

ΕΚΤΑΚΤΟΣ ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 20ΗΣ ΜΑΪΟΥ 1997

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΝΙΚΟΛΑΟΥ ΜΑΤΣΑΝΙΩΤΗ

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ  
ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ

ΟΜΙΛΙΑ ΤΟΥ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΟΥ κ. ΠΑΝΟΥ Α. ΛΙΓΟΜΕΝΙΔΗ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στή σημερινή συνάντηση θα ήθελα να αναφερθώ σε εφαρμογές της τεχνολογίας της Πληροφορικής στην έπεξεργασία της Ιατρικής απεικόνισης, και πιο συγκεκριμένα στην τεχνολογία της Πληροφορικής την οποία μεταλαμπαδεύσαμε από την Αμερική και την Ευρώπη, έρευνήσαμε και αναπτύξαμε με συνεργασίες εδώ, στο Έργαστήριό μας της Ακαδημίας Αθηνών.

Το Έργαστήριο και Γραφείο Έρευνας της Επιστήμης της Πληροφορικής και Ηλεκτρονικής ιδρύθηκε το 1994 με ψήφισμα της Ολομέλειας και με απόφαση της Συγκλήτου της Ακαδημίας Αθηνών. Η οικονομική υποστήριξη του Έργαστηρίου προήλθε από την Ακαδημία Αθηνών, το Ίδρυμα Λέων Λεμός, το Ίδρυμα Μποδοσάκη, και από Ευρωπαϊκά Χρηματοδοτικά Προγράμματα. Η έρευνα γίνεται με επιστημονικές συνεργασίες με Ιατρικές Πανεπιστημιακές Κλινικές και Έρευνητικά Ίνστιτούτα της ήμεδαπής και της άλλοδαπής.

Τά επιστημονικά ενδιαφέροντα και οι έρευνητικές δραστηριότητες του Έργαστηρίου αφορούν στην έρευνα και την ανάπτυξη τεχνολογίας στις ακόλουθες δύο περιοχές:

*α. Τήν έπεξεργασία Ιατρικών απεικονίσεων, για διάγνωση, υποστήριξη χειρουργικής επέμβασης σε πραγματικό χρόνο, σύνθεση μοσχευμάτων και προσθετικών με-*

λών, πολυδιάστατη ανάλυση απεικονίσεων από πολλαπλές πηγές, σχεδιασμό ακτινοθεραπείας, ιατρική εκπαίδευση κ.λπ., και

β. Τὸν ἔγκαιρο ἐντοπισμὸ καὶ τὴν προληπτικὴ διάγνωση τοῦ καρκίνου. Ὅπως θὰ δείξουμε πιὸ κάτω, ἡ δραστηριότητα αὐτὴ ἐστιάζεται στὴ διάγνωση τοῦ καρκίνου τοῦ πνεύμονα καὶ τοῦ μαστοῦ.

## 2. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΙΑΤΡΙΚΩΝ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΩΝ

Στὴν περιοχή τῆς ψηφιακῆς ἐπεξεργασίας ιατρικῶν απεικονίσεων, οἱ ραγδαῖες ἐξελίξεις τῶν τελευταίων ἐτῶν στὴν ἐπιστήμη καὶ τὴν τεχνολογία τῆς πληροφορικῆς ἐπέφεραν ἐπαναστατικὲς ἀλλαγές καὶ βελτιώσεις στοὺς τομεῖς τῆς ιατρικῆς διαγνώσεως, τῆς χειρουργικῆς ἐπεμβάσεως καὶ τῆς κλινικῆς θεραπευτικῆς ἀγωγῆς.

Ἡ ιατρικὴ ἀπεικόνιση ποὺ μᾶς ἀφορᾷ μπορεῖ νὰ προέρχεται ἀπὸ ἀπλὴ ἀκτινογραφία ἢ ὑπερηχογράφημα, ἀπὸ ἀγγειογραφία, ἀπὸ ἀξονικὴ τομογραφία (X-Ray Computed Tomography), ἀπὸ τομογραφία μέσω μαγνητικῆς ἀντηχίσεως (MRI), ἀπὸ τομογραφία ὑπερήχων (Ultrasound Tomography), ἀπὸ τομογραφία ἐκπομπῆς ποζιτρονίων (PET), ἀπὸ single-photon-emission computed tomography (SPECT), καὶ ἀπὸ ψηφιακὸ μικροσκόπιο. Μέθοδοι ἐπεξεργασίας τῶν ψηφιακῶν ἀρχείων ποὺ δημιουργοῦνται μὲ τὴν ψηφιοποίηση τῶν ἀντιστοίχων απεικονίσεων βρίσκουν τὸν δρόμο τους σὲ μιὰ νέα, ταχέως ἀναπτυσσόμενη, τεχνολογία ιατρικῶν ἐφαρμογῶν τῆς πληροφορικῆς, ἡ ὁποία, βαθμιαῖα καὶ ἀποτελεσματικά, ὑποστηρίζει, χωρὶς νὰ ὑποκαθιστᾷ, τὴν ἐμπειρικὴ ἀνάλυση καὶ ἀξιοποίηση τῶν ιατρικῶν καὶ βιοιατρικῶν ἀπεικονίσεων ἀπὸ τὸν εἰδικὸ ἰατρό.

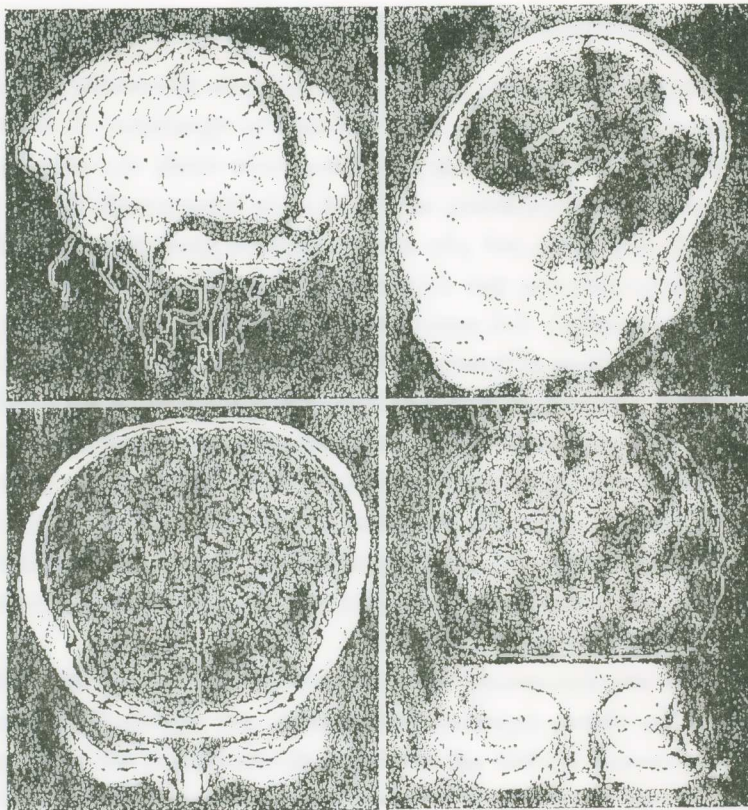
Ἐνδεικτικὰ τῶν ἐρευνητικῶν ἐνδιαφερόντων μας, θὰ ἐπιθυμοῦσα, στὸ σημεῖο αὐτό, νὰ σᾶς δείξω εἰκόνες ψηφιακῆς ἐπεξεργασίας καὶ τεχνολογίας γραφικῶν ποὺ ὑποστηρίζουν ζωντανή, on-line καὶ real time, ἀλληλεπίδραση τοῦ ἱατροῦ μὲ τὸ σύστημα. Προέρχονται ἀπὸ ἐφαρμογὴ τοῦ λογισμικοῦ πακέτου Analyze, τὸ ὁποῖο χειρίζομαστε μὲ τὴν ἄδεια τοῦ Τμήματος Βιοδυναμικῆς Ἐρεῦνης καὶ Βιοτεχνολογίας τῆς κλινικῆς Mayo τῶν ΗΠΑ, ποὺ τὸ κατασκεύασε.

Τὸ Τμῆμα Βιοδυναμικῆς καὶ Βιοτεχνολογίας τῆς κλινικῆς Mayo διατηρεῖ στενὲς σχέσεις μὲ μιὰ ἀλυσίδα ἐργαστηρίων πληροφορικῆς καὶ κλινικῶν ἐγκαταστάσεων. Ἡ τεχνολογία Analyze εἶναι οὐσιαστικὰ ἓνα ὀλοκληρωμένο ὀπτικο-διαγνωστικὸ ἐργαστήριο, τὸ ὁποῖο λειτουργεῖ στὴν ὀθόνη ἑνὸς ἠλεκτρονικοῦ ὑπολογιστῆ. Ὑποστηρίζεται ἀπὸ πληθώρα σπονδυλωτὰ συνεργαζομένων προγραμμάτων καὶ ἀλγορίθμων γραμμένων σὲ γλῶσσα C.

Ὅπως φαίνεται στὸ ἔνθετο κομμάτι, στὸ σημεῖο αὐτό ἔλαβε χώρα προβολή



«ζωντανής» επεξεργασίας ιατρικών τομογραφικών απεικονίσεων από τὰ προγράμματα Analyze τοῦ Τμήματος Βιοδυναμικῆς καὶ Βιοτεχνολογίας τῆς κλινικῆς Mayo. Παραθέτουμε στὴν Εἰκόνα 1 τέσσερις φάσεις τρισδιάστατης ἀναζήτησεως ὄγκου στὸν ἐγκέφαλο καὶ λειτουργικῆς (on-line) μελέτης τῶν δομῶν τοῦ ἐγκεφάλου, ποὺ ἐπιτρέπουν στὸν χειρουργό νὰ προγραμματίσει ἐνδεχόμενη ἐπέμβαση.



Εἰκόνα 1.

