω εικόνες (**Εικόνα 9**, **Εικόνα 10**) παρουσιάζονται οι μέσες τιμές (±τυπική απόκλιση) των τιμών των μεταβλητών που μελετήθηκαν σε όλο τον πληθυσμό ανεξαρτήτως από την πειραματική διάταξη, που ανήκαν οι επίμυες.

Αντίστοιχα, στην **Εικόνα 11** και στην **Εικόνα 12** , παρουσιάζονται οι συγκρίσεις μεταξύ των πειραμάτων ελέγχου και των επίμυων υπό χειρουργικό έμφραγμα ως προς το χρόνο διάρκειας του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται το βάρος των επίμυων (**Εικόνα 11A**), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 11B**), η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 11C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 11D**), το κλάσμα της εξωθήσεως (**Εικόνα 11E**), η συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 11F**), ο δείκτης τάσεως του τοιχώματος (**Εικόνα 11G**).

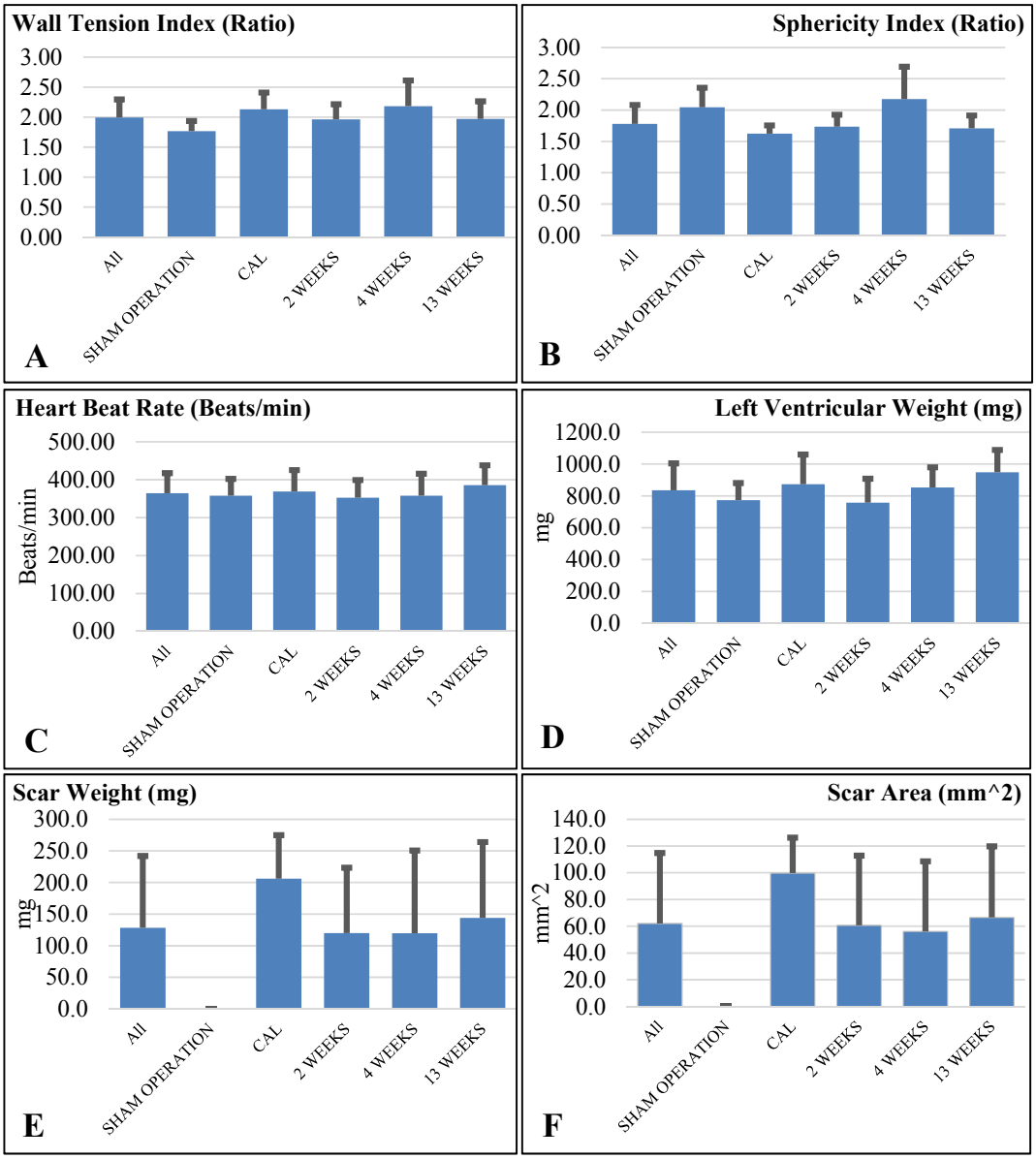
Επίσης, σε συνέχεια των παραπάνω παρατηρήσεων στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται η διάμετρος του διαμήκους άξονα της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 12A**), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (**Εικόνα 12B**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 12C**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 12D**), ο καρδιακός σφυγμός (**Εικόνα 12E**) και η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (**Εικόνα 12F**).

Τέλος, στην **Εικόνα 13** παρουσιάζονται οι τιμές των μεταβλητών στην υποομάδα των επίμυων, που υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και στους οποίους χορηγήθηκε ή μη θυροξίνη. Ειδικότερα, παρουσιάζονται, το βάρος (**Εικόνα 13A**), οι διάμετροι της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 13B**), το κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 13C**), η συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 13D**), ο δείκτης της τάσεως του τοιχώματος και της σφαιρικότητας (**Εικόνα 13E**), ο καρδιακός σφυγμός (**Εικόνα 13F**), το βάρος της αριστερής κοιλίας και του τραύματος του καρδιακού μυ (**Εικόνα 13G**) και η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (**Εικόνα 13H**). Στην **Εικόνα 14** παρουσιάζονται όλες οι τιμές των μεταβλητών, που παρουσιάσθηκαν στην **Εικόνα 13**.

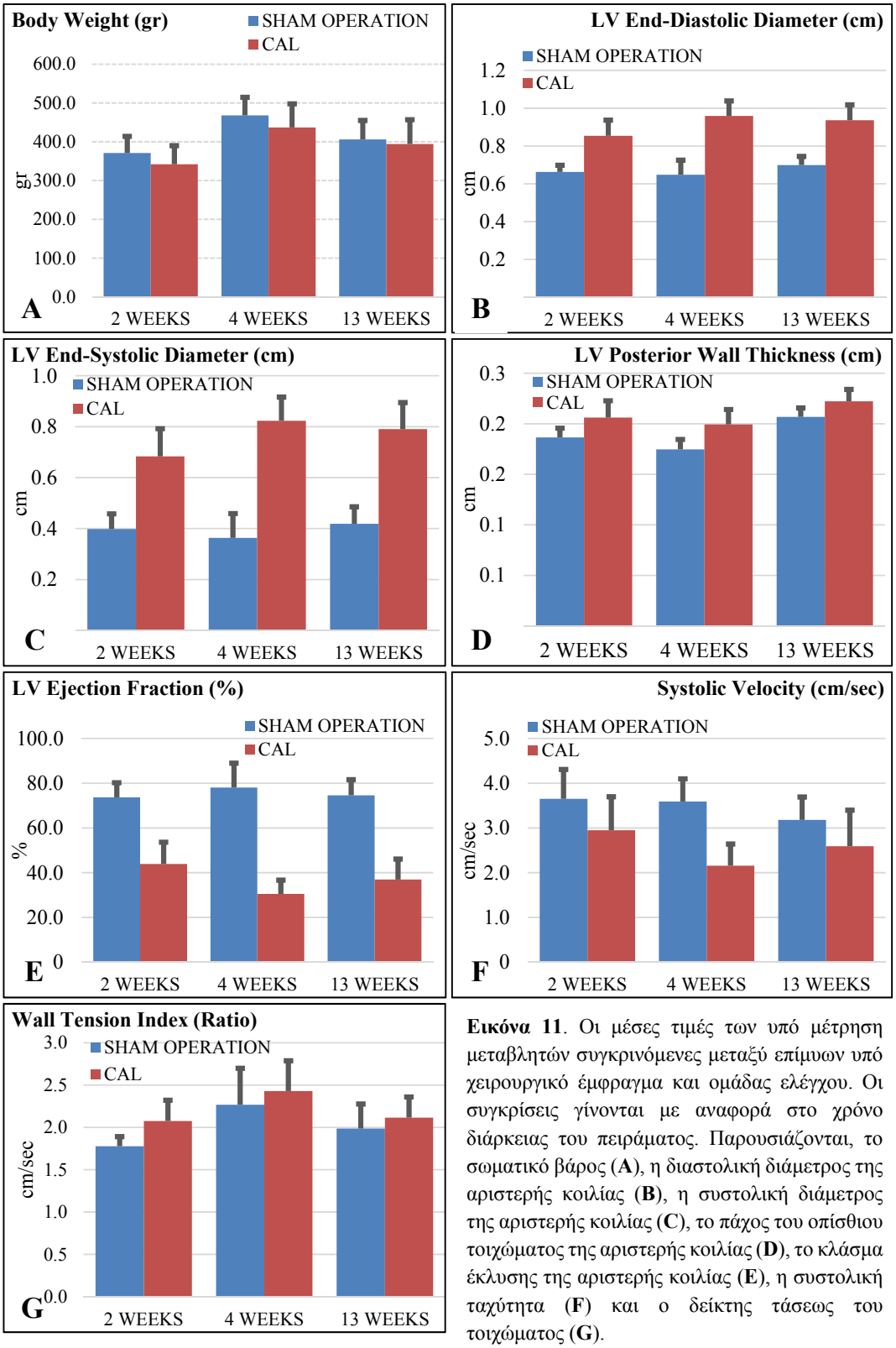
Όλες οι τιμές που παρουσιάζονται αφορούν στις μέσες τιμές αυτών και οι αποκλίσεις αφορούν στις τυπικές αποκλίσεις.



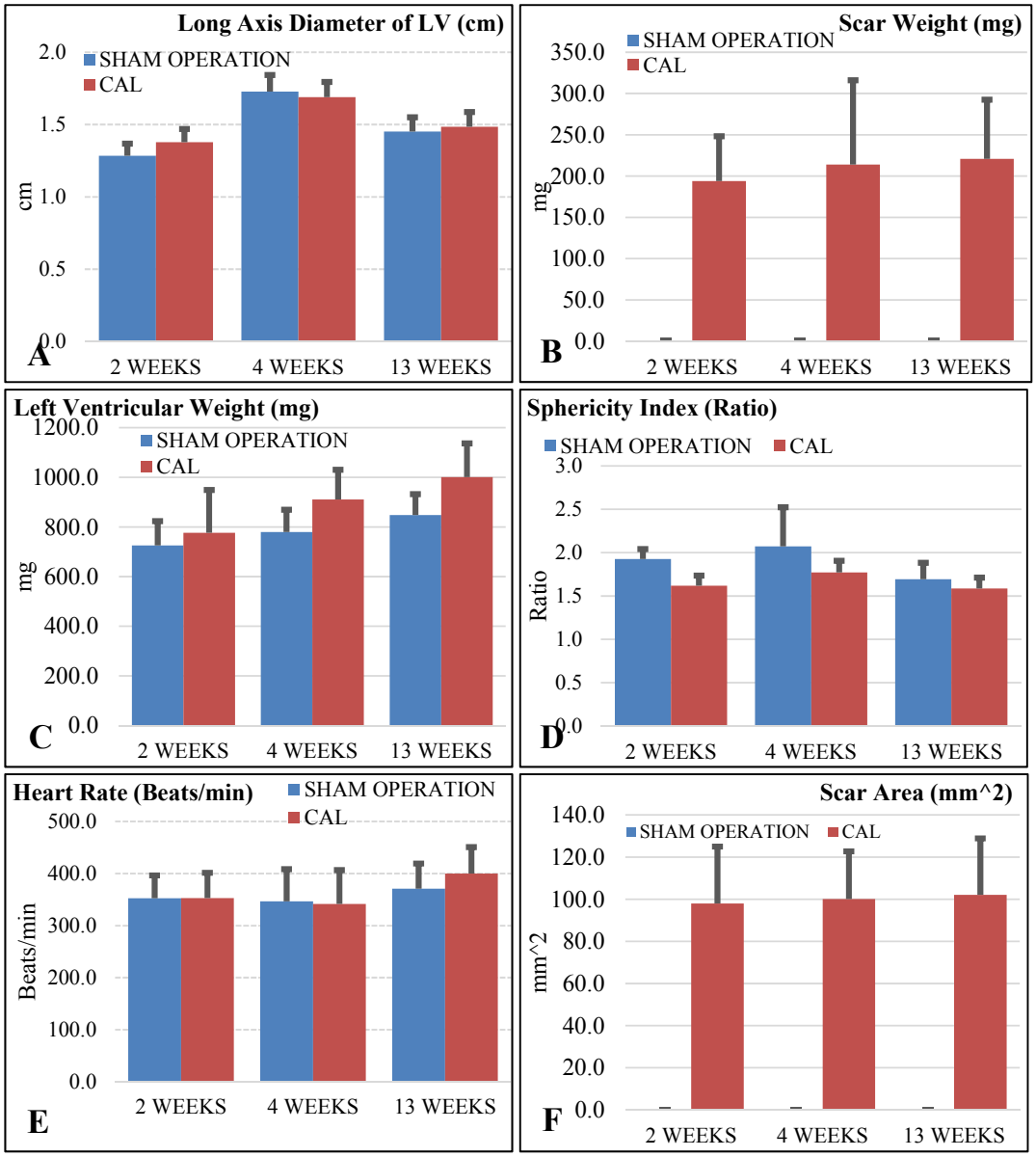
Εικόνα 9. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών σε ολές τις ομάδες επίμυων, ανεξαρτήτως της πειραματικής διάταξης στην οποία ανήκαν. Παρουσιάσονται, το σωματικό βάρος (**A**), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**B**), η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**D**), η διαμήκης διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**E**), το κλάσμα έκλυσης της αριστερής κοιλίας (**F**) και η συστολική ταχύτητα (**G**).



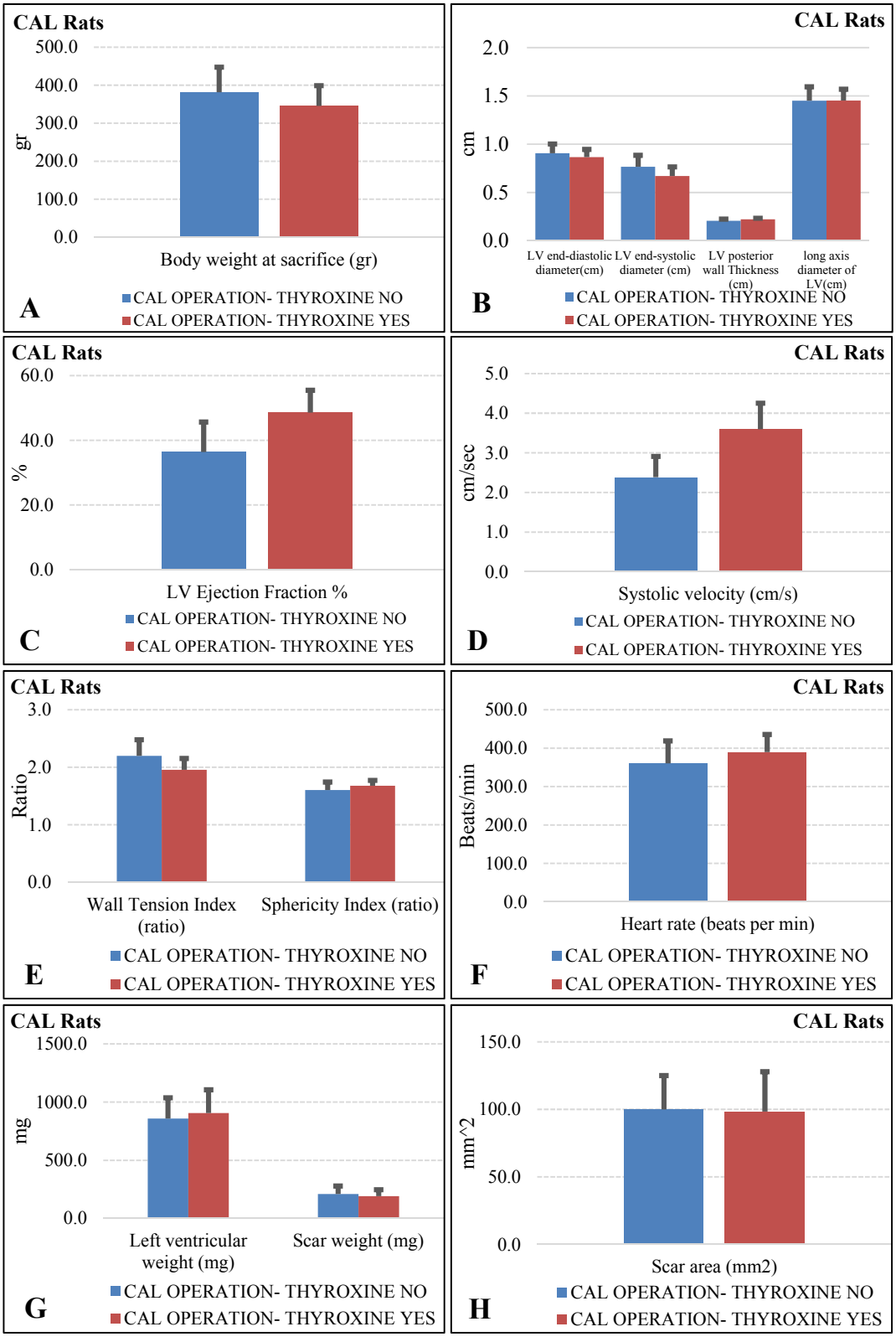
Εικόνα 10. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών σε όλες τις ομάδες επίμυων, ανεξαρτήτως της πειραματικής διάταξης στην οποία ανήκαν. Παρουσιάζονται, ο λόγος τάσεως του τοιχώματος (**A**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**B**), ο καρδιακός σφυγμός (**C**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**D**), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (**E**), η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (**F**).



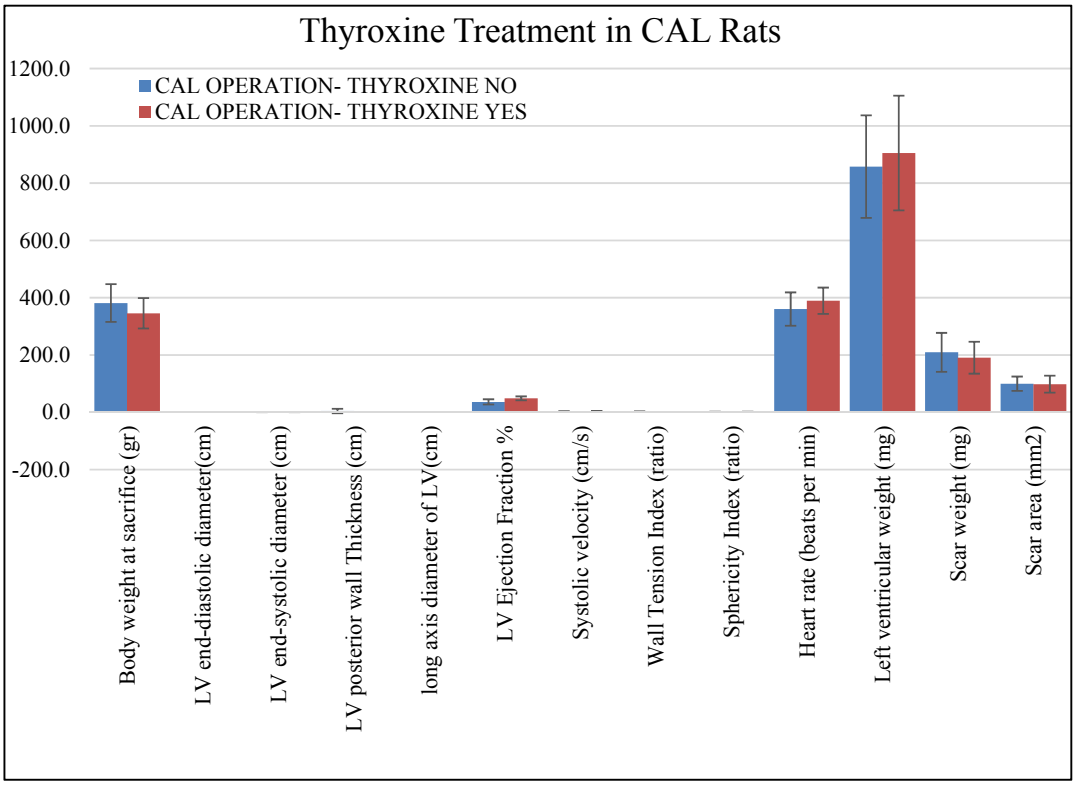
Εικόνα 11. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών συγκρινόμενες μεταξύ επίμυων υπό χειρουργικό έμφραγμα και ομάδας ελέγχου. Οι συγκρίσεις γίνονται με αναφορά στο χρόνο διάρκειας του πειράματος. Παρουσιάζονται, το σωματικό βάρος (**A**), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**B**), η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**D**), το κλάσμα έκλυσης της αριστερής κοιλίας (**E**), η συστολική ταχύτητα (**F**) και ο δείκτης τάσεως του τοιχώματος (**G**).



Εικόνα 12. Οι μέσες τιμές των υπό μέτρηση μεταβλητών συγκρινόμενες μεταξύ επίμυων υπό χειρουργικό έμφραγμα και ομάδας ελέγχου. Οι συγκρίσεις γίνονται με αναφορά στο χρόνο διάρκειας του πειράματος. Παρουσιάζονται, η διάμετρος του διαμήκους άξονα της αριστερής κοιλίας (**A**), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (**B**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**C**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**D**), ο καρδιακός σφυγμός (**E**) και η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (**F**).



Εικόνα 13. Τιμές των μεταβλητών υπό μελέτη, στην υποομάδα των επίμυων, οι οποίοι υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και είχαν λάβει ή μη συμπληρωματική θεραπεία θυροξίνης. Παρουσιάζονται, το βάρος (**A**), οι διάμετροι της αριστερής κοιλίας (**B**), το κλάσμα εξωθήσεως (**C**), η συστολική ταχύτητα (**D**), ο δείκτης της τάσεως του τοιχώματος και της σφαιρικότητας (**E**), ο καρδιακός σφυγμός (**F**), το βάρος της αριστερής κοιλίας και του τραύματος του καρδιακού μυ (**G**) και η επιφάνεια του τραύματος του καρδιακού μυ (**H**).

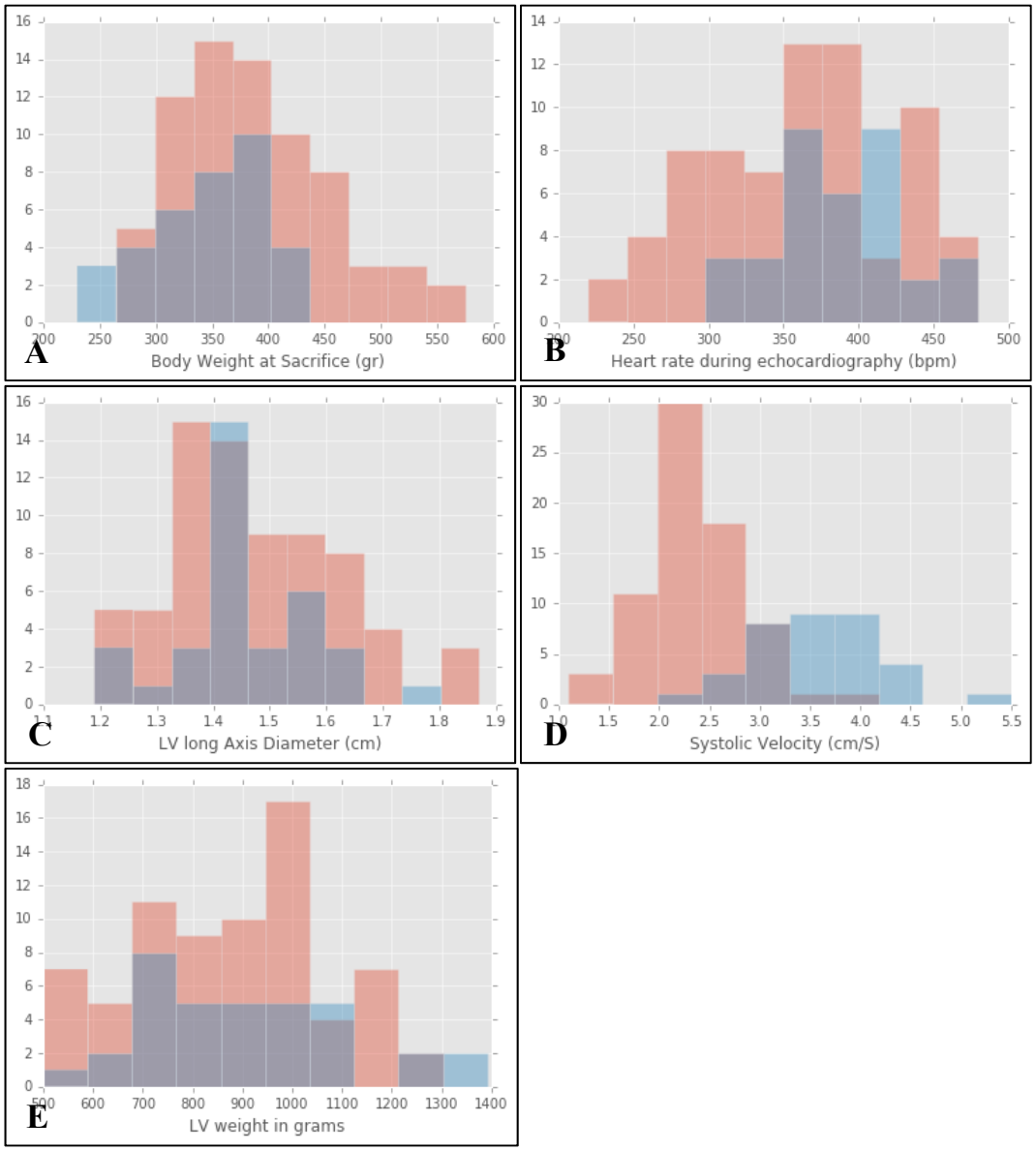


Εικόνα 14. Παρουσίαση όλων των μεταβλητών της *Εικόνα 13* συγκεντρωτικά.

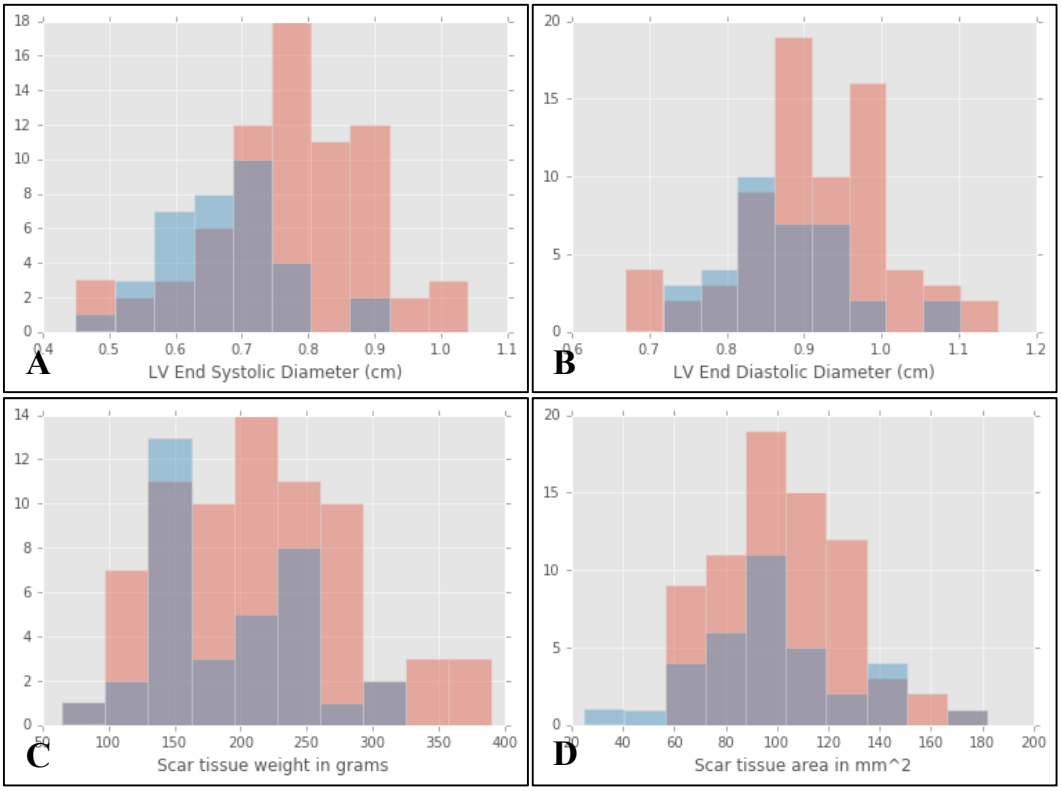
Στις παρακάτω εικόνες (**Εικόνα 15**, **Εικόνα 16**), παρουσιάζονται οι κατανομές των υπό μελέτη μεταβλητών και για τις τρεις πειραματικές ομάδες. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζονται: το βάρος των επίμυων (**Εικόνα 15A**), ο καρδιακός σφυγμός (**Εικόνα 15B**), η διάμετρος του διαμήκους άξονα της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 15C**), η συστολική ταχύτητα ροής (**Εικόνα 15D**), και το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 15E**) .

Αντίστοιχα, στην **Εικόνα 16** παρουσιάζονται: η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 16A**), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 16B**), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (**Εικόνα 16C**) και επιφάνειας του τραύματος του καρδιακού μυ (**Εικόνα 16D**).

Στο παρόν κεφάλαιο, δεν θα αναφερθούμε στη στατιστική σημαντικότητα των αποτελεσμάτων αυτών, αφού το θέμα αυτό αποτελεί αντικείμενο του επόμενου κεφαλαίου.



Εικόνα 15. Ιστογράμματα κατανομών για τις υπό μέτρηση μεταβλητές. Παρουσιάζονται: το βάρος των επίμυων (**A**), ο καρδιακός σφυγμός (**B**), τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της αριστερής κοιλίας (**C**), τη συστολική ταχύτητα (**D**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας (**E**) (τα γκρι, σκιασμένα τμήματα αφορούν στα πειράματα ελέγχου. Τα μπλε σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες που υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *έλαβαν θεραπεία* με θυροξίνη και τα κόκκινα σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες οι οποίοι υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *δεν έλαβαν* θεραπεία θυροξίνης).



Εικόνα 16. Ιστογράμματα κατανομών για τις υπό μέτρηση μεταβλητές. Παρουσιάζονται: η συστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**A**), η διαστολική διάμετρος της αριστερής κοιλίας (**B**), το βάρος του τραύματος του καρδιακού μυ (**C**) και επιφάνειας του τραύματος του καρδιακού μυ (**D**) (τα γκρι, σκιασμένα τμήματα αφορούν στα πειράματα ελέγχου. Τα μπλε σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες που υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *έλαβαν θεραπεία* με θυροξίνη και τα κόκκινα σκιασμένα τμήματα αφορούν σε επίμυες οι οποίοι υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα και *δεν έλαβαν* θεραπεία θυροξίνης).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 – ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Το δεύτερο στάδιο της ανάλυσης των δεδομένων, αφορά στη στατιστική ανάλυση των δεδομένων, ήτοι στη διερεύνηση των διαφορών μεταξύ των υπό διερεύνηση μεταβλητών και στην παρουσία ή μη σημαντικών διαφορών μεταξύ τους. Πιο απλά, για να μπορέσουμε να διαπιστώσουμε αν οι συνθήκες των πειραματικών διατάξεων επηρέαζαν ή όχι τις μεταβλητές που μελετήθηκαν, εκτελέσαμε μια σειρά από στατιστικές δοκιμές και ειδικότερα χρησιμοποιήσαμε τη μη-παραμετρική μέθοδο *Kruskal-Wallis* για τη διερεύνηση σημαντικών διαφορών μεταξύ των μεταβλητών. Η διερεύνηση αυτή περιελάμβανε τις συγκρίσεις ανά ομάδες και σε όλους τους πιθανούς συνδυασμούς.

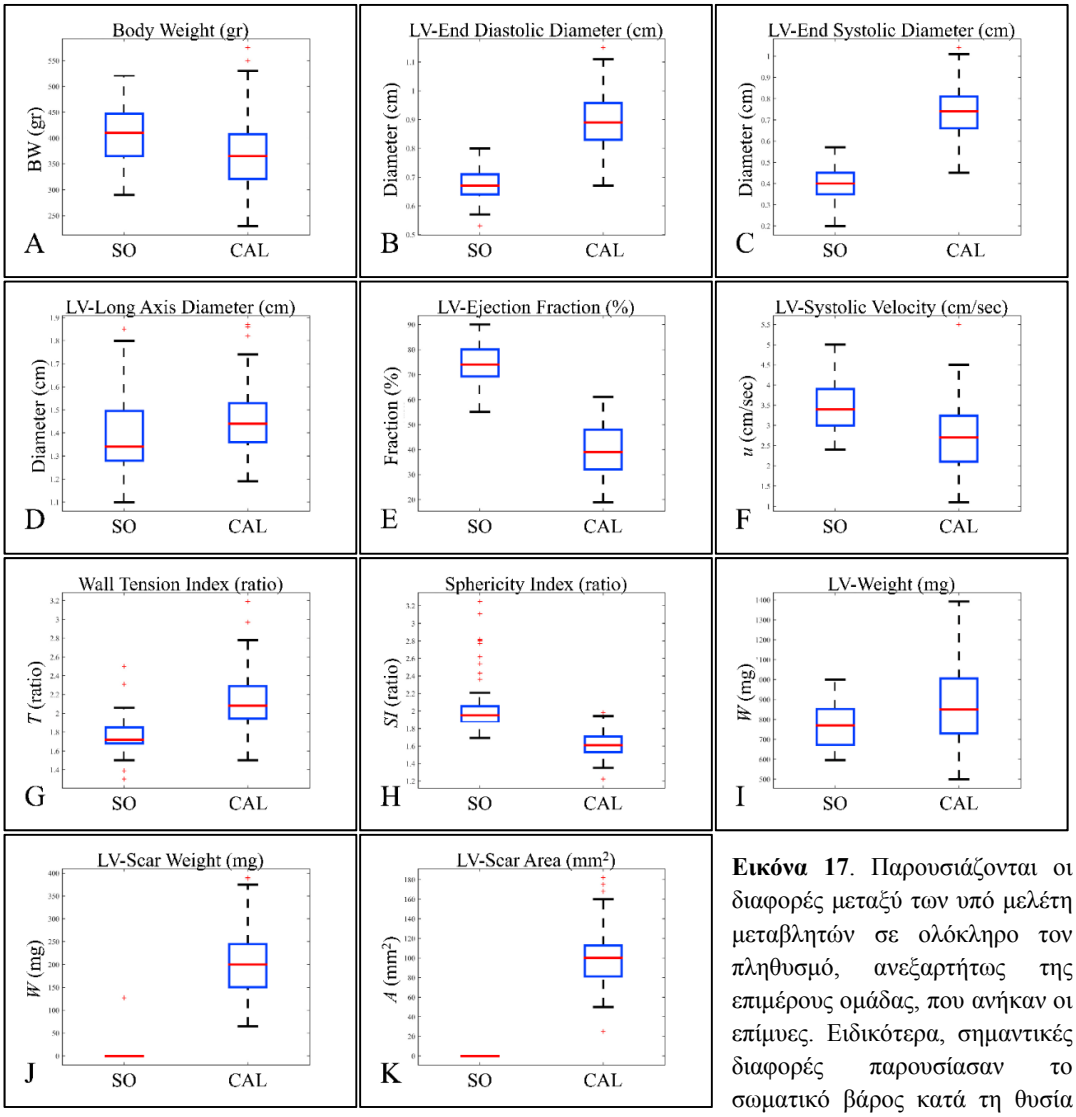
8.2. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ

Η πρώτη διερεύνηση σημαντικών διαφορών αφορούσε στη μελέτη των μεταβλητών σε όλο τον πληθυσμό, ανεξαρτήτως σε ποια πειραματική ομάδα ανήκαν. Με τον τρόπο αυτό επιδιώκαμε να ταυτοποιήσουμε μεταβλητές, οι οποίες είναι εν γένει παράγοντες που παίζουν ρόλο και ειδικότερα, αν ο τρόπος επέμβασης επηρεάζει τις καρδιακές μεταβλητές.

8.2.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΜΕ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ

Από τα αποτελέσματά μας φάνηκε ότι αρκετές μεταβλητές επηρεάστηκαν από τον τρόπο επέμβασης. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (Sham Operation (SO) και CAL) ως προς το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**Εικόνα 17A**), όπου οι επίμυες στην ομάδα ελέγχου είχαν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τους επίμυες υπό χειρουργικό έμφραγμα. Η διαστολική διάμετρος (**Εικόνα 17B**), όπου οι επίμυες υπό έμφραγμα είχαν μεγαλύτερη διαστολική διάμετρο, γεγονός που παρατηρήθηκε, στη συστολική διάμετρο (**Εικόνα 17C**) και στο διαμήκη άξονα (**Εικόνα 17D**). Αντίστοιχα το κλάσμα έκχυση ήταν μεγαλύτερο στην ομάδα ελέγχου (**Εικόνα 17E**) καθώς και η συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 17F**). Ως αναμενόταν, η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 17G**) ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα με το χειρουργικό έμφραγμα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ενώ ο δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 17H**)

ήταν μεγαλύτερος στην ομάδα ελέγχου ως προς την ομάδα που είχε υποστεί χειρουργικό έμφραγμα. Τέλος, μικρότερα στην ομάδα ελέγχου σε σχέση με την ομάδα του χειρουργικού εμφράγματος ήταν το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 17I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 17J**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 17K**) (όπως αναμενόταν, αφού δεν είχαμε τραύμα στην ομάδα ελέγχου).



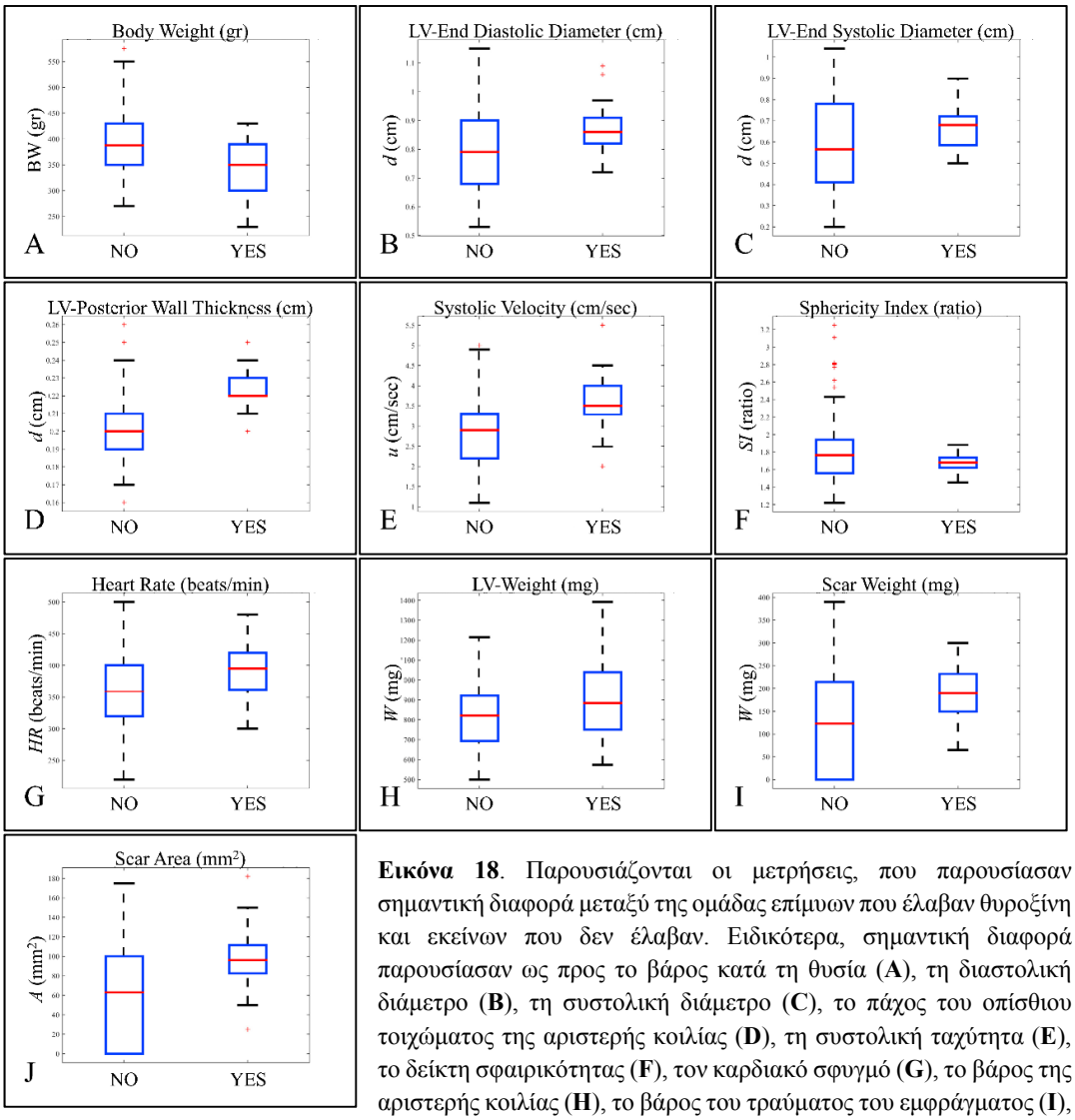
Εικόνα 17. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών σε ολόκληρο τον πληθυσμό, ανεξαρτήτως της επιμέρους ομάδας, που ανήκαν οι επίμυες. Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**A**), η διαστολική διάμετρος (**B**), η συστολική διάμετρος (**C**), ο διαμήκης άξονας (**D**), το κλάσμα εξωθήσεως (**E**), η συστολική ταχύτητα (**F**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**G**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**H**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**J**) και η επιφάνειας του τραύματος του εμφράγματος (**K**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.2.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΠΟΥ ΕΛΑΒΕ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ΚΑΙ ΑΥΤΗΣ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΕ

Η επόμενη ομάδα διερεύνησης αφορούσε στη χορήγηση θυροξίνης. Στην ομάδα αυτή ανήκουν οι επίμυες, οι οποίοι είχαν υποστεί ταυτοχρόνως και χειρουργικό έμφραγμα. Ως εκ τούτου, από την ομάδα ελέγχου κανένας μυς δεν έλαβε θεραπεία θυροξίνης. Στην κατηγοριοποίηση αυτή παρουσιάσθηκαν ως προς το βάρος κατά τη θυσία (**Εικόνα 18A**), όπου οι επίμυες χωρίς θυροξίνη ήταν βαρύτερη σε σχέση με τους επίμυες που έλαβαν θυροξίνη. Επίσης, η διαστολική και συστολική διάμετρος ήταν σημαντικά μεγαλύτερες στην ομάδα επίμυων με χειρουργικό έμφραγμα σε σχέση με τους επίμυες που δεν έλαβαν θυροξίνη (**Εικόνα 18B**, **Εικόνα 18C**). Το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας ήταν μεγαλύτερο στην ομάδα, που δεν έλαβε θυροξίνη σε σχέση με εκείνη που έλαβε (**Εικόνα 18D**), ενώ αντίθετα η συστολική ταχύτητα ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα της θυροξίνης (**Εικόνα 18E**). Ο δείκτης σφαιρικότητας, παρουσίασε μικρή, αλλά σημαντική αύξηση στην ομάδα χωρίς θυροξίνη σε σχέση με την ομάδα που έλαβε θυροξίνη (**Εικόνα 18F**). Επίσης, σημαντικά μεγαλύτερα επίπεδα στην ομάδα που δεν έλαβε θυροξίνη σε σχέση με αυτή που έλαβε, παρουσίασαν ο καρδιακός σφυγμός (**Εικόνα 18G**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 18H**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 18I**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 18J**).

Στο σημείο αυτό πρέπει να σημειώσουμε ότι, η θυροξίνη από μόνη της επηρέασε ορισμένες μεταβλητές, όπως το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας, το κλάσμα εξωθήσεως και η τάση του καρδιακού τοιχώματος. Οι μεταβλητές αυτές παρουσίασαν σημαντική διαφορά στη σύγκριση μεταξύ των χειρουργικών διαδικασιών (Sham Operation vs. CAL) και φαίνεται ότι η θυροξίνη εξομάλυνε τις διαφορές αυτές ανεξάρτητα από τις υπόλοιπες παραμέτρους του πειράματος.

Η παρατήρηση αυτή είναι αρκετά ενδιαφέρουσα, αφού είναι μια πρώτη ένδειξη ότι η θυροξίνη παίζει ρόλο στην πειραματική διάταξη και κατά συνέπεια στις παραμέτρους του καρδιαγγειακού.



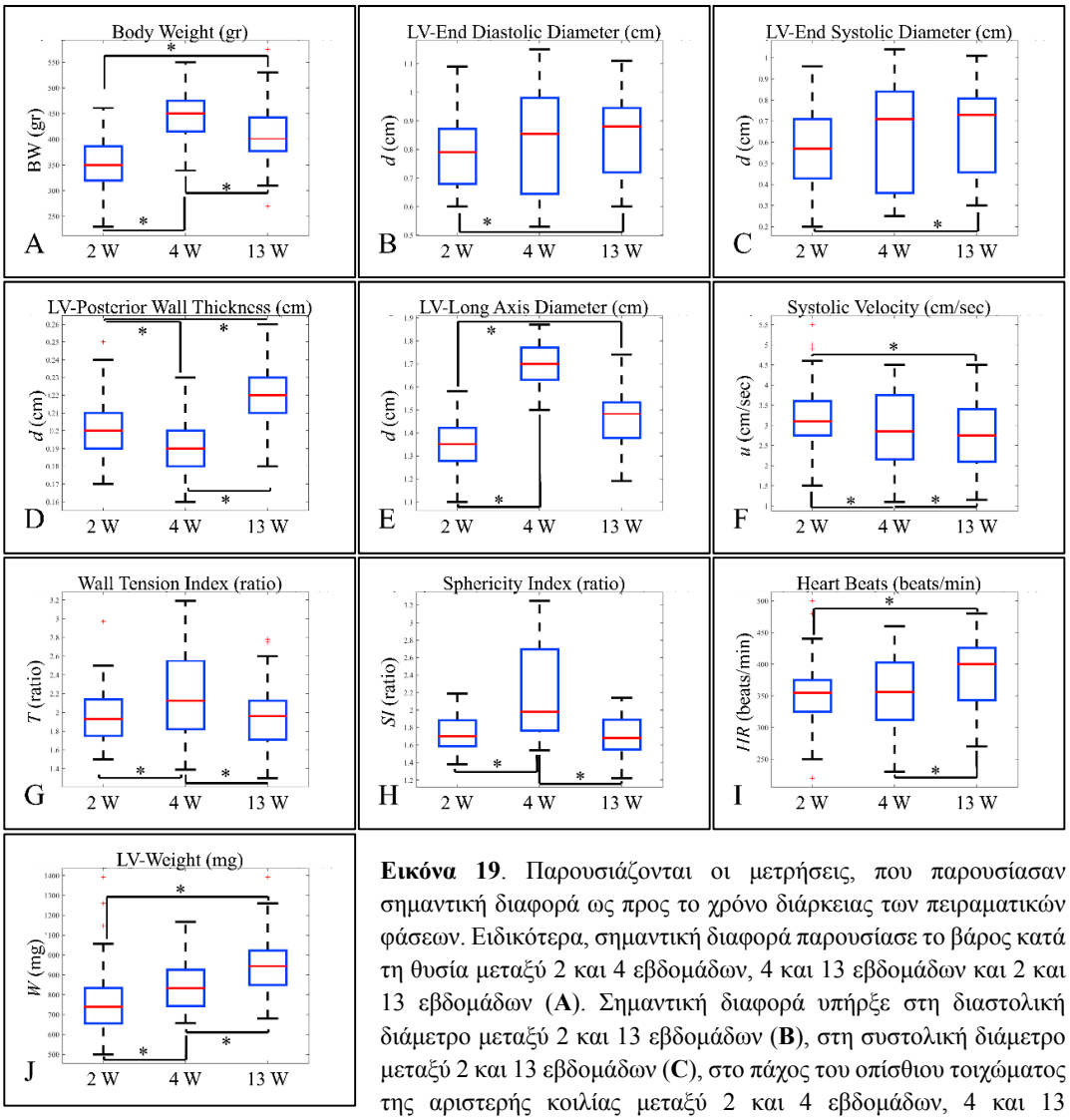
Εικόνα 18. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας επίμυων που έλαβαν θυροξίνη και εκείνων που δεν έλαβαν. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς το βάρος κατά τη θυσία (**A**), τη διαστολική διάμετρο (**B**), τη συστολική διάμετρο (**C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**D**), τη συστολική ταχύτητα (**E**), το δείκτη σφαιρικότητας (**F**), τον καρδιακό σφυγμό (**G**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**H**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**I**), την επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**J**). (**NO**: δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης,. **YES**: έλαβαν θεραπεία θυροξίνης, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.2.3. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ

Η τρίτη παράμετρος, που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη ήταν ο χρόνος και πιο συγκεκριμένα, ο χρόνος παραμονής των επίμυων σε ένα πειραματικό στάδιο μέχρι της θυσίας τους. Στην **Εικόνα 19**, παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19B**), στη συστολική

διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19E**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19G**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19H**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19I**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 19J**). Ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι μεταβλητές, οι οποίες μεταβάλλονται σχεδόν γραμμικά ως προς το χρόνο. Ειδικότερα, η διαστολική διάμετρος αυξάνεται ως προς το χρόνο (**Εικόνα 19B**) υποδηλώνοντας ότι η διαστολική διάμετρος αυξάνεται ανεξαρτήτως τόσο της θεραπείας, όσο και της χορήγησης θυροξίνης. Δηλαδή, η παραμονή των επίμυων υπό την πειραματική διαδικασία επηρεάζει την καρδιακή λειτουργία. Αντίστοιχη εικόνα παρουσιάζεται και στη συστολική διάμετρο με σχεδόν ακριβώς το ίδιο μοτίβο όπως και της διαστολικής (**Εικόνα 19C**). Μειούμενη τάση φάνηκε στη συστολική ταχύτητα, υποδηλώνοντας παρόμοια συμπεράσματα για τους επίμυες υπό την πειραματική διαδικασία (**Εικόνα 19F**). Στην περίπτωση μάλιστα της συστολικής ταχύτητας υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ όλων των χρονικών σημείων. Τέλος, γραμμική αύξηση παρατηρήθηκε στον καρδιακό σφυγμό (**Εικόνα 19I**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 19J**), υποδηλώνοντας μια τάση προς κοιλιακή υπερτροφία κατά την πειραματική διαδικασία.

Κατά ενδιαφέροντα τρόπο το σωματικό βάρος (**Εικόνα 19A**), η διαμήκης διάμετρος (**Εικόνα 19E**), η τάση του τοιχώματος του καρδιακού μυ (**Εικόνα 19G**) και ο δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 19H**) παρουσίασαν υψηλότερες τιμές την $4^{η}$ εβδομάδα. Η παρατήρηση αυτή υποδηλώνει μια πιθανότητα ενός κατωφλίου κατά το οποίο οι συγκεκριμένες μεταβλητές φθάνουν ένα τοπικό ακρότατο, το οποίο επανέρχεται σε χαμηλότερα επίπεδα κατά την $13^{η}$ εβδομάδα.



Εικόνα 19. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**B**), στη συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**E**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**G**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**H**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**I**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**W**: Weeks, , **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$).