Ἡ τεχνολογία Analyze χρησιμοποιεῖται σὲ ἓνα εὐρὸ φάσμα ἐφαρμογῶν στὴν ἱατρική, καὶ ἐνδεχομένως καὶ στὴν βιομηχανία. Ἀπὸ τὴ βασικὴ ἔρευνα, ὅπως ἡ ἐξερεύνηση τοῦ περιβάλλοντος καὶ τῆς συμπεριφορᾶς ἐνὸς ζωντανοῦ κυττάρου, μέχρι τὴ διάγνωση, τὴν κλινικὴ, τὴ χειρουργικὴ ἐφαρμογὴ καὶ τὴν ἐκπαίδευση, ὅπως ἡ ἐξομοίωση τῆς διαδικασίας μιᾶς ἐγχειρήσεως, τὰ μέσα ποὺ προσφέρουν προγράμματα ὅπως τὸ Analyze βρίσκουν ὄλο καὶ περισσότερο θετικὴ ἀπήχηση στοὺς γιατροὺς καὶ τοὺς ἐρευνητές.

(φῶτα χαμηλά)

Ἄν στρέψετε τὴν προσοχή σας στὴν ὁθόνη, στὴν ὁποία προβάλλεται ἡ ἔξοδος τοῦ ὑπολογιστῆ ὁ ὁποῖος τρέχει τὸ Analyze σὲ ζωντανή ἐπεξεργασία ἱατρικῶν ἀπεικονίσεων, θὰ περιγράψουμε περιληπτικὰ τὰ κύρια ὑποπρογράμματα τοῦ συστήματος.

Ὁ συνεργάτης μου Δρ. Ι. Κοσιώρης θὰ ἐξηγήσει τὶς πολυδιάστατες ἀνασυνθέσεις τομῶν ἐγκεφάλου, κρανίου καὶ ὀστέων ἀπὸ Μαγνητικὸ Τομογράφο, τὴν ἀναζήτηση καὶ ἀνάλυση καρκίνου στὸν ἐγκέφαλο, τὴν ὀρθοπλαστικὴ σχεδίαση καὶ χειρουργικὴ ἐπέμβαση, τὴν τετραδιάστατη ἀνάλυση σὲ χῶρο καὶ χρόνο τῶν καρδιοπνευμονικῶν δομῶν καὶ ἄλλες ἐφαρμογές τῆς Πληροφορικῆς στὴν ἱατρικὴ ἀπεικόνιση καὶ διάγνωση.

(Κοσιώρης: Ζωντανὴ ἐπίδειξη τοῦ Analyze, μὲ σχόλια)

(φῶτα δυνατὰ)

### 3. ΕΓΚΑΙΡΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ

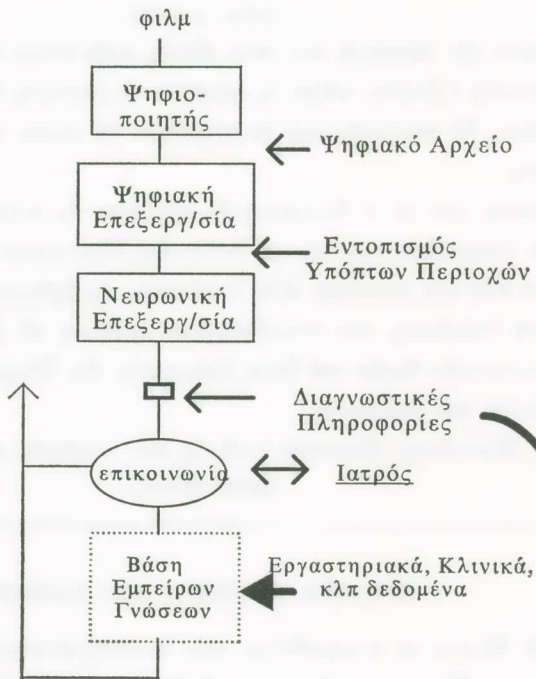
Τώρα θὰ θέλαμε νὰ ἀναφερθοῦμε στὶς δραστηριότητες τοῦ Ἐργαστηρίου μας ὅσον ἀφορᾷ στὴν Ἐγκαιρὴ Διάγνωση τοῦ Καρκίνου. Εἰδικότερα, ἡ δραστηριότητα αὐτὴ ἀφορᾷ στὴ μη-ἐπεμβατικὴ ἔγκαιρη διάγνωση τοῦ καρκίνου τοῦ πνεύμονα καὶ τοῦ μαστοῦ ἀπὸ ἀπλὴ ἀκτινογραφία ἢ ἄλλη ἱατρικὴ ἀπεικόνιση. Ἐπιδιώκεται ἡ προληπτικὴ διάγνωση νὰ γίνεται σὲ ὅσο τὸ δυνατὸ πιὸ πρόωμο στάδιο ἀναπτύξεως τοῦ καρκίνου, καὶ νὰ ὑλοποιεῖται σὲ χαμηλοῦ κόστους ἐξοπλισμὸ μὲ εὐχρηστες διαδικασίες, ὥστε νὰ εἶναι ἐφικτὴ ἢ ἐφαρμογὴ μέσω εὐρείας ἐκτάσεως Προγραμμάτων Προληπτικῆς Ἰατρικῆς μὲ φορητὲς διαγνωστικὲς μονάδες καὶ μέσω δικτύου τηλειατρικῆς.

Τὰ ψηφιακὰ διαγνωστικὰ συστήματα («Ἴπποκράτης») λειτουργοῦν σὲ προσωπικὸ ὑπολογιστῆ καὶ ἀποβλέπουν στὴν ἔγκαιρη ἐντόπιση, ταξινόμηση καὶ παρακολούθηση ὑπόπτων περιοχῶν, καὶ στὴν παραπομπὴ περιπτώσεων ἀμφίβολων διαγνώσεων, ἢ περιπτώσεων ὑψηλοῦ κινδύνου, στὸν εἰδικὸ ἀκτινολόγο ἢ ὀγκολόγο, περιπτώσεων οἱ ὁποῖες θὰ περνοῦσαν ἴσως ἀπαρατήρητες μέχρι νὰ εἶναι πολὺ ἀργά.

#### 3Α. Ἐγκαιρὴ Διάγνωση τοῦ Καρκίνου τῶν Πνευμόνων:

Σύστημα «Ἴπποκράτης - πν»

Ὅσον ἀφορᾷ στὴν ἔγκαιρη διάγνωση τοῦ καρκίνου τῶν πνευμόνων, ἡ πρακτικὴ διαθεσιμότητα ἐνὸς αὐτοματοποιημένου διαγνωστικοῦ συστήματος ψηφιακῆς τεχνο-



Διάγραμμα επεξεργασίας του Ιπποκράτη-πν

ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ  
ΓΙΑ ΕΚΑΣΤΗ ΕΝΤΟΠΙΣΜΕΝΗ ΥΠΟΠΤΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

| θέση (x,y) | μέγεθος χιλ/στα | χαρακτηρισμός (ετικέτα)                    | πιθανότητα % | συντελεστής εμπιστοσύνης   |
|------------|-----------------|--|--------------|----------------------------|
| 315, 248   | 10              | ΟΧΙ<br>ΠΙΘ. ΟΧΙ<br>ΙΣΩΣ<br>ΠΙΘ. ΝΑΙ<br>ΝΑΙ | 22           | χαμηλός<br>μέσος<br>υψηλός |

Εικόνα 2.



λογίας με ύψηλή διαγνωστική αξία, για την έγκαιρη διάγνωση μικρών ασυμπτωματικών όζιδίων του καρκίνου των πνευμόνων, υπόσχεται ανυπολόγιστα οικονομικά και κοινωνικά όφελη.

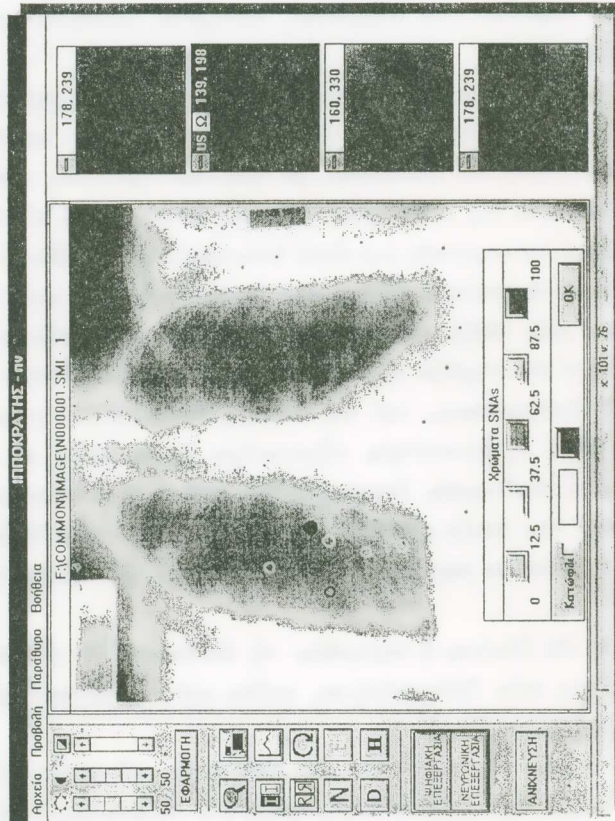
Το διαγνωστικό σύστημα «Ίπποκράτης-πν» αναπτύχθηκε αρχικά στο Έργαστήριό μου Κυβερνητικής Μηχανικής (Cybernetics Research Laboratory) του Πανεπιστημίου Maryland, και ακολούθως, με τους επιστημονικούς συνεργάτες μου, στο έδω Έργαστήριό μας της Ακαδημίας Αθηνών. Είναι καθαρά σύστημα άκτινενευτικής διαγνώσεως και λειτουργικής (on-line) υποστηρίξεως του ειδικού άκτινολόγου ιατρού. Λειτουργεί σε προσωπικό ήλεκτρονικό ύπολογιστή (PC) και έπεξεργάζεται το ψηφιακό άρχείο μιās άπλής άκτινογραφίας θώρακος. Έντοπίζει και ταξινομεϊ ύποπτες περιοχές και ύποστηρίζει τον άκτινολόγο και όγκολόγο ιατρό με έργαλειά έπεξεργασίας της άπεικονίσεως, και ως δεύτερη διαγνωστική γνώμη. Παρέχει στον άκτινολόγο ιατρό τη δυνατότητα «ζωντανής» έπικοινωνίας και έπεμβάσεως του στη διαγνωστική διαδικασία, ύποστηρίζοντάς τον σε τρία έπίπεδα διαγνωστικής δραστηριότητας, στα όποια προσφέρει αντίστοιχως, έργαλειά έπεξεργασίας της εικόνας, έντοπισμό ύπόπτων περιοχών, και πιθανολογική ταξινόμηση των ύπόπτων περιοχών.

Το διάγραμμα της Εικόνας 2 περιγράφει τη διαδικασία της ψηφιακής και νευρωνικής έπεξεργασίας στον Ίπποκράτη-πν, καθώς και τις διαγνωστικές πληροφορίες τις όποιες παρέχει.

Το ψηφιακό άρχείο της άκτινογραφίας εισέρχεται στο στάδιο της ψηφιακής έπεξεργασίας, το όποιο περιλαμβάνει άλγόριθμους για τον έντοπισμό των όρίων των πνευμόνων, την ανάδειξη μικρών όγκιδίων, την άκτινενευση ύπόπτων όγκιδίων με βάση μορφολογικά κριτήρια, και την έξάλειψη θορύβου. Τα άποτελέσματα της ψηφιακής έπεξεργασίας μπορούν να ύπηρετήσουν τον άκτινολόγο/όγκολόγο κατά τη διάρκεια «ζωντανής» — on line — καθοδηγούμενης περαιτέρω ανάδειξεως των ύπόπτων περιοχών, ή να εισέλθουν στην αυτόνομη ταξινόμηση από εκπαιδευμένα νευρωνικά δίκτυα.

Σε έργαστηριακές δοκιμές, με περιορισμένο πάντα άριθμό και με περιορισμένη ποικιλία δειγμάτων, το σύστημα Ίπποκράτης-πν εξακολουθεϊ να παρέχει άκόμη ένα μη-άνεκτο ποσοστό ψευδο-θετικών (False Positive, FP) διαγνώσεων (αυτών που δείχνουν καρκίνο που δέν ύπάρχει), σε άριθμό το λιγότερο δύο ψευδο-θετικών κατά άκτινογραφία σε αντίστοιχο έπίπεδο εύαισθησίας (True Positive, TP) 80%.

Ό περιορισμός του άριθμού των ψευδο-θετικών ένδειξεων είναι σήμερα στο στόχαστρο των προσπαθειών μας με νέους, περισσότερο εύρωστους, άλγόριθμους έπεξεργασίας των δεδομένων της άκτινογραφίας και ταξινομήσεως των ύπόπτων



Εικόνα 3.

- Ταξινόμηση υπόπτων περιοχών ογκιδίων
- Αλεικόνιση ταξινομημένων περιοχών
- Παρουσίαση δεικτών νευρικής επεξεργασίας

περιοχῶν ἀπὸ ἐκπαιδευόμενα τεχνητὰ νευρωνικὰ δίκτυα. Ὅπως δείχνεται στὴν Εἰκόνα 2, ἓνα τέταρτο ἐπίπεδο διαγνωστικῆς δραστηριότητας σχεδιάζεται τώρα, μὲ τὴν προσθήκη μιᾶς Βάσεως Ἐμπείρων Γνώσεων, ἡ ὁποία ἀποβλέπει στὴ βελτίωση τῆς διαγνωστικῆς ἀποδόσεως καὶ ἀξιοπιστίας τοῦ συστήματος. Σὲ περιπτώσεις ἀμφιβόλων διαγνώσεων, ποὺ ἐμπίπτουν στὶς «γκρίζες» περιοχὲς πιθανοτήτων καὶ ἔχουν χαμηλὸ δείκτη ἐμπιστοσύνης, ἡ Βάση Ἐμπείρων Γνώσεων θὰ μπορεῖ νὰ ἀξιολογήσει ἐργαστηριακὲς, κλινικὲς ἢ ἄλλες πληροφορίες ποὺ θὰ κριθοῦν χρήσιμες, σὲ συνδυασμὸ μὲ προηγούμενες διαγνώσεις τοῦ Ἴπποκράτη-πν, βάσει κανόνων εἰδικῶν ἐμπειρογνωμόνων ἰατρῶν, καὶ θὰ παρέχει ὑποδείξεις γιὰ περαιτέρω παρακολούθηση καὶ ἐνδεχόμενη δράση, κατὰ περίπτωση.

Ὅπως φαίνεται στὸ ἔνθετο κομμάτι, στὸ σημεῖο αὐτὸ ἔλαβε χώρα προβολὴ «ζωντανῆς» ἐπεξεργασίας ἀκτινογραφίας θώρακος ἀπὸ τὰ προγράμματα τοῦ διαγνωστικοῦ συστήματος Ἴπποκράτης-πν, τὸ ὁποῖο ἀναπτύχθηκε στὸ Ἐργαστήριό μας. Ἐνδεικτικὰ παραθέτουμε στὴν Εἰκόνα 3 τὴν παράσταση τῆς ὁθόνης τοῦ Ἴπποκράτης-πν, ὅπου ἐκτίθενται οἱ διαγνωστικοὶ δείκτες τοῦ συγκεκριμένου παραδείγματος καθὼς καὶ τὰ ἐργαλεῖα διαχειρίσεως καὶ ἐπεξεργασίας τῆς ἀκτινογραφίας.

Στὴν ἐπίδειξη ποὺ ἀκολουθεῖ, ὁ συνεργάτης μου κ. Ι. Κοσιώρης θὰ ἐξηγήσει τὰ τρία ἐπίπεδα λειτουργίας τοῦ διαγνωστικοῦ συστήματος Ἴπποκράτης-πν.

(φῶτα χαμηλά)

(Κοσιώτης: Ζωντανὴ ἐπίδειξη Ἴπποκράτη-πν μὲ σχόλια ----)

(φῶτα δυνατὰ)

Μέχρι τώρα οἱ διαγνωστικοὶ ἀλγόριθμοι δὲν ἔχουν δοκιμαστεῖ σὲ εὐρεία κλίμακα. Ἐλπίζουμε πὼς στὸ ἐγγὺς μέλλον τὸ σύστημα Ἴπποκράτης-πν, σὲ μορφή ὁλοκληρωμένου διαγνωστικοῦ σταθμοῦ, θὰ ὑποστεῖ δοκιμὲς πεδίου σὲ διάφορα νοσοκομεῖα, διαγνωστικὰ κέντρα, καὶ περιφερειακὰ κέντρα ὑγείας, ὥστε νὰ προσαρμοστεῖ, μὲ κατάλληλες ρυθμίσεις, στὶς ἀνάγκες τῶν χρηστῶν καὶ τῶν ἀκτινολόγων καὶ ὀγκολόγων ἰατρῶν. Πρέπει νὰ σημειώσουμε ἐδῶ ὅτι ἡ ὅλη προσπάθεια μέχρι σήμερα γίνεται μὲ περιορισμένα μέσα καὶ μὲ πολὺ περιορισμένη χρηματοδότηση, ποὺ προῆλθε κυρίως ἀπὸ τὴν Ἀκαδημία καὶ τὸ Ἴδρυμα Ἰέων Λεμόν. Ἀποβλέπουμε σὲ ἰκανὴ χρηματοδότηση τοῦ Προγράμματος Δοκιμῶν Πεδίου, τὸ ὁποῖο θὰ ἀποτελέσει ἕως τὴν τελικὴ φάση ὁλοκληρώσεως τοῦ πρῶτου φορητοῦ προτύπου τοῦ Ἴπποκράτη-πν, πρὶν τὴν ἐφαρμογὴ του σὲ Πρόγραμμα Προληπτικῆς Ἰατρικῆς. Νὰ σημειώσουμε ἐδῶ ὅτι τὸ Δημόσιο Πρόγραμμα Προληπτικῆς Διαγνώσεως τοῦ Καρκίνου τῶν Πνευ-



μόνων θα λειτουργήσει και μέσω του Δικτύου Τηλε-ιατρικής σε συνδυασμό με ειδικές ομάδες εμπειρογνομόνων σε κεντρικά νοσοκομεία.

### 3B. Έγκαιρη Διάγνωση του Καρκίνου του Μαστού

Θά τελειώσουμε τη σημερινή παρουσίαση με μιὰ σύντομη αναφορά στην έρευνα σχετικά με την έγκαιρη διάγνωση του καρκίνου του μαστού. Ο καρκίνος του μαστού είναι μιὰ προοδευτική ασθένεια, ή όποια εξελίσσεται μέσω φάσεων κυτταρικής αναστροφής διαφοροποιήσεως, δηλαδή πρὸς πλέον ἀρχέγονους τύπους και με ταχὺ αὐξητικό πολλαπλασιασμό.

Ο καρκίνος του μαστού κατατάσσεται σήμερα ὡς ή δεύτερη αἰτία καρκινογόνου θνησιμότητας στον γυναικεῖο πληθυσμό μετὰ τὸν καρκίνο τῶν πνευμόνων. Ὑπολογίζεται ὅτι περίπου 150.000 νέες περιπτώσεις καρκίνου του μαστού ἐντοπίζονται κάθε χρόνο μόνο στις ΗΠΑ, πράγμα που σημαίνει ὅτι θά προσβάλει μιὰ στις ἑννέα γυναῖκες στη διάρκεια τῆς ζωῆς των. Ἀκόμα, 44.000 θάνατοι προξενούνται ἐτησίως ἀπὸ τὸν ἴδιο καρκίνο μόνο στις ΗΠΑ, και οἱ ἀριθμοὶ αὐτοὶ δείχνουν σαφῆ ἀνοδική πορεία. Δὲν θά ἀναλώσω περισσότερο τὸν χρόνο που ἔχουμε στη διάθεσή μας με ἀναφορὲς σὲ ἐντυπωσιακὲς στατιστικὲς προσβολῆς και θνησιμότητας ἀπὸ καρκίνο, ὅπως τὸ πολὺ πρόσφατο σῆμα κινδύνου τῆς Παγκόσμιας Ὁργανώσεως Ὑγείας (WHO) για σχεδὸν ἐπιδημική ἐπερχόμενη ἐξάπλωση διαφόρων μορφῶν καρκίνου. Πρέπει κανεὶς νὰ ἀξιολογεῖ τις στατιστικὲς προβλέψεις με προσοχή σὲ παράγοντες, ὅπως εἶναι ή ηλικία, τὸ οἰκογενειακὸ ἱατρικὸ ἱστορικὸ, ή διατροφή και ἄλλοι σχετικοὶ παράγοντες. Για τὴν ἐπάρατη αὐτὴ ασθένεια θά πρέπει νὰ ἀναζητεῖται καθαρὴ πληροφόρηση και συμβουλή ἀπὸ τὸν σχετικὸ ἱατρό. Ἡ θολούρα τῶν μπερδεμένων μηνυμάτων στην περίπτωση τῆς προληπτικῆς ἐξετάσεως τῶν γυναικῶν για τὸν ἐγκαιρο ἐντοπισμό τυχόν ἐμφανίσεως καρκίνου του μαστού, εἰδικότερα τῶν μηνυμάτων που προέρχονται ἀπὸ τις ΗΠΑ, ἔχουν συχνὰ τὴν ὁσμὴ ἐπαγγελματικῶν και πολιτικῶν σκοπιμοτήτων.