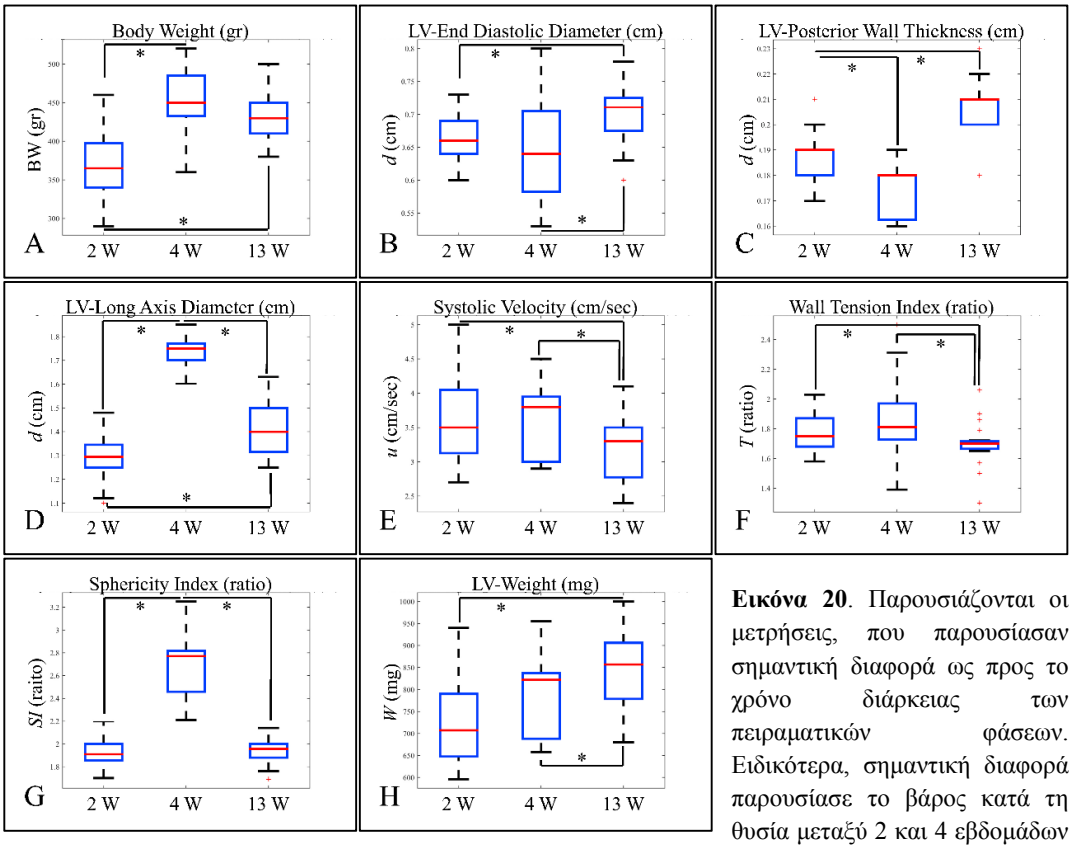
8.3. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (SHAM OPERATION)

Εξετάσαμε την πιθανότητα σημαντικών διαφορών στην υπό-ομάδα των πειραμάτων ελέγχου. Στην ομάδα αυτή δεν υπήρχαν επίμυες, οι οποίοι έλαβαν θυροξίνη και ως εκ

τούτου, η μόνη ονομαστική μεταβλητή ως προς την οποία μπορούσε να διερευνηθεί η ομάδα ελέγχου ήταν ως προς το χρόνο.

Παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ως προς το βάρος, μεταξύ των δύο εβδομάδων και των τεσσάρων εβδομάδων καθώς και μεταξύ $2^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας (**Εικόνα 20A**). Αντίστοιχα, η διαστολική διάμετρος φάνηκε να έχει σημαντική διαφορά μεταξύ της $2^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας καθώς και μεταξύ $4^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας (**Εικόνα 20B**). Το πάχος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος παρουσίασε σημαντική διαφορά μεταξύ $2^{ης}$ και $4^{ης}$ εβδομάδας και $4^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας (**Εικόνα 20C**). Επίσης η διάμετρος του διαμήκους άξονα παρουσίασε σημαντική διαφορά ανάμεσα σε όλα τα χρονικά σημεία (**Εικόνα 20D**). Η συστολική ταχύτητα παρουσίασε σημαντική διαφορά μεταξύ $2^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας καθώς και μεταξύ της $4^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας (**Εικόνα 20E**). Παρόμοια εικόνα, όπως και στην περίπτωση της συστολικής ταχύτητας παρουσίασε ο δείκτης τάσης του καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 20F**). Ο δείκτης σφαιρικότητας παρουσίασε σημαντική διαφορά μεταξύ της $2^{ης}$ και $4^{ης}$ εβδομάδας καθώς και $4^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας (**Εικόνα 20G**). Τέλος, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ $2^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας και $4^{ης}$ και $13^{ης}$ εβδομάδας (**Εικόνα 20H**).

Στην ομάδα ελέγχου ο μόνος παράγοντας, που παρουσίασε γραμμική τάση ήταν το βάρος της αριστερής κοιλίας, το οποίο παρουσίασε αυξητική τάση από τις δύο έως τις 13 εβδομάδες.



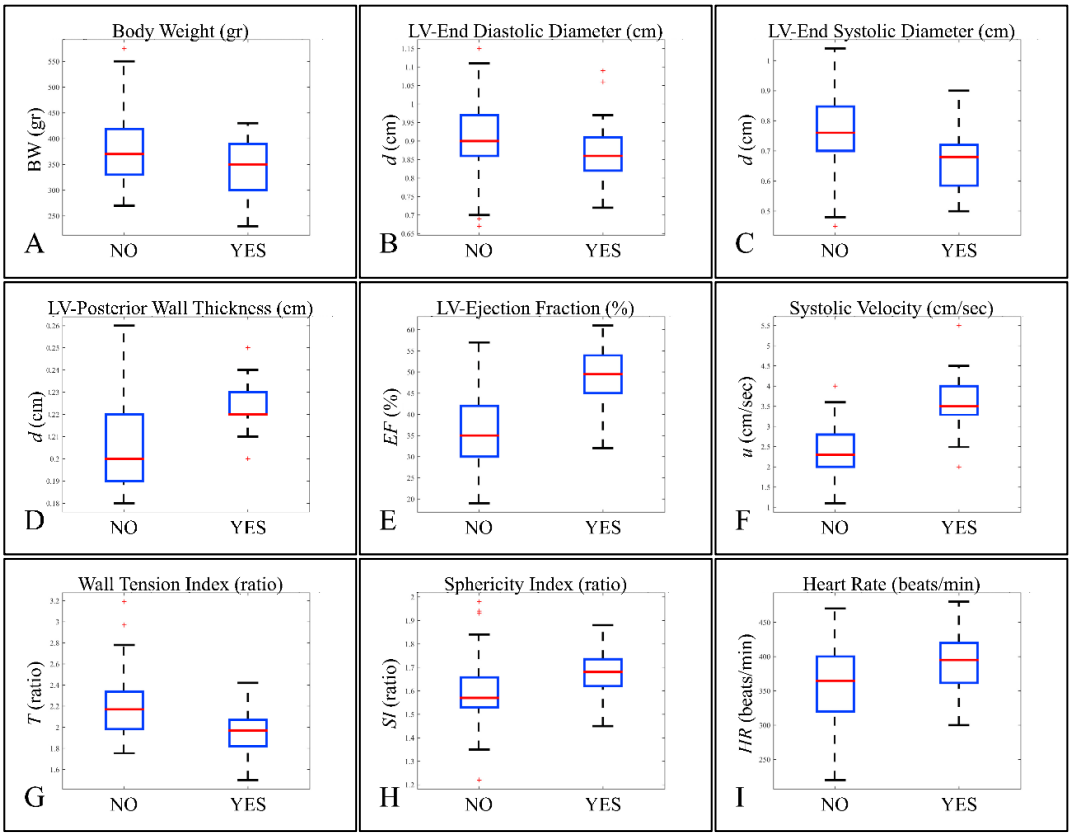
Εικόνα 20. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων καθώς και 4 και 13 εβδομάδων (**B**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων. 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**E**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**F**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**G**) και τέλος και τέλος το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**H**) (**W**: Weeks, , **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$).

8.4. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΕ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟ ΕΜΦΡΑΓΜΑ (CORONARY ARTERY LIGATION (CAL))

Η ομάδα επίμυων, που υπέστη χειρουργικό έμφραγμα επηρεαζόταν από δύο μεταβλητές, τη χορήγηση θυροξίνης και το χρόνο. Ως εκ τούτου, η διερεύνηση για διαφορές μεταξύ των μετρήσεων αφορούσε στις επιμέρους υποομάδες.

8.4.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΓΡΑΓΜΑΤΟΣ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ

Η υποομάδα αυτή έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού είναι πιθανό να αναδείξει τους εν δυνάμει μηχανισμούς της θυροξίνης στην καρδιακή λειτουργία. Πιο συγκεκριμένα φάνηκε ότι οι μετρήσεις, με σημαντική διαφορά στην υποομάδα των επίμυων με χειρουργικό έμφραγμα και ως προς τη χορήγηση θυροξίνης αφορούσαν στο βάρος κατά τη θυσία (**Εικόνα 21A**), τη διαστολική διάμετρο (**Εικόνα 21B**), τη συστολική διάμετρο (**Εικόνα 21C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 21D**), το κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 21E**), τη συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 21F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 21G**), το δείκτη σφαιρικότητας (**Εικόνα 21H**) και τον καρδιακό σφυγμό (**Εικόνα 21I**). Κατά ενδιαφέροντα τρόπο δεν παρουσιάσθηκε σημαντική διαφορά ως προς το βάρος και την επιφάνεια του τραύματος.

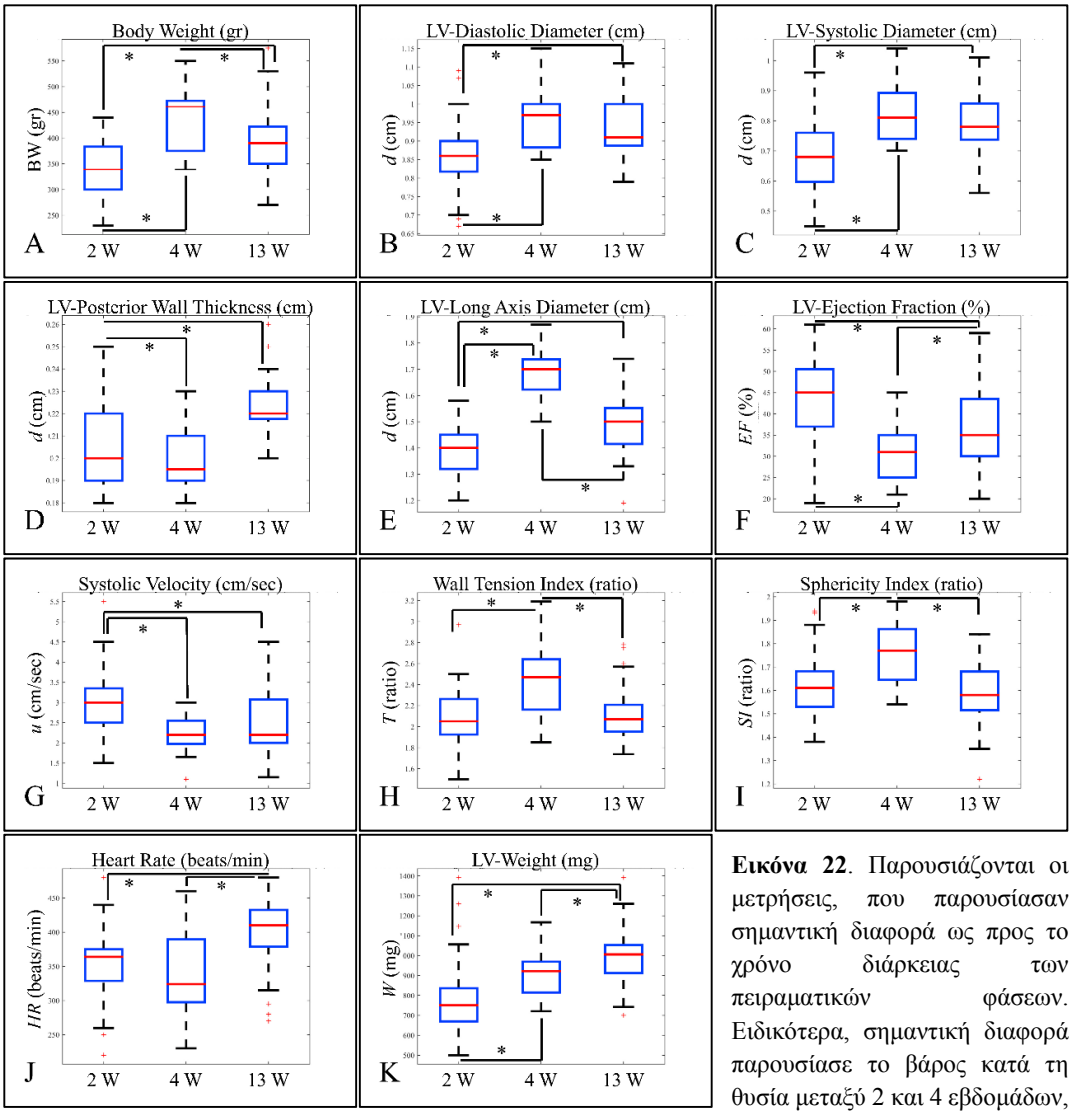


Εικόνα 21. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, με σημαντική διαφορά στην υποομάδα των επίμυων με χειρουργικό έμφραγμα και ως προς τη χορήγηση θυροξίνης. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς το βάρος κατά τη θυσία (**A**), τη διαστολική διάμετρο (**B**), τη συστολική διάμετρο (**C**), το πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας (**D**), το κλάσμα εξωθήσεως (**E**), τη συστολική ταχύτητα (**F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος (**G**), το δείκτη σφαιρικότητας (**H**) και τον καρδιακό σφυγμό (**I**) (**NO**: δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης,. **YES**: έλαβαν θεραπεία θυροξίνης, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.4.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΓΡΑΓΜΑΤΟΣ ΧΩΡΙΣ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ

Η υποομάδα αυτή έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον αφού καταγράφει τη μεταβολή των καρδιακών παραγόντων ως προς το χρόνο. Πιο συγκεκριμένα φάνηκε ότι οι μετρήσεις, με σημαντική διαφορά στην υποομάδα των επίμυων με χειρουργικό έμφραγμα και ως προς το χρόνο αφορούσαν στο βάρος κατά τη θυσία, όπου παρουσιάσθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων καθώς και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22B**), στη συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22E**), το κλάσμα εξωθήσεως μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22F**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22G**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22H**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22I**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22J**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 22K**).

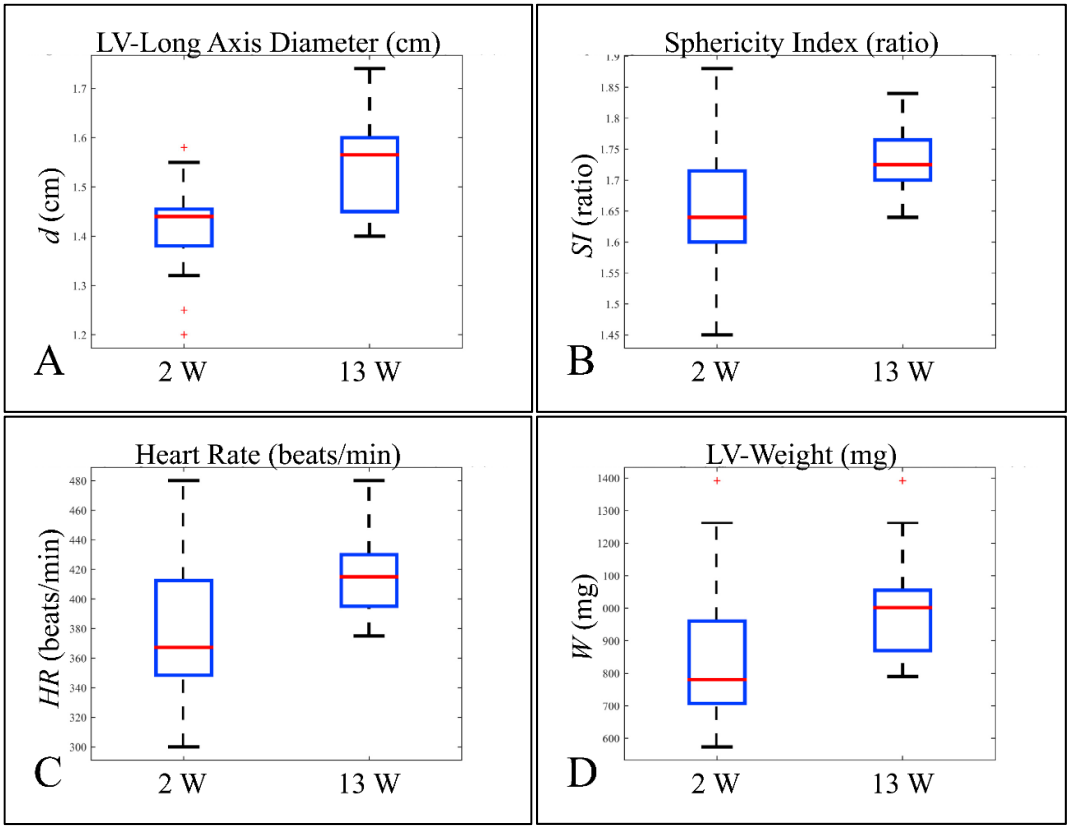
Όπως και στην περίπτωση των πειραμάτων ελέγχου, το βάρος της αριστερής κοιλίας, φάνηκε ότι ακολουθεί γραμμική αύξουσα τάση (**Εικόνα 22K**). Αντιθέτως, οι υπόλοιπες μεταβλητές παρουσίασαν αύξηση κατά την $4^{η}$ εβδομάδα και μείωση κατά την $13^{η}$ εβδομάδα με εξαίρεση το κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 22F**), τη συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 22G**) και τον καρδιακό σφυγμό (**Εικόνα 22J**).



Εικόνα 22. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων καθώς και 4 και 13 εβδομάδων (**B**), στη συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**E**), το κλάσμα εξωθήσεως μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**F**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**G**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**H**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**I**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**J**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**K**) (**W**: Weeks, **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$).

8.5. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ ΠΟΥ ΕΛΑΒΑΝ ΘΥΡΟΞΙΝΗ

Ο πληθυσμός αυτός είναι ο πληθυσμός, ο οποίος έχει λάβει θυροξίνη. Ειδικότερα, ο πληθυσμός αυτός ουσιαστικά ταυτίζεται με τον πληθυσμό επίμυων, που υπέστησαν χειρουργικό έμφραγμα. Ο παράγοντας, που λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα υποπερίπτωση είναι ο χρόνος, δηλαδή οι παρούσες συγκρίσεις σε αυτό τον υποπληθυσμό αφορούν στον υποπληθυσμό αυτό ως προς τον πειραματικό χρόνο. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της καρδιάς (**Εικόνα 23A**), το δείκτη σφαιρικότητας (**Εικόνα 23B**), τον καρδιακό σφυγμό (**Εικόνα 23C**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 23D**). Όλες οι μεταβλητές παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 και των 13 εβδομάδων.



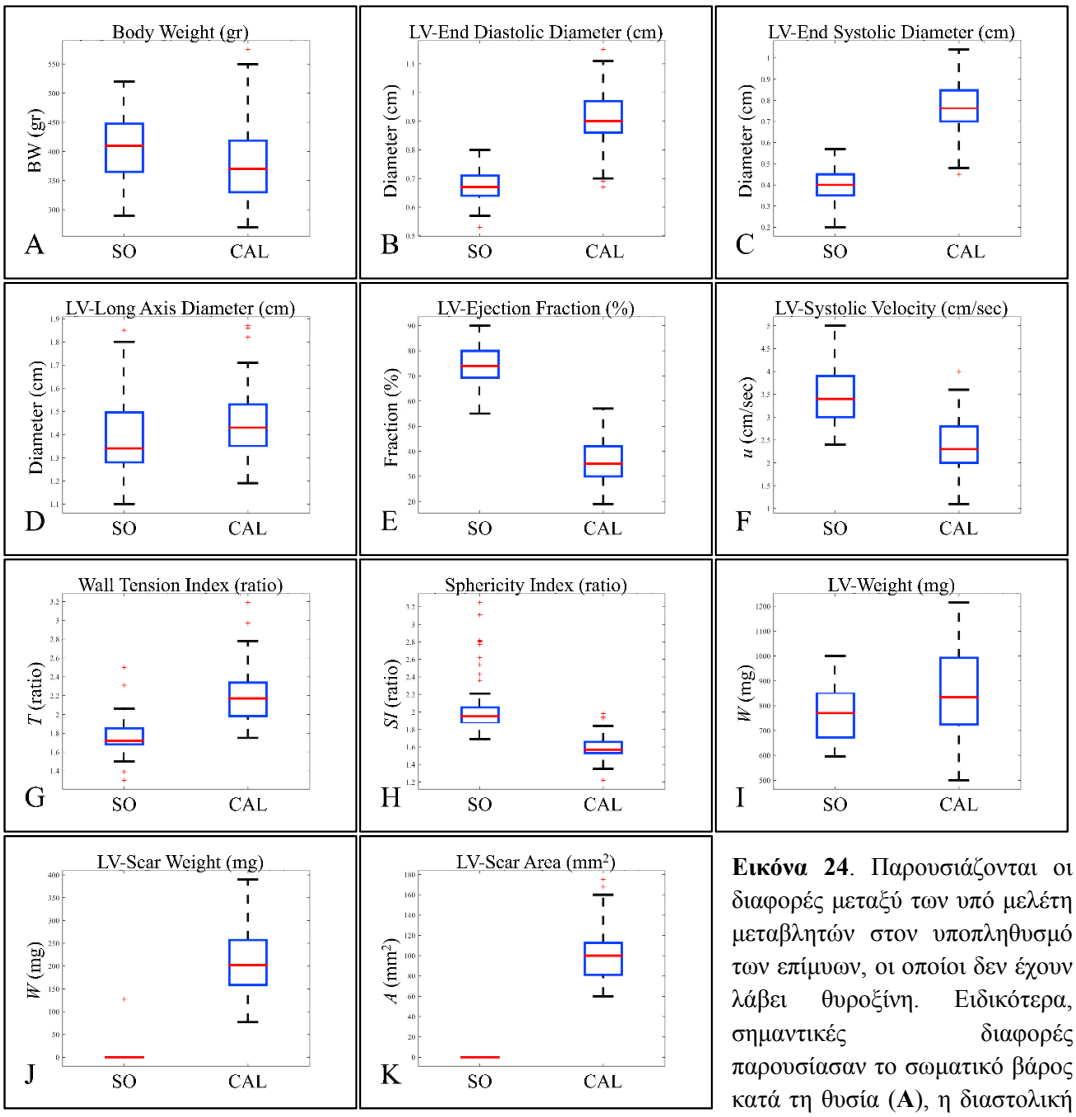
Εικόνα 23. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, με σημαντική διαφορά στην υποομάδα των επίμυων, που έλαβαν θυροξίνη ως προς το χρόνο της πειραματικής διάταξης. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της καρδιάς (**A**), το δείκτη σφαιρικότητας (**B**), τον καρδιακό σφυγμό (**C**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας (**D**). Όλες οι μεταβλητές παρουσίασαν σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 και των 13 εβδομάδων (**W**: Weeks, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.6. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΑΝ ΘΥΡΟΞΙΝΗ

Ο υποπληθυσμό αυτός, αφορά στους επίμυες, οι οποίοι δεν έχουν λάβει θυροξίνη. Ειδικότερα, ο πληθυσμός αυτός περιλαμβάνει τόσο την ομάδα ελέγχου όσο και την ομάδα, που υπέστη χειρουργικό έμφραγμα. Ο παράγοντας, που λαμβάνεται υπόψη στην παρούσα υποπερίπτωση είναι ο τρόπος επέμβασης (ήτοι Sham Operation ή CAL) και ο πειραματικός χρόνος.

8.6.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ

Από τα αποτελέσματά μας φάνηκε ότι αρκετές μεταβλητές επηρεάστηκαν από τον τρόπο επέμβασης. Ειδικότερα, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων (Sham Operation (SO) και CAL) στην υπό-ομάδα επίμυων που *δεν έλαβαν* θυροξίνη. Πιο συγκεκριμένα, σημαντικές διαφορές παρουσιάσθηκαν ως προς το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**Εικόνα 24A**), όπου οι επίμυες στην ομάδα ελέγχου είχαν μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τους επίμυες υπό χειρουργικό έμφραγμα. Η διαστολική διάμετρος (**Εικόνα 24B**), όπου οι επίμυες υπό έμφραγμα είχαν μεγαλύτερη διαστολική διάμετρο, γεγονός που παρατηρήθηκε και στη συστολική διάμετρο (**Εικόνα 24C**) και στο διαμήκη άξονα (**Εικόνα 24D**). Αντίστοιχα το κλάσμα έκχυση ήταν μεγαλύτερο στην ομάδα ελέγχου (**Εικόνα 24E**) καθώς και η συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 24F**). Ως αναμενόταν, η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 24G**) ήταν μεγαλύτερη στην ομάδα με το χειρουργικό έμφραγμα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ενώ ο δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 24H**) ήταν μεγαλύτερος στην ομάδα ελέγχου ως προς την ομάδα που είχε υποστεί χειρουργικό έμφραγμα. Τέλος, μικρότερα στην ομάδα ελέγχου σε σχέση με την ομάδα του χειρουργικού εμφράγματος ήταν το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 24I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 24J**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 24K**) (όπως αναμενόταν, αφού δεν είχαμε τραύμα στην ομάδα ελέγχου). Τα αποτελέσματα αυτά ήταν πανομοιότυπα με τη σύγκριση σε όλο τον πληθυσμό. Στην παρούσα υπό-ομάδα, οι επίμυες που δεν έλαβαν θυροξίνη περιλαμβάνουν όλη την ομάδα ελέγχου και μέρος της ομάδας που υπέστη χειρουργικό έμφραγμα. Φαίνεται ότι η ομάδα του χειρουργικού εμφράγματος, που δεν συμπεριελήφθη στην παρούσα σύγκριση δεν επηρέασε τα αποτελέσματα.

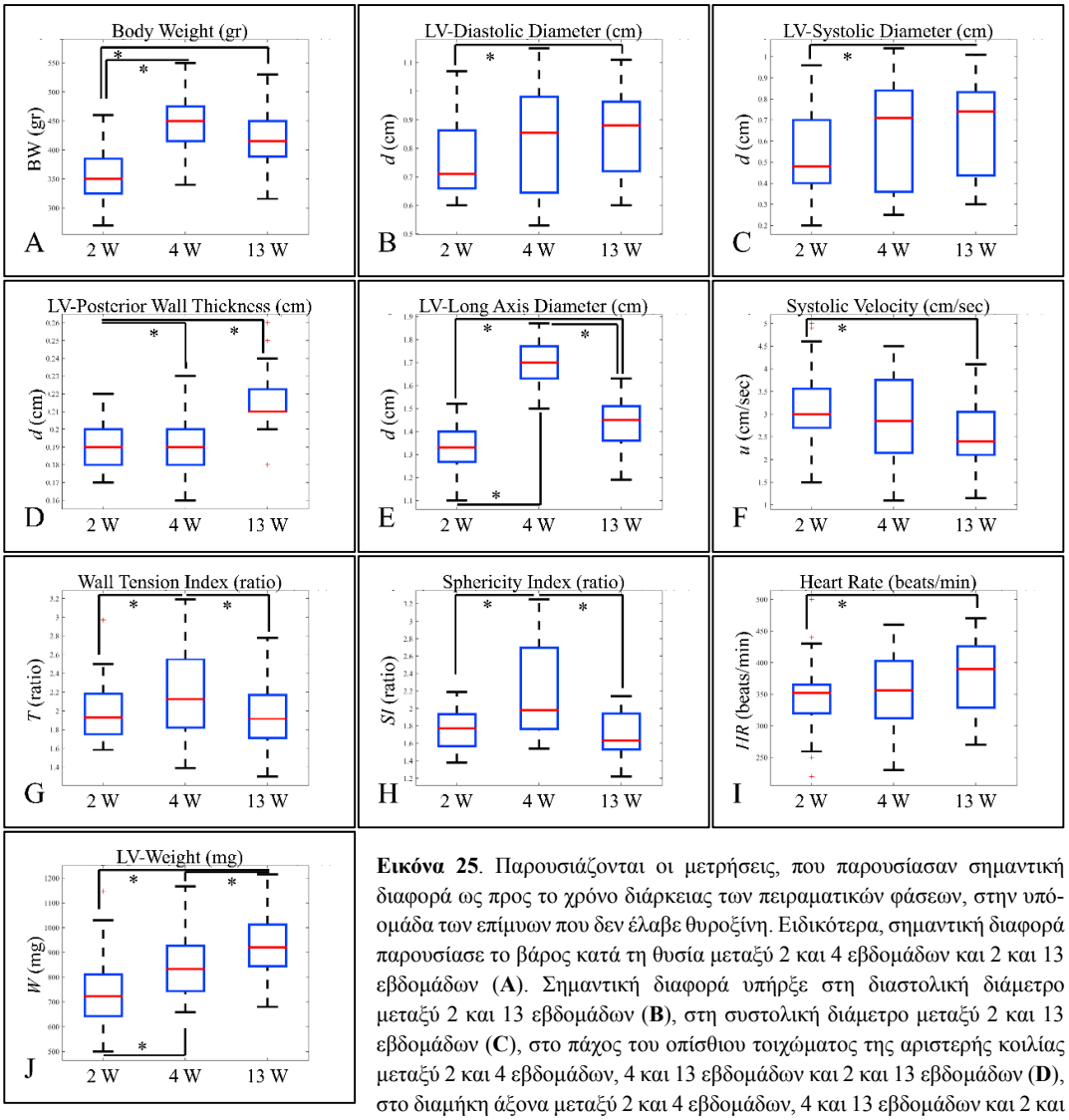


Εικόνα 24. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπό μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι δεν έχουν λάβει θυροξίνη. Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**A**), η διαστολική διάμετρος (**B**), η συστολική διάμετρος (**C**), ο διαμήκης άξονας (**D**), το κλάσμα εξωθήσεως (**E**), η συστολική ταχύτητα (**F**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**G**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**H**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**J**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**K**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.6.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟ ΧΡΟΝΟ

Στην υπό-ομάδα αυτή αναμενόταν να βρεθούν διαφορές, όμοιες με τα αποτελέσματα της ομάδας ελέγχου, Ειδικότερα, παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων ως προς το σωματικό βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25B**), στη συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων

(**Εικόνα 25C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25E**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων (**Εικόνα 25F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25G**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25H**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25I**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**Εικόνα 25J**).



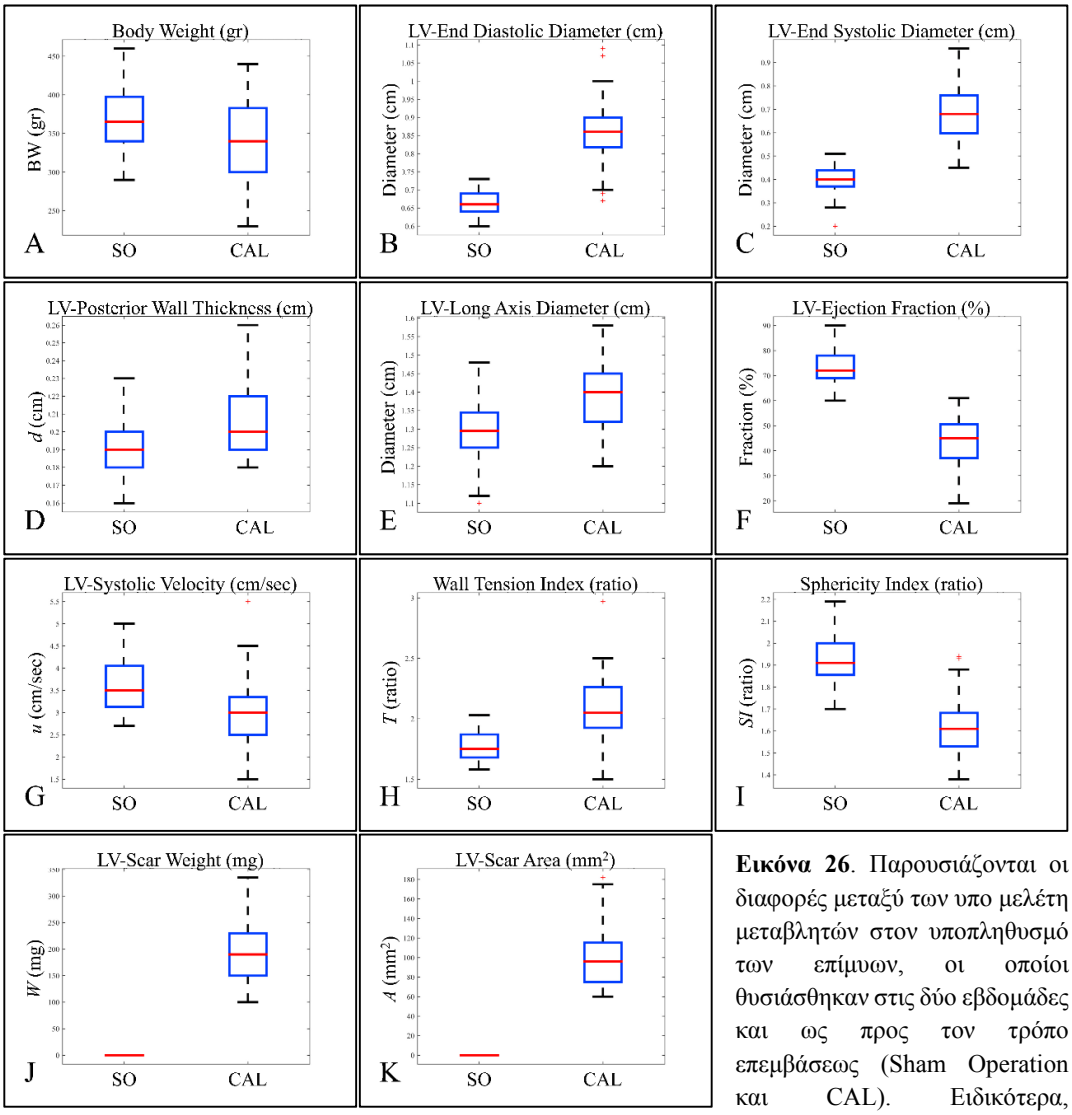
Εικόνα 25. Παρουσιάζονται οι μετρήσεις, που παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς το χρόνο διάρκειας των πειραματικών φάσεων, στην υπό-ομάδα των επίμυων που δεν έλαβε θυροξίνη. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασε το βάρος κατά τη θυσία μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**A**). Σημαντική διαφορά υπήρξε στη διαστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**B**), στη συστολική διάμετρο μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**C**), στο πάχος του οπίσθιου τοιχώματος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**D**), στο διαμήκη άξονα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**E**), τη συστολική ταχύτητα μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων (**F**), την τάση του καρδιακού τοιχώματος μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**G**), το δείκτη σφαιρικότητας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων και 4 και 13 εβδομάδων (**H**), τον καρδιακό σφυγμό μεταξύ 2 και 13 εβδομάδων (**I**) και το βάρος της αριστερής κοιλίας μεταξύ 2 και 4 εβδομάδων, 4 και 13 εβδομάδων και 2 και 13 εβδομάδων (**J**) (**W**: Weeks, **LV**: Left Ventricular) (ο αστερίσκος υποδηλώνει σημαντικότητα $p<0.05$).

8.7. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΔΥΟ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Ο υποπληθυσμός αυτός, αφορά στους επίμυες, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις δύο εβδομάδες πειραματισμού. Οι μεταβλητές, που επηρεάζουν την ομάδα αυτή είναι ο τρόπος επέμβασης (Sham Operation και CAL) και η χορήγηση ή μη θυροξίνης.

8.7.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΥΟ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ (SHAM OPERATION vs. CAL)

Η υπο-ομάδα αυτή αφορά στη διερεύνηση των διαφορών στους επίμυες που θυσιάσθηκαν στις δύο εβδομάδες, ως προς τον τρόπο επέμβασης και ανεξαρτήτως αν έλαβαν ή όχι θυροξίνη. Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**Εικόνα 26A**), η διαστολική διάμετρος (**Εικόνα 26B**), η συστολική διάμετρος (**Εικόνα 26C**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 26D**), ο διαμήκης άξονας (**Εικόνα 26E**), το κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 26F**), η συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 26G**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 26H**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 26I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 26J**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 26K**).



Εικόνα 26. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις δύο εβδομάδες και ως προς τον τρόπο επεμβάσεως (Sham Operation και CAL). Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το σωματικό βάρος κατά τη θυσία (**A**), η διαστολική διάμετρος (**B**), η συστολική διάμετρος (**C**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**D**), ο διαμήκης άξονας (**E**), το κλάσμα εξωθήσεως (**F**), η συστολική ταχύτητα (**G**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**H**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**I**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**J**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**K**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.8. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

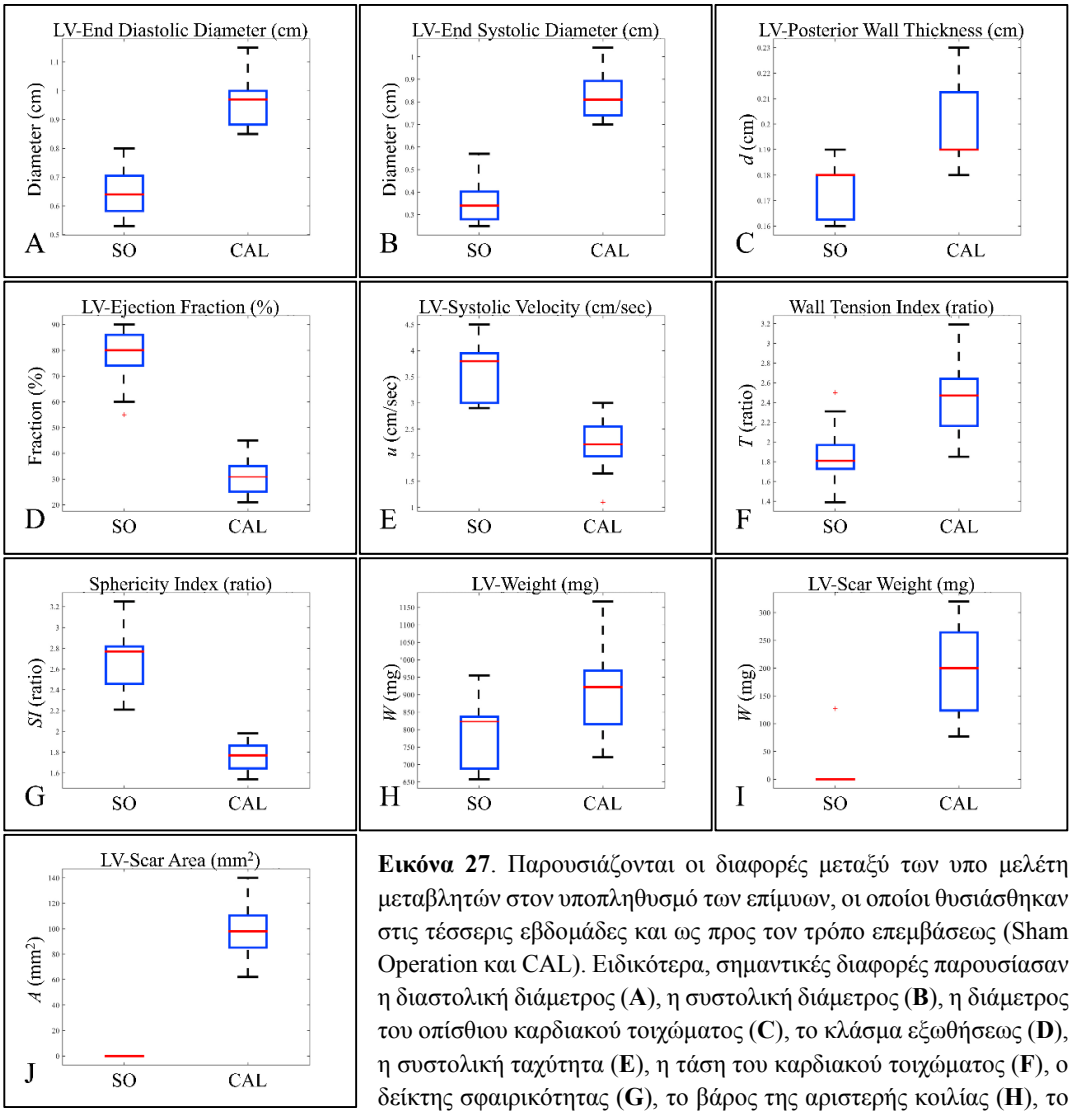
Ο υποπληθυσμός αυτός, αφορά στους επίμυες, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις τέσσερις εβδομάδες πειραματισμού. Οι μεταβλητές, που επηρεάζουν την ομάδα αυτή είναι ο τρόπος επέμβασης (Sham Operation και CAL) και η χορήγηση ή μη θυροξίνης.

8.8.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ (SHAM OPERATION vs. CAL)

Η υπο-ομάδα αυτή αφορά στη διερεύνηση των διαφορών στους επίμυες που θυσιάσθηκαν στις τέσσερις εβδομάδες, ανεξαρτήτως αν έλαβαν ή όχι θυροξίνη. Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν η διαστολική διάμετρος (**Εικόνα 27Α**), η συστολική διάμετρος (**Εικόνα 27Β**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 27C**), το κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 27D**), η συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 27E**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 27F**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 27G**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 27Η**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 27Ι**), και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 27J**). Κατά ενδιαφέροντα τρόπο δεν παρουσιάσθηκε διαφορά στο βάρος των επίμυων, ενώ αντίστοιχα είχε εμφανισθεί στις δύο εβδομάδες.

8.8.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ

Δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές στις τέσσερις εβδομάδες ως προς τη χορήγηση θυροξίνης.



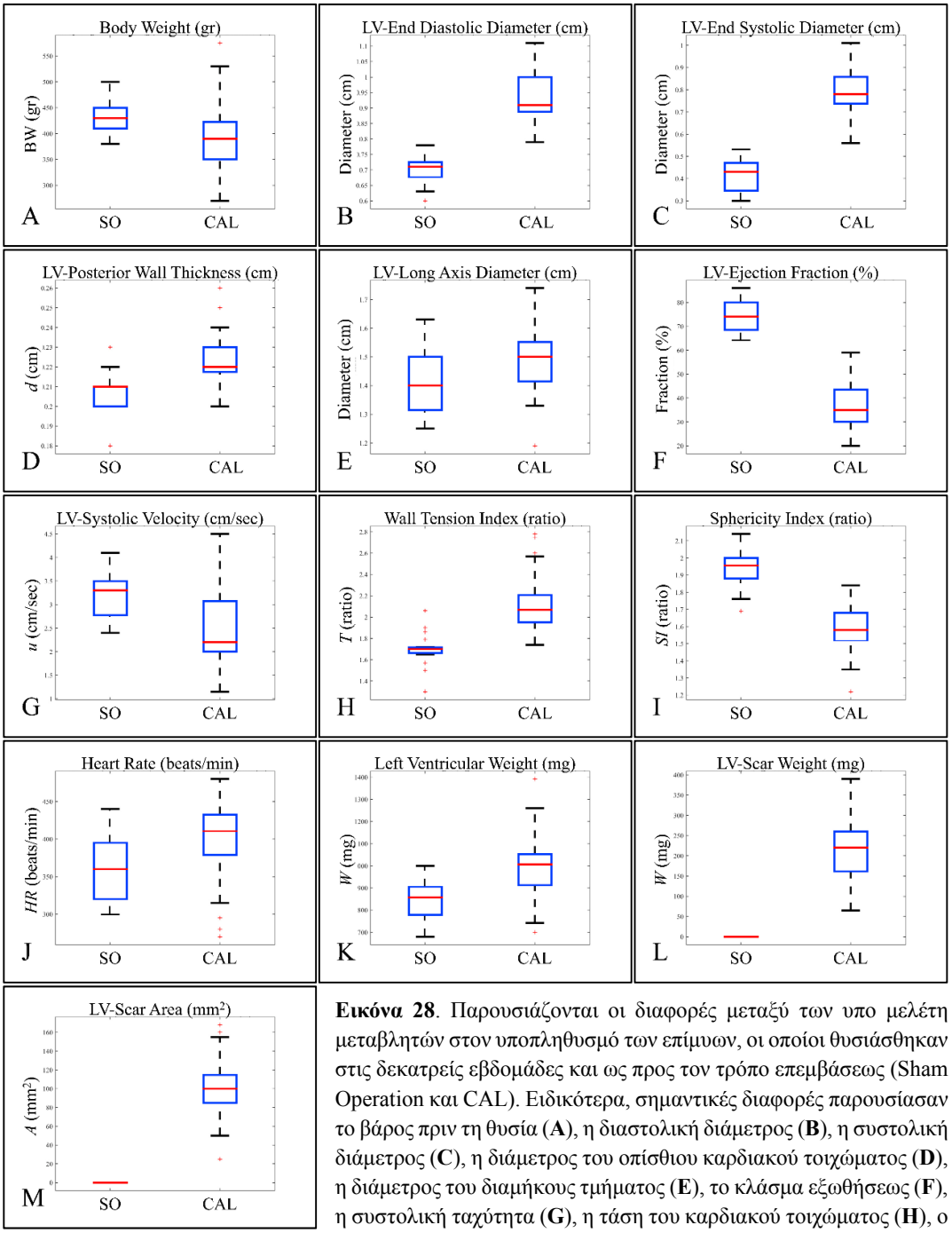
Εικόνα 27. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις τέσσερις εβδομάδες και ως προς τον τρόπο επεμβάσεως (Sham Operation και CAL). Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν η διαστολική διάμετρος (**A**), η συστολική διάμετρος (**B**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**C**), το κλάσμα εξωθήσεως (**D**), η συστολική ταχύτητα (**E**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**F**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**G**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**H**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**I**), και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**J**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.9. ΟΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΥΩΝ ΚΑΤΑ ΤΙΣ ΔΕΚΑΤΡΕΙΣ ΕΒΔΟΜΑΔΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ

Ο υποπληθυσμός αυτός, αφορά στους επίμυες, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις 13 εβδομάδες πειραματισμού. Οι μεταβλητές, που επηρεάζουν την ομάδα αυτή είναι ο τρόπος επέμβασης (Sham Operation και CAL) και η χορήγηση ή μη θυροξίνης.

8.9.1. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΕΚΑΤΡΙΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΠΕΜΒΑΣΗΣ (SHAM OPERATION vs. CAL)

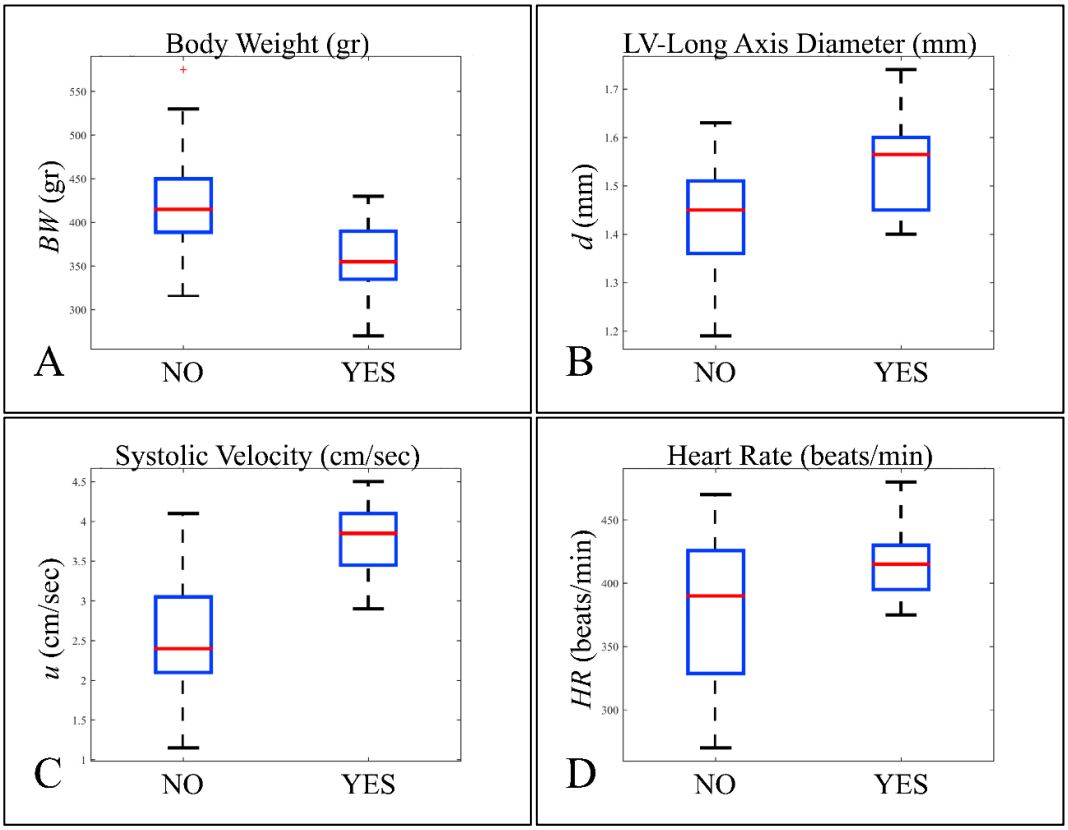
Η υπο-ομάδα αυτή αφορά στη διερεύνηση των διαφορών στους επίμυες που θυσιάσθηκαν στις 13 εβδομάδες, ανεξαρτήτως αν έλαβαν ή όχι θυροξίνη. Ειδικότερα, βρέθηκαν διαφορές ως προς το βάρος πριν τη θυσία (**Εικόνα 28A**), η διαστολική διάμετρος (**Εικόνα 28B**), η συστολική διάμετρος (**Εικόνα 28C**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 28D**), η διάμετρος του διαμήκους τμήματος (**Εικόνα 28E**), το κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 28F**), η συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 28G**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 28H**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 28I**), ο καρδιακός σφυγμός (**Εικόνα 28J**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**Εικόνα 28K**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 28L**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**Εικόνα 28M**).



Εικόνα 28. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις δεκατρείς εβδομάδες και ως προς τον τρόπο επεμβάσεως (Sham Operation και CAL). Ειδικότερα, σημαντικές διαφορές παρουσίασαν το βάρος πριν τη θυσία (**A**), η διαστολική διάμετρος (**B**), η συστολική διάμετρος (**C**), η διάμετρος του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (**D**), η διάμετρος του διαμήκους τμήματος (**E**), το κλάσμα εξωθήσεως (**F**), η συστολική ταχύτητα (**G**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος (**H**), ο δείκτης σφαιρικότητας (**I**), ο καρδιακός σφυγμός (**J**), το βάρος της αριστερής κοιλίας (**K**), το βάρος του τραύματος του εμφράγματος (**L**) και η επιφάνεια του τραύματος του εμφράγματος (**M**) (**SO**: Sham Operation, **CAL**: Coronary Artery Ligation, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.9.2. ΟΙ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΟΜΑΔΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΣΜΟΥ ΔΕΚΑΤΡΙΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ

Η υπο-ομάδα αυτή αφορά στη διερεύνηση των διαφορών στους επίμυες που θυσιάσθηκαν στις δεκατρείς εβδομάδες, ως προς τη χορήγηση θυροξίνης και ανεξαρτήτως της επέμβασης της οποίας υπέστησαν. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς το βάρος πριν τη θυσία (**Εικόνα 29A**), τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της καρδιάς (**Εικόνα 29B**), τη συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 29C**) και τον καρδιακό σφυγμό (**Εικόνα 29D**).