Ἐπιθυμῶ νὰ ἀναφερθῶ με λίγα λόγια στην ἀνάγκη ἀποκρυπτογραφήσεως τέτοιων στατιστικῶν διαγγελμάτων. Κατὰ πόσον ἕνας ἰδιώτης πρέπει νὰ θεωρήσει ὅτι ὑπόκειται στις προβλέψεις κάποιας στατιστικῆς μελέτης, ἐξαρτᾶται πολὺ ἀπὸ τὸν καθορισμό και τὴν κατανόηση τῶν συνθηκῶν που ἰσχύουν στη συλλογή τῶν στοιχείων, στὰ ὅποια στηρίζεται ή στατιστικὴ πρόβλεψη.

Μόλις πρὶν λίγους μῆνες, ή American Cancer Society ἄλλαξε θέση και προτείνει τώρα ἐτήσιες διαγνωστικὲς ἐξετάσεις, ἀντὶ τῶν ἐξαμηνιαίων τις ὅποιες εἶχε συστήσει στο παρελθόν. Ἀπὸ κοντὰ και τὸ Ἐθνικὸ Ἰνστιτούτο Καρκίνου τῶν ΗΠΑ

(NCI), τὸ ὁποῖο τώρα συστήνει αὐτοματοποιημένες διαγνωστικές ἐξετάσεις κάθε ἓνα ἢ δύο χρόνια, καὶ τὸ ἀντίστοιχο Ἐθνικὸ Ἰνστιτοῦτο Ὑγείας (NIH), τὸ ὁποῖο πρόσφατα συμπεραίνει ὅτι οἱ γυναῖκες πρέπει νὰ ἀποφασίζουν μὲ βᾶση τὰ δικά τους προσωπικά δεδομένα, καὶ μὲ ἢ χωρὶς τὴ βοήθεια τοῦ σχετικοῦ ἱατροῦ.

Γιατὶ αὐτὴ ἡ ἀσυμφωνία, ἀφοῦ καὶ οἱ τρεῖς ὀργανισμοὶ ὑγείας ποὺ προαναφέραμε βασίζουν τις ὑποδείξεις τους στὴν ἴδια βᾶση δεδομένων; Εἶναι ἀναμφισβήτητο ὅτι τακτικὲς μαστογραφίες γιὰ γυναῖκες ἄνω τῶν 40 ἢ 50 ἐτῶν σώζουν ζωές. Δὲν εἶναι ὅμως ξεκάθαρο ἂν τὸ ἴδιο ἰσχύει γιὰ νεότερες ἡλικίες. Ἴσως μοῦ πεῖτε: «γιατὶ νὰ μὴν ἀποφύγουμε τὸν κίνδυνο μὲ συχνὲς μαστογραφίες, ἂν τὸ θέμα εἶναι μόνον οἰκονομικό;» Ἡ ἀπάντηση ἀφορᾷ σὲ πλέγμα ἐπιχειρημάτων, ποὺ τὰ περισσότερα ὀφείλονται στὴν παρατεινόμενη χαμηλὴ ἀπόδοση καὶ ἀξιοπιστία τῶν διαγνωστικῶν ἐξετάσεων. Ψευδο-θετικὲς διαγνώσεις (ὅταν ἡ ἐξέταση δείχνει καρκίνο ποὺ δὲν ὑπάρχει), καὶ ψευδο-αρνητικὲς διαγνώσεις (τὸ ἀντίθετο), εἶναι συνήθεις, περισσότερο στὶς νέες γυναῖκες οἱ ὁποῖες ἔχουν πυκνὰ στήθη ποὺ καθιστοῦν τὴ μαστογραφία πιὸ δυσκολοδιάβαστη. Τὰ ψευδο-θετικὰ (FPs) ὀδηγοῦν σὲ περισσότερες ἐξετάσεις καὶ συχνὰ σὲ ὀδυνηρὲς καὶ περιττὲς βιοψίες, ἀκόμη καὶ σὲ ἐγχειρήσεις, καὶ σχεδὸν πάντοτε σὲ ψυχικὸ καὶ συναισθηματικὸ τραῦμα. Ὅσο πιὸ συχνὰ ἐξετάζεται μιὰ νέα γυναίκα, τόσο περισσότερο ἐνδεχόμενο εἶναι νὰ ὑποστῆ κάποια ἀνώφελη καὶ ἀχρείαστη ἐπέμβαση.

Ἀλλά, καὶ τὰ ψευδο-αρνητικὰ (FNs) εἶναι ἐπικίνδυνα, γιατί συχνὰ ὑποβάλλουν μιὰ ψεύτικη αἰσθησὴ ἀσφάλειας, ἢ ὁποῖα μπορεῖ νὰ ἀποδώσει στὴ γυναίκα μιὰ στάση ὀκνηρίας σχετικὰ μὲ σημαντικὲς καὶ ἀναγκαῖες προληπτικὲς ἐνέργειες καὶ ἱατρικὲς ἐξετάσεις. Πρέπει νὰ σημειωθεῖ ἐδῶ ὅτι σὲ γυναῖκες στὰ 40 τους, ἰκανὸ ποσοστὸ τῶν καρκίνων δὲν ἀνιχνεύονται στὴ μαστογραφία.

Ἄν ἔτσι εἶναι τὰ πράγματα, γιατί οἱ μεγάλοι ὀργανισμοὶ ὑγείας προωθοῦν καθολικὲς συστάσεις γιὰ ἐτήσια ἢ ἐξαμηνιαία διαγνωστικὴ ἐξέταση; Φαίνεται πὼς ὁ καρκίνος τοῦ μαστοῦ εἶναι μιὰ ἀσθένεια στὴν ὁποῖα παίζονται πολιτικὲς ἀπὸ προμηθευτὲς ὑγείας, ἀπὸ ὀργανώσεις γυναικῶν ποὺ ἀπαιτοῦν ἀπὸ τοὺς ἀσφαλιστικούς ὀργανισμοὺς νὰ συμπεριλάβουν γενικὴ καὶ ὁμοιόμορφη διαγνωστικὴ ἐξέταση ὅλων τῶν γυναικῶν, ἀπὸ ἐταιρεῖες ἱατρικῆς ἀσφάλισης καὶ ἀπὸ πολιτικούς. Φαίνεται ὅτι χρειάζεται πιὸ ξεκάθαρη σχετικὴ πληροφόρηση, τακτικὴ διαγνωστικὴ ἐξέταση καὶ παρακολούθηση τῶν εἰδικῶν ὁμάδων κινδύνου, ὅπως οἱ γυναῖκες μὲ οἰκογενειακὴ ἱστορία καρκίνου τοῦ μαστοῦ, καὶ σύσταση στὶς ἄλλες γυναῖκες, ἰδιαιτέρα ἄνω τῶν 40 ἐτῶν, νὰ ἀκολουθοῦν διαγνωστικὸ πρόγραμμα βασισμένο στὰ προσωπικά τους δεδομένα καὶ στὴ συμβουλὴ εἰδικοῦ ἱατροῦ, ὅπως συστήνει τὸ Ἐθνικὸ Ἰνστιτοῦτο Ὑγείας (NIH) τῶν ΗΠΑ.

Ἡ ἔγκαιρη διάγνωση ἀποτελεῖ σήμερα τὸ ἀποτελεσματικότερο μέσο γιὰ τὴν



πρόληψη θανάτου από καρκίνο του μαστού, και είναι γεγονός ότι η ακτινογραφική εξέταση από ειδικό ιατρό συμβάλλει στην πλέον αποτελεσματική μέθοδο έγκαιρης διαγνώσεως. Την αρχή αυτή επιβεβαίωσε το Έθνικό Ίνστιτούτο Καρκίνου (NCI) των ΗΠΑ, το οποίο θεωρεί την καθιέρωση σε ευρεία κλίμακα διαγνωστικής εξέτασεως διαφόρων κατηγοριών γυναικών για τον καρκίνο του μαστού ως μία από τις μεγαλύτερες προτεραιότητες Προγράμματος Προληπτικής Ίατρικής για το έτος 2000. Ένδεικτικά πρέπει να σημειωθεί πως μόνο ένα πολύ μικρό ποσοστό (15-30%) των βιοψιών που συνιστώνται λόγω ύποψιας κακοήθους μη-ψηλαφητού όγκου, με βάση μόνο την εμπειρική εξέταση από έναν ακτινολόγο, αποδεικνύονται θετικές. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι μια δεύτερη ανάγνωση της μαστογραφίας αυξάνει τον αριθμό των ανιχνευόμενων καρκίνων κατά 5 με 15%.

Να σημειωθεί ότι περίπου 30% των πιστοποιημένων θετικών διαγνώσεων καρκίνου του μαστού βρίσκονται σε προχωρημένο στάδιο (NCI). Το κόστος θεραπείας καρκίνου σε προχωρημένο στάδιο είναι δέκα φορές μεγαλύτερο από το κόστος θεραπείας πρώιμου καρκίνου, του οποίου η δεκαετής πρόγνωση επιβίωσης είναι, σε σύγκριση, τριπλασία (ACS).

Στην ακτινογραφική εξέταση αναζητούνται δύο μορφές καρκίνου, τα πρώιμα στάδια των *μικροαποπιτανώσεων*, και η μετέπειτα ανάπτυξη καρκινικών μαζών (όζιδίων).

### 3B.1. Διάγνωση Καρκινικών Μαζών: «Ίπποκράτης-μστ»

Το διαγνωστικό σύστημα Ίπποκράτης-μστ αποβλέπει στον εντοπισμό των υπόπτων περιοχών, οι οποίες ίσως έχουν παραβλεφθεί κατά την εμπειρική εξέταση. Λειτουργεί, δηλαδή, σαν ένα είδος *όρθογράφου κειμένου*, που επισύρει την προσοχή του ακτινολόγου ως δεύτερη γνώμη. Φιλοδοξεί να παρέχει στον ακτινολόγο αυξημένη παραγωγικότητα, υποστήριξη δεύτερης γνώμης, συνέπεια διασφάλισης ποιότητας, μείωση του κόστους θεραπείας, και μείωση τυχόν νομικών επιπλοκών.

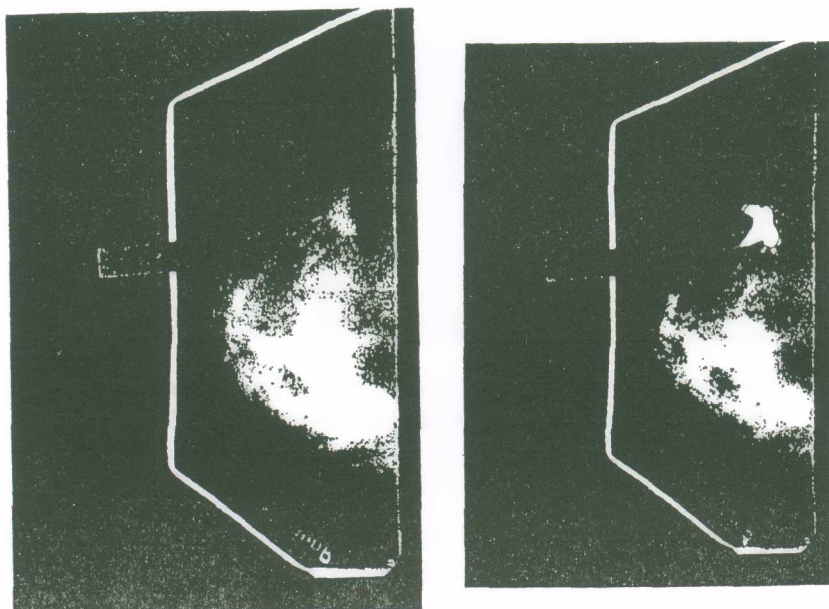
Ο Ίπποκράτης-μστ θα είναι ένας ολοκληρωμένος, κατά το δυνατό φορητός, διαγνωστικός σταθμός, αποτελούμενος από τον ψηφιοποιητή λαϊτζερ, τη μονάδα επεξεργασίας και την οθόνη.

Η αυτόματη ανίχνευση των όζιδίων του μαστού είναι δύσκολη εξ αιτίας της όπτικής μεταβλητότητας του φυσιολογικού ιστού του μαστού, των περιορισμών στη διακριτική ικανότητα (resolution) των οπτικών μέσων, και λόγω της άνομομορφίας της φωτεινότητας του θορύβου, που χαρακτηρίζουν τη μαστογραφική απεικόνιση.



Τὸ πολὺ σοβαρὸ θέμα τῆς τυποποιήσεως τῆς ἀκτινογραφικῆς διαδικασίας θὰ ἔπρεπε νὰ συζητηθεῖ ἀπὸ τοὺς εἰδικούς σὲ χωριστὴ συνάντηση.

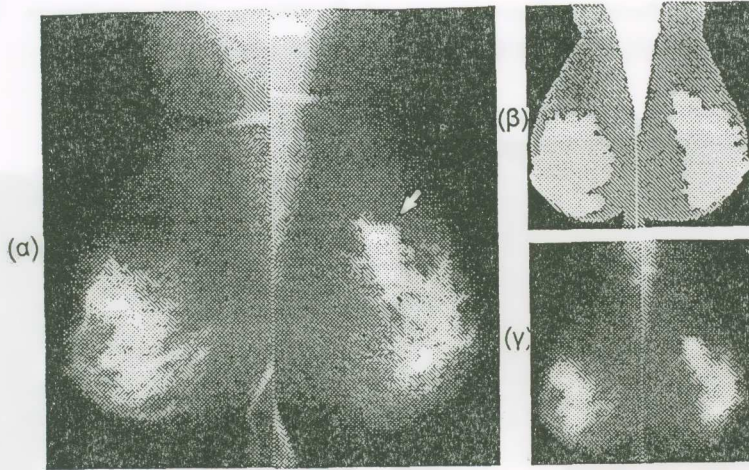
Ἡ κατηγορία τῶν «περιγεγραμμένων κακώσεων», αὐτῶν ποὺ χαρακτηρίζονται καὶ ὡς «ὄγκοι», περιλαμβάνει τὰ ἰνοαδενώματα, τὶς κύστεις, καὶ τὰ καρκινικὰ ὀζίδια. Στὴν περίπτωση τῶν περιγεγραμμένων κακώσεων περιλαμβάνονται καὶ οἱ ὄγκοι χαρακτηριστικοῦ ἀκιδωτοῦ σχήματος, γνωστοὶ ὡς «ἀστεροειδεῖς κακώσεις». Τὸν ἐντοπισμὸ ἀστεροειδοῦς ὄγκου μὲ ψηφιακὴ ἐπεξεργασία δείχνει ἡ Εἰκόνα 4.



Εἰκόνα 4. Ἀστεροειδῆς ὄγκος: (α) ἀρχικὴ εἰκόνα, (β) ἐπεξεργασμένη εἰκόνα (segmented).

Οἱ ἀστεροειδεῖς εἶναι οἱ πλέον δυσδιάκριτοι, περίπλοκοι καὶ ποικιλόμορφοι ὄγκοι, ὥστε νὰ ἀποτελοῦν τὶς πλέον δύσκολες περιπτώσεις ἀνίχνεύσεως ὀζιδίων. Ἡ διάγνωση τῶν ἀστεροειδῶν κακώσεων εἶναι ιδιαίτερα σημαντικὴ λόγω τοῦ γεγονότος ὅτι ἡ πλειοψηφία τῶν ὄγκο-καρκινωμάτων τοῦ μαστοῦ προδίδονται ἐνωρὶς ἀπὸ ἀστεροειδεῖς κακώσεις, οἱ ὁποῖες εἶναι κακοήθεις τόσο συχνά, ὥστε μόνον σὲ σπάνια περίπτωση δὲν ἀπαιτοῦν ἄμεση βιοψία. Γιὰ τὴν αὐτόματη ἀνίχνευση καὶ ἀνάλυση τῶν ἀστεροειδῶν κακώσεων δίδεται ιδιαίτερη προσοχὴ στὰ διακριτικὰ χαρακτηριστικὰ των, ἐκεῖνα τὰ ὁποῖα εἶναι δυνατὸ νὰ ἐπιτρέψουν τὴν ἀναγνώρισή των. Πολλοὶ ἀλγόριθμοι ποὺ συχνὰ χρησιμοποιοῦνται γιὰ τὴν ψηφιακὴ ἀνίχνευση ἀστεροειδῶν σὲ μα-

στογραφία, αλλά και πού συχνά άμφισβητοϋνται, βασίζονται στην άσυμμετρία πού παρατηρεΐται μεταξύ τών λοξών μεσοπλάγιων (mediolateral oblique-MLO) άκτινογραφικών ύψων του άριστερου και του δεξιου μαστου, όπως δειγματοληπτικά παρατηρεΐται στην Εικόνα 5.