Εικόνα 29. Παρουσιάζονται οι διαφορές μεταξύ των υπο μελέτη μεταβλητών στον υποπληθυσμό των επίμυων, οι οποίοι θυσιάσθηκαν στις δεκατρείς εβδομάδες και ως προς τη χορήγηση θυροξίνης. Ειδικότερα, σημαντική διαφορά παρουσίασαν ως προς το βάρος πριν τη θυσία (**A**), τη διάμετρο του διαμήκους άξονα της καρδιάς (**B**), τη συστολική ταχύτητα (**C**) και τον καρδιακό σφυγμό (**D**) (**NO**: Δεν έλαβαν θυροξίνη, **YES**: Έλαβαν θυροξίνη, **LV**: Left Ventricular) (όλες οι παραπάνω διαφορές βρίσκονται σε επίπεδο σημαντικότητας $p<0.05$).

8.10. 3-WAY ANOVA

Προς επιβεβαίωση των παραπάνω αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο 3-way ANOVA, για να ελέγξουμε τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών.

Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με το βάρος των επίμυων φάνηκε ότι ο χρόνος επηρεάζει τη μεταβλητή αυτή (p=0.02). Επίσης φάνηκε ότι ο συνδυασμός της επέμβασης (Sham Operation και CAL) μαζί με το χρόνο επηρεάζουν το βάρος των επίμυων (p=0.0007).

Στην περίπτωση της διαστολικής διαμέτρου, φάνηκε ότι επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροξίνης και το χρόνο (p=0.0092). Στην περίπτωση της συστολικής διαμέτρου, φάνηκε ότι επηρεάζεται από το χρόνο (p=0.0005) και το συνδυασμό της θυροξίνης και του χρόνου (p=0.0006). Στην περίπτωση της διαμέτρου του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος φάνηκε να επηρεάζεται από το συνδυασμό της επέμβασης και του χρόνου (p=0.0261). Η διάμετρος του διαμήκους άξονα φάνηκε να επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροξίνης και το χρόνο και όχι από τις υπόλοιπες μεταβλητές (p=0.0072). Το κλάσμα διάχυσης επίσης βρέθηκε να επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροξίνης και το χρόνο (p=0.0032). Ενδιαφέρον έχει ότι η συστολική ταχύτητα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές με τη μέθοδο αυτή, σε καμία από τις μεταβλητές που μελετήθηκαν. Ομοίως, παρόμοιο αποτέλεσμα όπως και στη συστολική ταχύτητα βρέθηκαν και για την τάση του καρδιακού τοιχώματος. Ο δείκτης σφαιρικότητας, βρέθηκε ότι επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροξίνης και το χρόνο (p=0.0072). Ο καρδιακός σφυγμός βρέθηκε ότι επηρεάζεται από το χρόνο και το συνδυασμό της επέμβασης και του χρόνου.

Το βάρος της αριστερής κοιλίας, βρέθηκε ότι επηρεάζεται από το χρόνο και το συνδυασμό της επέμβασης και του χρόνου (p=0.0063).

Το βάρος του καρδιακού τραύματος μετά από το χειρουργικό έμφραγμα, βρέθηκε ότι επηρεάζεται από το συνδυασμό του τρόπου επέμβασης και του χρόνου (p=0.0467) καθώς και της χορήγησης θυροξίνης και του χρόνου (p=0.0327).

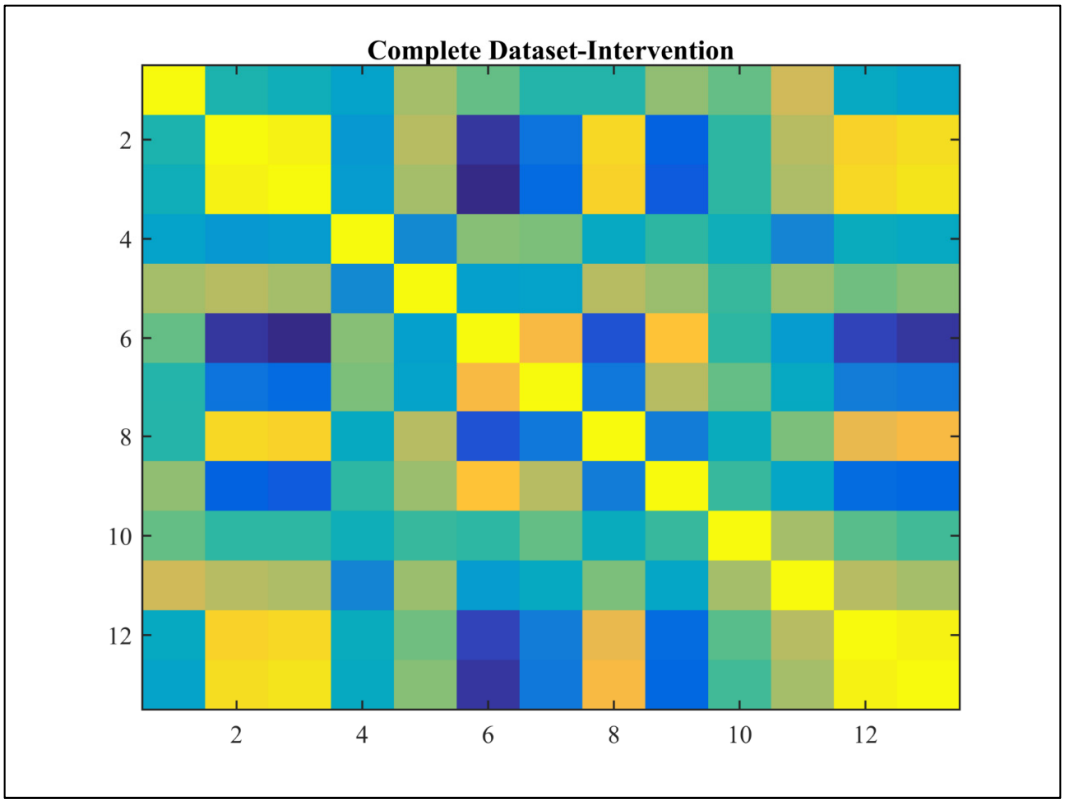
Τα παραπάνω αποτελέσματα συμφωνούν εν γένει με τις προηγούμενες αναλύσεις, που παρουσιάσαμε και παρουσιάζονται συνοπτικά σε μορφή πινάκων στο *Παράρτημα*, στην ενότητα «*Συμπληρωματικά Δεδομένα*».

8.11. ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ *PEARSON*

Ένα από τα βασικά βήματα στη διερεύνηση συσχετίσεων μεταξύ των μεταβλητών αποτελεί ο υπολογισμός παραγόντων συσχέτισης. Στην παρούσα περίπτωση χρησιμοποιήσαμε τη συσχέτιση κατά *Pearson*,ώστε να ταυτοποιήσουμε νέες σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών.

8.11.1. ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ

Η πρώτη μελέτη για συσχετίσεις κατά *Pearson* έγιναν σε όλο τον πληθυσμό. Πιο συγκεκριμένα, για όλα τα δεδομένα τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 30** και τον αντίστοιχο πίνακα (**Πίνακας 5**).



Εικόνα 30. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, σε όλο τον πληθυσμό.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		BW	**LVDD**	**LVSD**	**LVPWT**	**LVLAD**	**LVEF**	**SV**	**WTI**	**SI**	**HR**	**LVW**	**SW**	**SA**
1	**BW**	1	-0.06021	-0.10788	-0.25242	0.350843	0.149644	-0.02062	-0.0252	0.278313	0.145707	0.486371	-0.17907	-0.25369
2	**LVDD**	-0.06021	1	0.965996	-0.32574	0.406231	-0.89334	-0.586	0.832641	-0.70534	-0.0091	0.415478	0.786529	0.865989
3	**LVSD**	-0.10788	0.965996	1	-0.30735	0.33982	-0.96154	-0.63321	0.801912	-0.71722	-0.00343	0.380603	0.820003	0.88843
4	**LVPWT**	-0.25242	-0.32574	-0.30735	1	-0.42389	0.25062	0.206832	-0.17943	0.018495	-0.12521	-0.44145	-0.15122	-0.19335
5	**LVLAD**	0.350843	0.406231	0.33982	-0.42389	1	-0.25796	-0.23989	0.392148	0.312956	0.033438	0.320923	0.200996	0.244492
6	**LVEF**	0.149644	-0.89334	-0.96154	0.25062	-0.25796	1	0.642986	-0.75133	0.713972	-0.00535	-0.30059	-0.827	-0.88677
7	**SV**	-0.02062	-0.586	-0.63321	0.206832	-0.23989	0.642986	1	-0.54457	0.406035	0.167542	-0.16879	-0.5033	-0.54994
8	**WTI**	-0.0252	0.832641	0.801912	-0.17943	0.392148	-0.75133	-0.54457	1	-0.51827	-0.13665	0.204459	0.596859	0.657666
9	**SI**	0.278313	-0.70534	-0.71722	0.018495	0.312956	0.713972	0.406035	-0.51827	1	0.02813	-0.21684	-0.63587	-0.68166
10	**HR**	0.145707	-0.0091	-0.00343	-0.12521	0.033438	-0.00535	0.167542	-0.13665	0.02813	1	0.354879	0.125931	0.051307
11	**LVW**	0.486371	0.415478	0.380603	-0.44145	0.320923	-0.30059	-0.16879	0.204459	-0.21684	0.354879	1	0.396541	0.332723
12	**SW**	-0.17907	0.786529	0.820003	-0.15122	0.200996	-0.827	-0.5033	0.596859	-0.63587	0.125931	0.396541	1	0.940909
13	**SA**	-0.25369	0.865989	0.88843	-0.19335	0.244492	-0.88677	-0.54994	0.657666	-0.68166	0.051307	0.332723	0.940909	1

Πίνακας 5. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* σε όλο τον πληθυσμό (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).

8.11.2. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (SHAM OPERATION)

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 31** και τον αντίστοιχο πίνακα (**Πίνακας 6**).



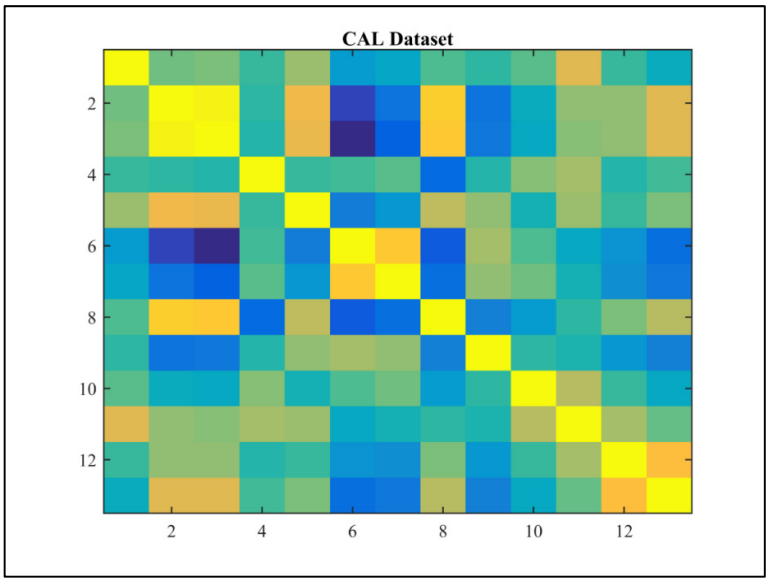
Εικόνα 31. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό ελέγχου.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		BW	**LVDD**	**LVSD**	**LVPWT**	**LVLAD**	**LVEF**	**SV**	**WTI**	**SI**	**HR**	**LVW**	**SW**	**SA**
1	**BW**	1	0.331724	0.029963	-0.46328	0.562843	0.107183	-0.14006	0.168756	0.273523	0.200751	0.679221		
2	**LVDD**	0.331724	1	0.677582	-0.31351	0.087848	-0.46012	-0.20219	0.616279	-0.42622	-0.37399	0.455655		
3	**LVSD**	0.029963	0.677582	1	-0.24919	-0.13902	-0.87541	-0.22985	0.51076	-0.43294	-0.29942	0.257139		
4	**LVPWT**	-0.46328	-0.31351	-0.24919	1	-0.37029	0.108298	0.340827	-0.06967	-0.18845	0.086291	-0.48241		
5	**LVLAD**	0.562843	0.087848	-0.13902	-0.37029	1	0.209643	-0.07005	0.179293	0.811747	0.080265	0.248085		
6	**LVEF**	0.107183	-0.46012	-0.87541	0.108298	0.209643	1	0.128839	-0.46272	0.400604	0.230927	-0.10427		
7	**SV**	-0.14006	-0.20219	-0.22985	0.340827	-0.07005	0.128839	1	-0.00626	0.060278	0.267625	-0.15232		
8	**WTI**	0.168756	0.616279	0.51076	-0.06967	0.179293	-0.46272	-0.00626	1	-0.06017	-0.2816	0.123624		
9	**SI**	0.273523	-0.42622	-0.43294	-0.18845	0.811747	0.400604	0.060278	-0.06017	1	0.242984	-0.0907		
10	**HR**	0.200751	-0.37399	-0.29942	0.086291	0.080265	0.230927	0.267625	-0.2816	0.242984	1	0.011396		
11	**LVW**	0.679221	0.455655	0.257139	-0.48241	0.248085	-0.10427	-0.15232	0.123624	-0.0907	0.011396	1		
12	**SW**													
13	**SA**													

Πίνακας 6. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό ελέγχου (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).

8.11.3. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL)

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 32** και τον αντίστοιχο πίνακα (**Πίνακας 7**).



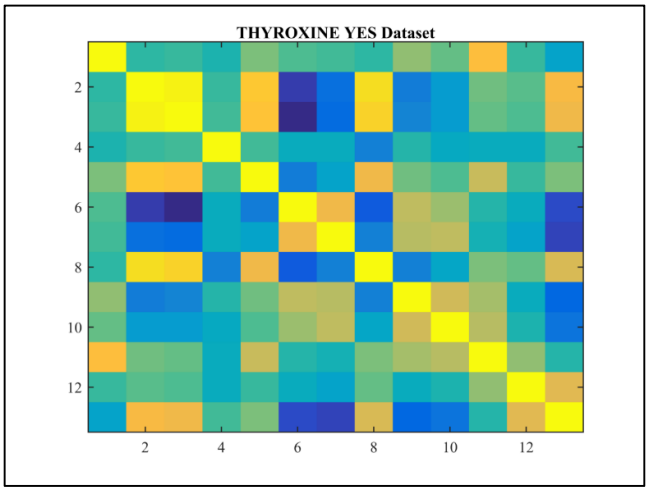
Εικόνα 32. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό που υπέστει χειρουργικό έμφραγμα.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		BW	**LVDD**	**LVSD**	**LVPWT**	**LVLAD**	**LVEF**	**SV**	**WTI**	**SI**	**HR**	**LVW**	**SW**	**SA**
1	**BW**	1	0.222477	0.244944	-0.20655	0.341017	-0.23552	-0.1564	0.149242	0.060469	0.167275	0.585522	0.089205	-0.08066
2	**LVDD**	0.222477	1	0.944038	-0.42541	0.633047	-0.71404	-0.4917	0.779849	-0.48793	-0.09476	0.303328	0.304481	0.587057
3	**LVSD**	0.244944	0.944038	1	-0.44145	0.594841	-0.86099	-0.62435	0.750637	-0.47062	-0.12648	0.27602	0.332552	0.589615
4	**LVPWT**	-0.20655	-0.42541	-0.44145	1	-0.44659	0.379082	0.071154	-0.1593	0.034291	-0.22919	-0.43309	-0.08781	-0.24502
5	**LVLAD**	0.341017	0.633047	0.594841	-0.44659	1	-0.44016	-0.25127	0.468878	0.326357	-0.02437	0.328722	0.070558	0.258186
6	**LVEF**	-0.23552	-0.71404	-0.86099	0.379082	-0.44016	1	0.743414	-0.65162	0.377548	0.146031	-0.11391	-0.2831	-0.50787
7	**SV**	-0.1564	-0.4917	-0.62435	0.071154	-0.25127	0.743414	1	-0.50747	0.312301	0.226859	-0.02006	-0.29724	-0.46307
8	**WTI**	0.149242	0.779849	0.750637	-0.1593	0.468878	-0.65162	-0.50747	1	-0.41356	-0.23126	0.032706	0.234535	0.415295
9	**SI**	0.060469	-0.48793	-0.47062	0.034291	0.326357	0.377548	0.312301	-0.41356	1	0.049061	4E-05	-0.27953	-0.40367
10	**HR**	0.167275	-0.09476	-0.12648	-0.22919	-0.02437	0.146031	0.226859	-0.23126	0.049061	1	0.437138	0.084295	-0.11839
11	**LVW**	0.585522	0.303328	0.27602	-0.43309	0.328722	-0.11391	-0.02006	0.032706	4E-05	0.437138	1	0.353782	0.205871
12	**SW**	0.089205	0.304481	0.332552	-0.08781	0.070558	-0.2831	-0.29724	0.234535	-0.27953	0.084295	0.353782	1	0.711043
13	**SA**	-0.08066	0.587057	0.589615	-0.24502	0.258186	-0.50787	-0.46307	0.415295	-0.40367	-0.11839	0.205871	0.711043	1

Πίνακας 7. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).

8.11.4. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL) ΠΟΥ ΕΛΑΒΑΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 33** και τον αντίστοιχο πίνακα (**Πίνακας 8**).



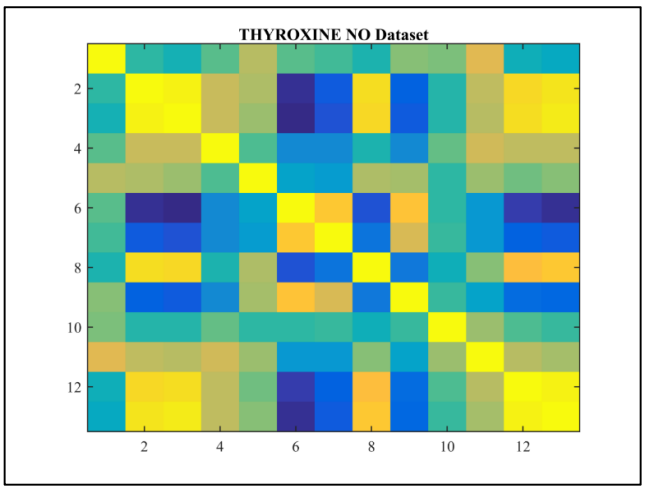
Εικόνα 33. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό που υπέστει χειρουργικό έμφραγμα και έλαβε θεραπεία θυροξίνης.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		BW	**LVDD**	**LVSD**	**LVPWT**	**LVLAD**	**LVEF**	**SV**	**WTI**	**SI**	**HR**	**LVW**	**SW**	**SA**
1	**BW**	1	0.74387	0.695254	0.980437	0.118714	0.385796	0.491448	0.823803	0.064965	0.221074	3.36E-06	0.643998	0.305475
2	**LVDD**	0.74387	1	1.55E-19	0.641567	1.02E-07	4.59E-08	0.000884	6.16E-12	0.00648	0.149447	0.183429	0.322303	1.38E-05
3	**LVSD**	0.695254	1.55E-19	1	0.505811	4.41E-07	3.5E-12	0.000427	1.56E-09	0.021831	0.139467	0.239574	0.449897	2.17E-05
4	**LVPWT**	0.980437	0.641567	0.505811	1	0.54476	0.55593	0.610711	0.010976	0.888598	0.432858	0.547276	0.548545	0.520538
5	**LVLAD**	0.118714	1.02E-07	4.41E-07	0.54476	1	0.005524	0.252422	3.26E-05	0.202338	0.475964	0.002711	0.61022	0.118875
6	**LVEF**	0.385796	4.59E-08	3.5E-12	0.55593	0.005524	1	2.45E-05	1.46E-05	0.006295	0.049388	0.860063	0.518294	1.92E-06
7	**SV**	0.491448	0.000884	0.000427	0.610711	0.252422	2.45E-05	1	0.00889	0.007705	0.005755	0.865442	0.253848	1.79E-07
8	**WTI**	0.823803	6.16E-12	1.56E-09	0.010976	3.26E-05	1.46E-05	0.00889	1	0.01043	0.361626	0.14794	0.235766	0.000656
9	**SI**	0.064965	0.00648	0.021831	0.888598	0.202338	0.006295	0.007705	0.01043	1	0.001656	0.028457	0.556902	0.000151
10	**HR**	0.221074	0.149447	0.139467	0.432858	0.475964	0.049388	0.005755	0.361626	0.001656	1	0.010012	0.991811	0.00174
11	**LVW**	3.36E-06	0.183429	0.239574	0.547276	0.002711	0.860063	0.865442	0.14794	0.028457	0.010012	1	0.066681	0.86641
12	**SW**	0.643998	0.322303	0.449897	0.548545	0.61022	0.518294	0.253848	0.235766	0.556902	0.991811	0.066681	1	0.000344
13	**SA**	0.305475	1.38E-05	2.17E-05	0.520538	0.118875	1.92E-06	1.79E-07	0.000656	0.000151	0.00174	0.86641	0.000344	1

Πίνακας 8. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα και έλαβαν θεραπεία θυροξίνης (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).

8.11.5. ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΟΥ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL) ΠΟΥ ΔΕΝ ΕΛΑΒΑΝ ΘΕΡΑΠΕΙΑ ΜΕ ΘΥΡΟΞΙΝΗ

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 34** και τον αντίστοιχο πίνακα (**Πίνακας 9**).



Εικόνα 34. Διαγραμματική παρουσίαση των συσχετίσεων κατά *Pearson*, στον πληθυσμό που υπέστει χειρουργικό έμφραγμα και δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
		BW	**LVDD**	**LVSD**	**LVPWT**	**LVLAD**	**LVEF**	**SV**	**WTI**	**SI**	**HR**	**LVW**	**SW**	**SA**
1	**BW**	1	-0.01092	-0.08163	0.123374	0.406542	0.12478	0.072143	-0.05072	0.248864	0.225677	0.555866	-0.1328	-0.17704
2	**LVDD**	-0.01092	1	0.968114	0.453383	0.373823	-0.90591	-0.72706	0.861913	-0.71073	-0.03023	0.443979	0.815996	0.881465
3	**LVSD**	-0.08163	0.968114	1	0.452522	0.311255	-0.96596	-0.75527	0.823675	-0.72205	-0.01684	0.411614	0.847052	0.913934
4	**LVPWT**	0.123374	0.453383	0.452522	1	0.086317	-0.41733	-0.42096	-0.04515	-0.44065	0.163385	0.507693	0.430778	0.443461
5	**LVLAD**	0.406542	0.373823	0.311255	0.086317	1	-0.25122	-0.29975	0.380339	0.338112	0.005855	0.293721	0.199281	0.238772
6	**LVEF**	0.12478	-0.90591	-0.96596	-0.41733	-0.25122	1	0.748729	-0.77661	0.715471	-0.0032	-0.34864	-0.85847	-0.91975
7	**SV**	0.072143	-0.72706	-0.75527	-0.42096	-0.29975	0.748729	1	-0.58078	0.512094	0.041901	-0.32166	-0.70099	-0.74491
8	**WTI**	-0.05072	0.861913	0.823675	-0.04515	0.380339	-0.77661	-0.58078	1	-0.54656	-0.1204	0.234968	0.670458	0.732716
9	**SI**	0.248864	-0.71073	-0.72205	-0.44065	0.338112	0.715471	0.512094	-0.54656	1	0.043699	-0.25701	-0.64719	-0.681
10	**HR**	0.225677	-0.03023	-0.01684	0.163385	0.005855	-0.0032	0.041901	-0.1204	0.043699	1	0.307639	0.079072	0.032759
11	**LVW**	0.555866	0.443979	0.411614	0.507693	0.293721	-0.34864	-0.32166	0.234968	-0.25701	0.307639	1	0.40708	0.353779
12	**SW**	-0.1328	0.815996	0.847052	0.430778	0.199281	-0.85847	-0.70099	0.670458	-0.64719	0.079072	0.40708	1	0.958149
13	**SA**	-0.17704	0.881465	0.913934	0.443461	0.238772	-0.91975	-0.74491	0.732716	-0.681	0.032759	0.353779	0.958149	1

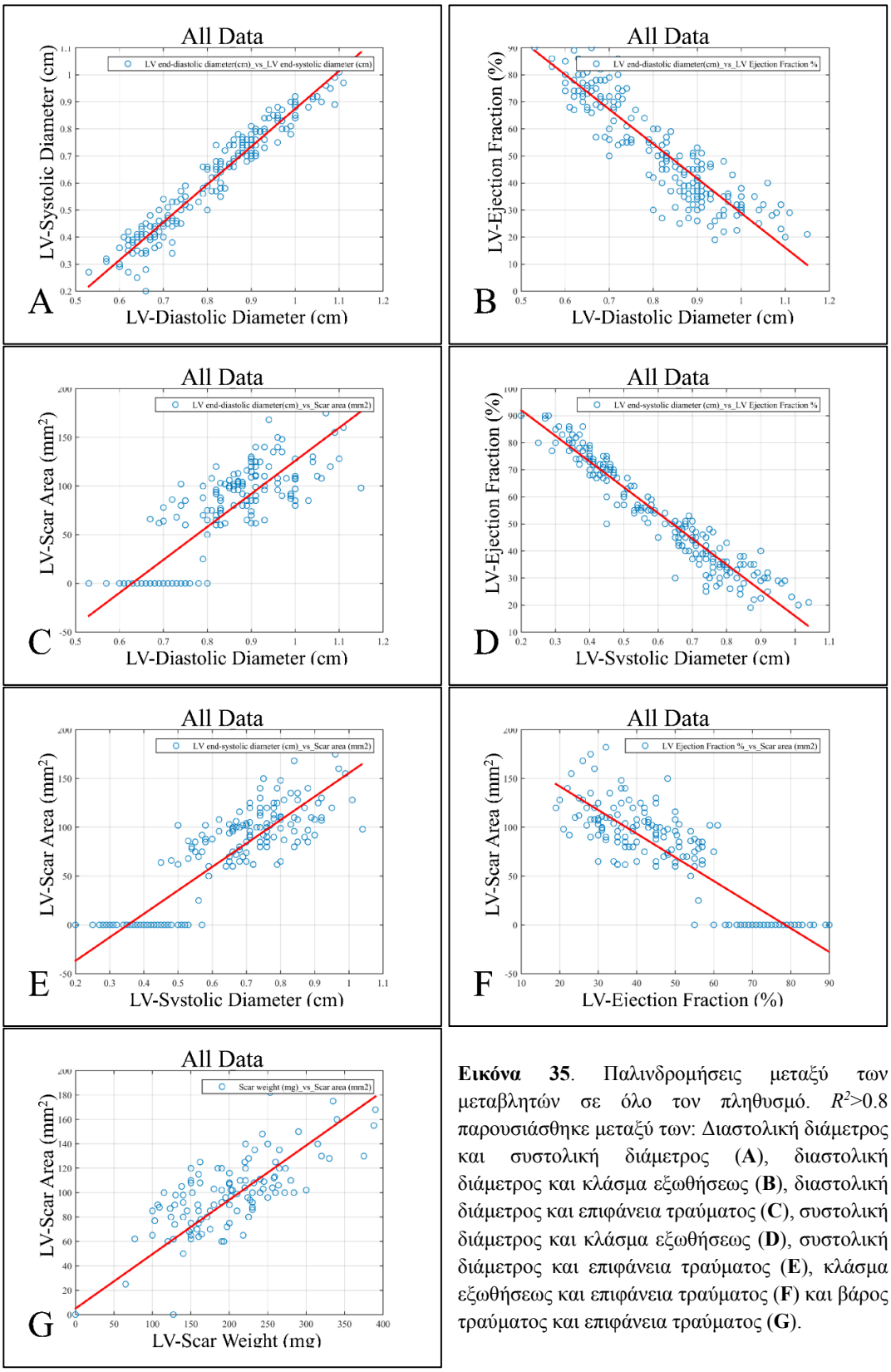
Πίνακας 9. Συσχετίσεις (ρ) κατά *Pearson* στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα και δεν έλαβαν θεραπεία θυροξίνης (με πράσινο παρουσιάζονται ρ>0.8 και με κόκκινο οι ρ<-0.8) (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 – ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΤΩΝ ΥΠΟ ΜΕΛΕΤΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

Οι παραπάνω τρόποι προσέγγισης δίνουν στοιχεία για την πιθανή συσχέτιση μεταξύ των μεταβλητών, χωρίς όμως να ταυτοποιούν και αιτιότητα για τις μεταξύ τους σχέσεις. Για το σκοπό αυτό πρέπει να γίνει διερεύνηση των μεταβλητών με τη χρήση παλινδρομήσεων, οι οποίες μπορεί να δώσουν πιο πολλές πληροφορίες για την αιτιότητα μεταξύ των μεταβλητών και ήτοι των υπό παρατήρηση φαινομένων. Η συνάρτηση, που χρησιμοποιήθηκε αφορούσε στην πολυωνυμική συνάρτηση της μορφής $y=ax+b$, και για να επιβεβαιώσουμε ότι τα δεδομένα μπορούσαν να μοντελοποιηθούν και με άλλους τύπους πολυωνυμικών συναρτήσεων, χρησιμοποιήσαμε συναρτήσεις μεγαλύτερου βαθμού, αλλά έδωσαν τις ίδιες μεταβλητές, δηλαδή όσες μεταβλητές έδωσαν R2>0.8 με τη γραμμική συνάρτηση οι ίδιες έδωσαν και με τις συναρτήσεις μεγαλύτερου βαθμού. Ως εκ τούτου για το πλήθος των παλινδρομήσεων χρησιμοποιήθηκε η προαναφερόμενη συνάρτηση.

9.1. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΕ ΟΛΟ ΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ

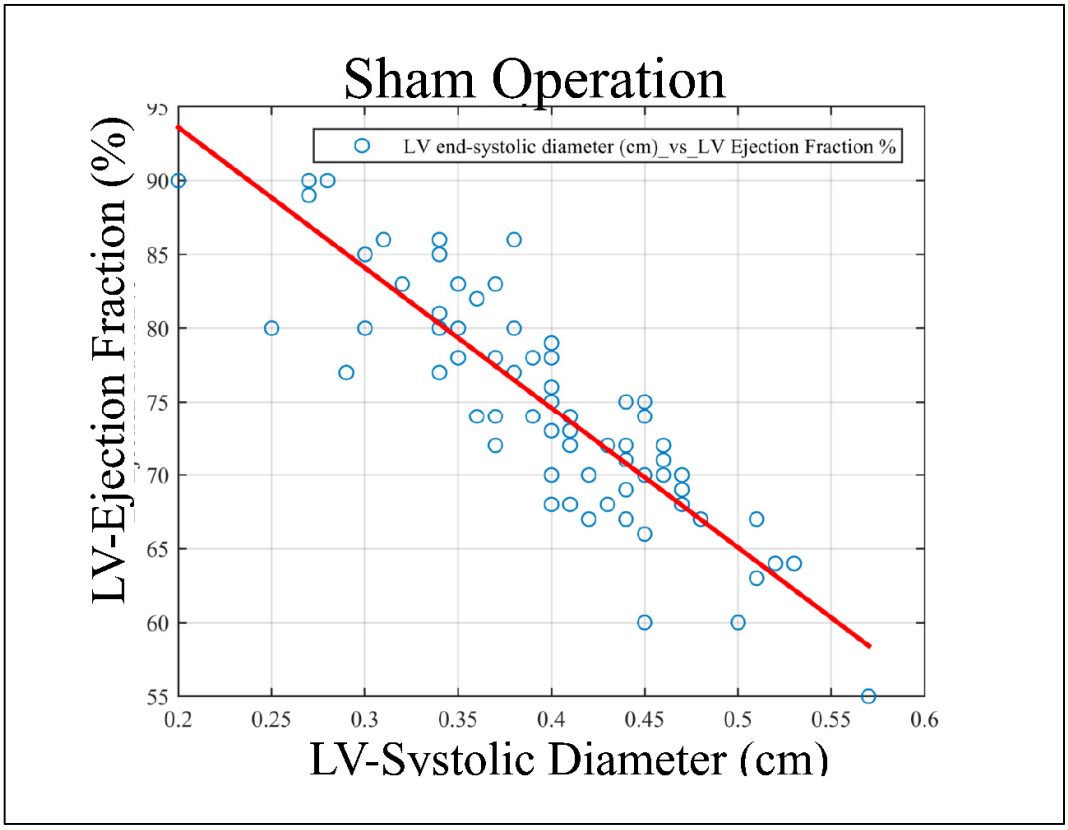
Η πρώτη προσέγγιση αφορά σε όλο τον πληθυσμό, ανεξαρτήτως των επιμέρους υποομάδων στις οποίες ανήκουν οι επίμυες. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην **Εικόνα 35** , όπου παρουσιάζονται οι μεταβλητές, που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνυμική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*».



Εικόνα 35. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών σε όλο τον πληθυσμό. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**C**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**D**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**E**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**F**) και βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**G**).

9.2. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΕΛΕΓΧΟΥ (SHAM OPERATION)

Στην **Εικόνα 36** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων στην υποομάδα ελέγχου και που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνομική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Στην περίπτωση της ομάδας ελέγχου, η μόνη σημαντική συσχέτιση που ανευρέθει αφορούσε στη συστολική διάμετρο σε σχέση με το κλάσμα εξωθήσεως.

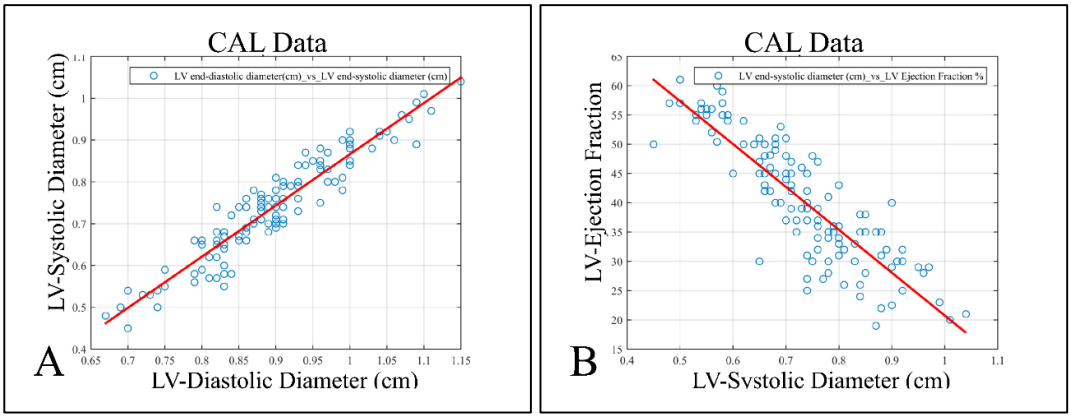


Εικόνα 36. Παλινδρόμηση μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό ελέγχου. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μόνο στη σύγκριση μεταξύ συστολικής διαμέτρου και κλάσματος εξωθήσεως.

9.3. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΧΕΙΡΟΥΡΓΙΚΟΥ ΕΜΦΡΑΓΜΑΤΟΣ (CAL)

Στην **Εικόνα 37** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων στην υποομάδα χειρουργικού εμφράγματος και που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνομική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως

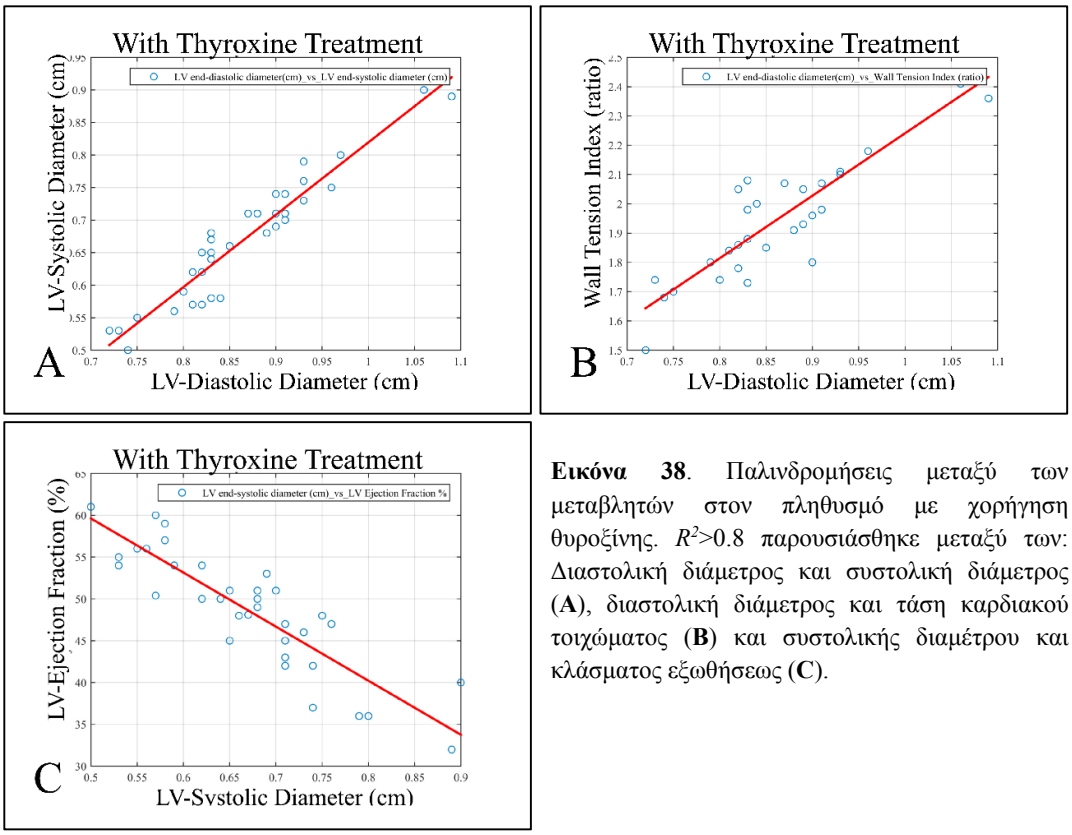
περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Στην περίπτωση της ομάδας ελέγχου, η μόνη σημαντική συσχέτιση που ανευρέθει αφορούσε στη συστολική διάμετρο σε σχέση με το κλάσμα εξωθήσεως.



Εικόνα 37. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό χειρουργικού εμφράγματος. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**A**) και διαστολικής διαμέτρου και συστολικής διαμέτρου (**B**).

9.4. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΜΕ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ

Στην **Εικόνα 38** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων στην υποομάδα, που *έλαβε* θεραπεία θυροξίνης (ήτοι ανεξάρτητα από τις άλλες μεταβλητές, αδιακρίτως σε ποιο τύπο επέμβασης ανήκουν ο επίμυες ή σε ποιο χρονικό σημείο έγινε η μέτρηση) και που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Η ομάδα αυτή αφορά Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνομική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Σημαντική συσχέτιση (R^2>0.8) παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**Εικόνα 38A**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 38B**) και συστολικής διαμέτρου και κλάσματος εξωθήσεως (**Εικόνα 38C**).

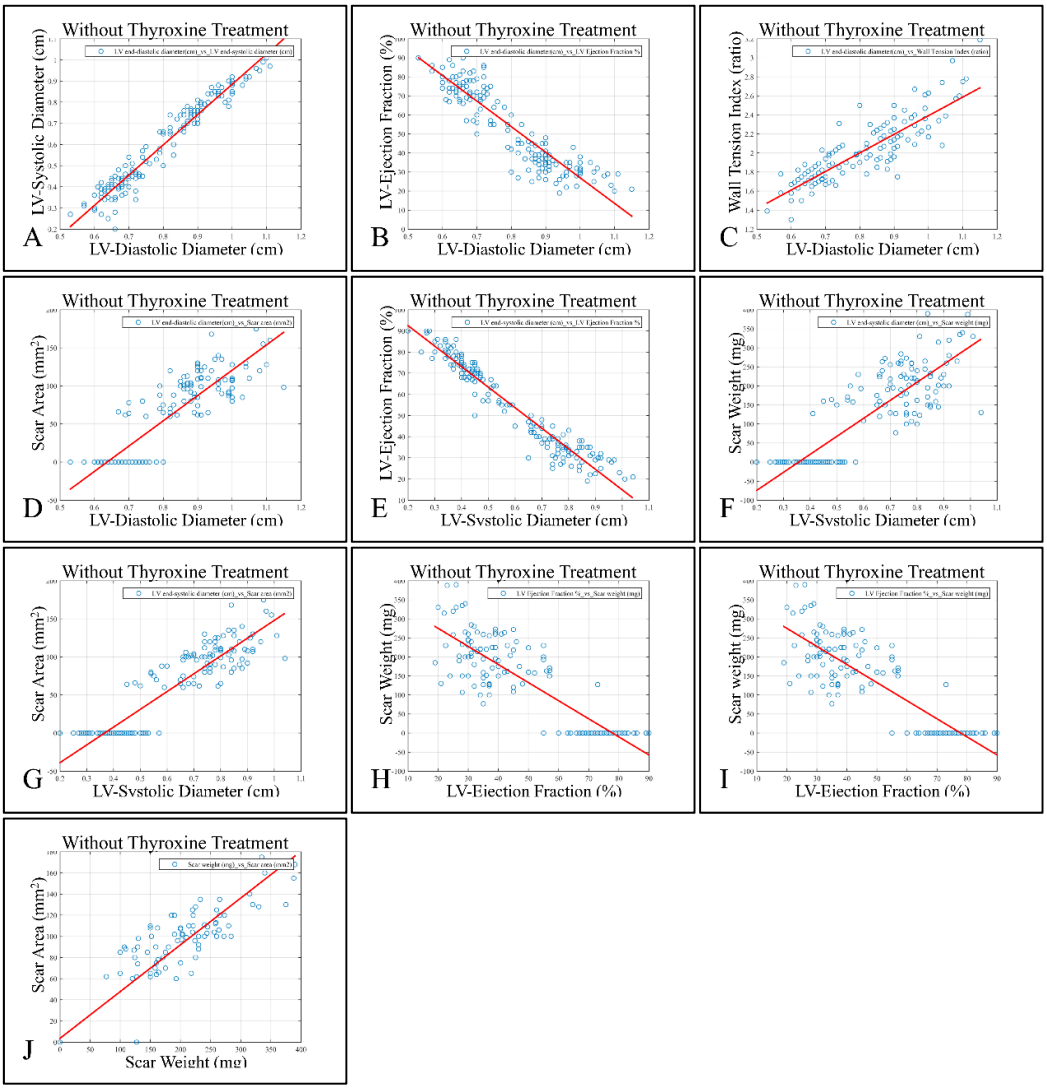


Εικόνα 38. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό με χορήγηση θυροξίνης. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**B**) και συστολικής διαμέτρου και κλάσματος εξωθήσεως (**C**).

9.6. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΧΩΡΙΣ ΤΗ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΘΥΡΟΞΙΝΗΣ

Στην **Εικόνα 39** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων στην υποομάδα, που *δεν έλαβε* θεραπεία θυροξίνης (ήτοι ανεξάρτητα από τις άλλες μεταβλητές, αδιακρίτως σε ποιο τύπο επέμβασης ανήκουν ο επίμυες ή σε ποιο χρονικό σημείο έγινε η μέτρηση) και που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Η ομάδα αυτή αφορά Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνομική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Σημαντική συσχέτιση (R^2>0.8) παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**Εικόνα 39A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 39B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 39C**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 39D**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 39E**), συστολική διάμετρος και βάρος τραύματος (**Εικόνα 39F**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 39G**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος

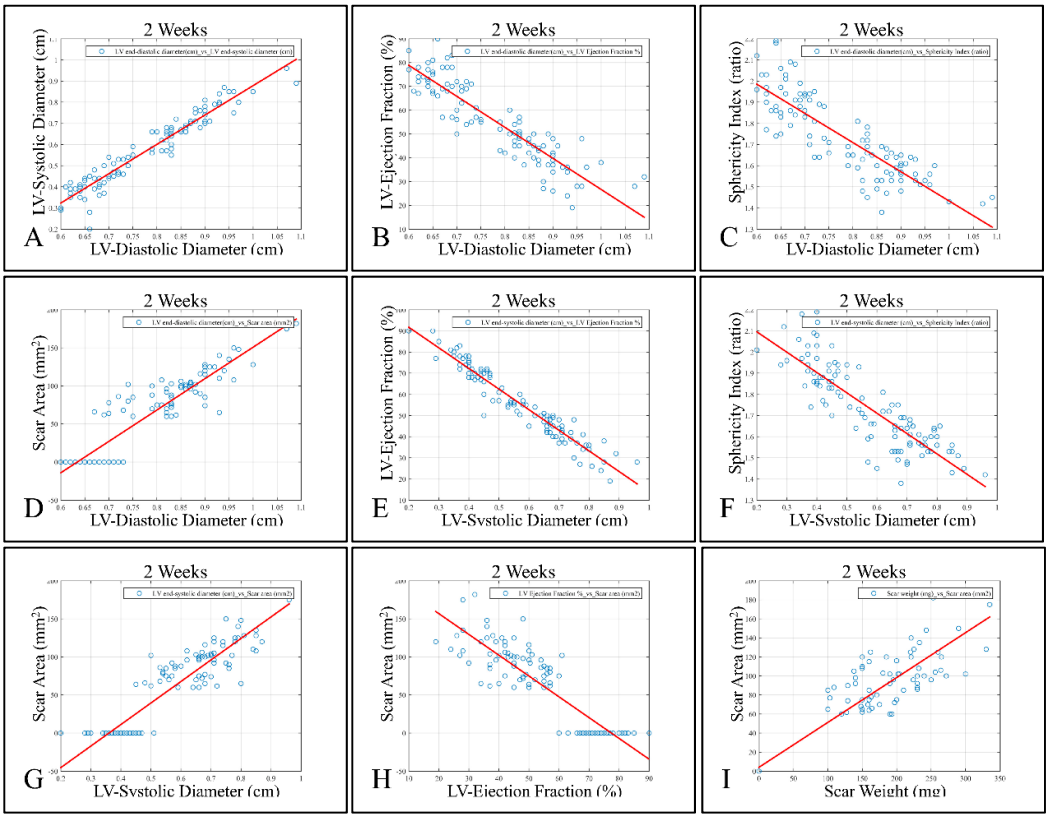
τραύματος (**Εικόνα 39H**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**Εικόνα 39I**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 39J**).



Εικόνα 39. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό χωρίς τη χορήγηση θυροξίνης. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**C**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**D**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**E**), συστολική διάμετρος και βάρος τραύματος (**F**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**G**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**H**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**I**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**J**).

9.6. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΩΝ ΔΥΟ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ

Στην **Εικόνα 40** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων στην υποομάδα, κατά τη διάρκεια των δύο εβδομάδων πειραματισμού (ήτοι ανεξάρτητα από τις άλλες μεταβλητές, αδιακρίτως σε ποιο τύπο επέμβασης ανήκουν ο επίμυες ή αν χορηγήθηκε ή όχι θυροξίνη) και που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνομική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Σημαντική συσχέτιση (R^2>0.8) παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**Εικόνα 40A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 40B**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 40C**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 40D**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 40E**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 40F**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 40G**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 40H**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 40I**).



Εικόνα 40. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα των δύο εβδομάδων. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**C**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**D**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**E**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**F**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**G**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**H**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**I**).

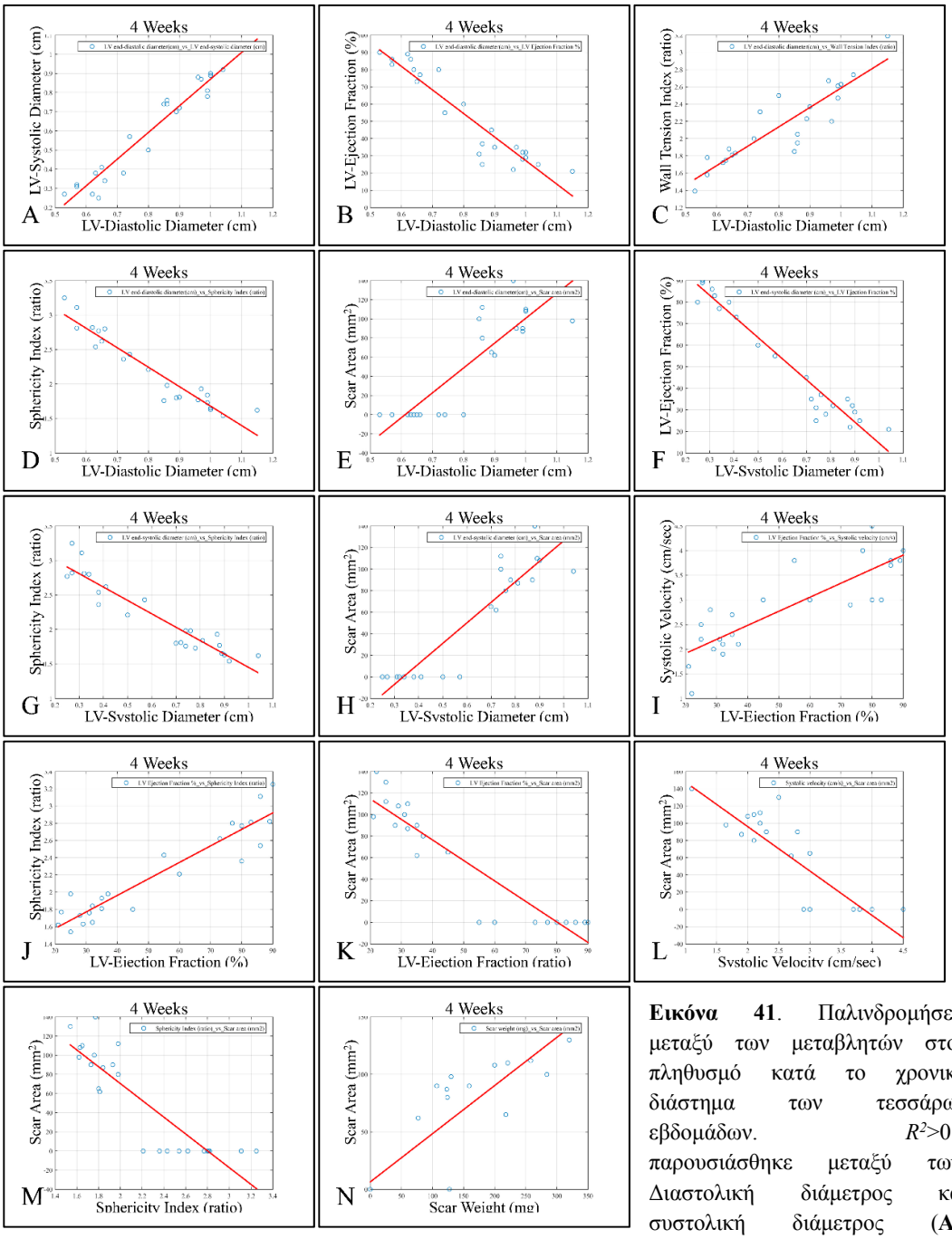
9.7. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΩΝ ΤΕΣΣΑΡΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ

Στην **Εικόνα 41** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων στην υποομάδα, κατά τη διάρκεια των τεσσάρων εβδομάδων πειραματισμού (ήτοι ανεξάρτητα από τις άλλες μεταβλητές, αδιακρίτως σε ποιο τύπο επέμβασης ανήκουν ο επίμυες ή αν χορηγήθηκε ή όχι θυροξίνη) και που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνομική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Σημαντική συσχέτιση (R^2>0.8) παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**Εικόνα 41A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 41B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 41C**), διαστολική διάμετρος και

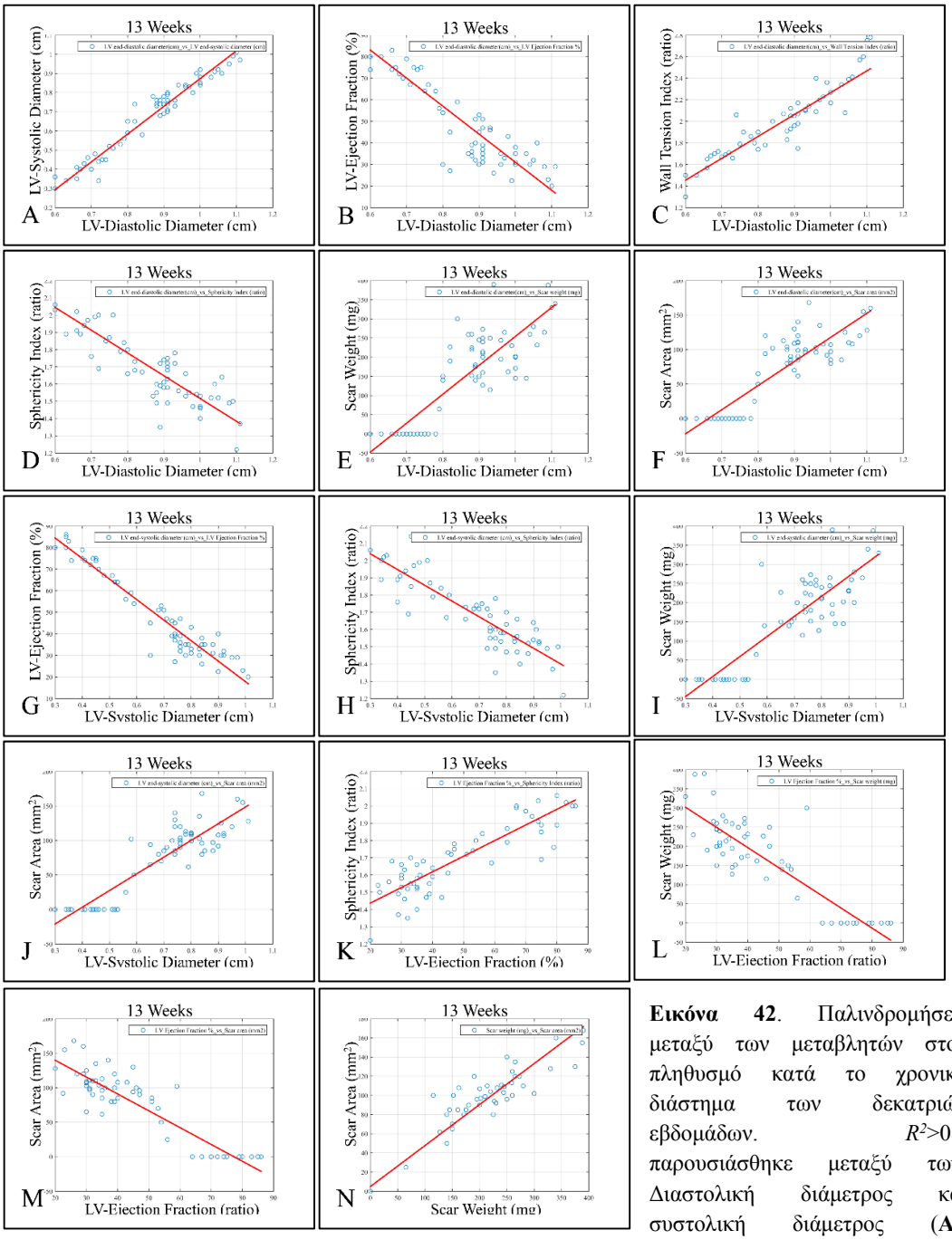
δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 41D**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 41E**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 41F**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 41G**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 41H**), κλάσμα εξωθήσεως και συστολική ταχύτητα (**Εικόνα 41I**), κλάσμα εξωθήσεως και δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 41J**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 41K**), συστολική ταχύτητα και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 41L**), δείκτης σφαιρικότητας και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 41M**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 41N**).