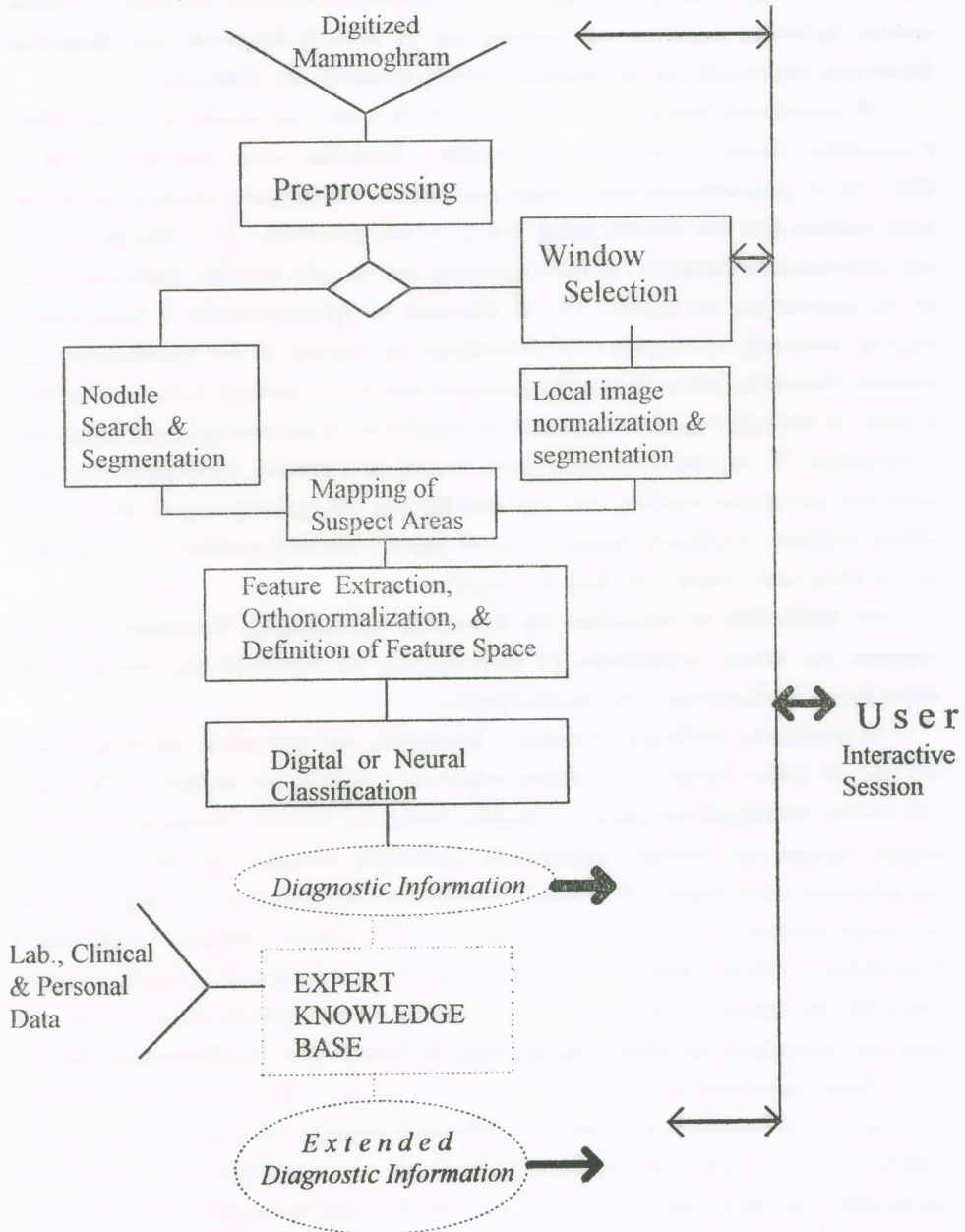


Εικόνα 5. Αυτόματη άνίχνευση άσυμμετρίας με άναφορά σε άνατομικά γνωρίσματα. (α) Ή άνωμαλία σημαδεϋεται με τó βέλος, (β) σε μελέτη σχήματος, (γ) σε μελέτη πυκνότητας.

Ή μεθοδολογία πού άκολουθοϋμε στην περίπτωση διαγνώσεως καρκινικών μαστων με τó διαγνωστικό σύστημα Ήποκράτης-μστ εΐναι περίπου ή ΐδια με τή μεθοδολογία και τήν τεχνολογία πού άκολουθήσαμε στην άνάπτυξη του αυτόματου διαγνωστικού συστήματος του καρκίνου τών πνευμόνων (Ήποκράτης-πν), όπως δείχνει ή Εικόνα 6. Ή ΐδιαιτερότητα τής έκάστοτε έρευνητικής προσπάθειας βρίσκεται στην εύρεση και άνάπτυξη τών ισχυρών άλγορίθμων οι όποιοι θά ύλοποιήσουν άποδοτικά τή μεθοδολογία αϋτή. Ή ένδιαφερόμενος άναγνώστης παραπέμπεται στα Πρακτικά τής Άκαδημίας Άθηνων, τόμος 70, (16-11-95) για περισσότερες λεπτομέρειες [2].

### 3B.2. Διάγνωση Μικροαποτιτανώσεων

Ή άλλη κατηγορία τών μορφών του καρκίνου του μαστου σε μαστογραφίες άφορα τις «μικροαποτιτανώσεις-microcalcifications», πού εΐναι μικροσκοπικά ψήγματα άσβεστωμάτων. Ή άνίχνευση καρκίνου του μαστου πού παρακινεΐται άπό έντοπισμό μικροαποτιτανώσεων βασΐζεται σε δύσκολη διαφορική άνάλυση μεγάλης



Εικόνα 6.



ἀκριβείας. Ἡ παρουσία ομάδας καρκινικῶν μικροαποτιτανώσεων ἀποτελεῖ τὴν πλέον πρῶμην ἐμφάνιση καρκίνου τοῦ μαστοῦ, καὶ γι' αὐτὸ ἡ διάγνωσή τους θεωρεῖται ἐξαιρετικὰ σημαντικὴ γιὰ τὴν ἀποτελεσματικὴ θεραπεία τῆς ἀσθένειας.

Οἱ μικροαποτιτανώσεις ἐντοπίζονται δύσκολα, καὶ ταξινομοῦνται σὲ καλοήθεις ἢ κακοήθεις ἀκόμα πιὸ δύσκολα. Οἱ συνήθεις δυσκολίες στὸν ἐντοπισμὸ εἶναι οἱ ἑξῆς: (1) οἱ μικροαποτιτανώσεις εἶναι πολὺ μικρὰ ἀντικείμενα, μέσης τιμῆς διαμέτρου περίπου ἀπὸ ἓνα εἰκοστὸ μέχρι ἓνα τρίτο τοῦ χιλιοστοῦ. (2) Ὁ θόρυβος φόντου ποὺ ἀναπόφευκτα περιέχουν οἱ ἀκτινογραφίες, καὶ τὸ πολὺ ἰστώδες (textured) φόντο τῆς φυσιολογίας τοῦ μαστοῦ. (3) Ἡ ἀδυναμία νὰ χρησιμοποιηθεῖ ἡ δοκιμασμένη τεχνικὴ ἀποκοπῆς τοῦ θορύβου καὶ ἀναδείξεως τῆς εἰκόνας μὲ τὸν προσδιορισμὸ κατωφλίου ἀποκοπῆς, λόγω τῆς μεγάλης ἀνομοιογένειας τῆς φωτεινότητος τοῦ θορύβου, ἡ ὁποία σὲ περιοχὲς τῆς εἰκόνας μπορεῖ νὰ ὑπερβαίνει τὴ φωτεινότητα τῶν μικροαποτιτανώσεων. Ἡ τεχνικὴ αὐτὴ καθίσταται δυνατὴ μόνο τοπικά, μὲ δυναμικὴ προσαρμογὴ τοῦ κατωφλίου συνήθως ὑπὸ τὴν καθοδήγησιν τοῦ χρήστη-ιατροῦ. (4) Οἱ πολὺ μικρὲς μικροαποτιτανώσεις παρέχουν συχνὰ χαμηλὴ φωτεινὴ ἀντίθεση, ἡ ὁποία μπορεῖ νὰ εἶναι πολὺ κοντὰ στὸ ὄριο τοῦ θορύβου.

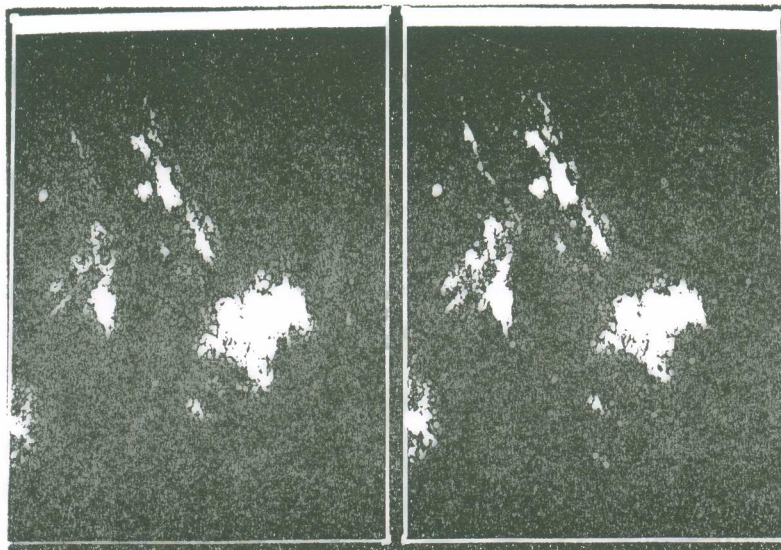
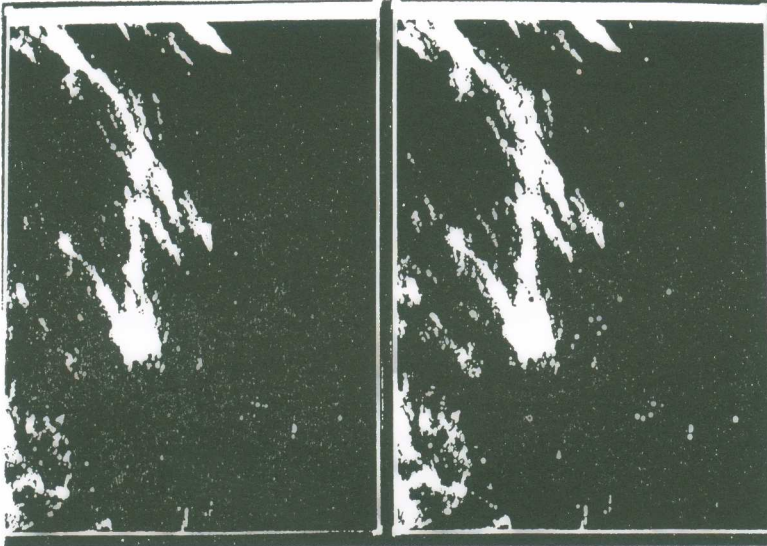
Θὰ ἤθελα ἐδῶ νὰ σημειώσω τὶς δυσκολίες τῆς ἔγκαιρης διαγνώσεως καὶ τὴ σημασία τῆς στενῆς συνεργασίας μὲ ἀκτινολόγους γιὰ τὴν ἀνάπτυξιν ἐπιτυχημένων ἀλγορίθμων ἐπεξεργασίας τῆς μαστογραφίας.