9.8. ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ ΣΤΟΝ ΠΛΗΘΥΣΜΟ ΤΩΝ ΔΕΚΑΤΡΙΩΝ ΕΒΔΟΜΑΔΩΝ

Στην **Εικόνα 42** παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των παλινδρομήσεων στην υποομάδα, κατά τη διάρκεια των δεκατριών εβδομάδων πειραματισμού (ήτοι ανεξάρτητα από τις άλλες μεταβλητές, αδιακρίτως σε ποιο τύπο επέμβασης ανήκουν ο επίμυες ή αν χορηγήθηκε ή όχι θυροξίνη) και που έδωσαν συντελεστή συσχέτισης R^2>0.8. Οι συσχετίσεις αυτές έγιναν με την πολυωνομική γραμμική συνάρτηση $y=ax+b$, όπως περιγράφεται στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Σημαντική συσχέτιση (R^2>0.8) παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**Εικόνα 42A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 42B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**Εικόνα 42C**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 42D**), διαστολική διάμετρος και βάρος τραύματος επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 42E**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 42F**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**Εικόνα 42G**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 42H**), συστολική διάμετρος και βάρος τραύματος (**Εικόνα 42I**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 42J**), κλάσμα εξωθήσεως και δείκτης σφαιρικότητας (**Εικόνα 42K**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**Εικόνα 42L**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 42M**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**Εικόνα 42N**).



Εικόνα 41. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα των τεσσάρων εβδομάδων. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**C**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**D**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**E**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**F**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**G**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**H**), κλάσμα εξωθήσεως και συστολική ταχύτητα (**I**), κλάσμα εξωθήσεως και δείκτης σφαιρικότητας (**J**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**K**), συστολική ταχύτητα και επιφάνεια τραύματος (**L**), δείκτης σφαιρικότητας και επιφάνεια τραύματος (**M**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**N**).



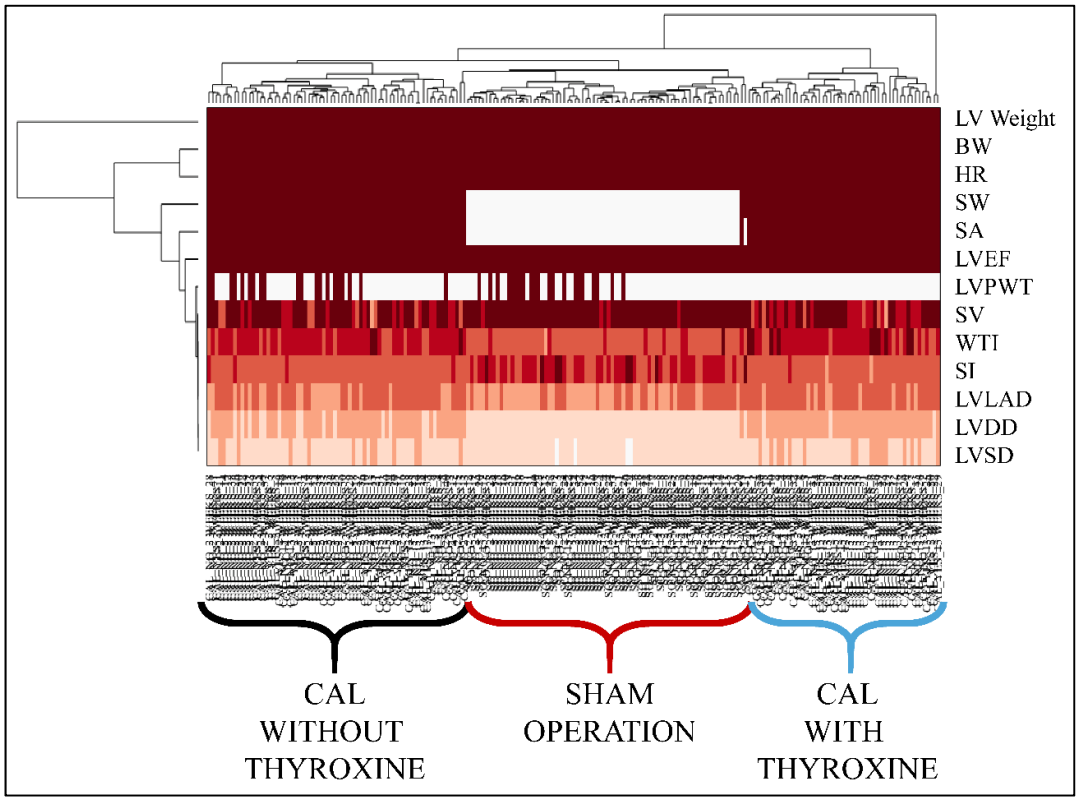
Εικόνα 42. Παλινδρομήσεις μεταξύ των μεταβλητών στον πληθυσμό κατά το χρονικό διάστημα των δεκατριών εβδομάδων. R^2>0.8 παρουσιάσθηκε μεταξύ των: Διαστολική διάμετρος και συστολική διάμετρος (**A**), διαστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**B**), διαστολική διάμετρος και τάση καρδιακού τοιχώματος (**C**), διαστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**D**), διαστολική διάμετρος και βάρος τραύματος επιφάνεια τραύματος (**E**), διαστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**F**), συστολική διάμετρος και κλάσμα εξωθήσεως (**G**), συστολική διάμετρος και δείκτης σφαιρικότητας (**H**), συστολική διάμετρος και βάρος τραύματος (**I**), συστολική διάμετρος και επιφάνεια τραύματος (**J**), κλάσμα εξωθήσεως και δείκτης σφαιρικότητας (**K**), κλάσμα εξωθήσεως και βάρος τραύματος (**L**), κλάσμα εξωθήσεως και επιφάνεια τραύματος (**M**), βάρος τραύματος και επιφάνεια τραύματος (**N**).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 – ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗΣ

Για να μπορέσουμε να εμβαθύνουμε περισσότερο στην κατανόηση των δεδομένων προχωρήσαμε στην περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων με αλγόριθμους ταξινόμησης δεδομένων, οι οποίοι περιελάμβαναν τη χρήση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.

10.1. ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Η ιεραρχική ταξινόμηση παρουσιάζεται στην παρακάτω εικόνα (**Εικόνα 43**). Ειδικότερα, έγινε προσπάθεια ταξινόμησης των δεδομένων με ιεραρχική ταξινόμηση με ευκλείδεια απόσταση. Η μέθοδος αυτή έδειξε ότι τα δεδομένα μπορούσαν να ταξινομηθούν σε τρεις αδρές κατηγορίες, ήτοι στη ομάδα με χειρουργικό έμφραγμα και χωρίς χορήγηση θυροξίνης, στην ομάδα ελέγχου και στην ομάδα με χειρουργικό έμφραγμα και χορήγηση θυροξίνης.

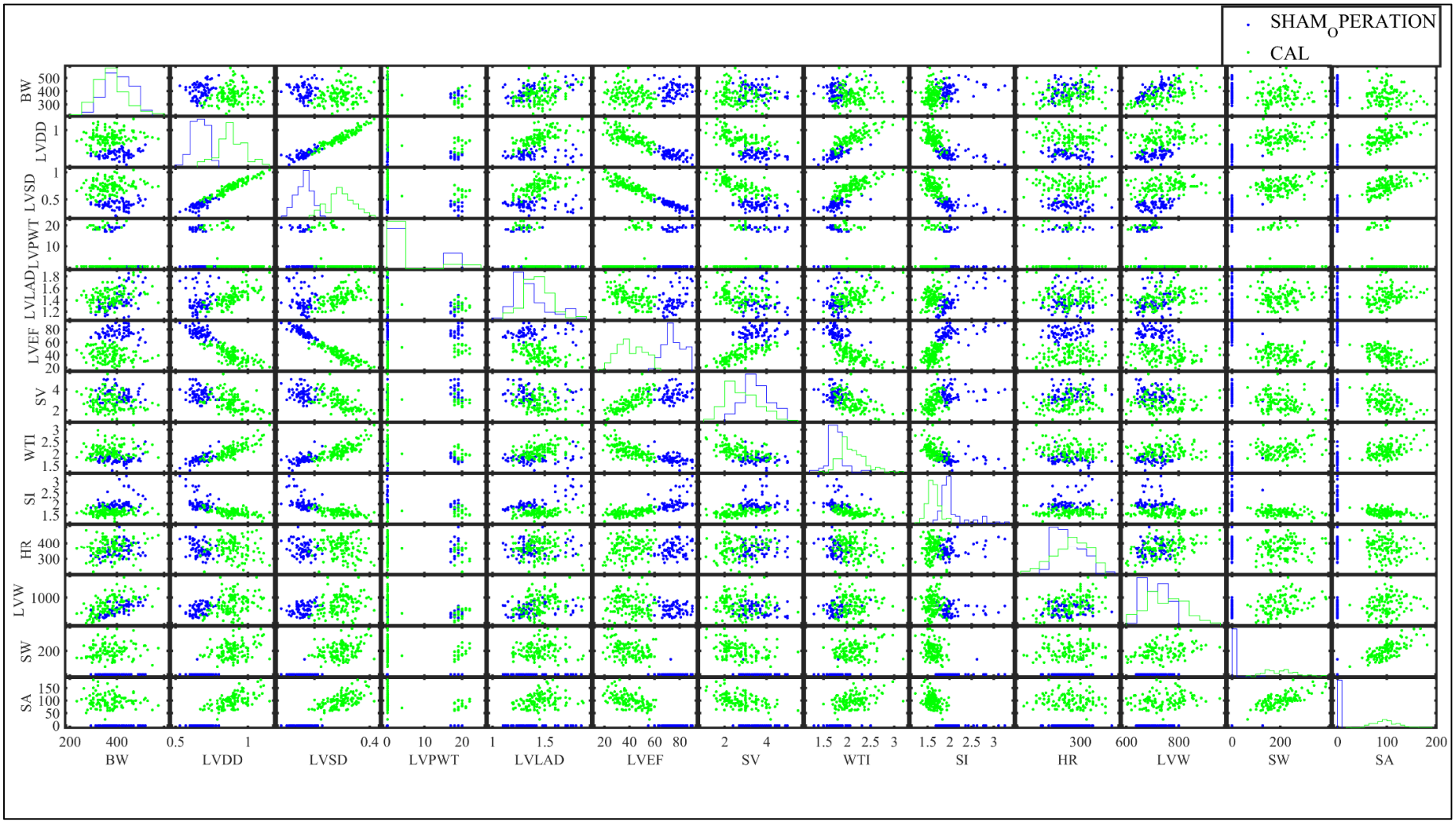


Εικόνα 43. Ιεραρχική ταξινόμηση όλων των μεταβλητών με Ευκλείδεια απόσταση.

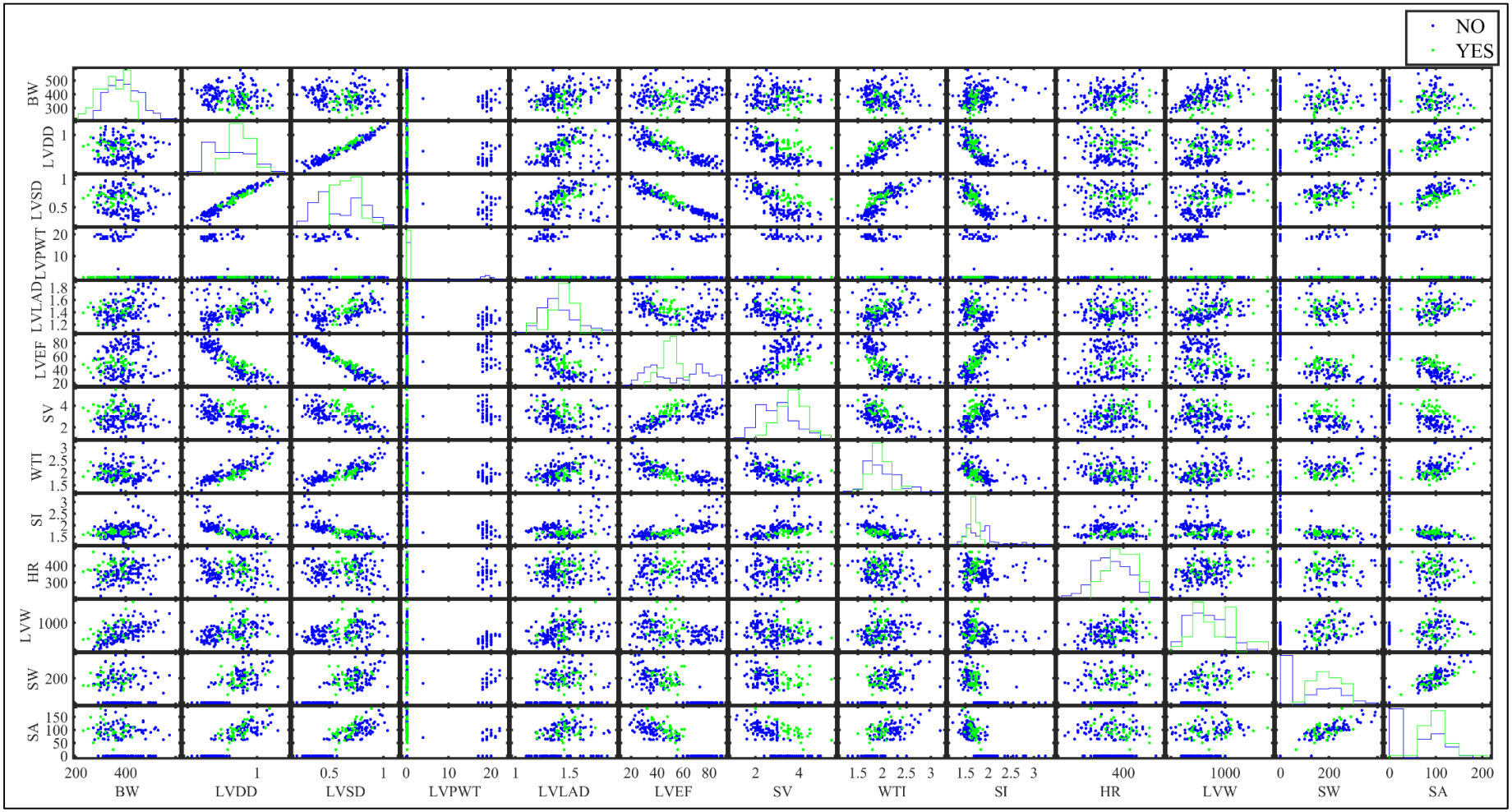
10.2. ΙΕΡΑΡΧΙΚΑ ΔΟΜΗΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ (CLUSTERED SCATTER)

Τα διαγράμματα διασποράς αποτελούν μέθοδο ανάλυσης πολυπαραγοντικών δεδομένων, τα οποία ταξινομούνται πρώτα με ευκλείδεια απόσταση και κατόπιν αναπαρίστανται σε διαγράμματα διασποράς. Τα διαγράμματα αυτά, λόγω της ιδιαιτερότητάς τους παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στις επόμενες σελίδες.

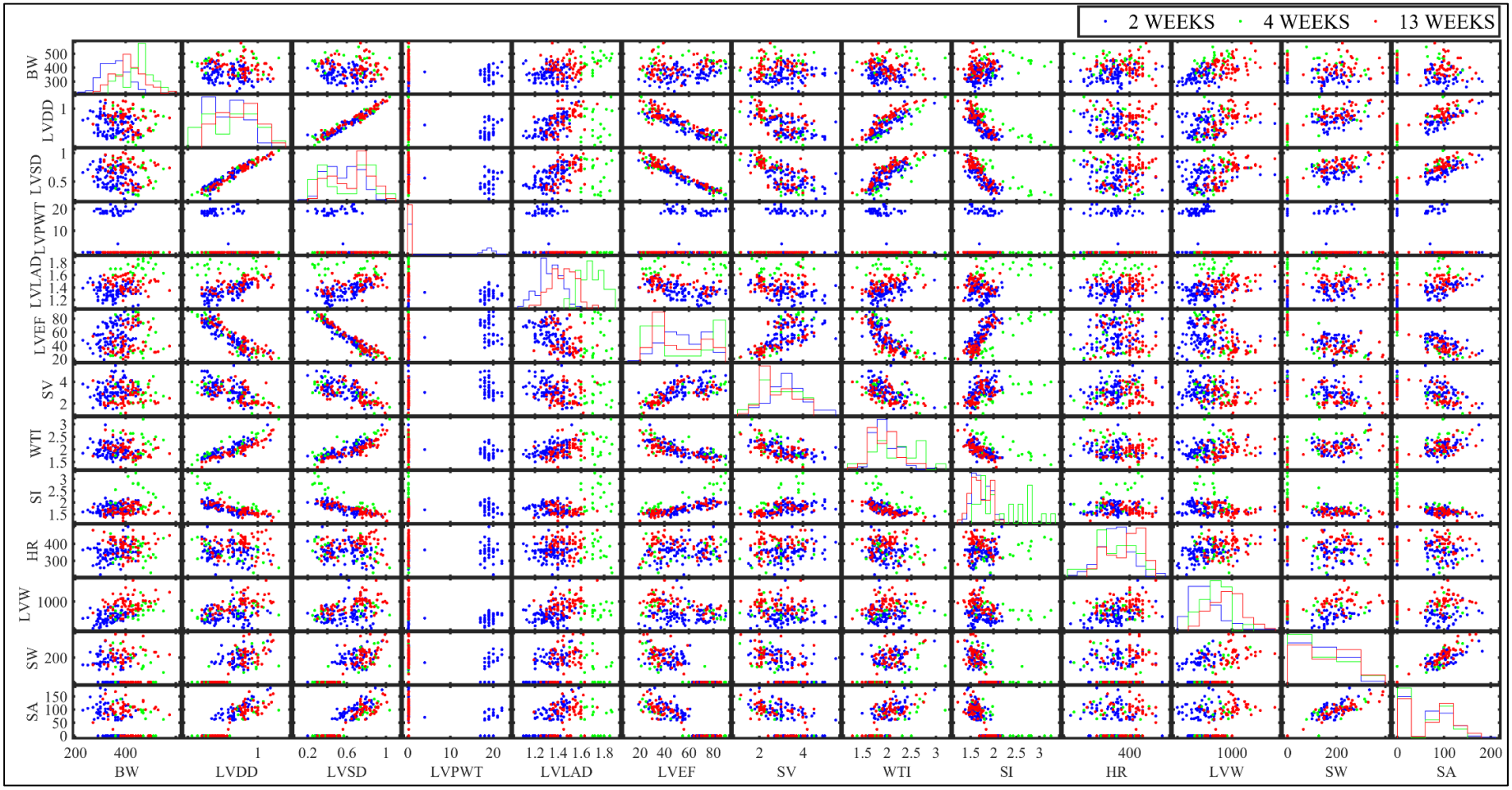
Στην περίπτωση του συνόλου του πληθυσμού, φάνηκε ότι όλες οι μεταβλητές μπορούσαν να ταξινομήσουν τα δεδομένα μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας χειρουργικού εμφράγματος (**Εικόνα 44**). Αντίθετα, στην περίπτωση της θυροξίνης, και πάλι σε όλο τον πληθυσμό, δεν ήταν δυνατή η ταξινόμηση των μεταβλητών με βάση το χαρακτηριστικό αυτό (**Εικόνα 45**). Παρόμοια εικόνα είχαμε και στην περίπτωση του χρόνου ως μεταβλητή ταξινόμησης (**Εικόνα 46**). Η διερεύνηση στον πληθυσμό στον οποίο προκλήθηκε χειρουργικό έμφραγμα, φάνηκε ότι υπήρξε ταξινόμηση με βάση τη χορήγηση θυροξίνης. Ειδικότερα, η συστολική ταχύτητα φάνηκε να διαχωρίζεται ως προς τις υπόλοιπες μεταβλητές. Επίσης, η επιφάνεια του τραύματος φάνηκε να διαχωρίζεται συναρτήσει της συστολικής διαμέτρου και της συστολικής ταχύτητας (**Εικόνα 47**).



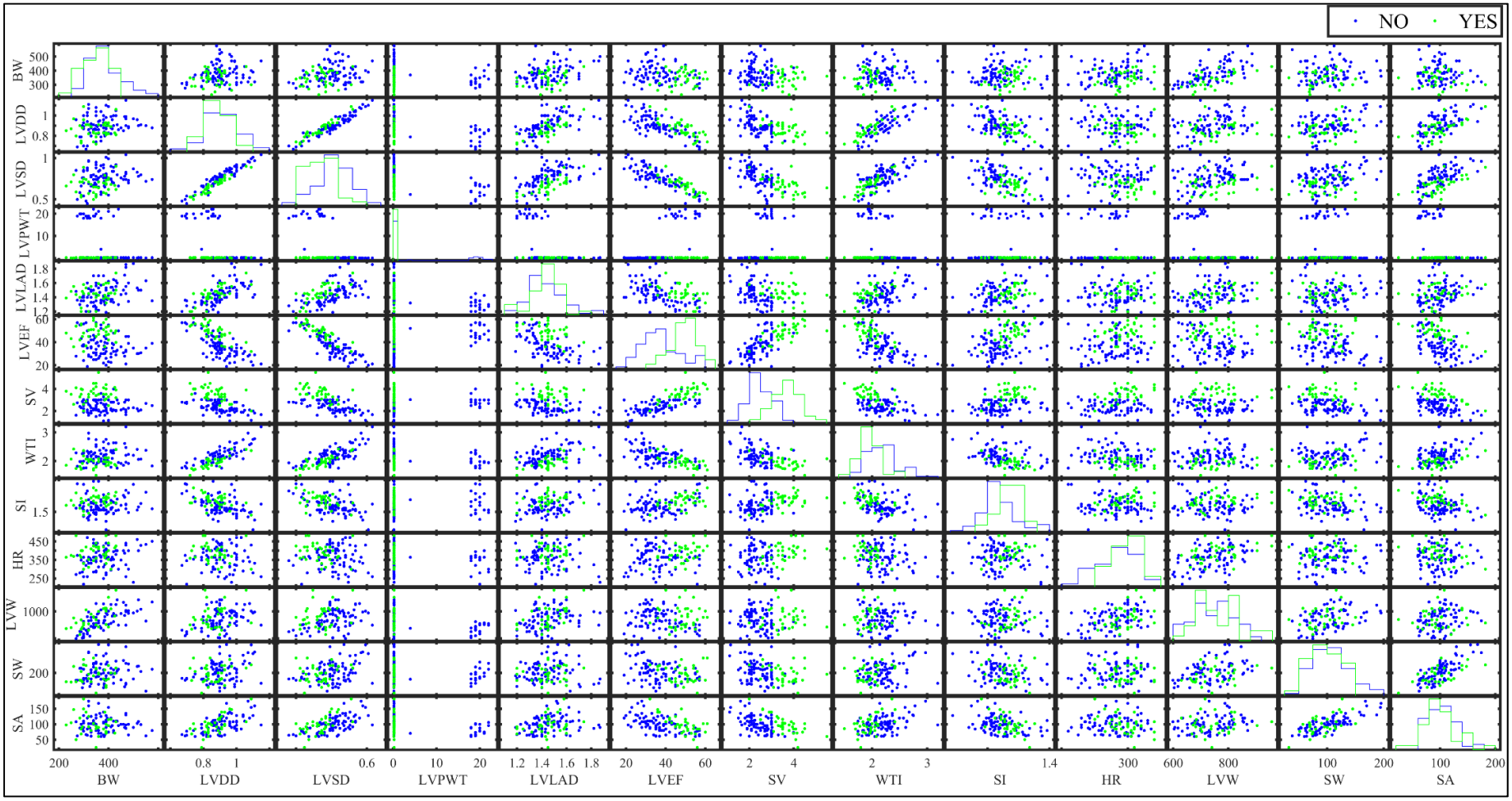
Εικόνα 44. Δομημένο διάγραμμα διασποράς σε ολόκληρο τον πληθυσμό με βάση τον τρόπο επέμβασης (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).



Εικόνα 45. Δομημένο διάγραμμα διασποράς σε ολόκληρο τον πληθυσμό με βάση τη χορήγηση θυροξίνης (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).



Εικόνα 46. Δομημένο διάγραμμα διασποράς σε ολόκληρο τον πληθυσμό με βάση το χρόνο (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).



Εικόνα 47. Δομημένο διάγραμμα διασποράς στον πληθυσμό με χειρουργικό έμφραγμα ως προς τη χορήγηση θυροξίνης (**BW**: Body Weight, **LVDD**: Left Ventricular Diastolic Diameter, **LVSD**: Left Ventricular Systolic Diameter, **LVPWT**: Left Ventricular Posterior Wall Index, **LVLAD**: Left Ventricular Long Axis Diameter, **LVEF**: Left Ventricular Ejection Fraction, **SV**: Systolic Velocity, **WTI**: Wall Tension Index, **SI**: Sphericity Index, **HR**: Heart Rate, **LVW**: Left Ventricular Weight, **SW**: Scar Weight, **SA**: Scar Area).

10.3. K-MEANS ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΕΙΣ

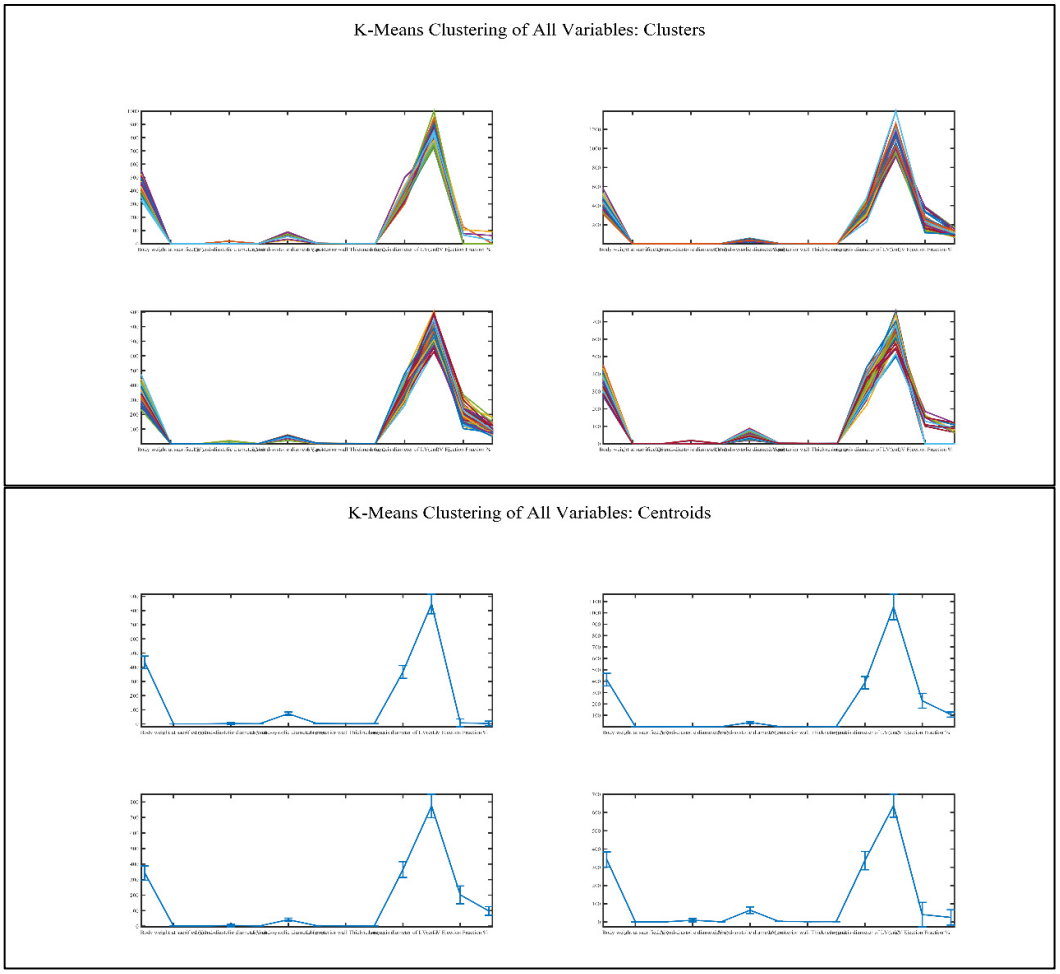
Στους αλγόριθμους ταξινόμησης, μηχανικής μάθησης, περιλαμβάνονται και οι μεθοδολογίες k-means, τους οποίους περιγράψαμε λεπτομερώς στην «*Εισαγωγή*» και στην ενότητα «*Υλικό και Μέθοδος*». Η ανάλυση αυτή, μπόρεσε να ταξινομήσει τις ομάδες μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας χειρουργικού εμφράγματος, ενώ δεν μπόρεσε να ταξινομήσει πλήρως τη χορήγηση θυροξίνης ή το χρόνο πειραματισμού.

Ειδικότερα, παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τέσσερις (**Εικόνα 48**), εννέα (**Εικόνα 49**) και δεκαέξι συστάδες (**Εικόνα 50**).

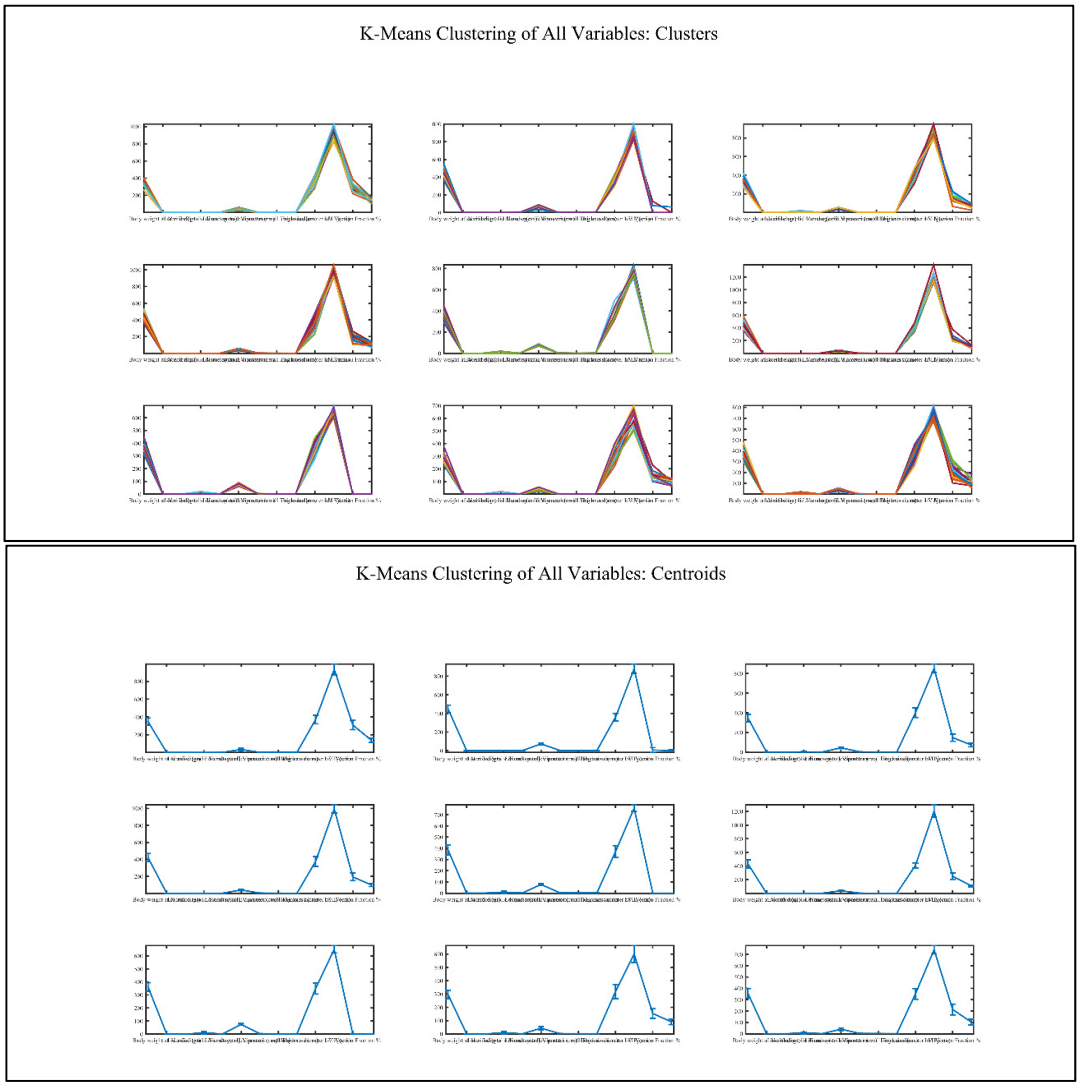
Στην περίπτωση των τεσσάρων συστάδων[8] (**Εικόνα 48**), η πρώτη συστάδα αφορά στην ομάδα ελέγχου, η δεύτερη συστάδα αφορά στην ομάδα χειρουργικού εμφράγματος, η τρίτη συστάδα αφορά στην ομάδα χειρουργικού εμφράγματος και η τέταρτη συστάδα στην ομάδα ελέγχου.

Αντίστοιχα, στην περίπτωση των εννέα συστάδων (**Εικόνα 49**) διαχωρίσθηκαν και πάλι οι ομάδες μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας χειρουργικού εμφράγματος. Στην περίπτωση των εννέα συστάδων (**Εικόνα 49**), η πρώτη συστάδα αφορά στην ομάδα χειρουργικού εμφράγματος, με ίση συμμετοχή των υποομάδων που έλαβαν θυροξίνη ή μη, η δεύτερη συστάδα αφορά στην ομάδα ελέγχου, η τρίτη συστάδα αφορά στην ομάδα χειρουργικού εμφράγματος, με ίση συμμετοχή των υποομάδων που έλαβαν θυροξίνη ή μη χειρουργικού εμφράγματος, ομοίως με την τρίτη και η τέταρτη συστάδα, η πέμπτη συστάδα περιελάμβανε την ομάδα ελέγχου, η έκτη ομάδα είχε το ίδιο προφίλ με τις συστάδες 1, 3, 4. Συνοπτικά, οι συστάδες 1, 3, 4, 6, 8, 9 περιελάμβανε τα δείγματα του χειρουργικού ελέγχου και οι συστάδες 2, 5, 7 περιελάμβαναν τα δείγματα ελέγχου. Στην περίπτωση των ομάδων του χειρουργικού εμφράγματος, η χορήγηση θυροξίνης ήταν μικτά τοποθετούμενη στις συστάδες, δηλαδή ταξινομήθηκαν μαζί επίμυες, που είχαν λάβει και που δεν είχαν λάβει θυροξίνη.

[8] Η αρίθμηση των συστάδων ξεκινάει από την πάνω αριστερά και πηγαίνοντας προς τα δεξιά τερματίζει στον κάτω δεξιά. Ως εκ τούτου, η συστάδα υπ. αριθμ. 1 είναι η πάνω αριστερά και η τελευταία είναι η κάτω δεξία.

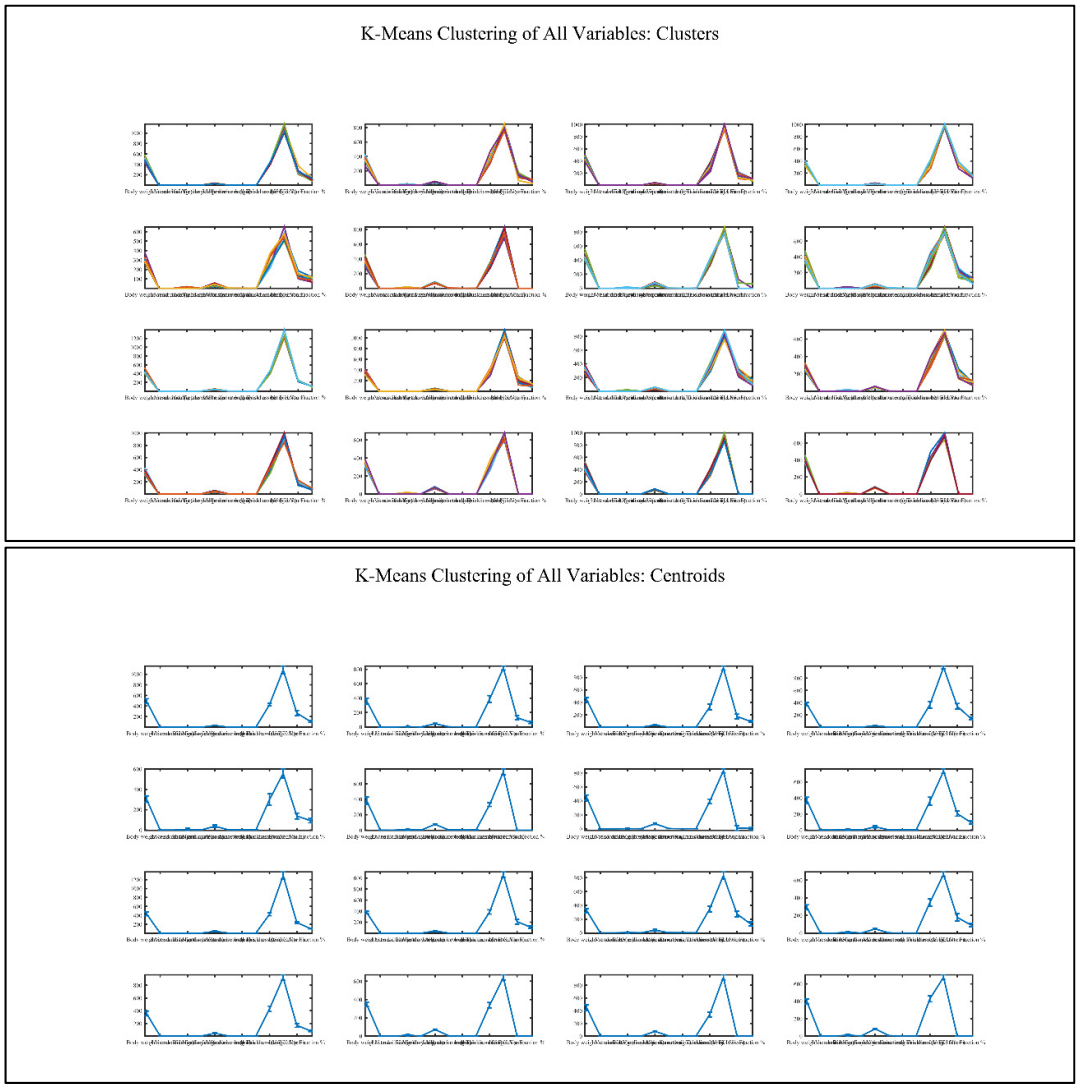


Εικόνα 48. Συσταδοποίηση των καρδιακών μεταβλητών με τη μέθοδο K-means. Παρουσιάζεται η εκδοχή των τεσσάρων συστάδων.



Εικόνα 49. Συσταδοποίηση των καρδιακών μεταβλητών με τη μέθοδο K-means. Παρουσιάζεται η εκδοχή των εννέα συστάδων.

Τέλος, στην περίπτωση των 16 συστάδων (**Εικόνα 50**), οι συστάδες 6, 7, 14, 15, 16 αφορούσαν στα δείγματα ελέγχου. Αντίστοιχα, οι συστάδες 1, 3, 4, και 5 αφορούσαν σε δείγματα του χειρουργικού εμφράγματος χωρίς τη χορήγηση θυροξίνης. Επίσης, οι συστάδες 2, 8, 9,10, 11, 12, 13 αφορούσαν σε δείγματα χειρουργικού εμφράγματος με ταυτόχρονη παρουσία των δειγμάτων που έλαβαν και δεν έλαβαν θυροξίνη.



Εικόνα 50. Συσταδοποίηση των καρδιακών μεταβλητών με τη μέθοδο K-means. Παρουσιάζεται η εκδοχή των δεκαέξι συστάδων.

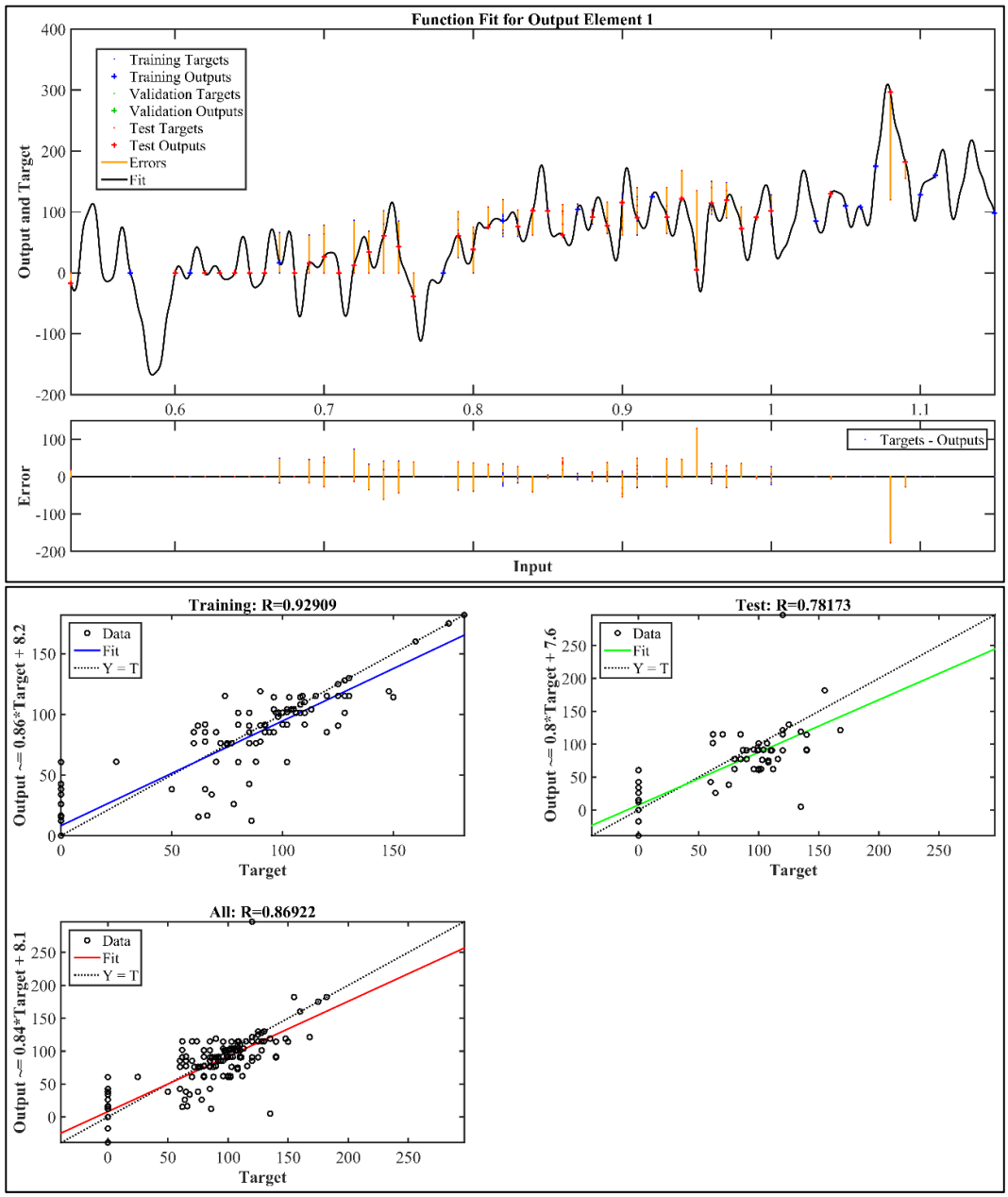
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 - ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΝΕΥΡΩΝΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ

Στην παρούσα μελέτη τα νευρωνικά δίκτυα εφαρμόσθηκαν με σκοπό να βοηθήσουν περισσότερο προς την κατεύθυνση της κατανόησης των δεδομένων, αλλά κυρίως για να δημιουργήσουν ένα νέο εργαλείο της εκτίμησης της βλάβης στον καρδιακό μυ μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου. Για το σκοπό αυτό, χρησιμοποιήσαμε τα δεδομένα, τα οποία υπολογίζονταν ή εκτιμώντο από την υπερηχοκαρδιογραφία και προσπαθήσαμε να τα συνδέσουμε με δύο χαρακτηριστικά, που προέκυπταν μετά τη χειρουργική επέμβαση. Ειδικότερα, τα δύο αυτά χαρακτηριστικά ήταν η επιφάνεια του τραύματος μετά το έμφραγμα και το βάρος του τραύματος μετά το έμφραγμα. Τα νευρωνικά δίκτυα έδωσαν γενικότερα, παρόμοια και συγκρίσιμα αποτελέσματα με τις παλινδρομήσεις που παρουσιάσαμε παραπάνω ενώ σε κάποιες περιπτώσεις η απόδοση που παρουσίασαν ήταν χαμηλότερη των κανονικών παλινδρομήσεων.

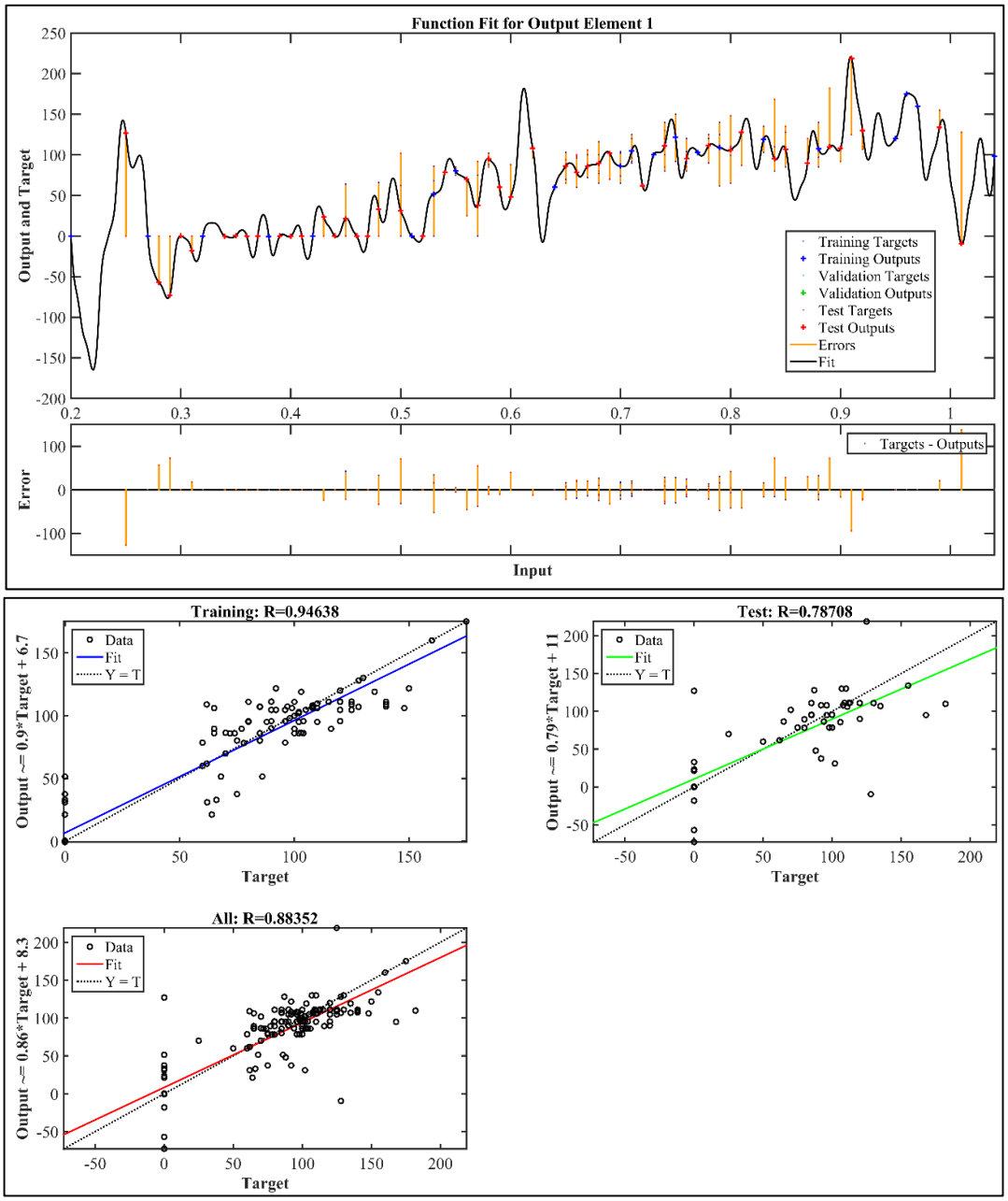
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στις παρακάτω εικόνες. Ανά περίπτωση περιγράφουμε την αποτελεσματικότητα της παλινδρόμησης με το νευρωνικό δίκτυο.