Ὁ κωπήρειος σύνδεσμος (Cooper's ligament), ποὺ γεφυρώνει τὴν ἐπιφανειακὴ καὶ τὴν σὲ βάθος θωρακικὴ ἐγκάρσια περιτονία, παρέχει τὸν σκελετὸ κατὰ μῆκος τοῦ ὁποίου ὑποστηρίζεται χαλαρὰ ὁ μυώδης ἰστὸς τοῦ μαστοῦ. Ἀνάμεσα στὶς πολὺμορφες σχηματικὰς κυψέλες, μεταβλητὰς ποσότητες λιπαρῶν καὶ ἀδενικῶν ἰστῶν κατανέμονται κατὰ μῆκος τοῦ κωπήρειου συνδέσμου, δίνοντας ἔτσι στὴ μαστογραφία τὴ χαρακτηριστικὴ ὄψη ὀστρακογραφίας. Ἄν δὲν ὑπάρχει ἱστορικὸ τραύματος ἢ ἐγχειρήσεως, εὐθεῖες γραμμὲς καὶ ἐξογκώσεις, ἢ κυρτὰ (convex) περιγράμματα, τὰ ὁποῖα δὲν θὰ πρέπει νὰ παρατηροῦνται στοὺς ἰστούς τοῦ φυσιολογικοῦ μαστοῦ, θέτουν τὸν ἀκτινολόγο σὲ ἐπιφυλακὴ ὡς πρὸς τὴ δυνατότητα ὑποβόσκουσας ἀνωμαλίας. Χαρακτηριστικὰ εἶναι οἱ δυσκολίες στὴν ἀνίχνευση τῆς περιοχῆς ὑπὸ τὴν θηλή τοῦ μαστοῦ (τὴν subareolar area), τὴν ἐνδιάμεση περιοχὴ τοῦ μαστοῦ στὴν cranio-caudal ὄψη (CC view), καὶ τῆς ἀδενικῆς περιοχῆς — τὴν retroglandular area — σὲ ἀμφότερες, τὴν MLO καὶ τὴν CC, ὅψεις — μὲ ἰδιαίτερη προσοχὴ τὴν ἐπαφὴ (interface) μεταξὺ ἀδενικῆς καὶ λιπαρῆς περιοχῆς. Σὲ περιπτώσεις ὑποψίας, ὁ ἀκτινολόγος μπορεῖ νὰ συστήσῃ πρόσθετες ἐξετάσεις μὲ σημειακὴ συμπίεση (spot compression), ὑπερηχογράφημα, ἢ ἐπαναληπτικὴ ἐξέταση. Ἡ ὑποστήριξις τοῦ ἀκτινολόγου ἢ τοῦ ὀγκολόγου ἱατροῦ ἀπὸ ψηφιακὸ σύστημα ἐπεξεργασίας τῆς ἀπεικονίσεως, ἀνι-

Κανονικοποίηση



Ανάδειξη εικόνας



Εικόνα 7. Μαστογραφίες με μικροαποτιτανώσεις που εντοπίζονται κατά τη διάρκεια άνιχνεύσεως, πριν το διαμερισμό (segmentation).



χνεύσεως και διαγνωσεως είναι σημαντική, και ίσως κρίσιμη, σε περιπτώσεις δύσκολης διαγνωσεως.

Δέν είναι στίς προθέσεις μας να υποκαταστήσουμε τους ειδικούς ακτινολόγους στην ανάλυση τής μαστογραφίας. Έπιθυμούμε, όμως, να τονίσουμε την ανάγκη τής στενής συνεργασίας που πρέπει να υπάρχει μεταξύ των σχεδιαστών των ψηφιακών διαγνωστικών συστημάτων και των ειδικών ακτινολόγων/όγκολόγων ιατρών για την ανάπτυξη διαδικασιών και μέσων αποδοτικής και αξιόπιστης διαγνωσεως του καρκίνου του μαστού.

Η Εικόνα 7 δείχνει παραδείγματα μικροαποτιτανώσεων που ανιχνεύονται κατά τη διάρκεια τής ανάδειξεως τής εικόνας.

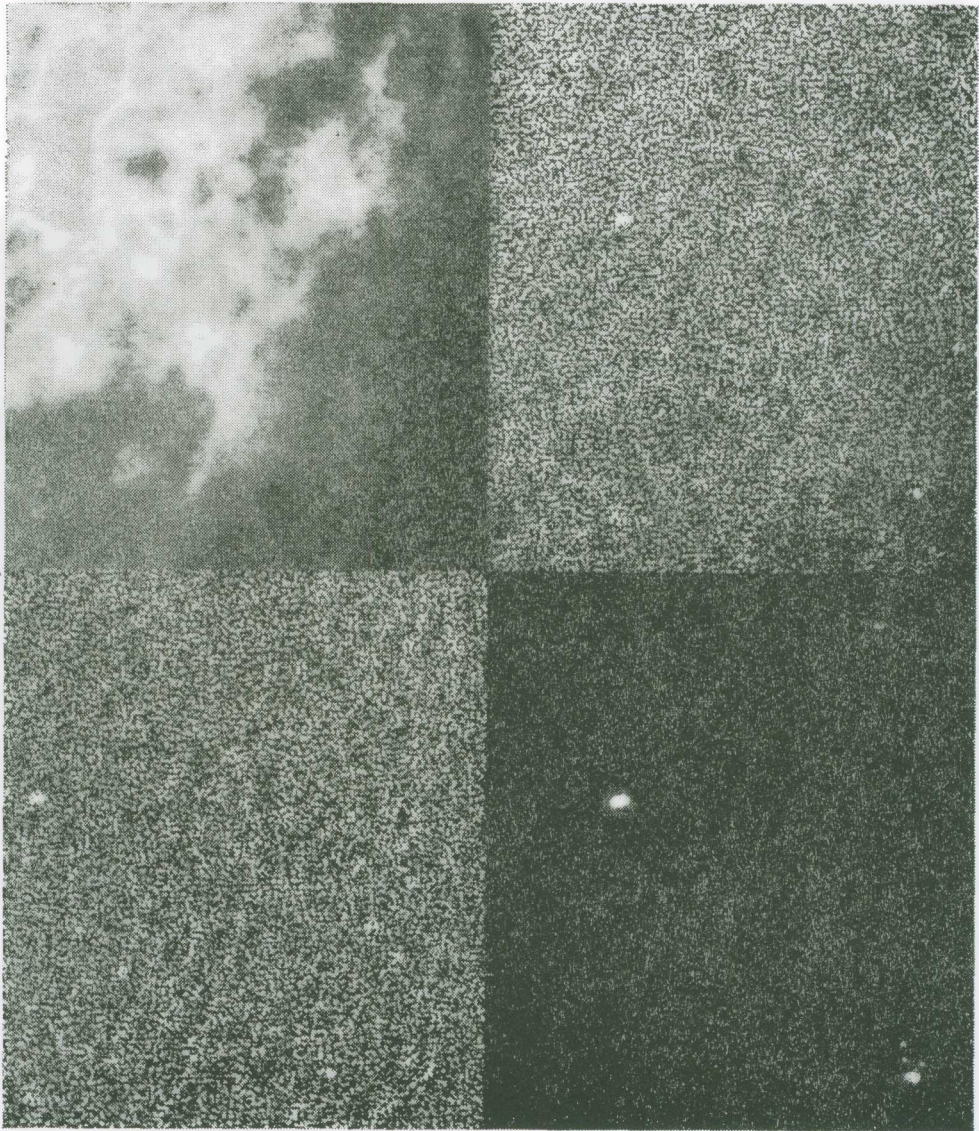
Η ταξινόμηση των μικροαποτιτανώσεων σε καλοήθεις και κακοήθεις δύναται να γίνει πιο αποτελεσματική και αποδοτική αν οι αποτιτανώσεις μπορούν να εντοπιστούν *εγκαιρα* από ένα σύστημα ψηφιακής επεξεργασίας τής ακτινογραφίας, αν μάλιστα το αυτόματο σύστημα εντοπισμού καθοδηγείται με *άλληλεπίδραση* (δηλαδή *interactively*) από τον ακτινολόγο/όγκολόγο.

### 3B.3. *Άστροδιάγνωση μικροαποτιτανώσεων του μαστού: «Προγράμματα Έπεξεργασίας Άστρονομικών Εικόνων βοηθούν τη Διάγνωση του Καρκίνου του Μαστού»*

Πριν κλείσουμε την αποψινή συνάντηση, θα ήθελα να αναφερθώ σε ένα έλπιδοφόρο Πρόγραμμα συνεργατικής έρευνας, το οποίο εδραιώνουμε με άστρονόμους τής ΝΑΣΑ και άστρονόμους του Έθνικου Άστρονομικου Ίνστιτούτου τής Ελλάδας, για την εφαρμογή λογισμικού ανιχνεύσεως μακρινών άστέρων του διαστήματος στον εντοπισμό μικροαποτιτανώσεων σε ψηφιοποιημένες μαστογραφίες. Άστρονόμοι τής ΝΑΣΑ, ασχολούμενοι με την ψηφιακή επεξεργασία και ανάδειξη εικόνων του διαστημικού τηλεσκοπίου ΧΑΜΠΑ ανακάλυψαν τη χρησιμότητα των μεθοδολογιών αυτών στην ανάδειξη μικροαποτιτανώσεων σε μαστογραφίες. Το πρόγραμμα αυτό είναι *έξαιρέτο παράδειγμα μεταφορᾶς τεχνολογίας* από μια επιστημονική περιοχή σε άλλη, που δίνει την *εὐκαιρία* στην ιατρική επιστήμη να *έπωφεληθεί* από τις προόδους τής Πληροφορικής στην τεχνολογία ανιχνεύσεων του διαστήματος.

Στόχος τής συνεργασίας είναι η αυτοματοποίηση του εντοπισμού και τής ταξινόμησης υπόπτων μικροαποτιτανώσεων του μαστού. Άλγοριθμικά έργαλεῖα επεξεργασίας τής μαστογραφίας, που προέρχονται από μετατροπές και *έπεκτάσεις* των άστρονομικών προγραμμάτων *έξερενήσεως* του διαστήματος, θα *ένσωματωθούν* σε *φορητή μονάδα* ως *διαγνωστικά βοηθήματα* του ειδικού, *έμπειρου* ακτινολόγου, για



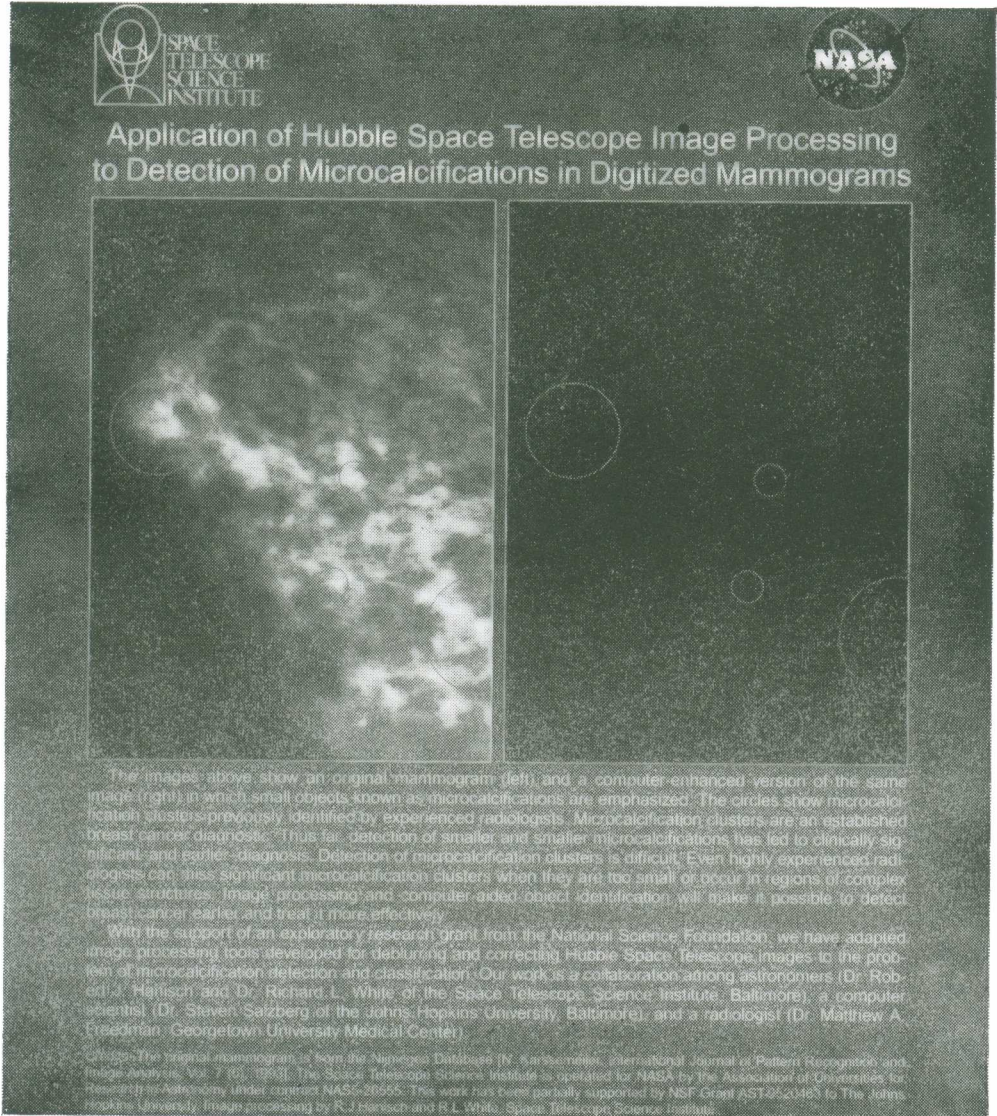


Εικόνα 8.



τήν *ἀνάλυση* καὶ *διάγνωση* δύσκολων περιπτώσεων *ἐγκαιρης ἐντοπίσεως* *μικροαποτιτανώσεων*.

Ἡ *διαδικασία*, ὅπως δείχνει ἡ *Εἰκόνα 8*, περιλαμβάνει *τρία στάδια*. Στὸ *πρῶτο στάδιο* *ἐπεξεργασίας* τοῦ *ψηφιακοῦ ἀρχείου* τῆς *μαστογραφίας* *ἐκτελεῖται* ἡ *γνωστὴ*



Εἰκόνα 9.

διαδικασία «ἀμβλείας ἀποκρύψεως» (unsharp masking), ἡ ὁποία βοηθᾷ στὴν ἀνάδειξη δομῶν μικροῦ μεγέθους, τὸ ἀποτέλεσμα τῆς ὁποίας φαίνεται στὴν Εἰκόνα 8B. Ἀκολουθεῖ τὸ στάδιο τῆς «κανονικοποίησης», δηλαδή τῆς variance normalization, μὲ κατὰ τόπους προσαρμογὴ (fitting) τῶν δεδομένων τοῦ τοπικοῦ θορύβου μὲ παραμετρικὴ συνάρτηση σημείου (δηλαδή μὲ point functions), μὲ ἀποτέλεσμα ποῦ εἰκονογραφεῖται στὴν εἰκόνα 8Γ. Στὸ τελευταῖο στάδιο, γίνεται ἓνα προσαρμοστικὸ φίλτράρισμα (adaptive filtering), τὸ ἀποτέλεσμα τοῦ ὁποίου ἀναδεικνύει τὶς ἀποτιτανώσεις, ὅπως φαίνεται στὴν εἰκόνα 8Δ.

Τὸ συνολικὸ ἀποτέλεσμα τῆς διαδικασίας αὐτῆς ἐπιδεικνύεται ἐπίσης καὶ στὴν Εἰκόνα 9, ὅπου δυσκολοδιάβαστες ἀποτιτανώσεις ποῦ σημειώθηκαν ἐκ τῶν προτέρων ἀπὸ εἰδικὸ ἀκτινολόγο, ἐντοπίστηκαν μεταγενέστερα ἀπὸ τὰ προσαρμοσμένα ἀστρονομικὰ προγράμματα τῆς ΝΑΣΑ. Ἡ ταξινομήση τῶν ἐντοπισμένων μικροαποτιτανώσεων σὲ καλοήθη ἢ κακοήθη γίνεται ἀκολούθως ἀπὸ ἔμπειρο ἀκτινολόγο, ὁ ὁποῖος ὑποστηρίζεται σὲ ζωντανὴ ἐπικοινωνία (interactive, on-line session) ἀπὸ τὸ ψηφιακὸ διαγνωστικὸ σύστημα.

#### ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ ΣΧΟΛΙΑ

Θὰ ἦταν χρήσιμο νὰ τονίσουμε στὸ σημεῖο αὐτὸ ὅτι ἡ μεθοδολογία καὶ ἡ τεχνολογία τὴν ὁποία ἀναπτύσσουμε γιὰ τὴν ἔγκαιρη ἀνίχνευση καὶ διάγνωση τοῦ καρκίνου τῶν πνευμόνων καὶ τοῦ μαστοῦ ἔχει γενικότερη ἀξία ἐφαρμογῆς. Ὡς ἐκ τούτου, οἱ ἀλγόριθμοι καὶ οἱ διαδικασίες ποῦ ἐφαρμόζονται δύνανται νὰ μεταφερθοῦν εὐκόλα στὴ διάγνωση καὶ ἄλλων τύπων καρκίνου. Δυστυχῶς, ὁ περιορισμένος χρόνος καὶ ἡ ἴσως ἐξασθενίζουσα προσοχή σας δὲν μᾶς ἐπιτρέπουν περαιτέρω ἀνάπτυξη τοῦ θέματος. Ἐλπίζω ὅτι σᾶς ἔδωσα μιὰ συνοπτικὴ εἰκόνα τῶν ἐνδιαφερόντων μας, τῶν μέσων ποῦ διαθέτουμε, καὶ τῶν δραστηριοτήτων τοῦ Ἐργαστηρίου Ἐρευνῶν τῆς Πληροφορικῆς Ἐπιστήμης τῆς Ἀκαδημίας Ἀθηνῶν.

Σᾶς εὐχαριστῶ γιὰ τὴν προσοχή σας.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Λιγομενίδης Π. Α., J - S Lin, Y - S Chio u, «Ἐγκαιρὴ Διάγνωση τοῦ Καρκίνου τῶν Πνευμόνων μὲ Ψηφιακὴ-Νευρωνικὴ Τεχνολογία», ΠΑΑ, τόμ. 69, (Τεῦχ. Α') 1994, σελ. 129.



2. Λιγομενίδης, Π. Α., «Έρευνα στην Ψηφιακή-Νευρωνική Έπεξεργασία 'Απλής' Ακτινογραφίας για την Έγκαιρη Διάγνωση του Καρκίνου του Μαστού», ΠΑΑ, τόμ., (Τεύχ. Β') 70, 1995, σελ. 262.
3. Lin J - S, P. A. Ligo men ides et al., «Application of Artificial Neural Networks for Reduction of False-Positive Detections in Digital Chest Radiographs», *Symposium on Applications in Medical Care, SCAMC'93*, Washington DC, Nov. 1-5, 1993.
4. Lin J - S, P. A. Ligo men ides et al., «Application of Neural Networks for Improvement of Lung Nodule Detection in Digital Chest Radiographs» *Proceedings of the World Congress on Neural Networks, WCNN'93*, Portland, Oregon, July 11-15, 1993.
5. Ligo men ides, P. A., «Tools for Experiential Recognition», *Int'l Journal of AI Tools*, World Scientific Publishers, Oct. 1992.
6. Ligo men ides P. A., «Computation and Learning Paradigms for Biologically Inspired Intelligent Computing», *Proc. of Iizuka'92 Conf. on Fuzzy Logic and Neural Networks*, Iizuka, Japan, July 17-22, 1992.
7. Lin J - S, P. A. Ligo men ides et al., «Application of Artificial Neural Networks for Improvement of Lung Nodule Detection», *Proc. of 11th Symposium for Computer Assisted Radiology, S/CAR'92*, Baltimore, MD, June 14-17, 1992.
8. Kilday, J u d y, et al., «Classifying Mammogr. Lesions Using Computerized Image Analysis», *IEEE Tr. Med. Imag*, 12, 4 Dec '93.
9. Yin, F - F, et al., «Computerized Detection of Masses in Dig. Mammograms: Automated Alignment of Breast Images and its effects on Bilat. Subtraction Technique», *Medical Physics*, 21, 3 March '94.
10. Dhawan A. P., et al., «Enhancement of Mammographic Features by Optimal Adaptive Neighborhood Image Processing» *IEEE Trans. Med. Imaging*, 5 : 8-15, 1986.
11. Tabar L., et al., «The Swedish Two Country Trial of Mammographic Screening for Breast Cancer: Recent Results and Calculation of Benefit», *J. Epid. Com. Health*, 43 : 107-114, 1989.
12. Shap i r o S. et al., (Eds), *Periodic Screening for Breast Cancer*, Baltimore, Johns Hopkins Press, 1988.
11. Tabar L. and P. B. Dea n, *Teaching Atlas of Mammography*, Thieme-Straton, New York, 1983.