Στις συγκρίσεις μεταξύ των μεταβλητών, βρέθηκε ότι οριακά καλές παλινδρομήσεις ως προς την επιφάνεια του τραύματος είχαν η διαστολική διάμετρος και η επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.92) (**Εικόνα 51**), η τάση του καρδιακού τοιχώματος και η επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.91) (**Εικόνα 57**) και ο δείκτης σφαιρικότητας με την επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.93) (**Εικόνα 58**). Αντίστοιχα, πολύ καλή προσέγγιση επετεύχθη μεταξύ της συστολικής διαμέτρου και της επιφάνειας του τραύματος (R^2=0.94) (**Εικόνα 52**) και το κλάσμα εξωθήσεως και η επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.96) (**Εικόνα 55**).

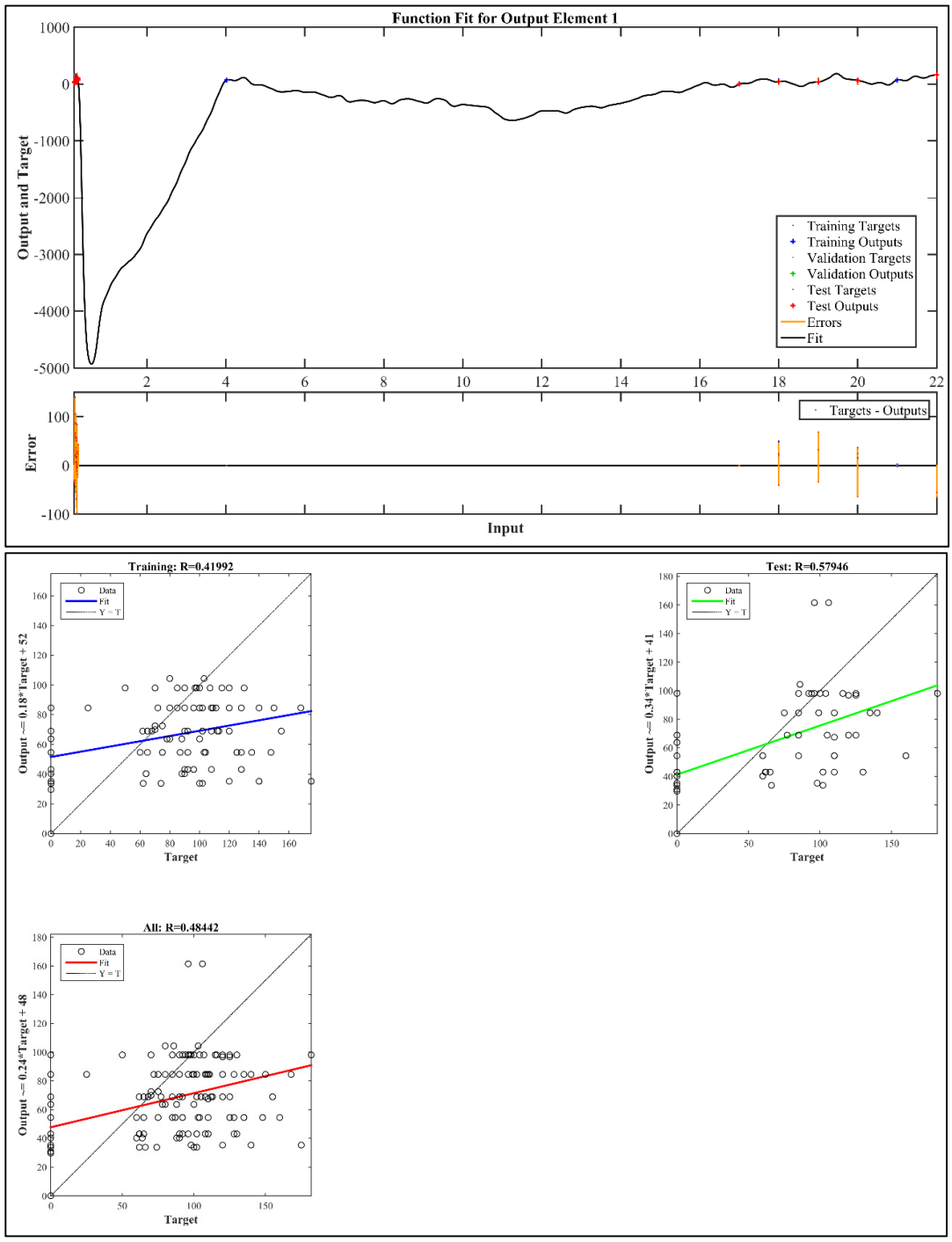
Στις συγκρίσεις μεταξύ των μεταβλητών, βρέθηκε ότι οριακά καλές παλινδρομήσεις ως προς το βάρος του τραύματος είχαν η διαστολική διάμετρος και το βάρος του τραύματος είχαν (R^2=0.91) (**Εικόνα 59**), η συστολική διάμετρος και το βάρος του τραύματος (R^2=0.90) (**Εικόνα 60**) και ο δείκτης σφαιρικότητας και το βάρος του τραύματος (R^2=0.92) (**Εικόνα 66**). Τέλος, πολύ καλή προσέγγιση επετεύχθη μεταξύ του κλάσματος εξωθήσεως και του βάρους του τραύματος (R^2=0.95) (**Εικόνα 63**).



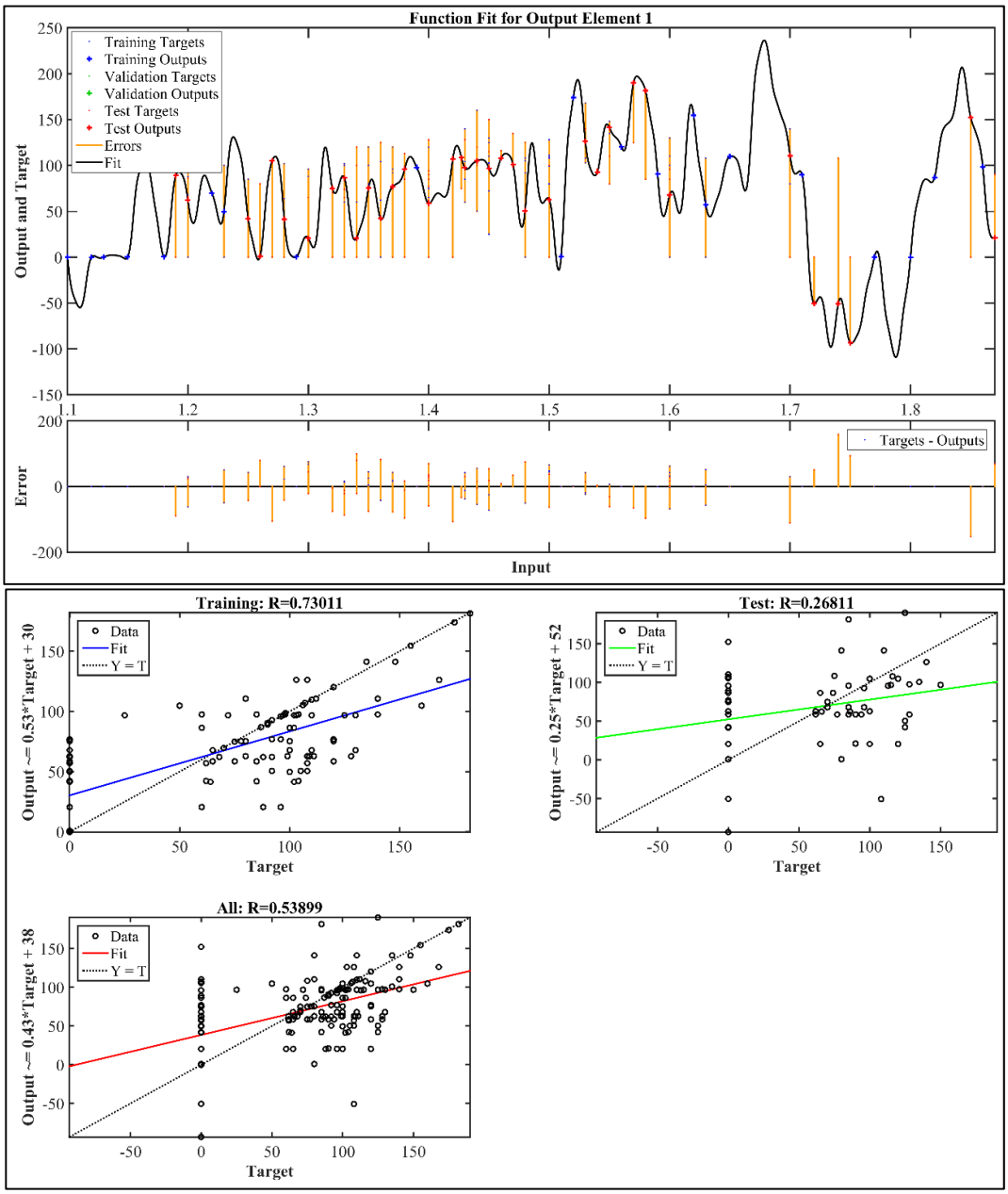
Εικόνα 51. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της διαστολικής διαμέτρου (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.



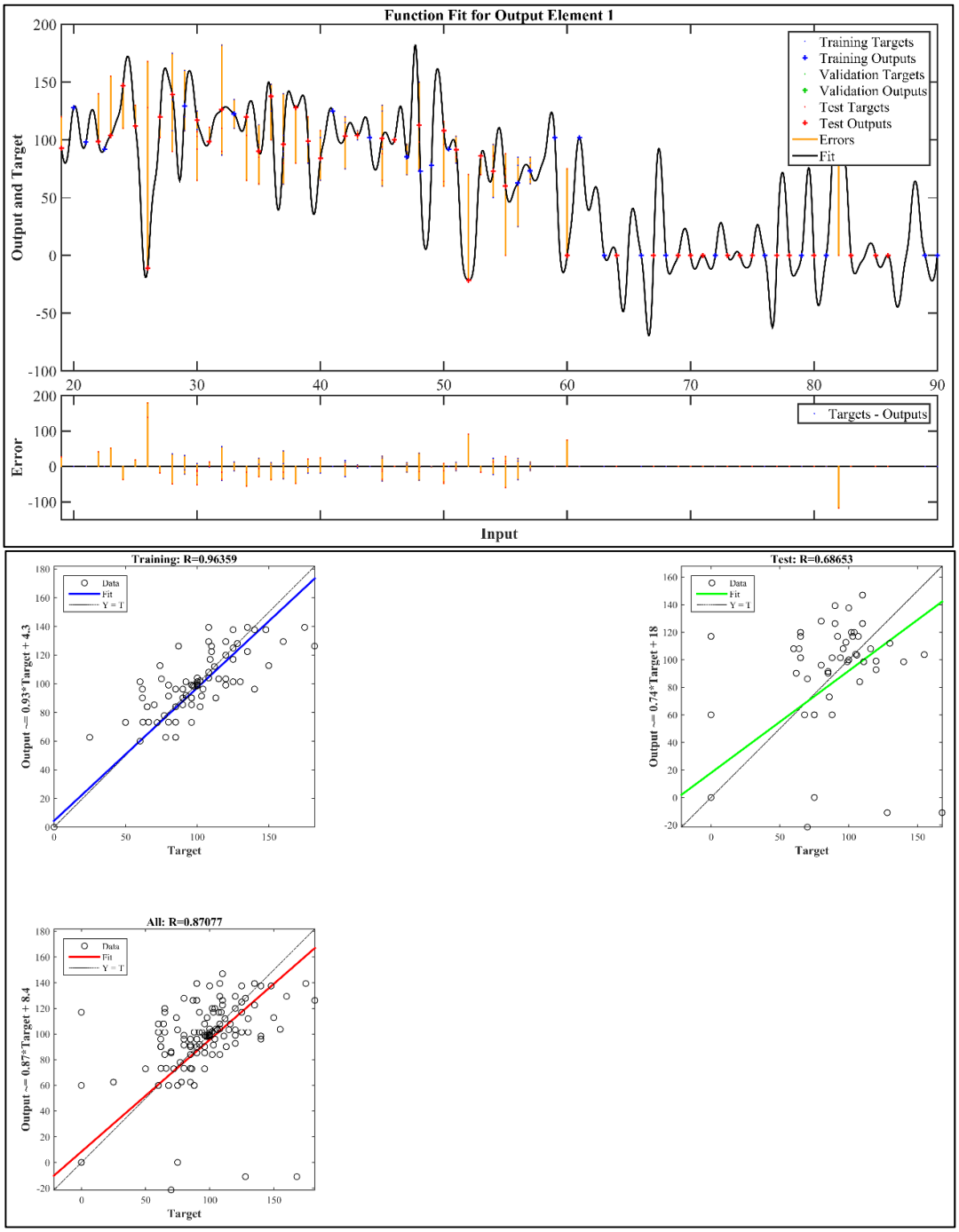
Εικόνα 52. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της συστολικής διαμέτρου (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αφού υπολόγισε με μεγάλη ακρίβεια τη σχέση των δύο μεταβλητών.



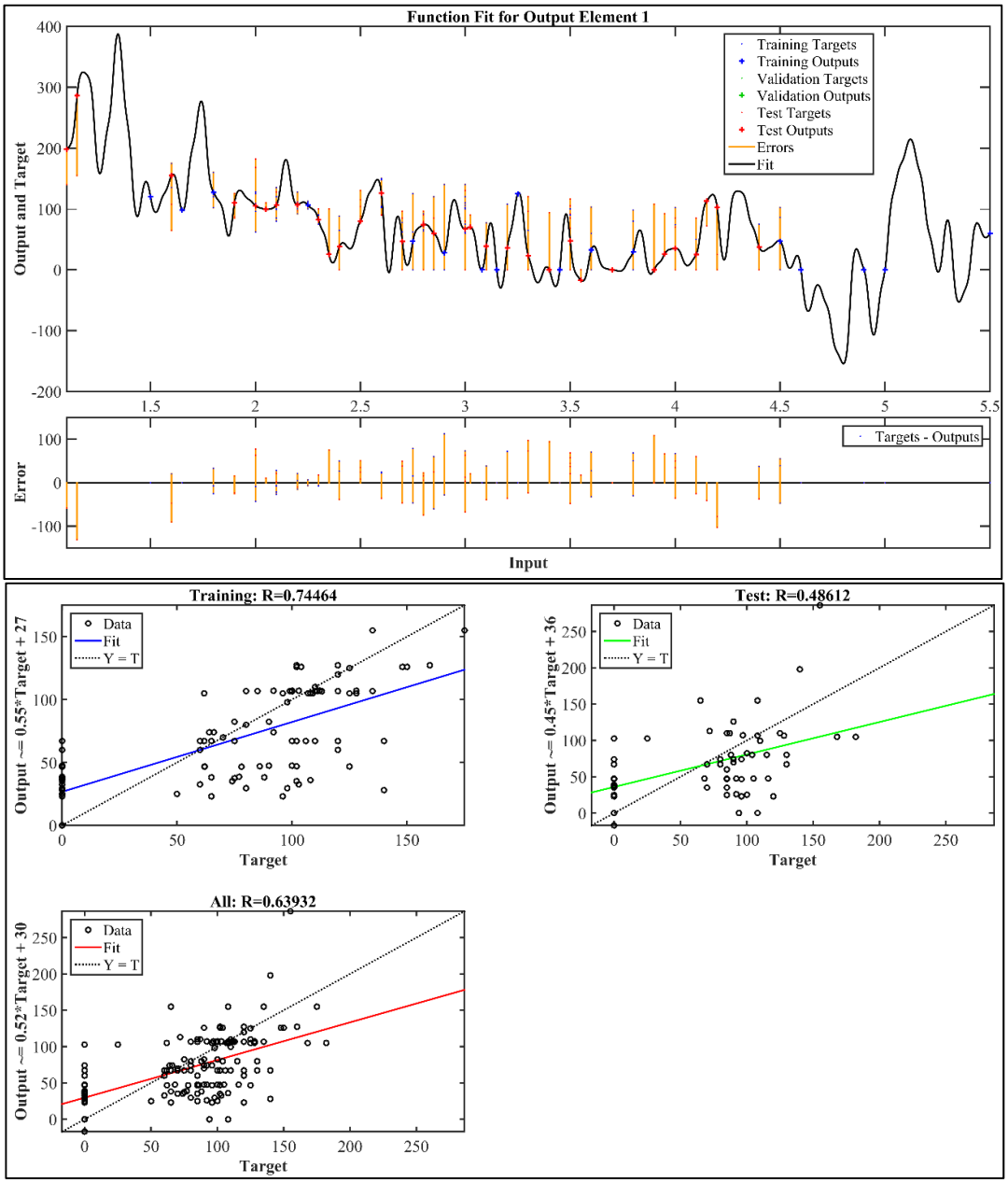
Εικόνα 53. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι **συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαμέτρου του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο.



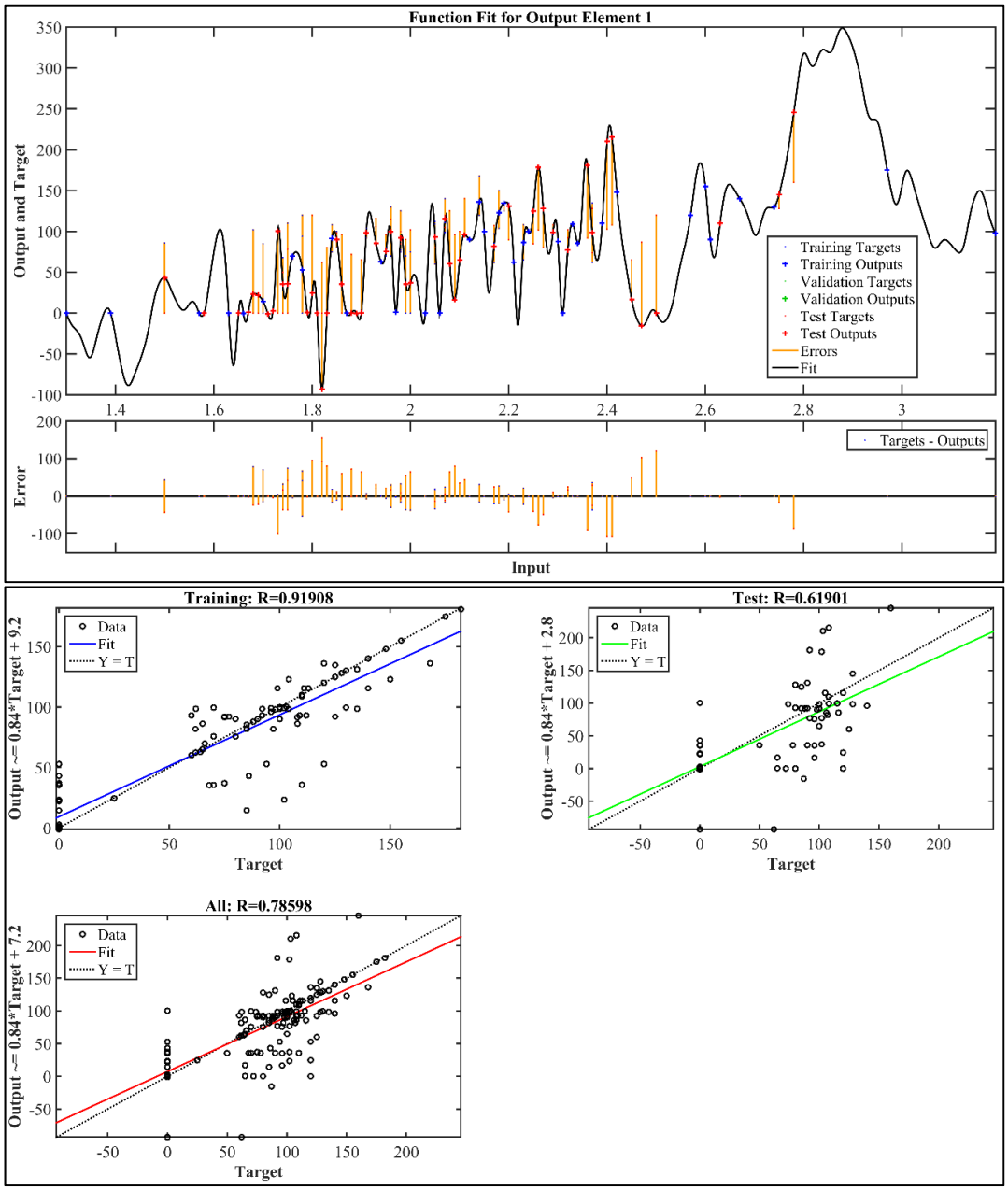
Εικόνα 54. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της διαμήκους διαμέτρου της αριστερής κοιλίας (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο.



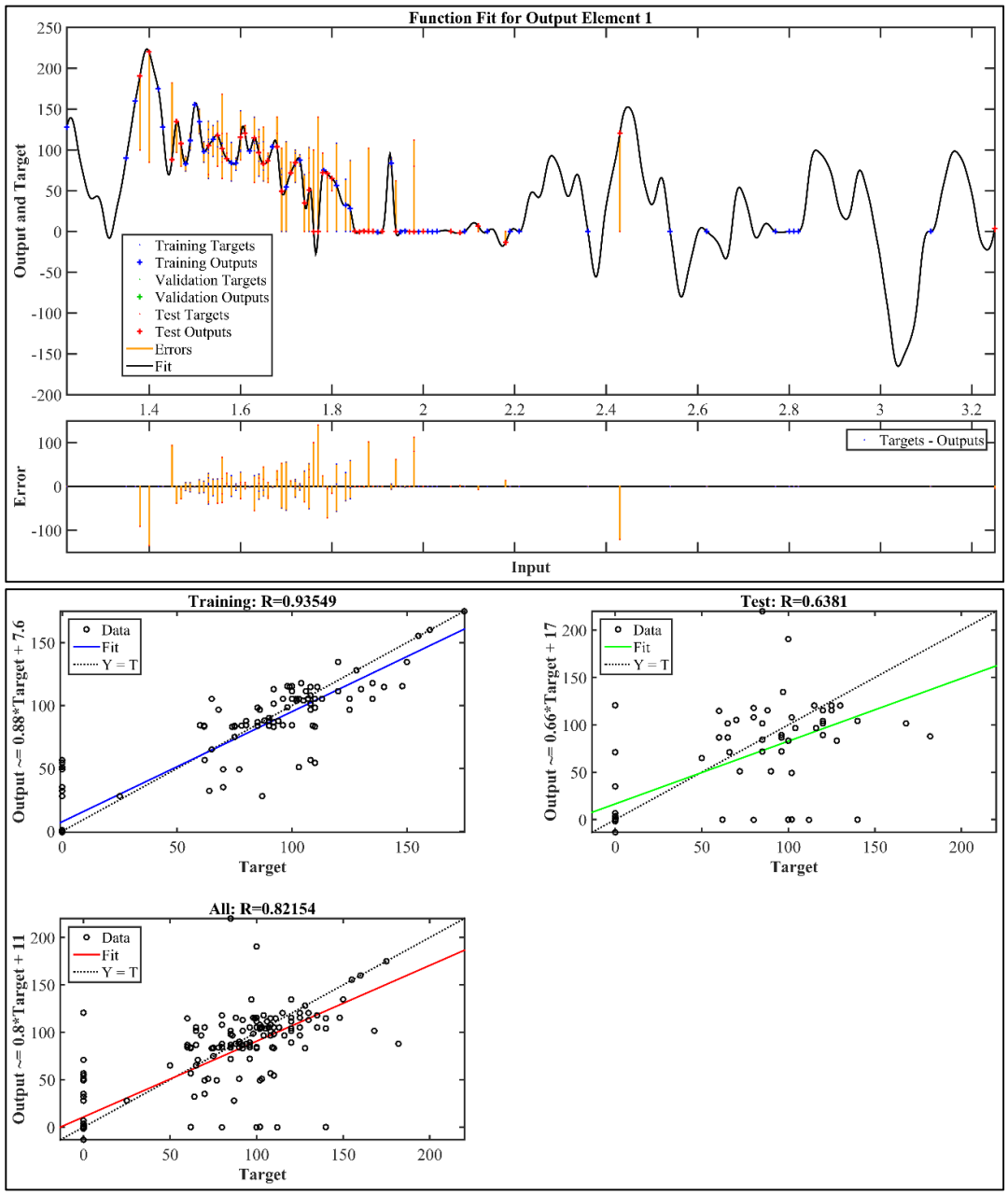
Εικόνα 55. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ του κλάσματος εξωθήσεως (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αφού υπολόγισε με μεγάλη ακρίβεια τη σχέση των δύο μεταβλητών.



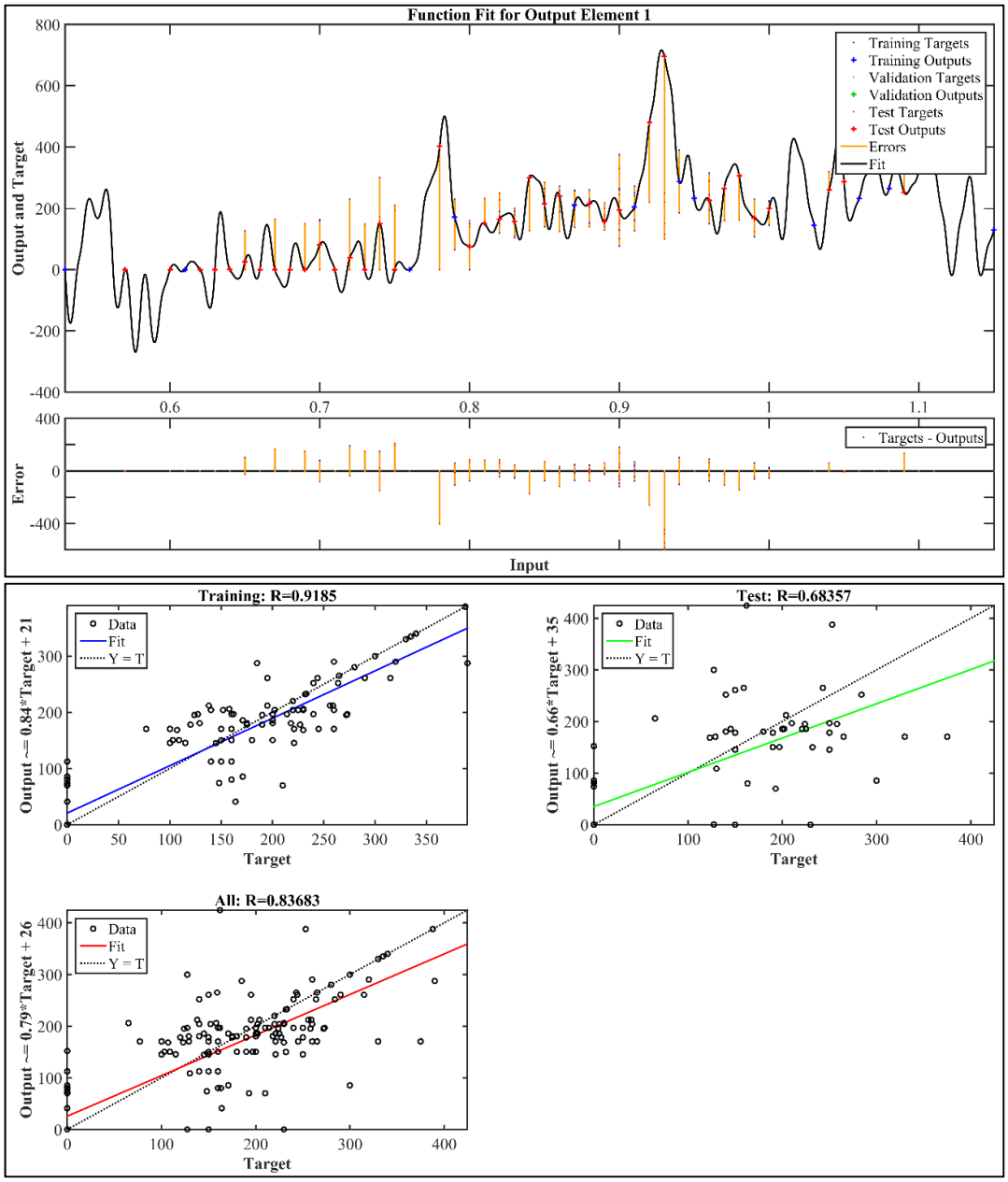
Εικόνα 56. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι **συσχετίσεις είναι μεταξύ της συστολικής ταχύτητας (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο.



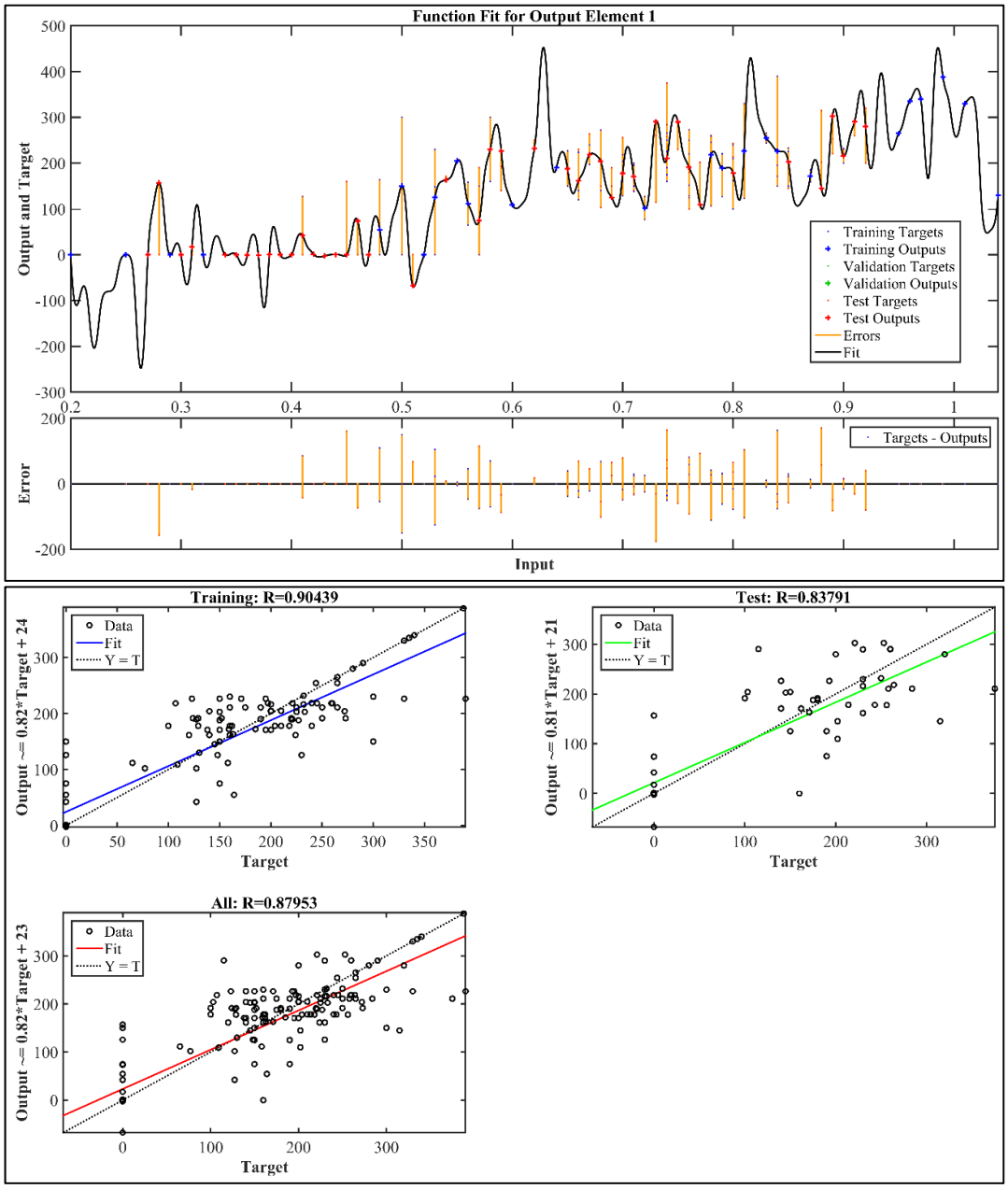
Εικόνα 57. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της τάσεως του καρδιακού τοιχώματος (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.



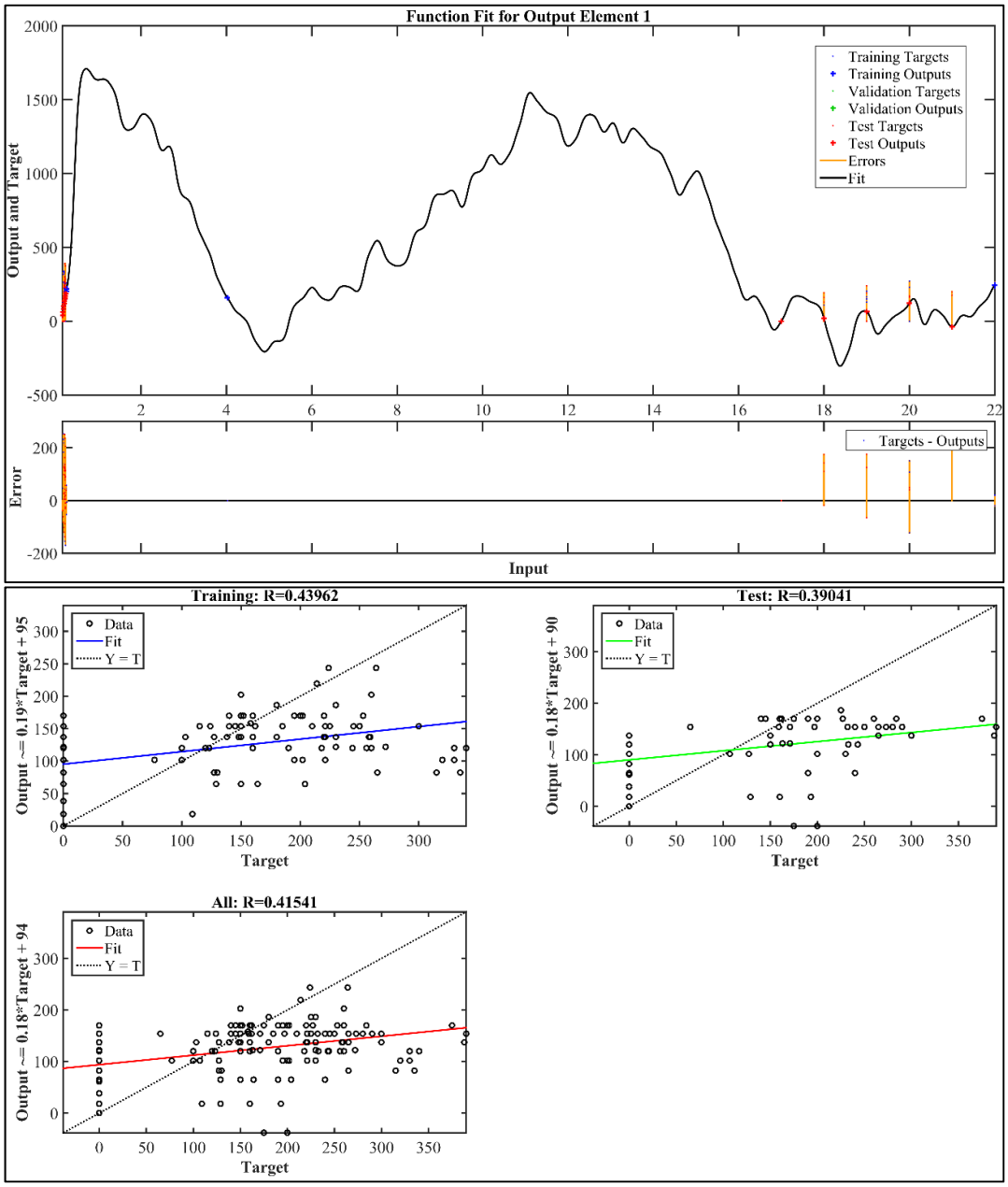
Εικόνα 58. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ του δείκτη σφαιρικότητας (inputs) και της επιφάνειας του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.



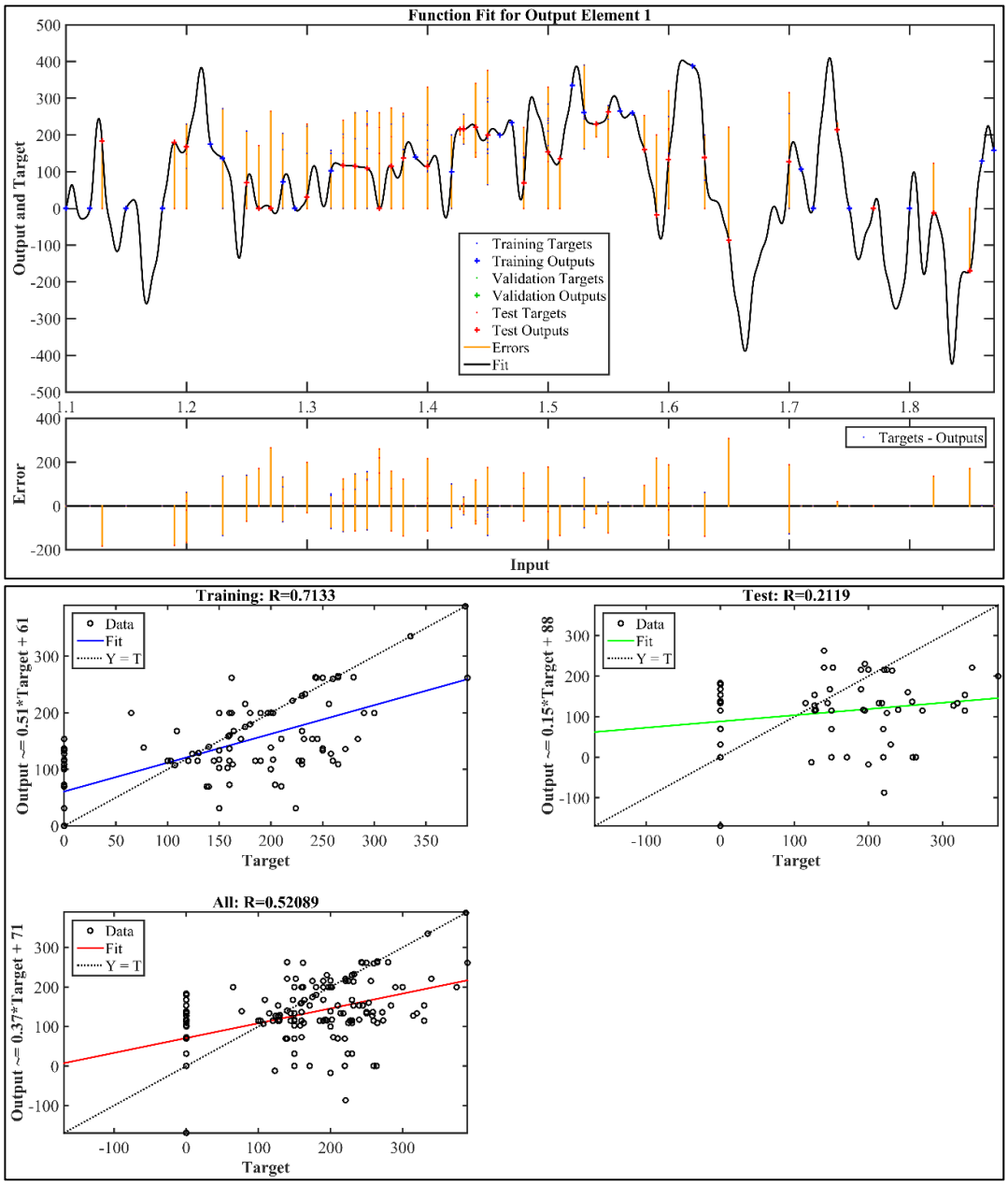
Εικόνα 59. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της διαστολικής διαμέτρου (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.



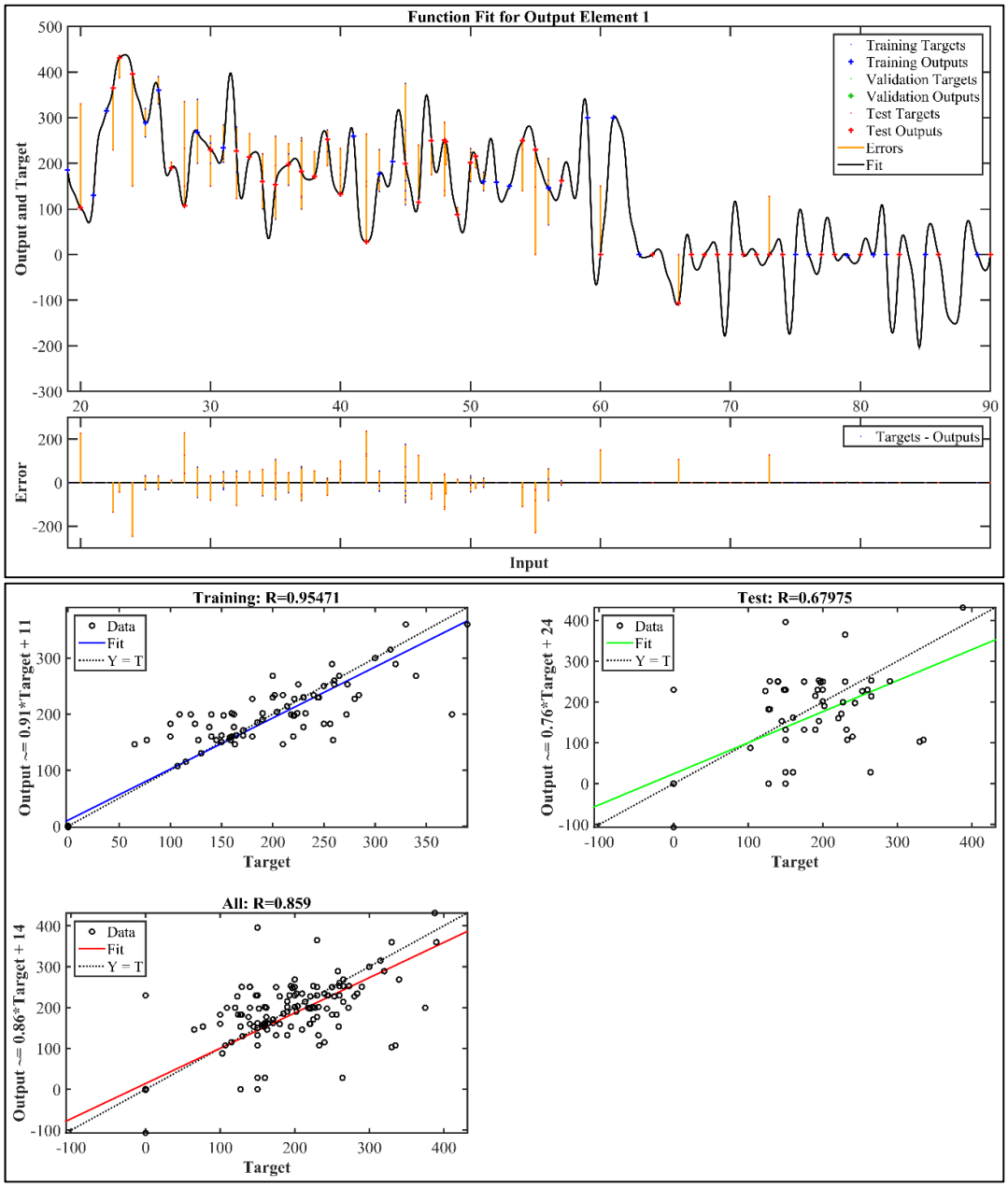
Εικόνα 60. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της συστολικής διαμέτρου (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.



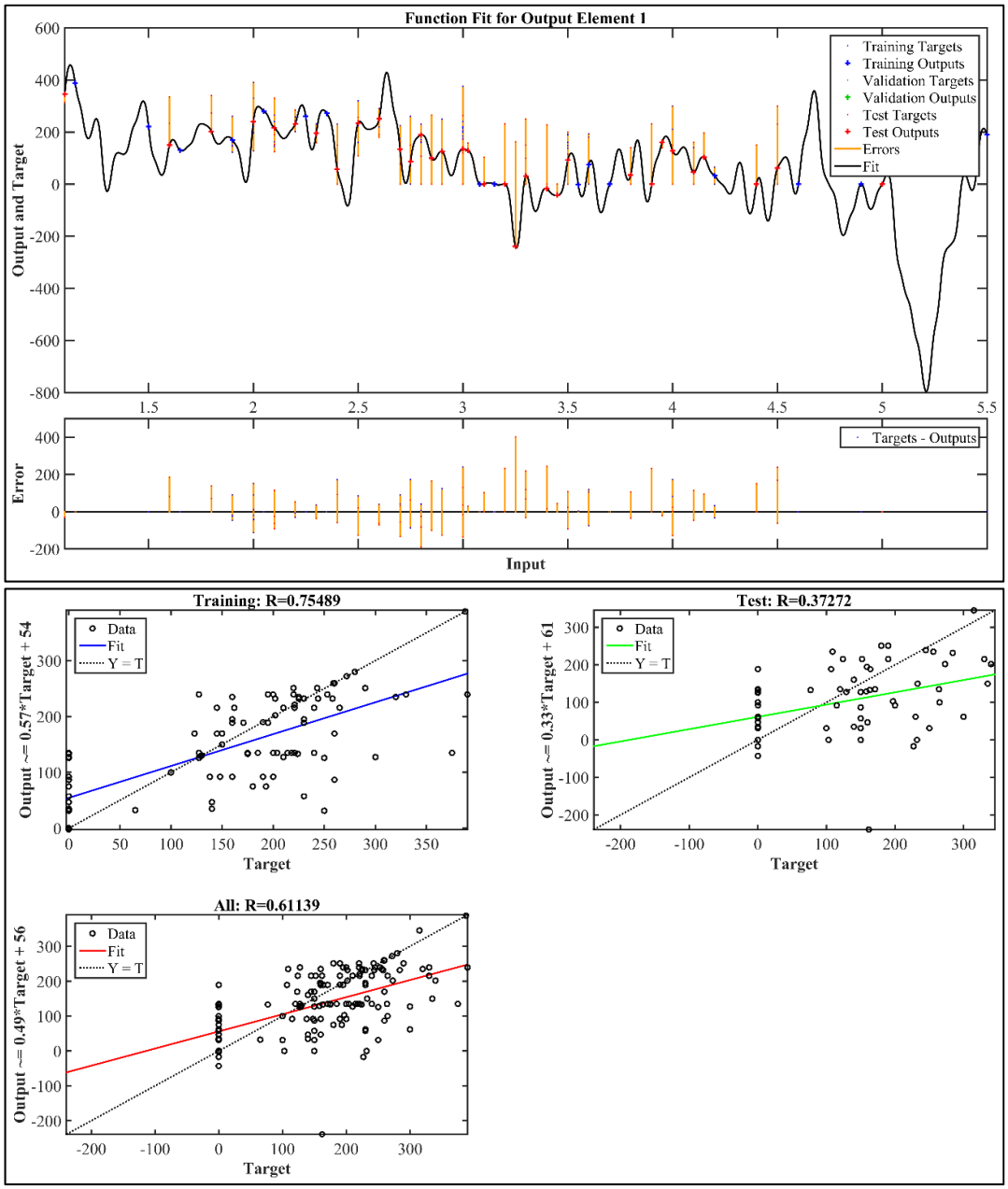
Εικόνα 61. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι **συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαμέτρου του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο.



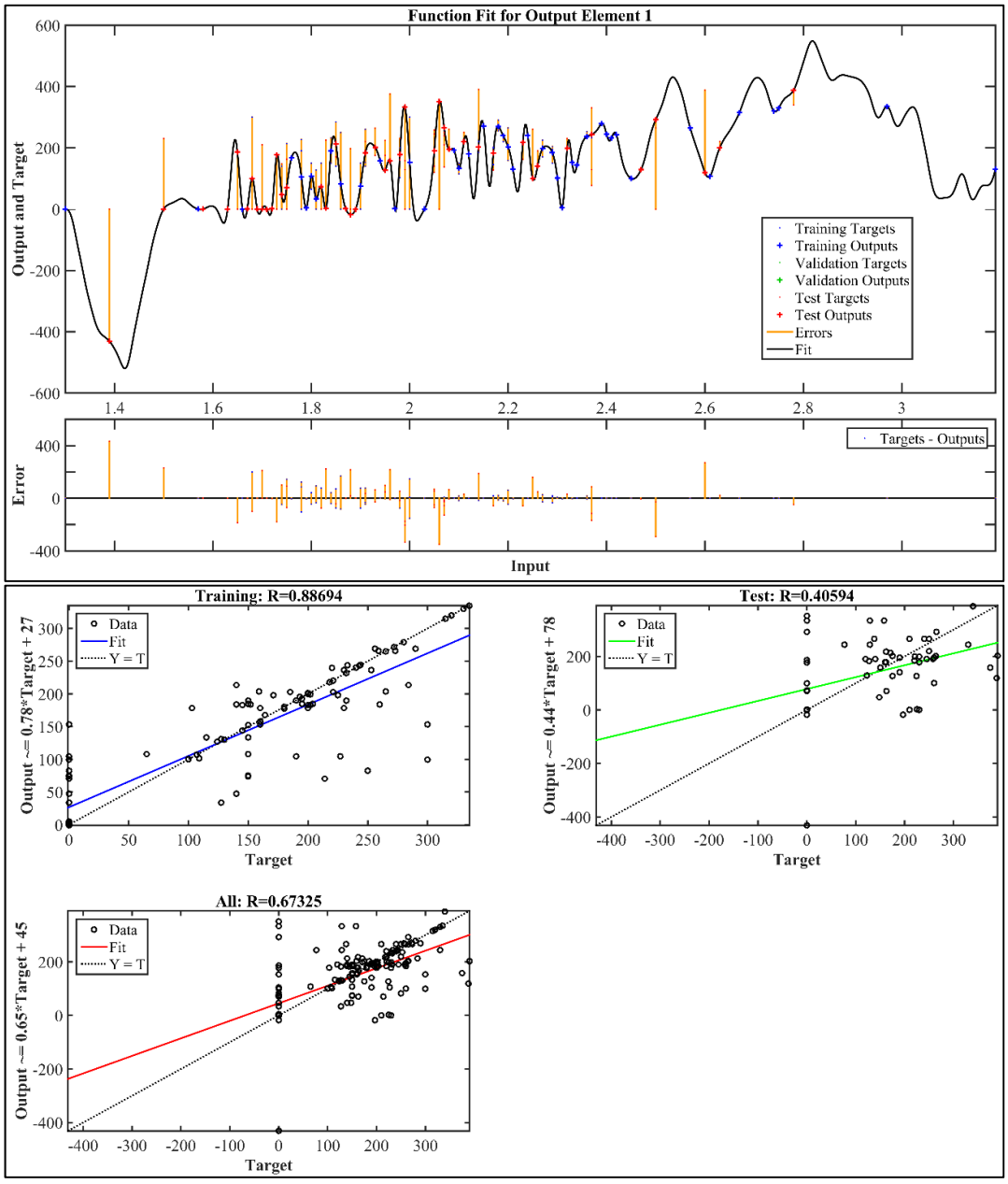
Εικόνα 62. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση **οι συσχετίσεις είναι μεταξύ της διαμήκους διαμέτρου της αριστερής κοιλίας (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο.



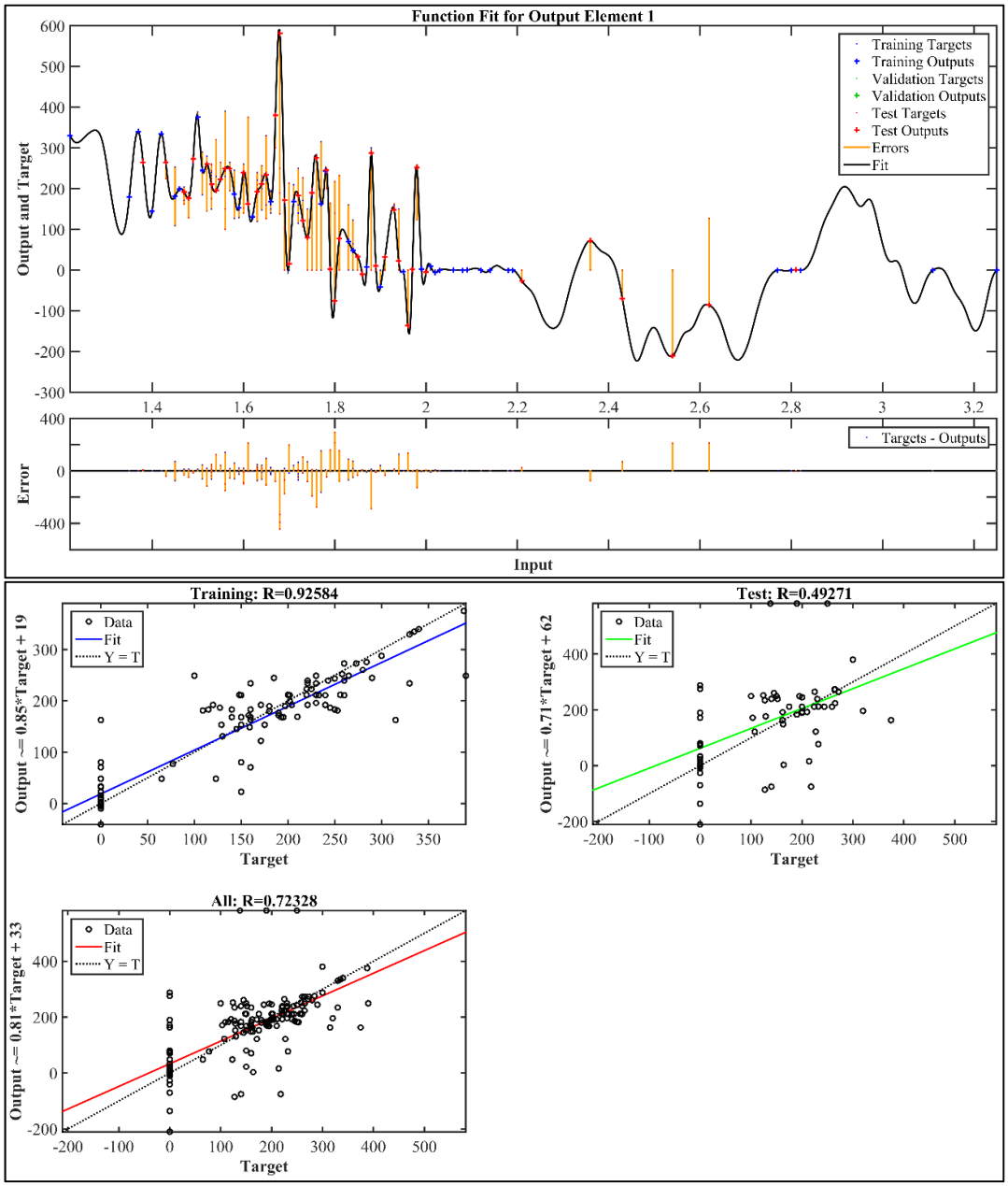
Εικόνα 63. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ του κλάσματος εξωθήσεως (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αφού υπολόγισε με μεγάλη ακρίβεια τη σχέση των δύο μεταβλητών.



Εικόνα 64. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι **συσχετίσεις είναι μεταξύ της συστολικής ταχύτητας (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο.



Εικόνα 65. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ της τάσεως του καρδιακού τοιχώματος (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.



Εικόνα 66. Αποτέλεσμα της παλινδρόμησης του νευρωνικού δικτύου με τα ακριβή δεδομένα (επάνω) και της παλινδρόμησης μεταξύ της τιμής εξόδου (output) και της τιμής στόχου (target). Για να θεωρηθεί μια παλινδρόμηση ότι πλησιάζει τα δεδομένα πρέπει κατά κανόνα να επιτύχει μια τιμή R^2>0.94. Στην παρούσα παλινδρόμηση οι συσχετίσεις **είναι μεταξύ του δείκτη σφαιρικότητας (inputs) και του βάρους του τραύματος (output)**. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα το νευρωνικό δίκτυο δεν προσέγγισε ικανοποιητικά το φαινόμενο, αλλά οριακά ικανοποιητικά.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Ο ρόλος της θυρεοειδικής ορμόνης μετά από έμφραγμα του μυοκαρδίου αποτέλεσε για πολλά χρόνια πεδίο επιστημονικής αντιπαράθεσης και αντικρουόμενων αποτελεσμάτων. Σειρά πρόσφατων επιστημονικών μελετών ήρθε να διαφωτίσει το θέμα δείχνοντας οτι η χορήγηση θυρεοειδικής ορμόνης είναι καρδιοπροστατευτική τόσο οξεώς σε μοντέλα *ex vivo* όσο και χρονίως σε μοντέλα *in vivo* εμφράγματος του μυοκαρδίου. Με τις μελέτες αυτές έχουν επίσης φωτιστεί οι μηχανισμοί που βρίσκονται πίσω από τις δράσεις αυτές της θυρεοειδικής ορμόνης. Κατα συνέπεια, η θυρεοειδική ορμόνη μπορεί να αποτελέσει ένα παράδειγμα πρωτοποριακής θεραπείας επιδιόρθωσης του μυοκαρδίου μετά από στρές. Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν η συγκέντρωση και ομαδοποίηση ερευνητικών δεδομένων πολλών ετών που υπήρχαν στο εργαστήριο της Φαρμακολογίας πάνω στο θέμα αυτό και η πραγματοποίηση μιας μετα-ανάλυσης με εξελιγμένα υπολογιστικά και βιοπληροφορικά μοντέλα, όπως η μηχανική μάθηση.

Η προσέγγισή μας αφορούσε στην ανάλυση των δεδομένων αυτών με τη χρήση κλασσικών στατιστικών μεθοδολογιών καθώς επίσης τη χρήση τεχνικών μηχανικής μάθησης. Ειδικότερα, οι τελευταίες αποτελούν εργαλεία αιχμής στη διερεύνηση των βιοϊατρικών δεδομένων. Στο βαθμό, που γνωρίζουμε δεν υπάρχουν αντίστοιχες μελέτες οι οποίες να έχουν προσεγγίσει το θέμα αυτό με τεχνολογίες μηχανικής μάθησης.

Η πρώτη παρατήρηση αφορούσε στη διαφορά που υπήρχε μεταξύ των δύο ομάδων μελέτης, ήτοι την ομάδα ελέγχου και την ομάδα χειρουργικού εμφράγματος, την οποία εφεξής θα αποκαλούμε ομάδα εμφράγματος. Η διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων παρατηρήθηκαν σε 11 από τις 13 μελετούμενες μεταβλητές. Το αποτέλεσμα αυτό ήταν αναμενόμενο, αφού η επέμβαση του εμφράγματος έχει σημαντική επίδραση στο καρδιαγγειακό. Σε παλαιότερη μελέτη είχε δειχθεί ότι δεν υπήρξαν σημαντικές διαφορές σε μοντέλο επίμυων μετά από έμφραγμα και χορήγηση θυροειδικής ορμόνης (62).

Στην περαιτέρω διερεύνησή μας διαχωρίσαμε τους επίμυες ως προς τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης. Στην υποομάδα αυτή, φάνηκε ότι η θυροειδική ορμόνη είχε επίδραση στο σύνολο των επίμυων σε δέκα μεταβλητές από τις δεκατρείς, που μελετήθηκαν. Ειδικότερα, όλες οι τιμές που μετρήθηκαν βρέθηκαν να είναι σε υψηλότερα επίπεδα στην ομάδα του εμφράγματος σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Εξαίρεση αποτέλεσε το βάρος των επίμυων, όπου ήταν υψηλότερο στην ομάδα ελέγχου σε σχέση με την ομάδα εμφράγματος. Το αποτέλεσμα αυτό είχε ενδιαφέρον, αφού η ομάδα ελέγχου δεν είχε λάβει θυροειδική ορμόνη και ως εκ τούτου, η μη-χορήγηση θυροειδικής ορμόνης αφορούσε επίμυες οι οποίοι ήταν και στην ομάδα ελέγχου αλλά και στην ομάδα εμφράγματος, ήτοι προσομοιάζει την προηγούμενη σύγκριση μεταξύ των

ομάδων ως προς την επέμβαση. Αυτό το αποτέλεσμα δείχνει ότι η επίδραση της θυροειδικής ορμόνης δεν ήταν αρκετή ώστε να αντιστρέψει πλήρως το αποτέλεσμα. Σε πρόσφατη μελέτη φάνηκε ότι η χορήγηση T_3, είχε ευεργετικά αποτελέσματα σε επίμυες, μετά από χειρουργικό έμφραγμα (91). Επίσης, τα ευρήματα αυτά ήταν σε συμφωνία με άλλες αναφορές, οι οποίες είχαν βρει ότι η ανάπλαση του καρδιακού ιστού ήταν σε καλύτερα επίπεδα υπό τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης (92).Ο επόμενος παράγοντας αφορούσε στη διερεύνηση του χρόνου. Η ανάλυση όλου του πληθυσμού έδειξε ότι οι καρδιαγγειακοί παράγοντες, όπως η διαστολική διάμετρος, ο καρδιακός σφυγμός και το βάρος της αριστερής κοιλίας παρουσίαζαν αύξουσα τάση. Ειδικά για το βάρος της αριστερής κοιλίας φάνηκε ότι οι επίμυες ανεξαρτήτως πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν μια κοιλιακή υπερτροφία. Επίσης, όπως ήταν αναμενόμενο η συστολική ταχύτητα έδειξε μειούμενη τάση, κάτι το οποίο συνάδει με τα υπόλοιπα ευρήματα. Σε προηγούμενες μελέτες είχε δειχθεί ότι ο χρόνος παίζει ρόλο στην ανάπλαση του καρδιαγγειακού και ειδικότερα είχε δειχθεί ότι σημαντικοί γονιδιακοί παράγοντες μεταβάλλονταν σε σχέση με το χρόνο (68).

Στην ίδια λογική, η απομόνωση του πληθυσμού εμφράγματος είχε δύο πτυχές. Η πρώτη αφορούσε στην κατηγορία των επίμυων, που έλαβαν θυροειδική ορμόνη ενώ η δεύτερη αφορούσε στο χρόνο. Στην περίπτωση της θυροειδικής ορμόνης, δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά ως προς την επιφάνεια του τραύματος, όσο και ως προς το βάρος του τραύματος. Αυτό ήρθε να επιβεβαιώσει την προηγούμενη παρατήρηση επί όλου του πληθυσμού, όπου υπήρχε σημαντική διαφορά στην έκταση του τραύματος. Αυτό σημαίνει ότι το κύριο βάρος στη μεταβλητή αυτή έφερε η ομάδα χωρίς θυροειδική ορμόνη και ως εκ τούτου, αυτή επηρέαζε τη μέτρηση αυτή. Στον αντίποδα βέβαια, βρέθηκε ότι η χορήγηση θυροειδικής ορμόνης είχε θετική δράση σε άλλους παράγοντες του καρδιαγγειακού, όπως η διαστολική και συστολική διάμετρος, το κλάσμα εξωθήσεως, η συστολική ταχύτητα, η τάση του καρδιακού τοιχώματος και ο δείκτης σφαιρικότητας. Οι δείκτες αυτοί έχουν σχέση με την ανάπλαση του καρδιακού μυ και ως εκ τούτου, είναι ένδειξη ότι η χορήγηση θυροειδικής ορμόνης έχει ευεργετική δράση στο μετεμφραγματικό μυοκάρδιο. Το εύρημα αυτό είναι σε συμφωνία με προηγούμενες μελέτες, οι οποίες είχαν δείξει την επίδραση της θυροειδικής ορμόνης στους παραπάνω παράγοντες (64, 68, 93). Αντίστοιχα και στην περίπτωση του χρόνου, στην ίδια ομάδα που είχε υποστεί το χειρουργικό έμφραγμα, φάνηκε ότι υπήρχε σημαντική διαφορά σε 11 από τις 13 μεταβλητές. Φάνηκε επίσης, ότι ο χρόνος από μόνος του ήταν ο καθοριστικός παράγοντας επίδρασης στο καρδιαγγειακό, αφού και στην ομάδα με

χορήγηση θυροειδικής ορμόνης, υπήρχε με την πάροδ του χρόνου εξέλιξη της καρδιακής ανεπάρκειας.

Για να διερευνήσουμε το ρόλο του χρόνου στην πειραματική διαδικασία, απομονώσαμε την κάθε χρονική περίοδο και μελετήσαμε την πιθανότητα σημαντικών διαφορών. Στις δύο εβδομάδες οι περισσότερες μεταβλητές παρουσίασαν σημαντική διαφορά. Ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι και το βάρος ήταν διαφορετικό, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι πρώτες εβδομάδες παίζουν ρόλο, αφού οι επίμυες υπό έμφραγμα χάνουν βάρος ταχύτερα από την ομάδα ελέγχου. Αντίστοιχα, στις τέσσερις εβδομάδες έντεκα μεταβλητές είχαν σημαντική διαφορά μεταξύ της ομάδας ελέγχου και της ομάδας εμφράγματος πράγμα που υποδηλώνει ότι οι επίδραση του χρόνου παρέμενε και στις τέσσερις εβδομάδες. Έχει ενδιαφέρον, το γεγονός ότι στις τέσσερις εβδομάδες δεν βρέθηκαν σημαντικές διαφορές ως προς τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης. Τέλος, στις 13 εβδομάδες, όλες οι μεταβλητές παρουσίασαν σημαντική διαφορά ως προς τον τρόπο επέμβασης, ήτοι την ομάδα ελέγχου και την ομάδα εμφράγματος.

Προς επιβεβαίωση των παραπάνω αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο 3-way ANOVA, για να ελέγξουμε τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μεταβλητών. Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με το βάρος των επίμυων φάνηκε ότι ο χρόνος επηρεάζει τη μεταβλητή αυτή (p=0.02). Επίσης φάνηκε ότι ο συνδυασμός της επέμβασης (Sham Operation και CAL) μαζί με το χρόνο επηρεάζουν το βάρος των επίμυων (p=0.0007). Στην περίπτωση της διαστολικής διαμέτρου, φάνηκε ότι επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης και το χρόνο (p=0.0092). Στην περίπτωση της συστολικής διαμέτρου, φάνηκε ότι επηρεάζεται από το χρόνο (p=0.0005) και το συνδυασμό της θυροειδικής ορμόνης και του χρόνου (p=0.0006). Στην περίπτωση της διαμέτρου του οπίσθιου καρδιακού τοιχώματος φάνηκε να επηρεάζεται από το συνδυασμό της επέμβασης και του χρόνου (p=0.0261). Η διάμετρος του διαμήκους άξονα φάνηκε να επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης και το χρόνο και όχι από τις υπόλοιπες μεταβλητές (p=0.0072). Το κλάσμα διάχυσης επίσης βρέθηκε να επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης και το χρόνο (p=0.0032). Ενδιαφέρον έχει ότι η συστολική ταχύτητα δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές με τη μέθοδο αυτή, σε καμία από τις μεταβλητές που μελετήθηκαν. Ομοίως, παρόμοιο αποτέλεσμα όπως και στη συστολική ταχύτητα βρέθηκαν και για την τάση του καρδιακού τοιχώματος. Ο δείκτης σφαιρικότητας, βρέθηκε ότι επηρεάζεται από τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης και το χρόνο (p=0.0072). Ο καρδιακός σφυγμός βρέθηκε ότι επηρεάζεται από το χρόνο και το συνδυασμό της επέμβασης και του χρόνου. Το βάρος της αριστερής κοιλίας, βρέθηκε ότι

επηρεάζεται από το χρόνο και το συνδυασμό της επέμβασης και του χρόνου (p=0.0063). Το βάρος του καρδιακού τραύματος μετά από το χειρουργικό έμφραγμα, βρέθηκε ότι επηρεάζεται από το συνδυασμό του τρόπου επέμβασης και του χρόνου (p=0.0467) καθώς και της χορήγησης θυροειδικής ορμόνης και του χρόνου (p=0.0327).

Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαίωσαν τις παραπάνω παρατηρήσεις και το γεγονός ότι δεν ανευρέθει σημαντική διαφορά στην ανάπλαση του τραύματος υπό τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης, δείχνει ότι πράγματι υπάρχει σοβαρή ένδειξη στο παρών πειραματικό μοντέλο να μην υπήρξε διαφορά.

Εξαιρετικά ενδιαφέρουσες ήταν οι παρατηρήσεις, οι οποίες προέκυψαν από τις παλινδρομήσεις των υπό μελέτη μεταβλητών. Ειδικότερα, βρήκαμε ότι σε όλο τον πληθυσμό υπήρξε θετική συσχέτιση μεταξύ της διαστολικής διαμέτρου και της επιφάνειας του τραύματος και καθώς και του κλάσματος εξωθήσεως και της επιφάνειας του τραύματος. Σε συνέχεια αυτής της παρατήρησης το ίδιο φαινόμενο παρατηρήθηκε και στις δύο εβδομάδες, όπου η επιφάνεια του τραύματος είχε θετική συσχέτιση με τη διαστολική διάμετρο και τη συστολική διάμετρο καθώς και μεταξύ του βάρους του τραύματος και της συστολικής διαμέτρου και του κλάσματος εξωθήσεως. Παρόμοια συμπεριφορά παρατηρήσαμε και στις τέσσερις εβδομάδες. Επίσης, παρόμοια ευρήματα είχαμε στις 13 εβδομάδες. Τα ευρήματα αυτά, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι δεν παρατηρήθηκαν αντίστοιχες παλινδρομήσεις σε όλο το χρονικό διάστημα του πειράματος (από τις 2 έως τις 13 εβδομάδες), δείχνουν ότι υπάρχει συσχέτιση με τους μετρήσιμους καρδιαγγειακούς παράγοντες και το εμφραγματικό τραύμα αλλά ξεχωριστό σε κάθε χρονική στιγμή. Αυτό επίσης υποδηλώνει ότι η δυναμική του συστήματος μεταβάλλεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε δεν είναι δυνατή η πρόβλεψή του για το σύνολο του χρόνου.

Στην περίπτωση των ταξινομήσεων με αλγόριθμους μηχανικής μάθησης φάνηκε ότι τα δεδομένα εν γένεις μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τον τρόπο επέμβασης ήτοι την ομάδα ελέγχου και την ομάδα εμφράγματος. Το εύρημα αυτό επιβεβαιώθηκε και από τα δομημένα διαγράμματα διασποράς, όπου και πάλι τα δεδομένα ταξινομήθηκαν με βάση τον τύπο επέμβασης. Αντίθετα, οι αλγόριθμοι δεν μπόρεσαν να διαχωρίσουν τις ομάδες με βάση τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης αλλά και ούτε με βάση το χρόνο. Το ίδιο αποτέλεσμα επιβεβαιώθηκε από την ταξινόμηση με τον αλγόριθμο k-means, όπου και πάλι διαχωρίσθηκαν οι ομάδες με βάση τον τρόπο επέμβασης αλλά όχι με βάση τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης.

Η χρήση νευρωνικών δικτύων έδειξε ότι οριακά καλές παλινδρομήσεις ως προς την επιφάνεια του τραύματος είχαν η διαστολική διάμετρος και η επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.92), η τάση του καρδιακού τοιχώματος και η επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.91) και ο δείκτης σφαιρικότητας με την επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.93), όπως είχε ανευρεθεί και από τις προηγούμενες παλινδρομήσεις. Αντίστοιχα, πολύ καλή προσέγγιση επετεύχθη μεταξύ της συστολικής διαμέτρου και της επιφάνειας του τραύματος (R^2=0.94) και το κλάσμα εξωθήσεως και η επιφάνεια του τραύματος (R^2=0.96). Στις συγκρίσεις μεταξύ των μεταβλητών, βρέθηκε ότι οριακά καλές παλινδρομήσεις ως προς το βάρος του τραύματος είχαν η διαστολική διάμετρος και το βάρος του τραύματος είχαν (R^2=0.91), η συστολική διάμετρος και το βάρος του τραύματος (R^2=0.90) και ο δείκτης σφαιρικότητας και το βάρος του τραύματος (R^2=0.92). Τέλος, πολύ καλή προσέγγιση επετεύχθη μεταξύ του κλάσματος εξωθήσεως και του βάρους του τραύματος (R^2=0.95). τα αποτελέσματα αυτά ήταν συναφή με τις παλινδρομήσεις, που παρουσιάσθηκαν προηγουμένως και αποτελούν μια ένδειξη ότι οι παράμετροι αυτοί είναι πιθανό να μπορούν να προβλέψουν τη βλάβη του καρδιακού μυ μέσω των άλλων εκτιμώμενων παραμέτρων. Ειδικότερα, η ιδέα την οποία επετύχαμε να δείξουμε ήταν ότι είναι δυνατό να προβλέψουμε την επιφάνεια και το βάρος του καρδιακού τραύματος από μετρήσεις μεταβλητών, οι οποίες είναι ευκολότερο να ταυτοποιηθούν, όπως οι παράγοντες που υπολογίζονται από το υπερηχοκαρδιογράφημα.

Σε πρόσφατες μελέτες έχει φανεί ότι η θυροειδική ορμόνη παίζει ευεργετικό ρόλο στη δεξιά κοιλία σε μοντέλα επίμυων, όπου είχε δείξει ευεργετικά αποτελέσματα στο οξειδωτικό στρες και την ανάπλαση του καρδιακού μυ (94). Το εύρημα αυτό συμφωνούσε με άλλη πρόσφατη εργασία, στην οποία είχε δειχθεί ότι η χορήγηση θυροειδικής ορμόνης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση των επιπέδων των ελεύθερων ριζών και τη μείωση της νιτρικής οξειδάσης στο μυοκάρδιο μετά από έμφραγμα σε πειραματικό μοντέλο επίμυων (95, 96). Μια πρόσφατη εργασία, ανέδειξε σε συμφωνία με τα δικά μας δεδομένα, ότι η θυροειδική ορμόνη έχει ευεργετικό ρόλο στις μηχανικές ιδιότητες του καρδιακού μυ (64, 97), όπως φάνηκε και στη δική μας μελέτη, όπου παρατηρήσαμε την ευεργετική δράση της θυροειδικής ορμόνης στη συστολική ταχύτητα, το δείκτη σφαιρικότητας, το κλάσμα εξωθήσεως, τη διαστολική και συστολική διάμετρο και την τάση του καρδιακού τοιχώματος.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη, προσπαθήσαμε να διερευνήσουμε το ρόλο της θυροειδικής ορμόνης σε ένα πειραματικό μοντέλο επίμυων. Η διερεύνηση έγινε με βάση το χρόνο, τον τρόπο επέμβασης και τη χορήγηση θυροειδικής ορμόνης. Τα αποτελέσματά μας έδειξαν ότι η θυροειδική ορμόνη έχει ευεργετική δράση στη συστολική ταχύτητα, το δείκτη σφαιρικότητας, το κλάσμα εξωθήσεως, τη διαστολική και συστολική διάμετρο και την τάση του καρδιακού τοιχώματος, ήτοι τις μηχανικές και αιμοδυναμικές ιδιότητες του καρδιακού μυ. Επίσης, είμασταν σε θέση να βρούμε συσχετίσεις μεταξύ των καρδιαγγειακών παραγόντων, όπως είναι η διαστολική και συστολική διάμετρος, το κλάσμα εξωθήσεως και ο δείκτης σφαιρικότητας και της επιφάνειας και βάρους του μετεμφραγματικού τραύματος του μυοκαρδίου. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώθηκαν τόσο από κλασσικές προσεγγίσεις όσο και μέσω μεθοδολογιών μηχανικής μάθησης.

Η μελέτη αυτή μπορεί να βοηθήσει να κατανοήσουμε βαθύτερα τα αποτελέσματα και τους μηχανισμούς δράσης της θυρεοειδικής ορμόνης. Επιπλέον αποτελεί ένα πρώτο βήμα για την δημιουργία ενός μαθηματικού μοντέλου το οποίο θα έχει τη δυνατότητα να προσομοιώνει την εξέλιξη της καρδιακής ανεπάρκειας μετά από έμφραγμα του μυοκαρδιου και τη δράση νέων θεραπευτικών παρεμβάσεων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Yusuf S, Reddy S, Ounpuu S, Anand S. Global burden of cardiovascular diseases: part I: general considerations, the epidemiologic transition, risk factors, and impact of urbanization. Circulation. 2001 Nov 27;104(22):2746-53. PubMed PMID: 11723030. Epub 2001/11/28. eng.

2. Boden WE, Shah PK, Gupta V, Ohman EM. Contemporary approach to the diagnosis and management of non-ST-segment elevation acute coronary syndromes. Progress in cardiovascular diseases. 2008 Mar-Apr;50(5):311-51. PubMed PMID: 18313479. Epub 2008/03/04. eng.

3. Jabbar A, Ingoe L, Pearce S, Zaman A, Razvi S. Thyroxine in acute myocardial infarction (ThyrAMI) - levothyroxine in subclinical hypothyroidism post-acute myocardial infarction: study protocol for a randomised controlled trial. Trials. 2015;16:115. PubMed PMID: 25872532. Pubmed Central PMCID: PMC4379597. Epub 2015/04/16. eng.

4. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohoou C, Moraiti AD, Stefanadis CI, Toutouzas PK. The effect of short-term depressive episodes on the risk stratification of acute coronary syndromes: a case-control study in Greece (Cardio 2000). Acta cardiologica. 2001 Dec;56(6):357-65. PubMed PMID: 11791803. Epub 2002/01/17. eng.

5. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohoou C, Stefanadis C, Toutouzas P. Risk stratification of coronary heart disease through established and emerging lifestyle factors in a Mediterranean population: CARDIO2000 epidemiological study. Journal of cardiovascular risk. 2001 Dec;8(6):329-35. PubMed PMID: 11873088. Epub 2002/03/02. eng.

6. Pitsavos CE, Toutouzas PK. Cardiovascular risk factor profile in Greece: results from the CARDIO2000 and ATTICA epidemiological studies. Current medical research and opinion. 2002;18(5):277-83. PubMed PMID: 12240790. Epub 2002/09/21. eng.

7. Ducimetiere P, Richard JL, Cambien F, Rakotovao R, Claude JR. Coronary heart disease in middle-aged Frenchmen. Comparisons between Paris Prospective Study, Seven Countries Study, and Pooling Project. Lancet (London, England). 1980 Jun 21;1(8182):1346-50. PubMed PMID: 6104139. Epub 1980/06/21. eng.

8. Sekikawa A, Miyamoto Y, Miura K, Nishimura K, Willcox BJ, Masaki KH, et al. Continuous decline in mortality from coronary heart disease in Japan despite a continuous and marked rise in total cholesterol: Japanese experience after the Seven Countries Study. International journal of epidemiology. 2015 Oct;44(5):1614-24. PubMed PMID: 26182938. Epub 2015/07/18. eng.

9. McDonald K, O'Sullivan JJ, Conroy RM, Robinson K, Mulcahy R. Heart block as a predictor of in-hospital death in both acute inferior and acute anterior myocardial infarction. The Quarterly journal of medicine. 1990 Mar;74(275):277-82. PubMed PMID: 2385734. Epub 1990/03/01. eng.

10. Chimonas ET. The treatment of coronary heart disease: an update. Part 2: Mortality trends and main causes of death in the Greek population. Current medical research and opinion. 2001;17(1):27-33. PubMed PMID: 11464442. Epub 2001/07/24. eng.

11. Andrikopoulos G, Pipilis A, Goudevenos J, Tzeis S, Kartalis A, Oikonomou K, et al. Epidemiological characteristics, management and early outcome of acute myocardial infarction in Greece: the HELlenic Infarction Observation Study. Hellenic journal of cardiology : HJC = Hellenike kardiologike epitheorese. 2007 Nov-Dec;48(6):325-34. PubMed PMID: 18196654. Epub 2008/01/17. eng.

12. Pitsavos C, Panagiotakos DB, Antonoulas A, Zombolos S, Kogias Y, Mantas Y, et al. Epidemiology of acute coronary syndromes in a Mediterranean country; aims, design and baseline characteristics of the Greek study of acute coronary syndromes (GREECS). BMC public health. 2005 Mar 16;5:23. PubMed PMID: 15771779. Pubmed Central PMCID: PMC555594. Epub 2005/03/18. eng.

13. Panagiotakos DB, Pitsavos C, Chrysohoou C, Stefanadis C, Toutouzas P. Risk stratification of coronary heart disease in Greece: final results from the CARDIO2000 Epidemiological Study. Preventive medicine. 2002 Dec;35(6):548-56. PubMed PMID: 12460522. Epub 2002/12/04. eng.

14. Schuler J, Maier B, Behrens S, Thimme W. Present treatment of acute myocardial infarction in patients over 75 years--data from the Berlin Myocardial Infarction Registry (BHIR). Clinical research in cardiology : official journal of the German Cardiac Society. 2006 Jul;95(7):360-7. PubMed PMID: 16741630. Epub 2006/06/03. eng.

15. Zimmermann MB. Iodine deficiency. Endocrine reviews. 2009 Jun;30(4):376-408. PubMed PMID: 19460960.

16. Vanderpump MP. The epidemiology of thyroid disease. British medical bulletin. 2011;99:39-51. PubMed PMID: 21893493. Epub 2011/09/07. eng.

17. Vanderpump MP, Tunbridge W. The epidemiology of thyroid diseases. Werner and Ingbar's the thyroid: a fundamental and clinical text. 2005:398-406.

18. Maniatis AK, Taylor L, Letson GW, Bloch CA, Kappy MS, Zeitler P. Congenital hypothyroidism and the second newborn metabolic screening in Colorado, USA. Journal of pediatric endocrinology & metabolism : JPEM. 2006 Jan;19(1):31-8. PubMed PMID: 16509526. Epub 2006/03/03. eng.

19. Nabhan F, Porter K, Kloos RT. Predicting hypothyroidism from the Whickham Survey. Clinical endocrinology. 2013 Mar;78(3):478. PubMed PMID: 22934541. Epub 2012/09/01. eng.

20. Razvi S, Weaver JU, Vanderpump MP, Pearce SH. The incidence of ischemic heart disease and mortality in people with subclinical hypothyroidism: reanalysis of the Whickham Survey cohort. The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 2010 Apr;95(4):1734-40. PubMed PMID: 20150579. Epub 2010/02/13. eng.

21. Tunbridge WM, Evered DC, Hall R, Appleton D, Brewis M, Clark F, et al. Lipid profiles and cardiovascular disease in the Whickham area with particular reference to thyroid failure. Clinical endocrinology. 1977 Dec;7(6):495-508. PubMed PMID: 598015. Epub 1977/12/01. eng.

22. Tunbridge WM, Evered DC, Hall R, Appleton D, Brewis M, Clark F, et al. The spectrum of thyroid disease in a community: the Whickham survey. Clinical endocrinology. 1977 Dec;7(6):481-93. PubMed PMID: 598014. Epub 1977/12/01. eng.

23. Vanderpump MP, Tunbridge WM, French JM, Appleton D, Bates D, Clark F, et al. The incidence of thyroid disorders in the community: a twenty-year follow-up of the Whickham Survey. Clinical endocrinology. 1995 Jul;43(1):55-68. PubMed PMID: 7641412. Epub 1995/07/01. eng.

24. Belin RM, Astor BC, Powe NR, Ladenson PW. Smoke exposure is associated with a lower prevalence of serum thyroid autoantibodies and thyrotropin concentration elevation and a higher prevalence of mild thyrotropin concentration suppression in the third National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 2004 Dec;89(12):6077-86. PubMed PMID: 15579761. Epub 2004/12/08. eng.

25. Hollowell JG, Staehling NW, Flanders WD, Hannon WH, Gunter EW, Spencer CA, et al. Serum TSH, T(4), and thyroid antibodies in the United States population (1988 to 1994): National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES III). The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 2002 Feb;87(2):489-99. PubMed PMID: 11836274. Epub 2002/02/12. eng.

26. Vanderver GB, Engel A, Lamm S. Cigarette smoking and iodine as hypothyroxinemic stressors in U.S. women of childbearing age: a NHANES III analysis. Thyroid : official journal of the American Thyroid Association. 2007 Aug;17(8):741-6. PubMed PMID: 17725431. Epub 2007/08/30. eng.

27. Markou KB, Koukkou EG. The Greek population is iodine sufficient and not at risk of iodine-induced hyperthyroidism. The Journal of nutrition. 2012;142(8):1611-.

28. Jneid H, Alam M, Virani SS, Bozkurt B. Redefining myocardial infarction: what is new in the ESC/ACCF/AHA/WHF Third Universal Definition of myocardial infarction? Methodist DeBakey cardiovascular journal. 2013 Jul-Sep;9(3):169-72. PubMed PMID: 24066201. Pubmed Central PMCID: PMC3782325. Epub 2013/09/26. eng.

29. Kumar A, Cannon CP. Acute coronary syndromes: Diagnosis and management, part II. Mayo Clinic proceedings. 2009 Nov;84(11):1021-36. PubMed PMID: 19880693. Pubmed Central PMCID: PMC2770915. Epub 2009/11/03. eng.

30. Boersma E, Mercado N, Poldermans D, Gardien M, Vos J, Simoons ML. Acute myocardial infarction. Lancet (London, England). 2003 Mar 8;361(9360):847-58. PubMed PMID: 12642064. Epub 2003/03/19. eng.

31. Galvani M, Panteghini M, Ottani F, Cappelletti P, Chiarella F, Chiariello M, et al. The new definition of myocardial infarction: analysis of the ESC/ACC Consensus Document and reflections on its applicability to the Italian Health System. Italian heart journal : official journal of the Italian Federation of Cardiology. 2002 Sep;3(9):543-57. PubMed PMID: 12407856. Epub 2002/11/01. eng.

32. Thygesen K, Alpert JS, White HD. [Universal definition of the myocardial infarction]. Kardiologia polska. 2008 Jan;66(1):47-62. PubMed PMID: 18363225. Epub 2008/03/28. Uniwersalna definicja zawalu serca. pol.

33. Vinereanu D. Risk factors for atherosclerotic disease: present and future. Herz. 2006 Dec;31 Suppl 3:5-24. PubMed PMID: 17577934. Epub 2007/06/20. eng.

34. Hennemann G, Docter R, Friesema EC, de Jong M, Krenning EP, Visser TJ. Plasma membrane transport of thyroid hormones and its role in thyroid hormone metabolism and bioavailability. Endocrine reviews. 2001 Aug;22(4):451-76. PubMed PMID: 11493579. Epub 2001/08/09. eng.

35. Dietrich JW, Brisseau K, Boehm BO. [Absorption, transport and bio-availability of iodothyronines]. Deutsche medizinische Wochenschrift (1946). 2008 Aug;133(31-32):1644-8. PubMed PMID: 18651367. Epub 2008/07/25. Resorption, Transport und Bioverfugbarkeit von Schilddrusenhormonen. ger.

36. Suzuki S, Suzuki N, Mori J, Oshima A, Usami S, Hashizume K. micro-Crystallin as an intracellular 3,5,3'-triiodothyronine holder in vivo. Molecular endocrinology (Baltimore, Md). 2007 Apr;21(4):885-94. PubMed PMID: 17264173. Epub 2007/02/01. eng.

37. Wu Y, Koenig RJ. Gene regulation by thyroid hormone. Trends in endocrinology and metabolism: TEM. 2000 Aug;11(6):207-11. PubMed PMID: 10878749. Epub 2000/07/06. eng.

38. Grozinsky-Glasberg S, Fraser A, Nahshoni E, Weizman A, Leibovici L. Thyroxine-triiodothyronine combination therapy versus thyroxine monotherapy for clinical hypothyroidism: meta-analysis of randomized controlled trials. The Journal of clinical endocrinology and metabolism. 2006 Jul;91(7):2592-9. PubMed PMID: 16670166. Epub 2006/05/04. eng.

39. Bjerkelund CJ. [Cardiac infarct during thyroxin therapy of myxedema]. Nordisk medicin. 1952 Jun 13;47(24):827-8. PubMed PMID: 14948042. Epub 1952/06/13. Hjerteinfarkt under thyroxinbehandling av myxodem. und.

40. Raab W. NEUROGENIC MULTIFOCAL DESTRUCTION OF MYOCARDIAL TISSUE (PATHOGENIC MECHANISM AND ITS PREVENTION). Revue canadienne de biologie / editee par l'Universite de Montreal. 1963 Jun;22:217-39. PubMed PMID: 14143354. Epub 1963/06/01. eng.

41. Hamolsky MW, Ellison HE, Freedberg AS. The thyroid hormoneplasma protein complex in man. I. Differences in different states of thyroid function. The Journal of clinical investigation. 1957 Oct;36(10):1486-97. PubMed PMID: 13475486. Pubmed Central PMCID: PMC1072748. Epub 1957/10/01. eng.

42. Best MM, Duncan CH. EFFECTS OF CHOLESTEROL-LOWERING DRUGS ON SERUM TRIGLYCERIDES. Jama. 1964 Jan 4;187:37-40. PubMed PMID: 14067967. Epub 1964/01/04. eng.

43. Oliver MF, Boyd GS. Reductuon of serum-cholesterol by dextro-thyroxine in men with coronary heart-disease. Lancet (London, England). 1961 Apr 15;1(7181):783-6. PubMed PMID: 13730812. Epub 1961/04/15. eng.

44. Schaeffer WE, Jr., Cady JB. The reduction of serum cholesterol with thyroid analogues. II. The reduction of serum cholesterol by dextro-thyroxine in hypercholesterolemic patients with coronary heart disease. Guthrie Clinic bulletin. 1961 Jul;31:14-24. PubMed PMID: 14497963. Epub 1961/07/01. eng.

45. Herrmann GR. CORONARY ARTERY DISEASE WITH SPECIAL REFERENCE TO THE EFFECTS OF CHOLESTEROL-LOWERING AGENTS. Medical bulletin (Ann Arbor, Mich). 1964 Jan-Feb;30:12-8. PubMed PMID: 14170885. Epub 1964/01/01. eng.

46. Harland WA, Orr JS, Dunnigan MG, Fyfe T. Cardiac effects of cold-induced hyperthyroidism and the seasonal variation in incidence of myocardial infarction. British journal of experimental pathology. 1971 Apr;52(2):147-51. PubMed PMID: 5582074. Pubmed Central PMCID: PMC2072253. Epub 1971/04/01. eng.

47. Harland WA, Orr JS, Dunnigan MG, Sequeira RF. Thyroxine secretion rate after myocardial infarction. British heart journal. 1972 Oct;34(10):1072-4. PubMed PMID: 5086976. Pubmed Central PMCID: PMC458549. Epub 1972/10/01. eng.

48. Vanhaelst L, Degaute JP, Golstein J, Bastenie PA. Pituitary-thyroid axis reaction after myocardial infarction. Hormone and metabolic research = Hormon- und Stoffwechselforschung = Hormones et metabolisme. 1976 Jan;8(1):42-6. PubMed PMID: 1248789. Epub 1976/01/01. eng.

49. Westgren U, Burger A, Levin K, Melander A, Nilsson G, Pettersson U. Divergent changes of serum 3,5,3'-triiodothyronine and 3,3',5'-triiodothyronine in patients with acute myocardial infarction. Acta medica Scandinavica. 1977;201(4):269-72. PubMed PMID: 403745. Epub 1977/01/01. eng.

50. Smith SJ, Bos G, Gerbrandy J, Docter R, Visser TJ, Hennemann G. Lowering of serum 3,3',5-triiodothyronine thyroxine ratio in patients with myocardial infarction; relationship with extent of tissue injury. European journal of clinical investigation. 1978 Apr;8(2):99-102. PubMed PMID: 417942. Epub 1978/04/01. eng.

51. Ljunggren JG, Falkenberg C, Savidge G. The influence of endogenous cortisol on the peripheral conversion of thyroxine in patients with acute myocardial infarction. Acta medica Scandinavica. 1979;205(4):267-9. PubMed PMID: 433662. Epub 1979/01/01. eng.

52. Wiersinga WM, Lie KI, Touber JL. Thyroid hormones in acute myocardial infarction. Clinical endocrinology. 1981 Apr;14(4):367-74. PubMed PMID: 7261419. Epub 1981/04/01. eng.

53. Wasilewska-Dziubinska E, Nauman A, Lewartowski B, Nauman J, Michalowski J, Sedek G. Influence of surgery and experimental myocardial infarction on blood levels of free fatty acids and triiodothyronine in dogs. Acta physiologica Polonica. 1981 May-Jun;32(3):283-91. PubMed PMID: 7304199. Epub 1981/05/01. eng.

54. Ceremuzynski L. Hormonal and metabolic reactions evoked by acute myocardial infarction. Circulation research. 1981 Jun;48(6 Pt 1):767-76. PubMed PMID: 7014018. Epub 1981/06/01. eng.

55. Ceremuzynski L, Herbaczynska-Cedro K, Broniszewska-Ardelt B, Nauman J, Nauman A, Wozniewicz B, et al. Evidence for the detrimental effect of adrenaline infused to healthy dogs in doses imitating spontaneous secretion after coronary occlusion. Cardiovascular research. 1978 Mar;12(3):179-89. PubMed PMID: 25714. Epub 1978/03/01. eng.

56. Ceremuzynski L, Zaleska T, Nauman J, Nauman A, Zalewski A. Effects of beta-blocking agent Metipranolol on metabolic variables in patients with ischemic heart disease, hyperkinetic syndrome, hyperthyreosis and in healthy subjects. International journal of clinical pharmacology and biopharmacy. 1979 Jun;17(6):244-9. PubMed PMID: 38215. Epub 1979/06/01. eng.

57. Nauman J, Ceremuzynski L, Nauman A. Total and free thyroid hormones and TSH in acute myocardial infarction. Materia medica Polona Polish journal of medicine and pharmacy. 1979 Jul-Sep;11(3):212-7. PubMed PMID: 548663. Epub 1979/07/01. eng.

58. Hylander B, Ekelund LG, Rosenqvist U. The cardiovascular response at rest and during exercise in hypothyroid subjects to thyroxine substitution. Clinical cardiology. 1983 Mar;6(3):116-24. PubMed PMID: 6851272. Epub 1983/03/01. eng.

59. Yamauchi K, Takasu N, Ichikawa K, Yamada T, Aizawa T. Effects of long-term treatment with thyroxine on pituitary TSH secretion and heart action in patients with hypothyroidism. Acta endocrinologica. 1984 Oct;107(2):218-24. PubMed PMID: 6495989. Epub 1984/10/01. eng.

60. Kirkeby OJ, Risoe C, Kirkeby K. Free thyroxine in myocardial infarction. Experientia. 1984 Jan 15;40(1):103-4. PubMed PMID: 6692890. Epub 1984/01/15. eng.

61. Franklyn JA, Gammage MD, Ramsden DB, Sheppard MC. Thyroid status in patients after acute myocardial infarction. Clinical science (London, England : 1979). 1984 Dec;67(6):585-90. PubMed PMID: 6435938. Epub 1984/12/01. eng.

62. Gay R, Gustafson TA, Goldman S, Morkin E. Effects of L-thyroxine in rats with chronic heart failure after myocardial infarction. The American journal of physiology. 1987 Aug;253(2 Pt 2):H341-6. PubMed PMID: 3618809. Epub 1987/08/01. eng.

63. Morkin E, Pennock GD, Raya TE, Bahl JJ, Goldman S. Development of a thyroid hormone analogue for the treatment of congestive heart failure. Thyroid : official journal of the American Thyroid Association. 1996 Oct;6(5):521-6. PubMed PMID: 8936682. Epub 1996/10/01. eng.

64. Pantos C, Mourouzis I, Markakis K, Dimopoulos A, Xinaris C, Kokkinos AD, et al. Thyroid hormone attenuates cardiac remodeling and improves hemodynamics early after acute myocardial infarction in rats. European journal of cardio-thoracic surgery : official journal of the European Association for Cardio-thoracic Surgery. 2007 Aug;32(2):333-9. PubMed PMID: 17560116. Epub 2007/06/15. eng.

65. Ojamaa K, Kenessey A, Shenoy R, Klein I. Thyroid hormone metabolism and cardiac gene expression after acute myocardial infarction in the rat. American journal of physiology Endocrinology and metabolism. 2000 Dec;279(6):E1319-24. PubMed PMID: 11093920. Epub 2000/11/30. eng.

66. Satar S, Seydaoglu G, Avci A, Sebe A, Karcioglu O, Topal M. Prognostic value of thyroid hormone levels in acute myocardial infarction: just an epiphenomenon? The American heart hospital journal. 2005 Fall;3(4):227-33. PubMed PMID: 16330914. Epub 2005/12/07. eng.

67. Zhang B, Peng W, Wang C, Li W, Xu Y. A low fT3 level as a prognostic marker in patients with acute myocardial infarctions. Internal medicine (Tokyo, Japan). 2012;51(21):3009-15. PubMed PMID: 23124142. Epub 2012/11/06. eng.

68. Pantos C, Mourouzis I, Xinaris C, Kokkinos AD, Markakis K, Dimopoulos A, et al. Time-dependent changes in the expression of thyroid hormone receptor alpha 1 in the myocardium after acute myocardial infarction: possible implications in cardiac remodelling. European journal of endocrinology / European Federation of Endocrine Societies. 2007 Apr;156(4):415-24. PubMed PMID: 17389455. Epub 2007/03/29. eng.

69. Chen YF, Kobayashi S, Chen J, Redetzke RA, Said S, Liang Q, et al. Short term triiodo-L-thyronine treatment inhibits cardiac myocyte apoptosis in border area after myocardial infarction in rats. Journal of molecular and cellular cardiology. 2008 Jan;44(1):180-7. PubMed PMID: 17964598. Pubmed Central PMCID: PMC2235814. Epub 2007/10/30. eng.

70. Simon P. Too Big to Ignore: The Business Case for Big Data: John Wiley & Sons; 2013.

71. Harnad S. The annotation game: On Turing (1950) on computing, machinery, and intelligence. The Turing test sourcebook: philosophical and methodological issues in the quest for the thinking computer. 2006.

72. Carbonell JG, Gil Y. 'Learning by Experimentation. Machine Learning. 1987:256-66.

73. Mitchell TM. Machine learning. 1997. Burr Ridge, IL: McGraw Hill. 1997;45:37.

74. Witten IH, Frank E. Weka. Machine Learning Algorithms in Java. 2000:265-320.

75. Ramaswamy S, Golub TR. DNA microarrays in clinical oncology. J Clin Oncol. 2002 Apr 1;20(7):1932-41. PubMed PMID: 11919254. eng.

76. Κουλτούκη Ε. Μελέτη της Γονιδιακής Έκφρασης και των Γονιδιακών Οδών Με cDNA Μικροσυστοιχίες Κατά τη Διάγνωση και τη Χημειοθεραπεία στην Παιδική Οξεία Λεμφοβλαστική Λευχαιμία [Διδακτορική Διατριβή]. Αυήνα: Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών; 2011.

77. Cortes C, Vapnik V. Support-vector networks. Machine learning. 1995;20(3):273-97.

78. Ben-Hur A, Horn D, Siegelmann HT, Vapnik V. Support vector clustering. Journal of machine learning research. 2001;2(Dec):125-37.

79. Sarawagi S, Thomas S, Agrawal R. Integrating association rule mining with relational database systems: Alternatives and implications: ACM; 1998.

80. Davies DL, Bouldin DW. A cluster separation measure. IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 1979 (2):224-7.

81. Lloyd S. Least squares quantization in PCM. IEEE transactions on information theory. 1982;28(2):129-37.

82. Ball GH, Hall DJ. A clustering technique for summarizing multivariate data. Behavioral science. 1967;12(2):153-5.

83. MacQueen J, editor Some methods for classification and analysis of multivariate observations. Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability; 1967: Oakland, CA, USA.

84. Mahajan M, Nimbhorkar P, Varadarajan K, editors. The planar k-means problem is NP-hard. International Workshop on Algorithms and Computation; 2009: Springer.

85. Arthur D, Vassilvitskii S, editors. k-means++: The advantages of careful seeding. Proceedings of the eighteenth annual ACM-SIAM symposium on Discrete algorithms; 2007: Society for Industrial and Applied Mathematics.

86. Pham DT, Dimov SS, Nguyen C. Selection of K in K-means clustering. Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part C: Journal of Mechanical Engineering Science. 2005;219(1):103-19.

87. Gomez-Doblas JJ, Schor J, Vignola P, Weinberg D, Traad E, Carrillo R, et al. Left ventricular geometry and operative mortality in patients undergoing mitral valve replacement. Clinical cardiology. 2001 Nov;24(11):717-22. PubMed PMID: 11714129. Epub 2001/11/21. eng.

88. Roscani MG, Polegato BF, Minamoto SE, Lousada AP, Minicucci M, Azevedo P, et al. Left ventricular sphericity index predicts systolic dysfunction in rats with experimental aortic regurgitation. Journal of applied physiology (Bethesda, Md : 1985). 2014 May 15;116(10):1259-62. PubMed PMID: 24699853. Epub 2014/04/05. eng.

89. Dadgar SK, Tyagi SP. Importance of heart weight, weights of cardiac ventricles and left ventricle plus septum/right ventricle ratio in assessing cardiac hypertrophy. Japanese heart journal. 1979 Jan;20(1):63-73. PubMed PMID: 156268. Epub 1979/01/01. eng.

90. Rackley CE, Dodge HT, Coble YD, Jr., Hay RE. A METHOD FOR DETERMINING LEFT VENTRICULAR MASS IN MAN. Circulation. 1964 May;29:666-71. PubMed PMID: 14153939. Epub 1964/05/01. eng.

91. Rajagopalan V, Zhang Y, Ojamaa K, Chen YF, Pingitore A, Pol CJ, et al. Safe Oral Triiodo-L-Thyronine Therapy Protects from Post-Infarct Cardiac Dysfunction and Arrhythmias without Cardiovascular Adverse Effects. PloS one. 2016;11(3):e0151413. PubMed PMID: 26981865. Pubmed Central PMCID: PMC4794221. Epub 2016/03/18. eng.

92. Zhang Y, Dedkov EI, Lee B, 3rd, Li Y, Pun K, Gerdes AM. Thyroid hormone replacement therapy attenuates atrial remodeling and reduces atrial fibrillation inducibility in a rat myocardial infarction-heart failure model. Journal of cardiac failure. 2014 Dec;20(12):1012-9. PubMed PMID: 25305503. Pubmed Central PMCID: PMC4250313. Epub 2014/10/12. eng.

93. Kalofoutis C, Mourouzis I, Galanopoulos G, Dimopoulos A, Perimenis P, Spanou D, et al. Thyroid hormone can favorably remodel the diabetic myocardium after acute myocardial infarction. Molecular and cellular biochemistry. 2010 Dec;345(1-2):161-9. PubMed PMID: 20730619. Epub 2010/08/24. eng.

94. Corssac GB, de Castro AL, Tavares AV, Campos C, Fernandes RO, Ortiz VD, et al. Thyroid hormones effects on oxidative stress and cardiac remodeling in the right ventricle of infarcted rats. Life sciences. 2016 Feb 1;146:109-16. PubMed PMID: 26764236. Epub 2016/01/15. eng.

95. de Castro AL, Tavares AV, Fernandes RO, Campos C, Conzatti A, Siqueira R, et al. T3 and T4 decrease ROS levels and increase endothelial nitric oxide synthase expression in the myocardium of infarcted rats. Molecular and cellular biochemistry. 2015 Oct;408(1-2):235-43. PubMed PMID: 26160278. Epub 2015/07/15. eng.

96. de Castro AL, Tavares AV, Campos C, Fernandes RO, Siqueira R, Conzatti A, et al. Cardioprotective effects of thyroid hormones in a rat model of myocardial infarction are associated with oxidative stress reduction. Molecular and cellular endocrinology. 2014 Jun 25;391(1-2):22-9. PubMed PMID: 24784706. Epub 2014/05/03. eng.

97. van Dijk-Ottens M, Vos IH, Cornelissen PW, de Bruin A, Everts ME. Thyroid hormone-induced cardiac mechano growth factor expression depends on beating activity. Endocrinology. 2010 Feb;151(2):830-8. PubMed PMID: 20032059. Epub 2009/12/25. eng.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ ΣΗΜΕΙΩΜΑ

Φρ. Τσέντνερ 16, Ν. Ψυχικό, Αθήνα
Τηλέφωνο 210-6756108
Κινητό 6939-230821

Ιωάννα Ηλιοπούλου

Προσωπικές Πληροφορίες	▪ Εθνικότητα: Ελληνική ▪ Ημερομηνία Γεννήσεως: 43 ▪ Τόπος Γέννησης: Αθήνα Αττικής ▪ Οικ. Κατάσταση: Έγγαμη
Σπουδές	Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνα 2003 **Πτυχίο, Φαρμακευτικό Τμήμα, Σχολή Επιστημών Υγείας** Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθήνα 2010 **Υποψήφια Διδάκτωρ, Εργαστήριο Πειραματικής Φαρμακολογίας, Τμήμα Φαρμακολογίας, Σχολή Επιστημών Υγείας**
Επαγγελματική Εμπειρία	Ιούλιος 2012 – έως σήμερα Αθήνα **Φαρμακοποιός – Φαρμακείο Δώρα Καλύβα, Βύρωνας** ▪ Εκτέλεση Συνταγών Ασφαλιστικών Ταμείων ▪ Συγκεντρωτική Κατάσταση ταμείου ▪ Πώληση παραφαρμάκων και καλλυντικών Ιούλιος 2011 – Μάρτιος 2012 Αθήνα **Ελεγκτής Φαρμακοποιός ΕΤΑΠ - ΜΜΕ** Οκτώβριος 2008-Απρίλιος 2011 Αθήνα **Συμμετοχή σε ερευνητικά προγράμματα στο Εργαστήριο Βιοϊατρικής Τεχνολογίας, ΕΜΠ** ▪ iWebCare – 2008 ▪ VIDAVO SA – Ανάπτυξη Ενημερωτικού Υλικού για την Επιμόρφωση στελεχών του δημοσίου τομέα σε θέματα Τηλεϊατρικής και Τηλεψυχιατρικής – 2009 ▪ VIDAVO SA – Εκπόνηση Μελέτης για τις υφιστάμενες ενέργειες και δομές Τηλεϊατρικής στην Ελλάδα – 2009 ▪ Καταγραφή και κωδικοποίηση και στατιστική επεξεργασία των δεδομένων για την Αναπτυξη Πληροφοριακού συστήματος ταξινόμησης και αξιολόγησης αναπηριών για τη χορήγηση της κάρτας λειτουργικότητας – 2009 ▪ AMICA – Autonomy, Motivation and individual Self-Management for COPD patients - 2010 Δεκέμβριος 2005 – Μάϊος 2008 Αθήνα **Ελεγκτής Φαρμακοποιός Τ.Σ.Α.Υ.** Ιούνιος 2004-31 Οκτωβρίου 2016 **Υπεύθυνη Φαρμακοποιός Φαρμακαποθήκης** 1999 – 31/10/2006 Φαρμακείο Αικατερίνη Μπαλτά Αθήνα **Φαρμακοποιός**

	▪ Εκτέλεση Συνταγών Ασφαλιστικών Ταμείων ▪ Συγκεντρωτική Κατάσταση ταμείου ▪ Πώληση παραφαρμάκων και καλλυντικών ▪ Χρήση Η/Υ και προγράμματος «Φάρμακον» 1998 - 1999 Π.Γ.Ν. «Άγιος Σάββας» Αντικαρκινικό Ν.Α. Αθήνα **Ασκούμενη Φαρμακοποιός** ▪ Συμμετοχή σε πανεπιστημιακό πρόγραμμα. ▪ Άσκηση σε φορέα δημοσίου δικαίου 1995–1998 Φαρμακείο Π. Χαχάγιας Πανόρμου 21, Αθήνα **Υπάλληλος Φαρμακείου** ▪ Εκτέλεση συνταγών ▪ Συγκεντρωτική κατάσταση ταμείου ▪ Πώληση παραφαρμάκων, καλλυντικών
Άλλες Σπουδές	Προπτυχιακές Σπουδές Πιάνου, Θεωρίας, Αρμονίας στο Εθνικό Ωδείο, ECDL
Ξένες Γλώσσες	Αγγλικά: Επίπεδο Lower Γαλλικά: Superieur II
Συστατικές Επιστολές	Αικατερίνη Μπαλτά – Φαρμακοποιός Δημήτρης Κουτσούρης – Καθηγητής ΕΜΠ Κων/νος Πάντος –Καθηγητής Φαρμακολογίας ΕΚΠΑ Πέτρος Καρακίτσος –Καθηγητής Κυτταρολογίας ΕΚΠΑ Επιπλέον συστατικές επιστολές διαθέσιμες
Διπλώματα	Δίπλωμα Α' Βοηθειών Ελληνικού Ερυθρού Σταυρού
Χόμπυ	Ελληνικός Κινηματογράφος, Επιτραπέζια παιχνίδια, Παντομίμα, Σταυρόλεξα
Δημοσιεύσεις	1. Ο ρόλος των ΤΠΕ στην διαχείριση της γεροντικής άνοιας, των ηλικιωμένων ασθενών και των κοινοτήτων που τους περιβάλλουν μέσα από τις παροχές της ΠΦΥ, Ιωάννα Ηλιοπούλου, Δήμητρα Ηλιοπούλου, Γεωργία Κουτσούρη και Κώστας Γκιόκας, 4ο Πανελλήνιο Ψυχιατρικό Συνέδριο στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας, 2012 2. iMedPlus – Ένας έξυπνος διανομέας φαρμάκων για ασθενείς με γεροντική άνοια, Ιωάννα Ηλιοπούλου, Δ. Ηλιοπούλου, Κώστας Γκιόκας, 4ο Πανελλήνιο Ψυχιατρικό Συνέδριο στην Πρωτοβάθμια Φροντίδα Υγείας, 2012 3. CDISC: The Role of Data Standards in clinical data applications, Kostas Giokas, **Ioanna Iliopoulou** and Dimitris Koutsouris, 4th Pan-Hellenic Workshop ELEVIT, 2012 4. Clinical Trial Management Systems Data Harmonization Automation, Kostas Giokas, Tassos Tagaris, **Ioanna Iliopoulou** and Dimitris Koutsouris, 8th ICICTH, Samos Island, 2010

	5. Ponte Platform, Efficient Patient Recruitment for Innovative Clinical Trials of Existing Drugs to other Indications, D Iliopoulou, I Iliopoulou, Y Makris, A Tagaris, D. Koutsouris, 20091st International Conference on: Combating Cardiovascular Diseases and Diabetes, Istanbul, Turkey. 6. Neural Networks Modelling after Myocardial Infarction in Rats, Ioanna Iliopoulou, Iordanis Mourouzis[1], George I. Lambrou and Constantinos Pantos, Paschalis Bizopoulos[3], Dimitra Iliopoulou[3] and, Demetrios-Dionysios Koutsouris. Submitted to IEEE CBMS 2017, 30th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (submitted).\ 7. Time-Dependent and Independent Effects of Thyroid Hormone Administration after Myocardial Infarction in Rats Ioanna Iliopoulou, Iordanis Mourouzis, George I. Lambrou, Paschalis Bizopoulos, Demetrios-Dionysios Koutsouris and Constantinos Pantos. 2016, submitted submitted to PLoS One.
Έρευνες	Συμμετοχή σε 2 έρευνες του Υπουργείου Οικονομικών, Τμήμα Στατιστικής Υπηρεσίας Συμμετοχή στην απογραφή του 2001 (Τομεάρχης 7ου Διαμερίσματος Αθηνών)
Ασχολίες εκτός εργασίας	Επόπτης στις εξετάσεις του Βρετανικού Συμβουλίου από το 1993 εώς σήμερα

ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3-WAY ANOVA

Body Weight **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	0.02787	1	0.02787	5.51	0.02
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	0.07627	2	0.03814	7.54	0.0007
# X2*X3	0.02133	1	0.02133	4.22	0.0414
Error	0.96144	190	0.00506		
Total	3.57539	197			

LV-End Diastolic Diameter **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	0.01317	1	0.01317	1.63	0.2034
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	0.17346	2	0.08673	10.72	0
# X2*X3	0.05608	1	0.05608	6.93	0.0092
Error	1.5368	190	0.00809		
Total	7.48459	197			

LV-End Systolic Diameter **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	478.9	1	478.908	12.71	0.0005
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	2.9	2	1.432	0.04	0.9627
# X2*X3	456.1	1	456.12	12.11	0.0006
Error	7158.8	190	37.678		
Total	11318.5	197			

LV-Posterior Wall Diameter **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	0.36639	1	0.36639	42.84	0
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	0.06354	2	0.03177	3.71	0.0261
# X2*X3	0.0072	1	0.0072	0.84	0.3602
Error	1.62506	190	0.00855		
Total	4.76065	197			

Long Axis Diameter **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	9.2	1	9.217	0.15	0.697
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	1386.5	2	693.253	11.44	0
# X2*X3	447.2	1	447.152	7.38	0.0072
Error	11516.2	190	60.611		
Total	73298	197			

LV-Ejection Fraction **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	0.243	1	0.24286	0.76	0.3842
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	0.682	2	0.34106	1.07	0.3457
# X2*X3	2.846	1	2.84569	8.91	0.0032
Error	60.661	190	0.31927		
Total	133.145	197			

Systolic Velocity **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	0.0019	1	0.00194	0.04	0.8419
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	0.1639	2	0.08195	1.69	0.1876
# X2*X3	0.024	1	0.02398	0.49	0.4829
Error	9.2223	190	0.04854		
Total	17.9749	197			

Wall Tension Index **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	0.0019	1	0.00194	0.04	0.8419
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	0.1639	2	0.08195	1.69	0.1876
# X2*X3	0.024	1	0.02398	0.49	0.4829
Error	9.2223	190	0.04854		
Total	17.9749	197			

Sphericity Index — **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	0.0489	1	0.04892	2.92	0.089
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	1.7096	2	0.85481	51.07	0
# X2*X3	0.1237	1	0.1237	7.39	0.0072
Error	3.18	190	0.01674		
Total	17.7483	197			

Heart Rate — **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	12764.3	1	12764.3	5.46	0.0205
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	26402.1	2	13201.1	5.65	0.0042
# X2*X3	712	1	712	0.3	0.5817
Error	444248	190	2338.1		
Total	549175.6	197			

LV-Weight — **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	407788.9	1	407788.9	23.12	0
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	183618.6	2	91809.3	5.2	0.0063
# X2*X3	64924.4	1	64924.4	3.68	0.0565
Error	3351539.4	190	17639.7		
Total	5598301.2	197			

Scar Weight — **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	290.2	1	290.2	0.11	0.7395
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	16297.5	2	8148.8	3.11	0.0467
# X2*X3	12105.4	1	12105.4	4.63	0.0327
Error	497078.4	190	2616.2		
Total	2443529.1	197			

Scar Area **Analysis of Variance**

Source	Sum Sq.	d.f.	Mean Sq.	F	Prob>F
# X1	0	0	0	0	NaN
# X2	0	0	0	0	NaN
# X3	1597.8	1	1597.83	3.77	0.0536
# X1*X2	0	0	0	0	NaN
X1*X3	1459.4	2	729.68	1.72	0.1813
# X2*X3	5252	1	5252	12.4	0.0005
Error	80462	190	423.48		
Total	547206.4	197			

X1: Τρόπος επέμβασης (Sham Operation vs. CAL)

X2: Χορήγηση Θυροξίνης (YES, NO)

X3: Χρόνος πειραματισμού (2 Weeks, 4 Weeks, 13 Weeks).

ΚΩΔΙΚΑΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΥ MATLAB

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζεται ο κώδικας που δημιουργήθηκε για την ανάλυση των δεδομένων.

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΑΣΗ EXCEL

```
%% 1. IMPORT DATA FROM EXCEL FILES, SET CONSTANTS AND OTHER VARIABLES
clc;
close all force;
clear all;
import bioma.data.*

% Create directories paths
main_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB Iliopoulou';
raw_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\1.Raw Data';
export_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\2.Data Exports';
fig_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\3.MATLAB Figures';
curve_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\4.Curve Fittings';
surf_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\5.Surface Fittings';
image_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\6.Images';
SimBio_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\7.SimBiology';
Simulink_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\8.Simulink';
Support_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\9.Supporting Files';
Reports_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\10.Reports';
old_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\11.Older Files';
various_path='D:\CM\MATLAB\1.Code\1.First Drafts\42.MATLAB
Iliopoulou\12.Various';

% Import the basic variables for human (categories/text variables)
[~,
rat_uniqID]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_Data',
'B2:B199');

[~,
rat_intervention]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_
Data','C2:C199');

[~,
rat_TH_treatment]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_
Data','E2:E199');

[~,rat_duration]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_D
ata','F2:F199');
```

```
rat_weight=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_Data','
G2:G199');

rat_LV_diastolic_diameter=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx
'),'Raw_Data','H2:H199');

rat_LV_systolic_diameter=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'
),'Raw_Data','I2:I199');

rat_LV_posterior_wall_thick=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xl
sx'),'Raw_Data','J2:J199');

rat_LV_long_axis_diameter=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx
'),'Raw_Data','K2:K199');

rat_LV_ejection_fraction=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'
),'Raw_Data','L2:L199');

rat_systolic_velocity=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'
Raw_Data','M2:M199');

rat_wall_tension_index=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),
'Raw_Data','N2:N199');

rat_sphericity_index=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'R
aw_Data','O2:O199');

rat_heart_rate=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_Dat
a','P2:P199');

rat_LV_weight=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_Data
','Q2:Q199');

rat_scar_weight=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_Da
ta','R2:R199');

rat_scar_area=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_Data
','S2:S199');

rat_raw_data=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_Data'
,'F2:S199');

[~,rat_nominal_vars]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'R
aw_Data','C2:F199');
rat_nominal_vars=rat_nominal_vars(:,[1,3,4]);

[~,rat_var_names]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Raw_
Data','B1:S1');

rat_raw_data_datamatrix=DataMatrix(rat_raw_data,'RowNames',rat_uniqID,
'ColNames',rat_var_names(6:18));

% Import the basic variables for human (categories/text variables)
[~,
human_patient_name]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hu
man_MI_Data','A2:A51');
```

```
[~,
human_uniqID]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','CJ2:CJ51');

human_age=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_Dat
a','B2:B51');

[~,
human_sex]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_Da
ta','C2:C51');

[~,
human_smoke]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','D2:D51');

[~,
human_obesity]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','E2:E51');

[~,
human_familial_history]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx')
,'Human_MI_Data','F2:F51');

[~,
human_diabetes]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','G2:G51');

[~,
human_hypertension]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hu
man_MI_Data','H2:H51');

[~,
human_hyperlipidemia]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'
Human_MI_Data','I2:I51');

human_killip_score=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hum
an_MI_Data','J2:J51');

[~,human_icd]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','K2:K51');

[~,human_stemi]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','L2:L51');

[~,human_nstemi]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human
_MI_Data','M2:M51');

human_ami_location=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hum
an_MI_Data','N2:N51');

human_culprit_lesion=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'H
uman_MI_Data','O2:O51');

[~,human_vessel]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human
_MI_Data','P2:P51');

[~,human_ptca]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','Q2:Q51');
```

```
[~,human_stent]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','R2:R51');

[~,human_cabg]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','S2:S51');

human_T3_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','T2:T51');

human_T4_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','U2:U51');

human_TSH_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','V2:V51');

human_T3_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','W2:W51');

human_T4_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','X2:X51');

human_TSH_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','Y2:Y51');

human_T3_5d=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_D
ata','Z2:Z51');

human_T4_5d=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_D
ata','AA2:AA51');

human_TSH_5d=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','AB2:AB51');

human_T3_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_D
ata','AC2:AC51');

human_T4_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_D
ata','AD2:AD51');

human_TSH_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','AE2:AE51');

human_glucose_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Huma
n_MI_Data','AF2:AF51');

human_hct_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AG2:AG51');

human_cholesterol_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'
Human_MI_Data','AH2:AH51');

human_triglycerides_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx')
,'Human_MI_Data','AI2:AI51');

human_LDL_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AJ2:AJ51');
```

```
human_HDL_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AK2:AK51');

human_creatinine_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'H
uman_MI_Data','AL2:AL51');

human_CPK_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AM2:AM51');

human_CPKMB_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','AN2:AN51');

[~,human_TROP_24h]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hum
an_MI_Data','AO2:AO51');

human_AST_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AP2:AP51');

human_ALT_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AQ2:AQ51');

human_LDH_24h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AR2:AR51');

human_glucose_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Huma
n_MI_Data','AS2:AS51');

human_creatinine_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'H
uman_MI_Data','AT2:AT51');

human_CPK_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AU2:AU51');

human_CPKMB_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','AV2:AV51');

[~,human_TROP_48h]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hum
an_MI_Data','AW2:AW51');

human_AST_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AX2:AX51');

human_ALT_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AY2:AY51');

human_LDH_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','AZ2:AZ51');


human_glucose_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human
_MI_Data','BA2:BA51');

human_hct_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BB2:BB51');

human_cholesterol_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'H
uman_MI_Data','BC2:BC51');
```

```
human_triglycerides_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),
'Human_MI_Data','BD2:BD51');

human_LDL_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BE2:BE51');

human_HDL_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BF2:BF51');

human_creatinine_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hu
man_MI_Data','BG2:BG51');

human_CPK_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BH2:BH51');

human_AST_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BI2:BI51');

human_ALT_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BJ2:BJ51');

human_LDH_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BK2:BK51');

[~,
human_statin]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI
_Data','BL2:BL51');

[~,
human_antithro]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','BM2:BM51');

[~,
human_antiplat]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','BN2:BN51');

[~,
human_diuretic]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','BO2:BO51');

[~,
human_betablocker]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Hum
an_MI_Data','BP2:BP51');

[~,
human_amea]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_D
ata','BQ2:BQ51');

[~,
human_arb]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_Da
ta','BR2:BR51');

[~,
human_cablocker]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human
_MI_Data','BS2:BS51');

[~,
human_nitrate]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','BT2:BT51');
```

```
[~,
human_amiod]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BU2:BU51');

[~,
human_t4]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_Dat
a','BV2:BV51');

human_fs_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BX2:BX51');

human_ef_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_
Data','BY2:BY51');

human_lvidd_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','BZ2:BZ51');

human_lvids_48h=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','CA2:CA51');

human_fs_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_D
ata','CB2:CB51');

human_ef_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_MI_D
ata','CC2:CC51');

human_lvidd_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','CD2:CD51');

human_lvids_6m=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','CE2:CE51');

human_ef_6m_48=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','CF2:CF51');

human_rec_group=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','CG2:CG51');

human_mb_24_48=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_M
I_Data','CH2:CH51');

human_ldh_24_48=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human_
MI_Data','CI2:CI51');

[~,
human_var_names]=xlsread(strcat(raw_path,'\','4.Raw_Data.xlsx'),'Human
_MI_Data','A1:CJ1');

human_raw_data=[human_age,...
                human_killip_score,...
                human_ami_location,...
                human_culprit_lesion,...
                human_T3_24h,...
                human_T4_24h,...
                human_TSH_24h,...
                human_T3_48h,...
                human_T4_48h,...
                human_TSH_48h,...
```

```
                    human_T3_5d,...
                    human_T4_5d,...
                    human_TSH_5d,...
                    human_T3_6m,...
                    human_T4_6m,...
                    human_TSH_6m,...
                    human_glucose_24h,...
                    human_hct_24h,...
                    human_cholesterol_24h,...
                    human_triglycerides_24h,...
                    human_LDL_24h,...
                    human_HDL_24h,...
                    human_creatinine_24h,...
                    human_CPK_24h,...
                    human_CPKMB_24h,...
                    human_AST_24h,...
                    human_ALT_24h,...
                    human_LDH_24h,...
                    human_glucose_48h,...
                    human_creatinine_48h,...
                    human_CPK_48h,...
                    human_CPKMB_48h,...
                    human_AST_48h,...
                    human_ALT_48h,...
                    human_LDH_48h,...
                    human_glucose_6m,...
                    human_hct_6m,...
                    human_cholesterol_6m,...
                    human_triglycerides_6m,...
                    human_LDL_6m,...
                    human_HDL_6m,...
                    human_creatinine_6m,...
                    human_CPK_6m,...
                    human_AST_6m,...
                    human_ALT_6m,...
                    human_LDH_6m,...
                    human_fs_48h,...
                    human_ef_48h,...
                    human_lvidd_48h,...
                    human_lvids_48h,...
                    human_fs_6m,...
                    human_ef_6m,...
                    human_lvidd_6m,...
                    human_lvids_6m,...
                    human_ef_6m_48,...
                    human_rec_group,...
                    human_mb_24_48,...
                    human_ldh_24_48];

human_raw_data_datamatrix=DataMatrix(human_raw_data,'RowNames',human_u
niqID,'ColNames',human_var_names([2,10,14:15,20:40,42:48,50:63,76:87])
);

human_nominal_vars=[human_sex,...
                    human_smoke,...
                    human_obesity,...
                    human_familial_history,...
                    human_diabetes,...
                    human_hypertension,...
                    human_hyperlipidemia,...
                    human_icd,...
                    human_stemi,...
```

```
                    human_nstemi,...
                    human_vessel,...
                    human_ptca,...
                    human_stent,...
                    human_cabg,...
                    human_TROP_24h,...
                    human_TROP_48h,...
                    human_statin,...
                    human_antithro,...
                    human_antiplat,...
                    human_diuretic,...
                    human_betablocker,...
                    human_amea,...
                    human_arb,...
                    human_cablocker,...
                    human_nitrate,...
                    human_amiod,...
                    human_t4];

human_nominal_var_names=human_var_names([3:9,11:13,16:19,41,49,64:74])
;

% P-values cutoffs
p_cutoff1=0.05; % the p-value cutoff 1
p_cutoff2=0.01; % the p-value cutoff 2
ind=0;

raw_data=strcat(main_path,'\','raw_data.mat');
save (raw_data, 'main_path',...
    'raw_path',...
    'export_path',...
    'fig_path',...
    'curve_path',...
    'surf_path',...
    'image_path',...
    'SimBio_path',...
    'Simulink_path',...
    'Support_path',...
    'Reports_path',...
    'p_cutoff1',...
    'p_cutoff2',...
    'ind',...
    'rat_uniqID',...
    'rat_intervention',...
    'rat_TH_treatment',...
    'rat_duration',...
    'rat_weight',...
    'rat_LV_diastolic_diameter',...
    'rat_LV_systolic_diameter',...
    'rat_LV_posterior_wall_thick',...
    'rat_LV_long_axis_diameter',...
    'rat_LV_ejection_fraction',...
    'rat_systolic_velocity',...
    'rat_wall_tension_index',...
    'rat_sphericity_index',...
    'rat_heart_rate',...
    'rat_LV_weight',...
    'rat_scar_weight',...
    'rat_scar_area',...
    'rat_raw_data',...
    'rat_nominal_vars',...
    'rat_var_names',...
```

```
'rat_raw_data_datamatrix',...
'rat_uniqID',...
'human_age',...
'human_killip_score',...
'human_ami_location',...
'human_culprit_lesion',...
'human_T3_24h',...'
'human_T4_24h',...
'human_TSH_24h',...
'human_T3_48h',...
'human_T4_48h',...
'human_TSH_48h',...
'human_T3_5d',...
'human_T4_5d',...
'human_TSH_5d',...
'human_T3_6m',...
'human_T4_6m',...
'human_TSH_6m',...
'human_glucose_24h',...
'human_hct_24h',...
'human_cholesterol_24h',...
'human_triglycerides_24h',...
'human_LDL_24h',...
'human_HDL_24h',...
'human_creatinine_24h',...
'human_CPK_24h',...
'human_CPKMB_24h',...
'human_AST_24h',...
'human_ALT_24h',...
'human_LDH_24h',...
'human_glucose_48h',...
'human_creatinine_48h',...
'human_CPK_48h',...
'human_CPKMB_48h',...
'human_AST_48h',...
'human_ALT_48h',...
'human_LDH_48h',...
'human_glucose_6m',...
'human_hct_6m',...
'human_cholesterol_6m',...
'human_triglycerides_6m',...
'human_LDL_6m',...
'human_HDL_6m',...
'human_creatinine_6m',...
'human_CPK_6m',...
'human_AST_6m',...
'human_ALT_6m',...
'human_LDH_6m',...
'human_fs_48h',...
'human_ef_48h',...
'human_lvidd_48h',...
'human_lvids_48h',...
'human_fs_6m',...
'human_ef_6m',...
'human_lvidd_6m',...
'human_lvids_6m',...
'human_ef_6m_48',...
'human_rec_group',...
'human_mb_24_48',...
'human_ldh_24_48',...
'human_sex',...
'human_smoke',...
```

```
    'human_obesity',...
    'human_familial_history',...
    'human_diabetes',...
    'human_hypertension',...
    'human_hyperlipidemia',...
    'human_icd',...
    'human_stemi',...
    'human_nstemi',...
    'human_vessel',...
    'human_ptca',...
    'human_stent',...
    'human_cabg',...
    'human_TROP_24h',...
    'human_TROP_48h',...
    'human_statin',...
    'human_antithro',...
    'human_antiplat',...
    'human_diuretic',...
    'human_betablocker',...
    'human_amea',...
    'human_arb',...
    'human_cablocker',...
    'human_nitrate',...
    'human_amiod',...
    'human_t4',...
    'human_nominal_var_names',...
    'human_raw_data_datamatrix');
```

ΚΥΡΙΩΣ ΡΟΥΤΙΝΑ (ΚΛΗΣΗ ΥΠΟΡΟΥΤΙΝΩΝ ΓΙΑ ΕΠΙΜΕΡΟΥΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ)

```
%% ANALYSIS OF CARDIOLOGICAL DATA FROM AMI WISTAR RATS
%% Author: George I. Lambrou
% 1st Department of Pediatrics of the University of Athens Date: 16
June 2016 Matlab 2015a

%% 1.ABSTRACT



%%
clc;
clear all;
close all;
disp('PLEASE WAIT: CLEARING WORKSPACE');
%!C:\Program Files\Max2k\MaxRAMFree\MaxRAMFree.exe
pack

%% 2. LOAD RAW DATA
clc;
clear all;
close all force;
import bioma.data.*

set(0,'defaultAxesFontName', 'Times New Roman');
set(0,'defaultTextFontName', 'Times New Roman');
set(0,'defaulttextinterpreter','none');
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');
pack;

%% 3. INTRODUCTION



%% 3.1. SET CONSTANTS AND OTHER VARIABLES
clc;
clear all;

import bioma.data.*

load ('raw_data.mat');
pack;

%% 4. ANOVA TESTS STATISTICS
clc;
close all force;

Iliopoulou_Anova_Testing;

%% 5. HCL ANALYSIS
clc;
close all force;

Iliopoulou_HCL;

%% 6. CLUSTERED DATA
clc;
close all force;

Iliopoulou_Clustered_Scatters;

%% 7. CORRELATION ANALYSIS
clc;
close all force;

Iliopoulou_Correlation_Analysis;

%% 8. REGRESSION ANALYSIS
clc;
close all force;

Iliopoulou_Fittings_Linear;
Iliopoulou_Fittings_Binomial;
```

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

```
%% 4. ANOVA EVALUATION OF VARIABLES
clc;
close all force;
import bioma.data.*

%% 4.1. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

numeric_data1=rat_raw_data;

[r4_1_1, c4_1_1]=size(numeric_data1);
[r4_1_2, c4_1_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_1_1=zeros(c4_1_2,c4_1_1);
anova1_pval4_1_2=zeros(c4_1_2,c4_1_1);
rat_var_names=rat_var_names([2,4,5]);

for d=1:c4_1_2
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(:,d);
    rows4_1_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_1_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_1_4,c4_1_4]=size(unique_groups);

    if r4_1_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_1_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
1_4-2))),c4_1_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_1_4)/(factorial(2)*factorial(r4_1_
4-2))));
        [r4_1_5,c4_1_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_1_4
            for n=m+1:r4_1_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_1_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_1_4

unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
```

```
                        for k=1:c4_1_1
                            temp_numeric_data=numeric_data1(:,k);
                            temp_numeric_data(rows4_1_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                            anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                        end;
                    clc;
                    close all force;


Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                    [r4_1_6, c4_1_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                    if isempty(signif_pair_p)
                        disp('Row is Empty');
                    else

Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                        [rbx4_1_1,
cbx4_1_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                        for r=1:rbx4_1_1
                                disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS');
                                disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_1_1+1-r)));
                                disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_1_2-d)));
                                figure ('visible','off');

h4_1_1=boxplot(numeric_data1([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                set(h4_1_1,'linewidth',3);
                                set(gca,'FontName','Times New Roman');
                                xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(All)'),'FontSize',12);
                                ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                         end;
                        clc;
                        close all force;
                    end;
                     x=x+1;
                end;
        end;
```

```
excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
    else
        close all force;
        clc;
        for t=1:c4_1_1
            temp_numeric_data=numeric_data1(:,t);
            temp_numeric_data(rows4_1_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
            anova1_pval4_1_2(d,t)=p;
        end;

    end;
    x=1;
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_1_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_1_7,c4_1_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_1_7,:)=[];
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'Nominals_two_group','B2');
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_1_8,c4_1_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);

for q=1:c4_1_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_1_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_1_2, cbx4_1_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_1_2
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_1_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_1_8-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data1(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(:,c4_1_3);
```

```
                    rows4_1_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_1_4)=[];
                    temp(rows4_1_4)=[];
                    h4_1_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_1_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(All)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_1_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(:,d);
    rows4_1_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_1_3)=[];
    for m=1:c4_1_1
        temp_numeric_data=numeric_data1(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_1_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
        anova1_pval4_1_1(d,m)=p;
    end;
end;

Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_1_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'Nominals_All_together','B2');
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_1_9,c4_1_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_1_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);
```

```
c4_1_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_1_3, cbx4_1_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_1_3
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_1_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_1_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data1(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(:,c4_1_4);
                    rows4_1_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_1_5)=[];
                    temp(rows4_1_5)=[];
                    h4_1_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_1_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(All)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.2. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE SHAM OPERATION GROUP
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

rows4_2_1=strmatch('SO',rat_uniqID);
numeric_data2=rat_raw_data(rows4_2_1,:);

[r4_2_1, c4_2_1]=size(numeric_data2);
[r4_2_2, c4_2_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_2_1=zeros(c4_2_2,c4_2_1);
anova1_pval4_2_2=zeros(c4_2_2,c4_2_1);

for d=1:c4_2_2
```

```
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS WITHIN THE SHAM OPERATION GROUP');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_2_1,d);
    rows4_2_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_2_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_2_4,c4_2_4]=size(unique_groups);

    if r4_2_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_2_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
2_4-2))),c4_2_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_2_4)/(factorial(2)*factorial(r4_2_
4-2))));
        [r4_2_5,c4_2_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_2_4
            for n=m+1:r4_2_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_2_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_2_4

unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');

                        for k=1:c4_2_1
                            temp_numeric_data=numeric_data2(:,k);
                            temp_numeric_data(rows4_2_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                            anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                        end;
                    clc;
                    close all force;


Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                    [r4_2_6, c4_2_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                    if isempty(signif_pair_p)
                        disp('Row is Empty');
                    else
```

```
Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                        [rbx4_2_1,
cbx4_2_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                        for r=1:rbx4_2_1
                                disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS WITHIN THE SHAM OPERATION GROUP');
                                disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_2_1+1-r)));
                                disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_2_2-d)));
                                figure ('visible','off');

h4_2_1=boxplot(numeric_data2([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                set(h4_2_1,'linewidth',3);
                                set(gca,'FontName','Times New Roman');
                                xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(SO)'),'FontSize',12);
                                ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                         end;
                        clc;
                        close all force;
                    end;
                     x=x+1;
                end;
        end;

excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));
        try

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('SO_Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('SO_Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('SO_Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
        catch
        end;
    else
        close all force;
        clc;
        for t=1:c4_2_1
            temp_numeric_data=numeric_data2(:,t);
            temp_numeric_data(rows4_2_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
            anova1_pval4_2_2(d,t)=p;
```

```
        end;

    end;
    x=1;
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_2_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_2_7,c4_2_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_2_7,:)=[];
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'SO_Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'SO_Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'SO_Nominals_two_group','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_2_8,c4_2_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);

for q=1:c4_2_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_2_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_2_2, cbx4_2_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_2_2
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY WITHIN THE SHAM OPERATION
GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_2_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_2_8-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data2(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_2_1,c4_2_3);
                    rows4_2_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_2_4)=[];
                    temp(rows4_2_4)=[];
                    h4_2_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_2_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(SO)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
```

```
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_2_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_2_1,d);
    rows4_2_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_2_3)=[];
    for m=1:c4_2_1
        temp_numeric_data=numeric_data2(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_2_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
        anova1_pval4_2_1(d,m)=p;
    end;
end;

Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_2_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'SO_Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'SO_Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'SO_Nominals_All_together','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_2_9,c4_2_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_2_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);

c4_2_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_2_3, cbx4_2_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_2_3
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES WITHIN THE SHAM OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_2_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_2_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data2(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_2_1,c4_2_4);
                    rows4_2_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
```

```
                    temp_grouping_variables(rows4_2_5)=[];
                    temp(rows4_2_5)=[];
                    h4_2_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_2_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(SO)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.3. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE CAL OPERATION GROUP
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

rows4_3_1=strmatch('CAL',rat_uniqID);
numeric_data3=rat_raw_data(rows4_3_1,:);

[r4_3_1, c4_3_1]=size(numeric_data3);
[r4_3_2, c4_3_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_3_1=zeros(c4_3_2,c4_3_1);
anova1_pval4_3_2=zeros(c4_3_2,c4_3_1);

for d=1:c4_3_2
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS WITHIN THE CAL OPERATION GROUP');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_3_1,d);
    rows4_3_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_3_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_3_4,c4_3_4]=size(unique_groups);

    if r4_3_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_3_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
3_4-2))),c4_3_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_3_4)/(factorial(2)*factorial(r4_3_
4-2))));
```

```
        [r4_3_5,c4_3_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_3_4
            for n=m+1:r4_3_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_3_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_3_4

unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');

                        for k=1:c4_3_1
                            temp_numeric_data=numeric_data3(:,k);
                            temp_numeric_data(rows4_3_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                            anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                        end;
                    clc;
                    close all force;


Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                    [r4_3_6, c4_3_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                    if isempty(signif_pair_p)
                        disp('Row is Empty');
                    else

Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                        [rbx4_3_1,
cbx4_3_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                        for r=1:rbx4_3_1
                                disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS WITHIN THE CAL OPERATION GROUP');
                                disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_3_1+1-r)));
                                disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_3_2-d)));
                                figure ('visible','off');

h4_3_1=boxplot(numeric_data3([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                set(h4_3_1,'linewidth',3);
                                set(gca,'FontName','Times New Roman');
```

```
                                    xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(CAL)'),'FontSize',12);
                                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                                end;
                               clc;
                               close all force;
                           end;
                            x=x+1;
                       end;
               end;

excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));
               try

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('CAL_Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('CAL_Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('CAL_Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
               catch
               end;
           else
               close all force;
               clc;
               for t=1:c4_3_1
                   temp_numeric_data=numeric_data3(:,t);
                   temp_numeric_data(rows4_3_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
                   anova1_pval4_3_2(d,t)=p;
               end;

           end;
           x=1;
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_3_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_3_7,c4_3_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_3_7,:)=[];
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'CAL_Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'CAL_Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'CAL_Nominals_two_group','B2');
catch
```

```
end;
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_3_8,c4_3_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);

for q=1:c4_3_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_3_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_3_2, cbx4_3_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_3_2
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY WITHIN THE CAL OPERATION
GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_3_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_3_8-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data3(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_3_1,c4_3_3);
                    rows4_3_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_3_4)=[];
                    temp(rows4_3_4)=[];
                    h4_3_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_3_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(CAL)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_3_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_3_1,d);
    rows4_3_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_3_3)=[];
    for m=1:c4_3_1
        temp_numeric_data=numeric_data3(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_3_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
```

```
        anova1_pval4_3_1(d,m)=p;
    end;
end;

Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_3_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'CAL_Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'CAL_Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'CAL_Nominals_All_together','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_3_9,c4_3_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_3_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);

c4_3_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_3_3, cbx4_3_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_3_3
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES WITHIN THE CAL OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_3_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_3_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data3(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_3_1,c4_3_4);
                    rows4_3_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_3_5)=[];
                    temp(rows4_3_5)=[];
                    h4_3_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_3_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(CAL)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
```

```
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.4. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE THYROXINE TREATMENT (YES) OPERATION GROUP
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

rows4_4_1=strmatch('YES',rat_nominal_vars(:,2));
numeric_data4=rat_raw_data(rows4_4_1,:);

[r4_4_1, c4_4_1]=size(numeric_data4);
[r4_4_2, c4_4_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_4_1=zeros(c4_4_2,c4_4_1);
anova1_pval4_4_2=zeros(c4_4_2,c4_4_1);

for d=1:c4_4_2
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS WITHIN THE TH YES OPERATION GROUP');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_4_1,d);
    rows4_4_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_4_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_4_4,c4_4_4]=size(unique_groups);

    if r4_4_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_4_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
4_4-2))),c4_4_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_4_4)/(factorial(2)*factorial(r4_4_
4-2))));
        [r4_4_5,c4_4_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_4_4
            for n=m+1:r4_4_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_4_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_4_4
```

```
unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');

                        for k=1:c4_4_1
                            temp_numeric_data=numeric_data4(:,k);
                            temp_numeric_data(rows4_4_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                            anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                        end;
                    clc;
                    close all force;


Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                    [r4_4_6, c4_4_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                    if isempty(signif_pair_p)
                        disp('Row is Empty');
                    else

Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                        [rbx4_4_1,
cbx4_4_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                        for r=1:rbx4_4_1
                                disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS WITHIN THE TH YES OPERATION GROUP');
                                disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_4_1+1-r)));
                                disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_4_2-d)));
                                figure ('visible','off');

h4_4_1=boxplot(numeric_data4([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                set(h4_4_1,'linewidth',3);
                                set(gca,'FontName','Times New Roman');
                                xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(YES)'),'FontSize',12);
                                ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                         end;
                        clc;
                        close all force;
                    end;
                     x=x+1;
```

```
                end;
        end;

excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));
        try

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('YES_Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('YES_Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('YES_Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
        catch
        end;
    else
        close all force;
        clc;
        for t=1:c4_4_1
            temp_numeric_data=numeric_data4(:,t);
            temp_numeric_data(rows4_4_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
            anova1_pval4_4_2(d,t)=p;
        end;

    end;
    x=1;
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_4_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_4_7,c4_4_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_4_7,:)=[];
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'YES_Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'YES_Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'YES_Nominals_two_group','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_4_8,c4_4_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);

for q=1:c4_4_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_4_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_4_2, cbx4_4_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_4_2
```

```
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY WITHIN THE TH YES
OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_4_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_4_8-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data4(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_4_1,c4_4_3);
                    rows4_4_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_4_4)=[];
                    temp(rows4_4_4)=[];
                    h4_4_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_4_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(YES)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_4_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_4_1,d);
    rows4_4_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_4_3)=[];
    for m=1:c4_4_1
        temp_numeric_data=numeric_data4(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_4_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
        anova1_pval4_4_1(d,m)=p;
    end;
end;

Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_4_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'YES_Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'YES_Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'YES_Nominals_All_together','B2');
catch
end;
```

```
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_4_9,c4_4_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_4_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);

c4_4_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_4_3, cbx4_4_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_4_3
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES WITHIN THE TH YES OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_4_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_4_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data4(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_4_1,c4_4_4);
                    rows4_4_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_4_5)=[];
                    temp(rows4_4_5)=[];
                    h4_4_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_4_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(YES)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.5. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE THYROXINE TREATMENT (NO) OPERATION GROUP
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');
```

```
rows4_5_1=strmatch('NO',rat_nominal_vars(:,2));
numeric_data5=rat_raw_data(rows4_5_1,:);

[r4_5_1, c4_5_1]=size(numeric_data5);
[r4_5_2, c4_5_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_5_1=zeros(c4_5_2,c4_5_1);
anova1_pval4_5_2=zeros(c4_5_2,c4_5_1);

for d=1:c4_5_2
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS WITHIN THE TH NO OPERATION GROUP');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_5_1,d);
    rows4_5_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_5_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_5_4,c4_5_4]=size(unique_groups);

    if r4_5_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_5_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
5_4-2))),c4_5_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_5_4)/(factorial(2)*factorial(r4_5_
4-2))));
        [r4_5_5,c4_5_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_5_4
            for n=m+1:r4_5_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_5_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_5_4

unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');

                        for k=1:c4_5_1
                            temp_numeric_data=numeric_data5(:,k);
                            temp_numeric_data(rows4_5_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                            anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                        end;
                    clc;
                    close all force;
```

```
Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                    [r4_5_6, c4_5_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                    if isempty(signif_pair_p)
                        disp('Row is Empty');
                    else

Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                        [rbx4_5_1,
cbx4_5_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                        for r=1:rbx4_5_1
                                disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS WITHIN THE TH NO OPERATION GROUP');
                                disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_5_1+1-r)));
                                disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_5_2-d)));
                                figure ('visible','off');

h4_5_1=boxplot(numeric_data5([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                set(h4_5_1,'linewidth',3);
                                set(gca,'FontName','Times New Roman');
                                xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(NO)'),'FontSize',12);
                                ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                         end;
                        clc;
                        close all force;
                    end;
                     x=x+1;
                end;
        end;

excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));
        try

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('NO_Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('NO_Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('NO_Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
        catch
```

```
        end;
    else
        close all force;
        clc;
        for t=1:c4_5_1
            temp_numeric_data=numeric_data5(:,t);
            temp_numeric_data(rows4_5_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
            anova1_pval4_5_2(d,t)=p;
        end;

    end;
    x=1;
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_5_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_5_7,c4_5_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_5_7,:)=[];
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'NO_Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'NO_Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'NO_Nominals_two_group','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_5_8,c4_5_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);

for q=1:c4_5_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_5_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_5_2, cbx4_5_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_5_2
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY WITHIN THE TH NO OPERATION
GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_5_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_5_8-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data5(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_5_1,c4_5_3);
                    rows4_5_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_5_4)=[];
                    temp(rows4_5_4)=[];
                    h4_5_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_5_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
```

```
xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(NO)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_5_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_5_1,d);
    rows4_5_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_5_3)=[];
    for m=1:c4_5_1
        temp_numeric_data=numeric_data5(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_5_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
        anova1_pval4_5_1(d,m)=p;
    end;
end;

Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_5_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'NO_Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'NO_Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'NO_Nominals_All_together','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_5_9,c4_5_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_5_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);

c4_5_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_5_3, cbx4_5_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_5_3
```

```
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES WITHIN THE TH NO OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_5_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_5_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data5(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_5_1,c4_5_4);
                    rows4_5_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_5_5)=[];
                    temp(rows4_5_5)=[];
                    h4_5_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_5_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(NO)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.6. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE DURATION OF INTERVENTION (2 WEEKS) OPERATION
GROUP
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

rows4_6_1=strmatch('2 WEEKS',rat_nominal_vars(:,3));
numeric_data6=rat_raw_data(rows4_6_1,:);

[r4_6_1, c4_6_1]=size(numeric_data6);
[r4_6_2, c4_6_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_6_1=zeros(c4_6_2,c4_6_1);
anova1_pval4_6_2=zeros(c4_6_2,c4_6_1);

for d=1:c4_6_2
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS WITHIN THE 2 WEEKS GROUP');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_6_1,d);
```

```
    rows4_6_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_6_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_6_4,c4_6_4]=size(unique_groups);

    if r4_6_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_6_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
6_4-2))),c4_6_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_6_4)/(factorial(2)*factorial(r4_6_
4-2))));
        [r4_6_5,c4_6_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_6_4
            for n=m+1:r4_6_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_6_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_6_4

unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');

                        for k=1:c4_6_1
                            temp_numeric_data=numeric_data6(:,k);
                            temp_numeric_data(rows4_6_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                            anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                        end;
                    clc;
                    close all force;


Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                    [r4_6_6, c4_6_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                    if isempty(signif_pair_p)
                        disp('Row is Empty');
                    else

Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                        [rbx4_6_1,
cbx4_6_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                        for r=1:rbx4_6_1
```

```
                                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS WITHIN THE 2 WEEKS OPERATION
GROUP');
                                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_6_1+1-r)));
                                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_6_2-d)));
                                    figure ('visible','off');

h4_6_1=boxplot(numeric_data6([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                    set(h4_6_1,'linewidth',3);
                                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                                    xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(2)'),'FontSize',12);
                                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                            end;
                           clc;
                           close all force;
                       end;
                        x=x+1;
                   end;
        end;

excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));
        try

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('W2_Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('W2_Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('W2_Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
        catch
        end;
    else
        close all force;
        clc;
        for t=1:c4_6_1
            temp_numeric_data=numeric_data6(:,t);
            temp_numeric_data(rows4_6_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
            anova1_pval4_6_2(d,t)=p;
        end;

    end;
    x=1;
```

```
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_6_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_6_7,c4_6_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_6_7,:)=[];
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'W2_Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'W2_Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'W2_Nominals_two_group','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_6_8,c4_6_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);

for q=1:c4_6_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_6_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_6_2, cbx4_6_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_6_2
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY WITHIN THE 2 WEEKS
OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_6_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_6_8-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data6(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_6_1,c4_6_3);
                    rows4_6_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_6_4)=[];
                    temp(rows4_6_4)=[];
                    h4_6_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_6_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(2)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
```

```
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_6_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_6_1,d);
    rows4_6_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_6_3)=[];
    for m=1:c4_6_1
        temp_numeric_data=numeric_data6(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_6_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
        anova1_pval4_6_1(d,m)=p;
    end;
end;

Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_6_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'W2_Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'W2_Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'W2_Nominals_All_together','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_6_9,c4_6_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_6_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);

c4_6_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_6_3, cbx4_6_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_6_3
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES WITHIN THE 2 WEEKS OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_6_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_6_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data6(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_6_1,c4_6_4);
                    rows4_6_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_6_5)=[];
                    temp(rows4_6_5)=[];
                    h4_6_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_6_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
```

```
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(2)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.7. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE DURATION OF INTERVENTION (4 WEEKS) OPERATION
GROUP
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

rows4_7_1=strmatch('4 WEEKS',rat_nominal_vars(:,3));
numeric_data7=rat_raw_data(rows4_7_1,:);

[r4_7_1, c4_7_1]=size(numeric_data7);
[r4_7_2, c4_7_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_7_1=zeros(c4_7_2,c4_7_1);
anova1_pval4_7_2=zeros(c4_7_2,c4_7_1);

for d=1:c4_7_2
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS WITHIN THE 4 WEEKS GROUP');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_7_1,d);
    rows4_7_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_7_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_7_4,c4_7_4]=size(unique_groups);

    if r4_7_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_7_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
7_4-2))),c4_7_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_7_4)/(factorial(2)*factorial(r4_7_
4-2))));
        [r4_7_5,c4_7_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_7_4
```

```
            for n=m+1:r4_7_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_7_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_7_4

unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');

                        for k=1:c4_7_1
                            temp_numeric_data=numeric_data7(:,k);
                            temp_numeric_data(rows4_7_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                            anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                        end;
                    clc;
                    close all force;


Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                    [r4_7_6, c4_7_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                    if isempty(signif_pair_p)
                        disp('Row is Empty');
                    else

Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                        [rbx4_7_1,
cbx4_7_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                        for r=1:rbx4_7_1
                                disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS WITHIN THE 4 WEEKS OPERATION
GROUP');
                                disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_7_1+1-r)));
                                disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_7_2-d)));
                                figure ('visible','off');

h4_7_1=boxplot(numeric_data7([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                set(h4_7_1,'linewidth',3);
                                set(gca,'FontName','Times New Roman');
                                xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
```

```
title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(4)'),'FontSize',12);
                                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                            end;
                           clc;
                           close all force;
                       end;
                        x=x+1;
                   end;
        end;

excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));
        try

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('W4_Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('W4_Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('W4_Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
        catch
        end;
    else
        close all force;
        clc;
        for t=1:c4_7_1
            temp_numeric_data=numeric_data7(:,t);
            temp_numeric_data(rows4_7_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
            anova1_pval4_7_2(d,t)=p;
        end;

    end;
    x=1;
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_7_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_7_7,c4_7_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_7_7,:)=[];
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'W4_Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'W4_Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'W4_Nominals_two_group','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_7_8,c4_7_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);
```

```
for q=1:c4_7_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_7_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_7_2, cbx4_7_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_7_2
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY WITHIN THE 4 WEEKS
OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_7_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_7_8-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data7(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_7_1,c4_7_3);
                    rows4_7_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_7_4)=[];
                    temp(rows4_7_4)=[];
                    h4_7_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_7_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(4)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_7_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_7_1,d);
    rows4_7_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_7_3)=[];
    for m=1:c4_7_1
        temp_numeric_data=numeric_data7(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_7_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
        anova1_pval4_7_1(d,m)=p;
    end;
end;
```

```
Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_7_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'W4_Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'W4_Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'W4_Nominals_All_together','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_7_9,c4_7_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_7_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);

c4_7_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_7_3, cbx4_7_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_7_3
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES WITHIN THE 4 WEEKS OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_7_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_7_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data7(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_7_1,c4_7_4);
                    rows4_7_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_7_5)=[];
                    temp(rows4_7_5)=[];
                    h4_7_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_7_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(4)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
```

```
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.8. ONE-WAY ANOVA TEST (ANOVA1) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE DURATION OF INTERVENTION (13 WEEKS) OPERATION
GROUP
clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

rows4_8_1=strmatch('13 WEEKS',rat_nominal_vars(:,3));
numeric_data7=rat_raw_data(rows4_8_1,:);

[r4_8_1, c4_8_1]=size(numeric_data7);
[r4_8_2, c4_8_2]=size(rat_nominal_vars);
x=1;
anova1_pval4_8_1=zeros(c4_8_2,c4_8_1);
anova1_pval4_8_2=zeros(c4_8_2,c4_8_1);

for d=1:c4_8_2
    disp ('ANOVA TESTING WITH RESPECT TO ALL GROUPING VARIABLES IN
GROUP PAIRS WITHIN THE 13 WEEKS GROUP');

    % Datamatrices of N/A Samples
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_8_1,d);
    rows4_8_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_8_3)=[];
    unique_groups=unique(temp_grouping_variables);
    [r4_8_4,c4_8_4]=size(unique_groups);

    if r4_8_4>2

anova1_pairs_pval=zeros((factorial(r4_8_4)/(factorial(2)*factorial(r4_
8_4-2))),c4_8_1);

anova_rownames=cell(1,(factorial(r4_8_4)/(factorial(2)*factorial(r4_8_
4-2))));
        [r4_8_5,c4_8_5]=size(anova1_pairs_pval);

        % Creaete rownames of anova datamatrix
        for m=1:r4_8_4
            for n=m+1:r4_8_4
            anova_rownames(1,x)=strcat(unique_groups(m),'-
',unique_groups(n));
            x=x+1;
            end;
        end;
        x=1;
        for m=1:r4_8_4

unique_groups_variable1=strmatch(eval('unique_groups(m)'),temp_groupin
g_variables,'exact');
                for n=m+1:r4_8_4

unique_groups_variable2=strmatch(eval('unique_groups(n)'),temp_groupin
g_variables,'exact');

                        for k=1:c4_8_1
                            temp_numeric_data=numeric_data7(:,k);
```

```
                                temp_numeric_data(rows4_8_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data([unique_groups_variable1;uniq
ue_groups_variable2]),temp_grouping_variables([unique_groups_variable1
;unique_groups_variable2]),'off');
                                anova1_pairs_pval(x,k)=p;
                            end;
                        clc;
                        close all force;


Map_anova1_pair_pval=DataMatrix(anova1_pairs_pval,'RowNames',anova_row
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);

Map_anova1_pair_pval=transpose(Map_anova1_pair_pval);
                        [r4_8_6, c4_8_6]=size(Map_anova1_pair_pval);

signif_pair_p=find(Map_anova1_pair_pval(:,x)<p_cutoff1);
                        if isempty(signif_pair_p)
                            disp('Row is Empty');
                        else

Map_anova1_signif_pair_pval=Map_anova1_pair_pval(signif_pair_p,x);
                            [rbx4_8_1,
cbx4_8_1]=size(Map_anova1_signif_pair_pval);
                            for r=1:rbx4_8_1
                                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS OF ALL
GROUPING VARIABLES IN GROUP PAIRS WITHIN THE 13 WEEKS OPERATION
GROUP');
                                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_8_1+1-r)));
                                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_8_2-d)));
                                    figure ('visible','off');

h4_8_1=boxplot(numeric_data7([unique_groups_variable1;unique_groups_va
riable2],signif_pair_p(r)),temp_grouping_variables([unique_groups_vari
able1;unique_groups_variable2]));
                                    set(h4_8_1,'linewidth',3);
                                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                                    xlabel(rat_var_names(d),'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pair_pval.rownames(r),'-with respect
to-', rat_var_names(d),'-(13)'),'FontSize',12);
                                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                                end;
                            clc;
                            close all force;
                        end;
                         x=x+1;
                    end;
            end;

excel_sheet=strcat('Ratios_',cellstr(eval(sprintf('rat_nominal_vars(%d
)',d))));
```

```
        try

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.rownames,strcat('W13_Nominal_(',num2str(d),')'),'A2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),anova_rownames,strc
at('W13_Nominal_(',num2str(d),')'),'B1');

xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pair_pva
l.(':')(':'),strcat('W13_Nominal_(',num2str(d),')'),'B2');
        catch
        end;
    else
        close all force;
        clc;
        for t=1:c4_8_1
            temp_numeric_data=numeric_data7(:,t);
            temp_numeric_data(rows4_8_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
            anova1_pval4_8_2(d,t)=p;
        end;

    end;
    x=1;
end;

Map_anova1_pval_ratios=DataMatrix(anova1_pval4_8_2,'RowNames',rat_var_
names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
[r4_8_7,c4_8_7]=find(sum(Map_anova1_pval_ratios(:,:),2)==0);
Map_anova1_pval_ratios(r4_8_7,:)=[];
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.colnames,'W13_Nominals_two_group','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.rownames,'W13_Nominals_two_group','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios.(':')(':'),'W13_Nominals_two_group','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios=transpose(Map_anova1_pval_ratios);
[r4_8_8,c4_8_8]=size(Map_anova1_pval_ratios);

for q=1:c4_8_8
     signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios=Map_anova1_pval_ratios(signif_p,q);

c4_8_3=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,rat_var_names);
            [rbx4_8_2, cbx4_8_2]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_8_2
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
GROUPING VARIABLES THAT ARE TWO GROUPS ONLY WITHIN THE 13 WEEKS
OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_8_2+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_8_8-q)));
```

```
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data7(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_8_1,c4_8_3);
                    rows4_8_4=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_8_4)=[];
                    temp(rows4_8_4)=[];
                    h4_8_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_8_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios.rownames(m),'-with respect
to-', Map_anova1_signif_pval_ratios.colnames,'-(13)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

for d=1:c4_8_2
    temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_8_1,d);
    rows4_8_3=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
    temp_grouping_variables(rows4_8_3)=[];
    for m=1:c4_8_1
        temp_numeric_data=numeric_data7(:,m);
        temp_numeric_data(rows4_8_3)=[];

[p,table,stats]=anova1(temp_numeric_data,temp_grouping_variables,'off'
);
        anova1_pval4_8_1(d,m)=p;
    end;
end;

Map_anova1_pval_ratios_all_together=DataMatrix(anova1_pval4_8_1,'RowNa
mes',rat_var_names,'Colnames',rat_raw_data_datamatrix.colnames);
try
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.colnames,'W13_Nominals_All_together','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.rownames,'W13_Nominals_All_together','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','ANOVA_test.xlsx'),Map_anova1_pval_rat
ios_all_together.(':')(':'),'W13_Nominals_All_together','B2');
catch
end;
Map_anova1_pval_ratios_all_together=transpose(Map_anova1_pval_ratios_a
ll_together);
[r4_8_9,c4_8_9]=size(Map_anova1_pval_ratios_all_together);

for q=1:c4_8_9
    signif_p=find(Map_anova1_pval_ratios_all_together(:,q)<p_cutoff1);
        if isempty(signif_p)
```

```
            disp('Row is Empty');
        else

Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together=Map_anova1_pval_ratios_all_
together(signif_p,q);

c4_8_4=strmatch(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,ra
t_var_names);
            [rbx4_8_3, cbx4_8_3]=size(signif_p);
                for m=1:rbx4_8_3
                    disp ('PLOTTING ANOVA BOX-PLOTS WITH RESPECT TO
ALL GROUPING VARIABLES WITHIN THE 13 WEEKS OPERATION GROUP');
                    disp(strcat('REMAINING NOMINALS:
',num2str(rbx4_8_3+1-m)));
                    disp(strcat('REMAINING VARIABLES:
',num2str(c4_8_2-q)));
                    figure ('visible','off');
                    temp=numeric_data7(:,signif_p(m));

temp_grouping_variables=rat_nominal_vars(rows4_8_1,c4_8_4);
                    rows4_8_5=strmatch('N/A',temp_grouping_variables);
                    temp_grouping_variables(rows4_8_5)=[];
                    temp(rows4_8_5)=[];
                    h4_8_2=boxplot(temp,temp_grouping_variables);
                    set(h4_8_2,'linewidth',3);
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');
                    set(gca,'FontName','Times New Roman');

xlabel(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'FontName',
'Times New Roman','FontSize',11);
                    ylabel('Values','FontName', 'Times New
Roman','FontSize',11);

title(strcat(Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.rownames(m),'-
with respect to-',
Map_anova1_signif_pval_ratios_all_together.colnames,'-
(13)'),'FontSize',12);
                    ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
                    export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-nocrop','-
r300');
                end;
        end;
        clc;
        close all force;
end;

%% 4.8. N-WAY ANOVA TEST (ANOVAN) WITH RESPECT TO ALL GROUPING
VARIABLES WITHIN THE DURATION OF INTERVENTION (13 WEEKS) OPERATION
GROUP

clc;
close all force;
import bioma.data.*
figure ('visible','off');

[p4_8_1,tbl4_8_1,stats4_8_1]=anovan(rat_weight,{rat_intervention,rat_T
H_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_2,tbl4_8_2,stats4_8_2]=anovan(rat_LV_diastolic_diameter,{rat_int
ervention,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
```

```
[p4_8_3,tbl4_8_3,stats4_8_3]=anovan(rat_LV_systolic_diameter,{rat_inte
rvention,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_4,tbl4_8_4,stats4_8_4]=anovan(rat_LV_posterior_wall_thick,{rat_i
ntervention,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_5,tbl4_8_5,stats4_8_5]=anovan(rat_LV_long_axis_diameter,{rat_int
ervention,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_6,tbl4_8_6,stats4_8_6]=anovan(rat_LV_ejection_fraction,{rat_inte
rvention,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_7,tbl4_8_7,stats4_8_7]=anovan(rat_systolic_velocity,{rat_interve
ntion,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_8,tbl4_8_8,stats4_8_8]=anovan(rat_wall_tension_index,{rat_interv
ention,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_9,tbl4_8_9,stats4_8_9]=anovan(rat_sphericity_index,{rat_interven
tion,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_10,tbl4_8_10,stats4_8_10]=anovan(rat_heart_rate,{rat_interventio
n,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_11,tbl4_8_11,stats4_8_11]=anovan(rat_LV_weight,{rat_intervention
,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_12,tbl4_8_12,stats4_8_12]=anovan(rat_scar_weight,{rat_interventi
on,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
[p4_8_13,tbl4_8_13,stats4_8_13]=anovan(rat_scar_area,{rat_intervention
,rat_TH_treatment,rat_duration},'model','interaction');
```

ΙΕΡΑΡΧΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕ ΕΥΚΛΕΙΔΙΑ ΑΠΟΣΤΑΣΗ

```
%% 5. HIERARCHICAL CLUSTERING OF DATA

clc;
close all force;
import bioma.data.*

%% 5.1. RAT DATA
disp ('HCL OF RAT DATA');
clc;
close all force;
cluster_rat5_1=clustergram(transpose(rat_raw_data_datamatrix),...
    'RowPDist','euclidean',...
    'ColumnpDist','euclidean',...
    'ImputeFun', @knnimpute,...
    'ColorMap',redbluecmap);
addTitle(cluster_rat5_1,'HCL-Euclidean Distance of Rat Data');
figure('Visible','off');
plot(cluster_rat5_1);
ind=ind+1;
saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

cluster_rat5_1=clustergram(rat_raw_data_datamatrix,...
    'RowPDist','euclidean',...
    'ColumnpDist','euclidean',...
    'ImputeFun', @knnimpute,...
    'ColorMap',redbluecmap);
addTitle(cluster_rat5_1,'HCL-Euclidean Distance of Rat Data');
figure('Visible','off');
plot(cluster_rat5_1);
ind=ind+1;
saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');
```

```
% %% 5.2. HUMAN DATA
% disp ('HCL OF HUMAN DATA');
% clc;
% close all force;
% cluster_rat5_2=clustergram(rat_raw_data_datamatrix,...
%     'RowPDist','euclidean',...
%     'ColumnpDist','euclidean',...
%     'ImputeFun', @knnimpute,...
%     'ColorMap',redbluecmap);
% addTitle(cluster_rat5_2,'HCL-Euclidean Distance of Human Data');
% figure('Visible','off');
% plot(cluster_rat5_2);
% ind=ind+1;
% saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
% export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');
%
% cluster_rat5_2=clustergram(rat_raw_data_datamatrix,...
%     'RowPDist','euclidean',...
%     'ColumnpDist','euclidean',...
%     'ImputeFun', @knnimpute,...
%     'ColorMap',redgreencmap);
% addTitle(cluster_rat5_2,'HCL-Euclidean Distance of Human Data');
% figure('Visible','off');
% plot(cluster_rat5_2);
% ind=ind+1;
% saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
% export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');
```

ΔΟΜΗΜΕΝΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ

```
%% 6. HIERARCHICAL CLUSTERING OF DATA

clc;
close all force;
import bioma.data.*
xnames={'BW','LVDD','LVSD','LVPWT','LVLAD','LVEF','SV','WTI','SI','HR'
,'LVW','SW','SA'};
ynames={'BW','LVDD','LVSD','LVPWT','LVLAD','LVEF','SV','WTI','SI','HR'
,'LVW','SW','SA'};

% BW: Body Weight (gr)
% LVDD: Left Ventricular End-Diastolic Diameter (cm)
% LVSD: Left Ventricular End-Systolic Diameter (cm)
% LVPWT: Left Ventricular Posterior Wall Thickness (cm)
% LVLAD: Left Ventricular Long Axis Diameter (cm)
% LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction (%)
% SV: Systolic Velocity (cm/sec)
% WTI: Wall Tension Index (ratio)
% SI: Sphericity Index (ratio)
% HR: Heart Rate
% LVW: Left Ventricular Weight (mg)
% SW: Scar Weight (mg)
% SA: Scar Area (cm2)

%% 6.1. SCATTER WITH THE COMPLETE DATASET
clc;
close all force;
```

```
% 6.1.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_1_1=gplotmatrix(rat_raw_data,[],rat_nominal_vars(:,1),[],[],8,[],[]
,xnames,ynames);
title ('Complete Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.1.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_1_2=gplotmatrix(rat_raw_data,[],rat_nominal_vars(:,2),[],[],8,[],[]
,xnames,ynames);
title ('Complete Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.1.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
figure;
h6_1_3=gplotmatrix(rat_raw_data,[],rat_nominal_vars(:,3),[],[],8,[],[]
,xnames,ynames);
title ('Complete Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

%% 6.2. SCATTER WITH THE DATA WITHIN THE SHAM-OPERATION
clc;
close all force;

% 6.2.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_2_1=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_2_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_2_1,1),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Sham-Operation Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.2.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_2_2=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_2_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_2_1,2),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Sham-Operation Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.2.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
figure;
h6_2_3=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_2_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_2_1,3),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Sham-Operation Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');
```

```
%% 6.3. SCATTER WITH THE DATA WITHIN THE CAL OPERATION
clc;
close all force;

% 6.3.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_3_1=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_3_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_3_1,1),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('CAL Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.2.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_3_2=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_3_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_3_1,2),[],[],8,[],[],xnames,ynames);
title ('CAL Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.2.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
figure;
h6_3_3=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_3_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_3_1,3),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('CAL Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

%% 6.4. SCATTER WITH THE DATA WITHIN THE TH YES GROUP
clc;
close all force;

% 6.4.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_4_1=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_4_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_4_1,1),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Thyroxine YES Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.4.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_4_2=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_4_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_4_1,2),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Thyroxine YES Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.4.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
figure;
h6_4_3=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_4_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_4_1,3),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Thyroxine YES Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
```

```
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

%% 6.5. SCATTER WITH THE DATA WITHIN THE TH NO GROUP
clc;
close all force;

% 6.5.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_5_1=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_5_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_5_1,1),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Thyroxine NO Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.5.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_5_2=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_5_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_5_1,2),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Thyroxine NO Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.5.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
figure;
h6_5_3=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_5_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_5_1,3),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('Thyroxine NO Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

%% 6.6. SCATTER WITH THE DATA WITHIN THE 2 WEEKS GROUP
clc;
close all force;

% 6.5.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_6_1=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_6_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_6_1,1),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('2 WEEKS Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.5.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_6_2=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_6_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_6_1,2),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('2 WEEKS Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.5.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
```

```
figure;
h6_6_3=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_6_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_6_1,3),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('2 WEEKS Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

%% 6.7. SCATTER WITH THE DATA WITHIN THE 4 WEEKS GROUP
clc;
close all force;

% 6.5.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_7_1=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_7_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_7_1,1),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('4 WEEKS Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.5.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_7_2=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_7_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_7_1,2),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('4 WEEKS Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.5.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
figure;
h6_7_3=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_7_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_7_1,3),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('4 WEEKS Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

%% 6.8. SCATTER WITH THE DATA WITHIN THE 13 WEEKS GROUP
clc;
close all force;

% 6.5.1. Scatter with respect to intervention (operation)
figure;
h6_8_1=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_8_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_8_1,1),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('13 WEEKS Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');

% 6.5.2. Scatter with respect to Thyroxine
figure;
h6_8_2=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_8_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_8_1,2),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('13 WEEKS Dataset-Thyroxine');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');
```

```
% 6.5.3. Scatter with respect to Duration of Intervention in the
complete dataset
figure;
h6_8_3=gplotmatrix(rat_raw_data(rows4_8_1,:),[],rat_nominal_vars(rows4
_8_1,3),[],[],[],[],[],xnames,ynames);
title ('13 WEEKS Dataset-Duration');
ind=ind+1;saveas (gcf, strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind)));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tiff'),'-
nocrop','-r300');
```

ΣΥΣΧΕΤΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ *PEARSON*

```
%% 7. CORRELATION ANALYSIS OF DATA

clc;
close all force;
import bioma.data.*
xnames={'BW','LVDD','LVSD','LVPWT','LVLAD','LVEF','SV','WTI','SI','HR'
,'LVW','SW','SA'};
ynames={'BW','LVDD','LVSD','LVPWT','LVLAD','LVEF','SV','WTI','SI','HR'
,'LVW','SW','SA'};

% BW: Body Weight (gr)
% LVDD: Left Ventricular End-Diastolic Diameter (cm)
% LVSD: Left Ventricular End-Systolic Diameter (cm)
% LVPWT: Left Ventricular Posterior Wall Thickness (cm)
% LVLAD: Left Ventricular Long Axis Diameter (cm)
% LVEF: Left Ventricular Ejection Fraction (%)
% SV: Systolic Velocity (cm/sec)
% WTI: Wall Tension Index (ratio)
% SI: Sphericity Index (ratio)
% HR: Heart Rate
% LVW: Left Ventricular Weight (mg)
% SW: Scar Weight (mg)
% SA: Scar Area (cm2)

%% 7.1. CORRELATION WITH THE COMPLETE DATASET
clc;
close all force;

[rho7_1,pval7_1]=corr(rat_raw_data);
imagesc(rho7_1);
title ('Complete Dataset-Intervention');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_1=DataMatrix(rho7_1,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_1=DataMatrix(pval7_1,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_1.colnam
es,'All_Data_rho','B1');
```

```
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_1.rownam
es,'All_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_1.(':')(
':'),'All_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_1.colna
mes,'All_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_1.rowna
mes,'All_Data_pval','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_1.(':')
(':'),'All_Data_pval','B2');

%% 7.2. CORRELATION WITH THE SHAM OPERATION
clc;
close all force;

[rho7_2,pval7_2]=corr(rat_raw_data(rows4_2_1,:));
imagesc(rho7_2);
title ('Sham-Operation Dataset');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_2=DataMatrix(rho7_2,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_2=DataMatrix(pval7_2,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_2.colnam
es,'Sham_Data_rho','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_2.rownam
es,'Sham_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_2.(':')(
':'),'Sham_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_2.colna
mes,'Sham_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_2.rowna
mes,'Sham_Data_pval','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_2.(':')
(':'),'Sham_Data_pval','B2');

%% 7.3. CORRELATION WITH THE CAL OPERATION
clc;
close all force;

[rho7_3,pval7_3]=corr(rat_raw_data(rows4_3_1,:));
imagesc(rho7_3);
title ('CAL Dataset');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_3=DataMatrix(rho7_3,...
    'RowNames',ynames,...
```

```
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_3=DataMatrix(pval7_3,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_3.colnam
es,'CAL_Data_rho','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_3.rownam
es,'CAL_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_3.(':')(
':'),'CAL_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_3.colna
mes,'CAL_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_3.rowna
mes,'CAL_Data_pval','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_3.(':')
(':'),'CAL_Data_pval','B2');

%% 7.4. CORRELATION WITH THE THYROXINE YES GROUP
clc;
close all force;

[rho7_4,pval7_4]=corr(rat_raw_data(rows4_4_1,:));
imagesc(rho7_4);
title ('THYROXINE YES Dataset');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_4=DataMatrix(rho7_4,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_4=DataMatrix(pval7_4,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_4.colnam
es,'TH_YES_Data_rho','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_4.rownam
es,'TH_YES_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_4.(':')(
':'),'TH_YES_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_4.colna
mes,'TH_YES_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_4.rowna
mes,'TH_YES_Data_pval','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_4.(':')
(':'),'TH_YES_Data_pval','B2');

%% 7.5. CORRELATION WITH THE THYROXINE NO GROUP
clc;
close all force;

[rho7_5,pval7_5]=corr(rat_raw_data(rows4_5_1,:));
imagesc(rho7_5);
```

```
title ('THYROXINE NO Dataset');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_5=DataMatrix(rho7_5,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_5=DataMatrix(pval7_5,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_5.colnam
es,'TH_NO_Data_rho','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_5.rownam
es,'TH_NO_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_5.(':')(
':'),'TH_NO_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_5.colna
mes,'TH_NO_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_5.rowna
mes,'TH_NO_Data_pval','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_5.(':')
(':'),'TH_NO_Data_pval','B2');

%% 7.6. CORRELATION WITH THE DURATION 2 WEEKS GROUP
clc;
close all force;

[rho7_6,pval7_6]=corr(rat_raw_data(rows4_6_1,:));
imagesc(rho7_6);
title ('2 WEEKS Dataset');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_6=DataMatrix(rho7_6,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_6=DataMatrix(pval7_6,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_6.colnam
es,'Week2_Data_rho','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_6.rownam
es,'Week2_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_6.(':')(
':'),'Week2_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_6.colna
mes,'Week2_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_6.rowna
mes,'Week2_Data_pval','A2');
```

```
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_6.(':')
(':'),'Week2_Data_pval','B2');

%% 7.7. CORRELATION WITH THE DURATION 4 WEEKS GROUP
clc;
close all force;

[rho7_7,pval7_7]=corr(rat_raw_data(rows4_7_1,:));
imagesc(rho7_7);
title ('4 WEEKS Dataset');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_7=DataMatrix(rho7_7,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_7=DataMatrix(pval7_7,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_7.colnam
es,'Week4_Data_rho','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_7.rownam
es,'Week4_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_7.(':')(
':'),'Week4_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_7.colna
mes,'Week4_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_7.rowna
mes,'Week4_Data_pval','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_7.(':')
(':'),'Week4_Data_pval','B2');

%% 7.8. CORRELATION WITH THE DURATION 13 WEEKS GROUP
clc;
close all force;

[rho7_8,pval7_8]=corr(rat_raw_data(rows4_8_1,:));
imagesc(rho7_8);
title ('13 WEEKS Dataset');
ind=ind+1;saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
export_fig (strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-
nocrop','-r300');

Map_rho7_8=DataMatrix(rho7_8,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

Map_pval7_8=DataMatrix(pval7_8,...
    'RowNames',ynames,...
    'ColNames',xnames);

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_8.colnam
es,'Week13_Data_rho','B1');
```

```
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_8.rownam
es,'Week13_Data_rho','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_rho7_8.(':')(
':'),'Week13_Data_rho','B2');

xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_8.colna
mes,'Week13_Data_pval','B1');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_8.rowna
mes,'Week13_Data_pval','A2');
xlswrite(strcat(export_path,'\','Correlations.xlsx'),Map_pval7_8.(':')
(':'),'Week13_Data_pval','B2');
```

ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ (ΠΡΟΣΑΡΜΟΓΗ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΩΝ)

ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ (ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ Y=AX+B)

```
%% 8. FITTINGS PART I
% this part of analysis is concerned with fittings in all available
data,
% We have used linear fittings of polynomial functions.

%% 8.1. FITTINGS IN COMPLETE DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data;
[r8_1, c8_1]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_1, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_1, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.1.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
```

```
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
```

```
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
```

```
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
```

```
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
```

```
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
```

```
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
```

```
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Linear');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.2. FITTINGS IN SHAM OPERATION DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_2_1,:);
[r8_2, c8_2]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_2, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_2, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.2.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
```

```
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
```

```
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
```

```
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.2.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
```

```
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
```

```
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
```

```
    end;
end;

%% Fit 8.2.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_2;
```

```
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
```

```
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
```

```
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.3. FITTINGS IN CAL OPERATION DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_3_1,:);
[r8_3, c8_3]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_3, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_3, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.3.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
```

```
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
```

```
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
```

```
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
```

```
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
```

```
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
```

```
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
```

```
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.4. FITTINGS IN THYROXINE YES DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_4_1,:);
[r8_4, c8_4]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_4, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_4, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.4.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
```

```
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
```

```
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
```

```
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
```

```
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
```

```
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.4.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
```

```
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
```

```
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.4.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.5. FITTINGS IN THYROXINE NO DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_5_1,:);
[r8_5, c8_5]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_5, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_5, 1 ), ...
```

```
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.5.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
```

```
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
```

```
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
```

```
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
```

```
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
```

```
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
```

```
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
```

```
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
```

```
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
```

```
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.6. FITTINGS IN 2 WEEKS DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_6_1,:);
[r8_6, c8_6]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_6, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_6, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.6.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
```

```
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
```

```
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
```

```
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
```

```
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
```

```
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
```

```
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
```

```
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.7. FITTINGS IN 4 WEEKS DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_7_1,:);
[r8_7, c8_7]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_7, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_7, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.7.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
```

```
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
```

```
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.7.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
```

```
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
```

```
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
```

```
    end;
end;

%% Fit 8.7.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_7;
```

```
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
```

```
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
```

```
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.8. FITTINGS IN 4 WEEKS DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_8_1,:);
[r8_8, c8_8]=size(numeric_data);

%% Initialization.
```

```
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_8, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_8, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.8.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
```

```
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
```

```
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
```

```
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
```

```
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
```

```
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
```

```
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly1' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
```

```
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΗΣΕΙΣ (ΜΗ-ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙΣ $Y=AX^2+BX+C$)

```
%% 8. FITTINGS PART I
% this part of analysis is concerned with fittings in all available
data,
% We have used linear fittings of polynomial functions.

%% 8.1. FITTINGS IN COMPLETE DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data;
[r8_1, c8_1]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_1, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_1, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.1.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
```

```
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
```

```
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
```

```
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
```

```
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
```

```
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
```

```
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
```

```
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
```

```
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.1.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_1;
    tf=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_1-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('All Data_Binomial');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.2. FITTINGS IN SHAM OPERATION DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_2_1,:);
[r8_2, c8_2]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_2, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_2, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.2.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
```

```
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
```

```
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
```

```
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
```

```
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
```

```
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
```

```
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
```

```
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.2.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_2;
    tf=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_2-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Sham Operation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% 8.3. FITTINGS IN CAL OPERATION DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_3_1,:);
[r8_3, c8_3]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_3, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_3, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.3.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.3.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
```

```
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
```

```
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
```

```
    end;
end;

%% Fit 8.3.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_3;
```

```
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
```

```
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
```

```
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
```

```
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.3.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_3;
    tf=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_3-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
```

```
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('CAL Opeation Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.4. FITTINGS IN THYROXINE YES DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_4_1,:);
[r8_4, c8_4]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_4, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_4, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.4.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
```

```
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
```

```
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
```

```
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
```

```
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
```

```
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
```

```
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.4.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_4;
    tf=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_4-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine YES Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.5. FITTINGS IN THYROXINE NO DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_5_1,:);
[r8_5, c8_5]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_5, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_5, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.5.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
```

```
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
```

```
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
```

```
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.5.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
```

```
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
```

```
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
```

```
    end;
end;

%% Fit 8.5.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_5;
```

```
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
```

```
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.5.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_5;
    tf=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_5-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('Thyroxine NO Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
```

```
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.6. FITTINGS IN 2 WEEKS DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_6_1,:);
[r8_6, c8_6]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_6, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_6, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.6.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
```

```
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
```

```
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
```

```
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
```

```
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');
```

```
string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
```

```
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
```

```
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;
```

```
set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.6.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_6;
    tf=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_6-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
```

```
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('2 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.7. FITTINGS IN 4 WEEKS DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_7_1,:);
[r8_7, c8_7]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_7, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_7, 1 ), ...
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.7.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
```

```
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
```

```
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
```

```
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
```

```
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
```

```
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.7.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
```

```
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
```

```
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.7.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

```
%% Fit 8.7.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_7;
    tf=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_7-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('4 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% 8.8. FITTINGS IN 4 WEEKS DATASET
clc;
close all force;
import bioma.data.*

numeric_data=rat_raw_data(rows4_8_1,:);
[r8_8, c8_8]=size(numeric_data);

%% Initialization.
clc;

% Initialize arrays to store fits and goodness-of-fit.
fitresult = cell( c8_8, 1 );
gof = struct( 'sse', cell( c8_8, 1 ), ...
```

```
    'rsquare', [], 'dfe', [], 'adjrsquare', [], 'rmse', [] );

%% Fit 8.8.1: Body Weight (gr) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(1)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=1:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,1),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.2: LV End-Diastolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(2)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=2:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
```

```
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,2),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.3: LV End-Systolic Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(3)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=3:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,3),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
```

```
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.4: LV Posterior Wall Thickness (cm) vs. all other
variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(4)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=4:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,4),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
```

```
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.5: LV Long Axis Diameter (cm) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(5)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=5:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,5),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.6: LV Ejection Fraction (%) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(6)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
```

```
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=6:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,6),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.7: Systolic Velocity (cm/sec) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(7)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=7:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,7),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
```

```
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.8: Wall Tension Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(8)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=8:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,8),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
```

```
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.9: Sphericity Index (ratio) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(9)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=9:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,9),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.10: Heart Rate vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(10)';
```

```
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=10:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,10),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.11: Left Ventricular Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(11)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=11:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,11),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
```

```
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;

%% Fit 8.8.12: Scar Weight (mg) vs. all other variables'.
clc;
close all force;

set(0,'DefaultFigureColor','white');

string1='rat_raw_data_datamatrix.colnames(12)';
string2='rat_raw_data_datamatrix.colnames(d)';
string3=['strcat','(',eval(string1),',','_',',','vs','_',',',eval(stri
ng2),')'];

for d=12:c8_8;
    tf=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1))));
    tf1=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,d,1))));
    tf2=(r8_8-sum(isnan(numeric_data(:,1,1)-numeric_data(:,d,1))));
    if and (and(tf>3,tf1>3),tf2>3)
        [xData, yData] = prepareCurveData( numeric_data(:,12),
numeric_data(:,d));
        ft = fittype( 'poly2' );
        opts = fitoptions( ft );
        opts.Lower = [-Inf -Inf -Inf];
        opts.Upper = [Inf Inf Inf];
        [fitresult, gof] = fit( xData, yData, ft, opts );
        figure;
        set(gca,'FontSize',16);
        h = plot( fitresult, xData, yData,'o' );
        title ('13 Weeks Data');
        set(h,'linewidth',2);
        l=legend( h, strcat(eval(string1),'_','vs','_',
eval(string2)), 'Location', 'NorthEast' );
        set(l,'interpreter','none');
        xlabel (eval(string1));
        ylabel (eval(string2));
        grid on
        disp(gof);
    end;
   if gof.adjrsquare>0.7
```

```
        ind=ind+1;
        saveas (gcf,
strcat(fig_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.fig'));
        export_fig
(strcat(image_path,'\','Figure_',num2str(ind),'.tif'),'-nocrop','-
r300');
    end;
end;
```

ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Η παρακάτω ρουτίνα, αφορά τη σύγκριση δύο μεταβλητών ως προς την επιφάνεια του καρδιακού τραύματος. Η παρακάτω ρουτίνα επαναλήφθηκε για κάθε ζεύγος μεταβλητών που μελετήθηκε. Επι του συνόλου, έγιναν 32 τέτοιες συγκρίσεις, ήτοι 16 για την επιφάνεια του καρδιακού τραύματος και 16 για το βάρος του καρδιακού τραύματος.

```
function [Y,Xf,Af] = myNeuralNetworkFunction(X,~,~)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 31-Jul-
2016 22:22:10.
%
% [Y] = myNeuralNetworkFunction(X,~,~) takes these arguments:
%
%   X = 1xTS cell, 1 inputs over TS timsteps
%   Each X{1,ts} = 1xQ matrix, input #1 at timestep ts.
%
% and returns:
%   Y = 1xTS cell of 1 outputs over TS timesteps.
%   Each Y{1,ts} = 1xQ matrix, output #1 at timestep ts.
%
% where Q is number of samples (or series) and TS is the number of
timesteps.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.53;
x1_step1_gain = 3.2258064516129;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-135.95949683970954;-133.38569213017053;130.63339382745318;-
127.88321242786185;-
125.13303586572137;122.38286626739782;119.63301807545164;-
116.88451327205782;-114.24659079368905;-
111.33897419578567;108.60187963625206;-105.79054957429013;-
103.12877157962602;100.38143021449621;-
97.631269654491746;94.881093187435198;92.130918340059097;-
89.368523476763087;-86.648631227783227;-83.880392626952514;-
81.130210274815013;78.380033297412496;-75.62981824884055;-
72.886198207219763;-70.507119219590876;-67.317199721779673;-
64.756303970067549;61.904894004877256;-
```

```
59.131629738656045;56.439680081299088;-
53.627088979554181;50.869416172397059;48.334748032421494;45.379450189145977;42.62730664993984;-39.936253690555766;-
37.125441358038884;34.377147488347056;-
31.633672285522099;28.878174903404428;26.46568043871941;23.370675241090023;-20.613968916948167;-
17.885493105850838;15.127950227316761;12.374493144012321;9.4565512295938454;-6.9097870555995922;-4.0658665282161319;-1.3682412780215287;-
1.3745985398566385;4.4624986552839276;6.8978681682223133;-
9.4028948740172122;-12.364256226804949;-
15.125742504066178;17.763249127064146;-
20.706250031989295;23.401181076587676;-
26.126396606139721;28.876853710034258;-
31.627031067874526;34.377179742829924;37.12439864817788;39.537504334632168;42.718440644022131;45.289988945861225;-47.8608233547631 56;-
50.880891548991443;-53.5183971310773;56.392182654196091;-
59.125115990474299;61.750076826045898;-
64.790622989893166;67.284981786838571;-69.940401697378718;-
72.874792303999769;-75.587674140600683;78.330887198456963;-
81.129834716102565;-
83.859040417137223;86.655245759215816;89.364689892632612;92.129089676528409;94.878054617017426;-
97.612740085021258;100.37064220369213;103.13568562376659;-
105.74019627364542;108.63059706743499;-111.38214809582163;-
114.13238436304316;116.8827653812622;119.64324297294436;122.38289721859881;-125.13303530695703;127.88321242443941;-130.63338928714683;-
133.38592269632488;-136.29212509068034];
IW1_1 = [136.3079876789659;136.13161577720132;-
136.1337374686189;136.13374225691754;136.13374221441526;-
136.13373610580348;-
136.13345037063226;136.13204752081555;136.03790557887248;136.16850451895809;-136.15801795929579;136.20436291161505;136.13594969519031;-
136.13375472195273;136.13374229549686;-136.13374219639104;-
136.13374105835592;136.1416238015764;136.12208550332338;136.1337383997801;136.13374210349838;-
136.13374232353104;136.13376216239169;136.13037810216258;135.93883671549904;136.16365584481926;136.07219584329061;-
136.12204061472195;136.13261794595698;-
136.1081351951301;136.13426479256924;-136.13699072583199;-
136.06041187077764;-136.13319712362102;-
136.13386681587565;136.11670240804818;136.13430638546103;-
136.13375574762779;136.13224250601107;-136.13319585196911;-
136.06812702933308;-
136.13465099026527;136.13570723761916;136.13253631745766;-
136.13348685563585;-136.1338242471283;-
136.14464995563054;136.13146740329407;136.13565381053968;136.13375558885193;-136.13376202705763;136.12286915283366;136.13205046102877;-
136.14808880427734;-136.13486061520317;-
136.13375628530719;136.14830646242254;-
136.1207723669483;136.12976153209181;-
136.13378761540253;136.13374237358434;-
136.133742248201;136.13375035875609;136.13460903455262;136.23245480856068;136.1044104675714;136.16202239161925;-136.22858899926737;-
136.13270179955643;-136.17634736522467;136.12806420545206;-
136.13535442209317;136.19193960165092;-
136.05556236055349;136.17930334225338;-136.23135099087756;-
136.13647413001041;-136.15686146443059;136.16228237665356;-
136.13393018740658;-
136.1468248128418;136.11779731360909;136.14409666359168;136.13498167146915;136.13589911739493;-
136.14688605782806;136.14175970312479;136.13062711123888;-
136.24337033087724;136.13480993184032;-136.1337458391219;-
```

```
136.1336943601971;136.13351632941161;136.12454450778887;136.1337091488
3367;-136.13374270108116;136.13374226032062;-136.13374200892528;-
136.13138521104787;-135.97535942795284];

% Layer 2
b2 = -0.1443939416808544;
LW2_1 = [-0.49664434425985593 0.47653843858867057 -0.2695472585384337
-0.042111711792939634 -0.74783759711952713 0.29592746021780481 -
0.36432581017054916 0.20790735216257417 -0.10777778702010923 -
0.31551649021561928 -0.58954644322522842 -0.27535013122557472 -
0.21118643044239485 0.49085116217268027 -0.36306033602600563
0.32065462583048032 -0.23843915234109034 1.2840503568501382 -
0.36347658382285014 0.35769990266966945 -0.29574489186721703
0.42906028282754305 -0.49416715921823801 0.99817489686421934
0.39753060583222688 -0.00018341890964578694 -0.50353314529305582 -
0.50311274927409178 -0.33840181992839008 0.17904873234802823
0.32502468622677327 0.42540072688475239 -0.59634123232106007 -
0.16397953284453395 -0.39266530141912992 -0.94488732629875316
0.60386993936345834 0.26818631661628062 -0.06055196573813644 -
0.26932146706211152 0.5021349805799189 -0.33394046829526891 -
0.044167538980157406 -0.02202843788950707 0.36816793766766942 -
0.26114819898179059 -0.13924634845896147 -0.021612369302195449 -
0.039355224527446594 -0.025923739051962602 -0.56545286628355018 -
0.77756752699050802 0.39985688278030374 0.42555510774879535 -
0.50509389569191621 0.019737862944566642 0.21611355941033403 -
0.012136488996544986 -0.31599503659291739 -0.64539062507255596
0.43411353556997034 -0.10352015882739021 -0.6132362757824068 -
0.29032021895467219 -0.21947164089779658 0.12482443077771245
0.69035341590896526 0.86595696626156848 -0.22739281159173733 -
0.7615450035911363 -0.70175684614812084 -0.0073480977756395366 -
0.062955268006461895 -0.15771875742381836 -0.51882083883599317 -
0.82198188583007803 0.42943093490728135 0.21634013752338455
0.47019961476285427 0.11820929506576357 -0.089332213970431312 -
0.086816773121505889 0.40314953625799776 -0.69203712693953789
0.27506979455284047 -0.39671443404991458 -0.45925798977915949
0.1587409434275952 0.14687101326678062 -0.2326109243473517
0.25219150642087024 -0.04661892461194389 0.54287624319167971
0.033615123489243524 0.0075380215267843442 -0.4874521236075765
0.12739351241432831 -0.089891423066216739 0.50873479310933167
0.73201106603022115];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 0.010989010989011;
y1_step1_xoffset = 0;

% ===== SIMULATION ========

% Format Input Arguments
isCellX = iscell(X);
if ~isCellX, X = {X}; end;

% Dimensions
TS = size(X,2); % timesteps
if ~isempty(X)
    Q = size(X{1},2); % samples/series
else
    Q = 0;
end

% Allocate Outputs
```

```
Y = cell(1,TS);

% Time loop
for ts=1:TS

    % Input 1
    Xp1 =
mapminmax_apply(X{1,ts},x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

    % Layer 1
    a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*Xp1);

    % Layer 2
    a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

    % Output 1
    Y{1,ts} =
mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% Final Delay States
Xf = cell(1,0);
Af = cell(2,0);

% Format Output Arguments
if ~isCellX, Y = cell2mat(Y); end
end

% ===== MODULE FUNCTIONS ========

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y =
mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΟΡΩΝ (INDEX)

3,5,3',5'-tetraiodothyronine ..... - 20 -

ANOVA- 52 -, - *96* -, - *144* -, - *160* -, - *175* -, - *176* -, - *177* -, - *178* -, - *179* -, - *180* -, - *181* -, - *182* -, - *183* -, - *184* -, - *185* -, - *186* -, - *187* -, - *188* -, - *189* -, - *190* -, - *191* -, - *192* -, - *193* -, - *194* -, - *195* -, - *196* -, - *197* -, - *198* -, - *199* -, - *201* -, - *202* -, - *203* -, - *204* -, - *205* -, - *206* -, - *207* -, - *208* -, - *209* -, - *210* -, - *211* -, - *212* -, - *213* -

Apo B ..... - 8 -

association rule mining ..... - 35 -

association rules ..... - 35 -

ATP ..... - 22 -

ATTICA ..... - 4 -

Bayes ..... - 32 -, - 33 -

Bayesian learning ..... - 32 -

Body Weight- 48 -, - 50 -, - *98* -, - *99* -, - *100* -, - *101* -, - *102* -, - *116* -, - *117* -, - *118* -, - *119* -, - *215* -, - *220* -, - *225* -, - *234* -, - *244* -, - *253* -, - *263* -, - *272* -, - *281* -, - *291* -, - *300* -, - *309* -, - *319* -, - *328* -, - *337* -, - *347* -, - *356* -, - *366* -

CALxxxii, - *44* -, - 45 -, - 48 -, - 50 -, - *74* -, - *75* -, - *76* -, - *81* -, - *86* -, - *87* -, - *89* -, - *90* -, - *91* -, - *92* -, - *93* -, - *94* -, - *96* -, - *99* -, - *100* -, - *101* -, - *105* -, - *144* -, - *163* -, - *185* -, - *186* -, - *187* -, - *188* -, - *189* -, - *217* -, - *221* -, - *222* -, - *244* -, - *245* -, - *246* -, - *247* -, - *248* -, - *249* -, - *250* -, - *251* -, - *252* -, - *253* -, - *319* -, - *320* -, - *321* -, - *322* -, - *323* -, - *324* -, - *325* -, - *326* -, - *327* -, - *328* -

classification ..... - 32 -

clustering ..... - 35 -, - 36 -, - *58* -

clusters ..... - 35 -, - *58* -

coronary artery ligation ..... - *44* -

diiodotyrosine ..... - 22 -

Duration of intervention ..... - *48* -

end systolic phase ..... - *46* -

end-diastolic phase ..... xxxii, - 46 -

GREECS ..... - 9 -

HDLxxxii, - 8 -, - 10 -, - *168* -, - *169* -, - *171* -, - *173* -

Heart beats ..... - *48* -

HELIOS ..... - 9 -

Hierarchical Clustering ..... - *58* -

iodide trapping ..... - 21 -

ISODATA ..... - 37 -

J-shape ..... - 6 -, - 7 -

ketamine ..... - *43* -, - *44* -

K-means ..... - 36 -, - *121* -, - *122* -, - *123* -

Kruskal-Wallis ..... - 52 -, - *74* -

LDLxxxii, - 6 -, - 10 -, - *167* -, - *169* -, - *171* -, - *173* -

learning tasks ..... - 32 -

least squares ..... - 34 -

Left ventricular weight ..... - *48* -, - 51 -

linear ..... - 33 -, - *225* -, - *300* -

long axis diameter ..... - *48* -

Lpa ..... - 8 -

LV ejection fraction ..... - *48* -

LV posterior wall thickness ..... - *48* -

LV-end diastolic diameter ..... - *48* -, - 50 -

LV-end systolic diameter ..... - *48* -, - 50 -

Machine Learning ..... - 27 -, - 28 -

MATLAB ..... - 48 -, - *60* -, - *164* -

midazolame ..... - 44 -

monoiodotyrosine ..... - 22 -

Nominal- 50 -, - *178* -, - *182* -, - *187* -, - *192* -, - *196* -, - *201* -, - *206* -, - *211* -

Non ST Elevation Myocardial Infarction ..... - 17 -

Non-dimensional ..... - 50 -

NSTEMI ..... - 17 -

Numerical ..... - 50 -, - 51 -

Pearson- 52 -, - *97* -, - *98* -, - *99* -, - *100* -, - *101* -, - *102* -

Pearson's Correlation Coefficient ..... - *52* -

Principal Component Analysis ..... - *58* -

sarcoplasmic reticulum calcium-activated ATPase- 26 -

scar area ..... - *48* -

scar weight ..... - *48* -

SERCA2 ..... - 26 -

Simpson equation ..... - *46* -

spam filtering ..... - 27 -

Statistical Learning Theory ..... - 34 -

STEMI ..... - 9 -, - 18 -

supervised learning ..... - 29 -

surgery ..... - *48* -

systolic velocity ..... - *48* -

T_3 - 19 -, - 20 -, - 21 -, - 22 -, - 23 -, - 24 -, - 25 -, - 26 -, - *167* -, - *170* -, - *171* -, - *173* -

T_4 xxxii, - 15 -, - 19 -, - 20 -, - 21 -, - 22 -, - 23 -, - 24 -, - 25 -, - 26 -, - 43 -, - *167* -, - *170* -, - *171* -, - *173* -

TAAR1 ..... - 22 -

target function ..... - 31 -

Thyroid Stimulating Hormone ..... xxxii, - 14 -

thyroperoxidase ..... - 21 -

thyroxine ..... - 19 -, - 22 -, - 24 -, - 25 -

Thyroxine xxxii, - 25 -, - *48* -, - 50 -, - *216* -, - *217* -, - *218* -, - *219* -, - *254* -, - *255* -, - *256* -, - *257* -, - *258* -, - *259* -, - *260* -, - *261* -, - *262* -, - *263* -, - *264* -, - *265* -, - *266* -, - *267* -, - *268* -, - *269* -, - *270* -, - *271* -, - *329* -, - *330* -, - *331* -, - *332* -, - *333* -, - *334* -, - *335* -, - *336* -, - *337* -, - *338* -, - *339* -, - *340* -, - *341* -, - *342* -, - *343* -, - *344* -, - *345* -, - *346* -

TSH xxxii, - 14 -, - 20 -, - 21 -, - 23 -, - *167* -, - *170* -, - *171* -, - *173* -

unsupervised learning ..... - 30 -

Wall tension index ..... - *48* -

weighted sum ..... - 33 -

αθηροθρόμβωση ..... - 16 -

αθηροσκλήρυνση ..... - 8 -, - 11 -, - 16 -

αθηροσκλήρωση ..... - 10 -, - 18 -

αθηρωματική πλάκα ..... - 16 -

αθηρωματικής πλάκας ..... - 10 -, - 16 -, - 18 -

αλγόριθμος ..... - 29 -, - 36 -, - 37 -, - 38 -, - *58* -, - *60* -

Αλκοόλ ..... - 11 -

ΑμΕΚ ..... xxxii, - 2 -

Αμερικανική Εταιρεία Καρδιολογίας ..... xxxii, - 2 -

Αντλίες ..... - 21 -

απόσταση *Μανχάταν* ..... - 36 -

αποφρακτική άπνοια ύπνου ..... - 11 -

απόφραξη ..... - 15 -, - 16 -

αριστερή μητροειδής αρτηρία ..... - 43 -

αριστερής κοιλίας - 18 -, - 44 -, - 46 -, - *47* -, - 50 -, - 51 -, - *65* -, - *67* -, - *69* -, - *70* -, - *71* -, - *73* -, - *75* -, - *76* -, - *77* -, - *78* -, - *79* -, - *80* -, - *81* -, - *82* -, - *83* -, - *84* -, - *85* -, - *86* -, - *87* -, - *88* -, - *91* -, - *92* -, - *93* -, - *94* -, - *96* -, - *128* -, - *136* -, - *144* -

αρτηριακής πίεσης ..... - 8 -, - 10 -

Βόρειας Ευρώπης ..... - 9 -

γλυκόζη ..... - 6 -, - 7 -

δακτυλίων φαινόλης ..... - 21 -

δείκτης μάζας σώματος ..... - 11 -

Δενδροειδή δομή ..... - 32 -

διαβήτη ..... x, - 4 -, - 6 -, - 10 -

διαβήτης ..... - 5 -, - 9 -, - 10 -, - 13 -, - 19 -

διαστολική πίεση ..... - 3 -, - 6 -, - 7 -

Ελλάδα ..... - 3 -, - 4 -, - 9 -, - 14 -

Ελληνικό Καρδιολογικό Ίδρυμα ..... xxxii, - 4 -

έμφραγμα x, xi, xii, xiv, - 2 -, - 3 -, - 4 -, - 9 -, - 11 -, - 12 -, - 13 -, - 15 -, - 16 -, - 17 -, - 18 -, - 23 -, - 24 -, - 25 -, - 26 -, - 43 -, - 44 -, - 50 -, - 51 -, - *63* -, - *65* -, - *69* -, - *70* -, - *72* -, - *73* -, - *74* -, - *76* -, - *81* -, - *82* -, - *83* -, - *85* -, - *86* -, - *96* -, - *114* -, - *115* -, - *119* -, - *124* -, - *145* -

Ενισχυτική μάθηση ..... - 31 -

Επιτηρούμενη μάθηση ..... - 29 -

Ευκλείδεια απόσταση ..... - 36 -, - 37 -

ΗΚΓ ..... xxxii, - 18 -

ηλεκτροκαρδιογράφημα ..... - 18 -

ημι-επιτηρούμενη μάθηση ..... - 31 -

Ηνωμένων Πολιτειών ..... - 9 -, - 43 -

Θεωρία Στατιστικής Μάθησης ..... - 34 -

θυροξίνη - 19 -, - 20 -, - 21 -, - 22 -, - 25 -, - 43 -, - *63* -, - *65* -, - *72* -, - *73* -, - *76* -, - *77* -, - *79* -, - *85* -, - *86* -, - *87* -, - *88* -, - *89* -, - *91* -, - *93* -, - *95* -, - *109* -, - *110* -, - *111* -, - *120* -, - *122* -

θυροπεροξιδάση ..... - 21 -

θυροσφαιρίνης ..... - 21 -

ινωδογόνου ..... - 8 -

ιόν - 21 -

ισχαιμία ..... - 13 -, - 18 -

κάπνισμα ..... - 4 -, - 5 -, - 6 -, - 9 -, - 11 -, - 13 -, - 19 -

καρδιά ..... - 15 -, - 16 -, - *46* -

καρδιαγγειακοί παράγοντες ..... - 6 -

κεταμίνη ..... - *44* -

K-μέσων ..... - 36 -

κυκλοφορικό ..... - 21 -, - 22 -

κυτταρικό θάνατο ..... - 15 -

μέθοδος των *ελαχίστων τετραγώνων* ..... - 34 -

μελέτη NHANES III ..... - 14 -

μελέτη *Whickham* ..... - 14 -

μεσογειακή δίαιτα ..... - 8 -

μεσογειακή διατροφή ..... - 8 -

Μη επιτηρούμενη μάθηση ..... - 30 -

μηχανές διανυσμάτων υποστήριξης ..... - 34 -

Μηχανική μάθηση ..... - 27 -

μιδαζολάμη ..... - 44 -

μιδαζολάμης ..... - *43* -

μύες - 25 -, - 43 -, - *44* -, - 45 -, - *63* -, - *65* -, - *72* -, - *73* -, - *74* -, - *75* -, - *76* -, - *78* -, - *79* -, - *86* -, - *89* -

, - *91* -, - *92* -, - *93* -, - *95* -, - *103* -, - *106* -, - *107* -, - *109* -, - *110* -, - *111* -, - *120* -

μυϊκά κύτταρα ..... - 15 -

μυοκαρδιακή νέκρωση ..... - 18 -

μυοκαρδίουx, xi, xii, xiv, - 2 -, - 3 -, - 4 -, - 9 -, - 10 -, - 11 -, - 15 -, - 16 -, - 18 -, - 23 -, - 24 -, - 25 -, - 26 -, - 43 -, - 44 -, - *124* -

Νευρωνικά Δίκτυα ..... xxxii, - 34 -

ΟΕΜ ..... xxxii, - 10 -, - 18 -

οζώδη κύτταρα ..... - 21 -

Ομοκυστείνη ..... - 12 -

ομοκυστείνης ..... - 8 -

Οξέως Εμφράγματος του Μυοκαρδίου ..... - 10 -

ορμόνες- 19 -, - 20 -, - 21 -, - 22 -, - 23 -, - 25 -, - 26 -

παγίδα ιωδίου ..... - 21 -

Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας ..... xxxii, - 18 -

παχυσαρκία ..... - 4 -, - 6 -, - 9 -, - 11 -, - 19 -

ΠΟΥ ..... xxxii, - 18 -, - *76* -, - *85* -, - *86* -, - *87* -

στεφανιαίας νόσου. x, xi, xii, - 9 -, - 10 -, - 12 -, - 13 -

συμπτωματικό έμφραγμα του μυοκαρδίου ..... - 13 -

συνάρτηση στόχος ..... - 31 -

συστολική- 3 -, - 6 -, - 7 -, - *47* -, - 50 -, - 51 -, - *65* -, - *70* -, - *71* -, - *72* -, - *74* -, - *75* -, - *76* -, - *77* -, - *79* -, - *80* -, - *81* -, - *82* -, - *83* -, - *84* -, - *86* -, - *87* -, - *88* -, - *89* -, - *90* -, - *91* -, - *92* -, - *93* -, - *94* -, - *95* -, - *96* -, - *104* -, - *105* -, - *106* -, - *107* -, - *108* -, - *109* -, - *110* -, - *111* -, - *112* -, - *113* -, - *115* -, - *124* -, - *144* -, - *146* -

υδροξυλικές ομάδες ..... - 21 -

υπέρταση- 2 -, - 3 -, - 5 -, - 6 -, - 9 -, - 10 -, - 11 -, - 13 -, - 19 -

υπερχοληστερολαιμία ..... - 9 -, - 19 -

υπόθεση επαγωγικής μάθησης ..... - 32 -

υποθυρεοειδισμό ..... - 14 -, - 17 -, - 23 -

χοληστερίνη ..... - 10 -

χοληστερόλη ..... - 6 -, - 10 -

ψυχοσωματικοί παράγοντες ..... - 12 -