

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Εφαρμοσμένη Πληροφορική Της Υγείας Και Τηλεϊατρική

Μεταπτυχιακή Διατριβή



**Διάγνωση και Πρόληψη των Παθήσεων του Μαστού με χρήση
μεθόδων Τομογραφικής Απεικόνισης**

Σκεύη Ιωάννου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Ζήνωνας Θεοδοσίου**

Δεκέμβριος, 2019

Ανοικτό Πανεπιστήμιο Κύπρου

Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών

Εφαρμοσμένη Πληροφορική Της Υγείας Και Τηλεϊατρική

Μεταπτυχιακή Διατριβή

**Διάγνωση και Πρόληψη των Παθήσεων του Μαστού με Χρήση
Μεθόδων Τομογραφικής Απεικόνισης**

Σκεύη Ιωάννου

**Επιβλέπων Καθηγητής
Δρ. Ζήνωνας Θεοδοσίου**

Η παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων για απόκτηση μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών στην Εφαρμοσμένη Πληροφορική της Υγείας και Τηλεϊατρική από τη Σχολή Θετικών και Εφαρμοσμένων Επιστημών του Ανοικτού Πανεπιστημίου Κύπρου.

Δεκέμβριος, 2019

Περίληψη

Ο μαστός αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι για μια γυναίκα. Ωστόσο, μπορεί να αναπτύξει παθολογίες οι οποίες πιθανότατα να αναπτυχθούν σε καρκίνο. Παθήσεις οι οποίες δεν συνδέονται με τον καρκίνο είναι οι αναπτυξιακές ανωμαλίες, οι φλεγμονώδες βλάβες όπως η μαστίτιδα, η εκτασία των μαστικών πόρων, η ίνωση του μαστικού λίπους, οι ινοκυστικές αλλαγές του μαστού και το ινοαδένωμα. Από την άλλη οι παθολογίες που σχετίζονται άμεσα με την ανάπτυξη καρκίνου του μαστού είναι η υπερπλασία των πόρων, οι φυλλοειδείς όγκοι του μαστού, η ακτινωτή ουλή και το λοβιακό καρκίνωμα *in situ* – LCIS.

Για την απεικόνιση των παθολογιών του μαστού σημαντικές είναι οι μέθοδοι απεικόνισης της Μαστογραφίας, του Υπερήχου, της Μαγνητικής Τομογραφίας και της μεθόδου Εκπομπής Ποζιτρονίου – PET. Η εξέταση της Μαστογραφίας αποτελεί τη μέθοδο πρόληψης για το καρκίνο του μαστού και συνιστάται ο ετήσιος επανέλεγχος της μετά τα 40. Ο υπέρηχος μαστού αποτελεί ιδανική εξέταση για νεαρές γυναίκες της ηλικίας 25 ετών και άνω. Επίσης, αποτελεί συμπληρωματική εξέταση έπειτα από την ολοκλήρωση της Μαστογραφίας. Επιπρόσθετα, η Μαγνητική Τομογραφία δεν αποτελεί εξέταση πρόληψης αλλά διενεργείται σε γυναίκες βεβαρυσμένου ιατρικού ιστορικού ή σε περίπτωση που κάποιο εύρημα της μαστογραφίας χρίζει περαιτέρω αξιολόγησης. Η εξέταση του PET είναι η κατάλληλη μέθοδος για την απεικόνιση πιθανόν μεταστάσεων. Ωστόσο, κάθε ύποπτο εύρημα είναι απαραίτητο να τακτοποιείται μέσω βιοψίας έτσι ώστε να ακολουθείται από τη κατάλληλη ιατρική παρακολούθηση ή θεραπεία. Σύγχρονες μέθοδοι, όπως το θερμογράφημα απεικονίζουν παθήσεις του μαστού με βάση τη μεταβολική τους δραστηριότητα.

Παράλληλα, στην ιατρική απεικόνιση, πλέον, σημαντικά εργαλεία αποτελούν οι μέθοδοι επεξεργασίας της εικόνας που αποσκοπούν στην όσο δυνατό καλύτερη υποστήριξη της καλύτερης ποιότητας της απεικόνισης. Κάποιες μέθοδοι είναι η συρρίκνωση εικόνας, ο αλγόριθμος μετατροπής βάθους των εικονοστοιχείων, ο εμπλουτισμός της εικόνας και η κλιμάκωση. Σημαντική προσθήκη στην υποστήριξη της διάγνωσης και της λήψης απόφασης της είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη και η μέθοδος της Βαθιάς Μάθησης, η λειτουργία των οποίων στηρίζεται στην ύπαρξη νευρωνικών δικτύων που μιμούνται τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκεφάλου.

Λέξεις κλειδιά: Μαστός, παθολογίες, απεικόνιση, διάγνωση, επεξεργασία, πρόληψη, μαστογραφία, ultrasound, MRI, CT, AI, DL.

Summary

The breast is an integral part of a woman. However, sometimes develops pathologies and some of them increase the risk of cancer. Some of the non-cancer related diseases are developed breast abnormalities, inflammatory lesions such as mastitis, mammary duct enlargement, mammary fat fibrosis, fibrotic changes of the breast, and fibroadenoma. On the other hand, some of the, directly related to the development of breast cancer, pathologies are atypical ductal hyperplasia (ADH), phyllodes tumors, radial scar and in situ LCIS carcinoma.

Important are the imaging methods of Mammography, Ultrasound, Magnetic Resonance and Positron Emission Tomography - PET. Mammography is the screening method of prevention for breast cancer and the annual re-evaluation is recommended, after 40. Breast ultrasound is the screening examination for young women aged 25 and over. It is also a supplementary examination after of a Mammography. In addition, MRI is not a screening examination but is performed on women with a medical history or in case which a mammography finding requires further investigation. PET is the appropriate method to detect possible metastases. However, any suspicious findings need to be identified by biopsy in order to be followed by appropriate medical examinations or treatment.

At the same time, in medical imaging, the image processing methods are important to support the best possible imaging quality. Some methods are image reduction, pixel depth conversion algorithm, image enhancement, and scaling. An important addition to supporting diagnosis and decision making, is Artificial Intelligence and the Deep Learning method, whose function is based on the existence of neural networks that mimic the functioning of the human brain.

Keywords: Breast, Pathology, Imaging, Diagnosis, Processing, Screening, Mammography, Ultrasound, MRI, CT, AI, DL.

Ευχαριστίες

Θερμές Ευχαριστίες στην οικογένεια μου και το σύζυγο μου που ήταν δίπλα μου πιστεύοντας σε εμένα σε κάθε στιγμή με υπομονή και κατανόηση. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω το Δρ. Θεοδοσίου για την καθοδήγηση με συνεχή υποστήριξη και επικοινωνία.

Αφιερωμένο σε κάθε γυναίκα που πρέπει να γνωρίζει και περισσότερο σε αυτές που παλεύουν με τον καρκίνο του μαστού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	1
Εισαγωγή	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	4
Καλοήθειες Παθήσεις του Μαστού	4
2.1 Ανατομία του Μαστού	4
2.2 Φυσιολογία του Μαστού	5
2.3 Λειτουργία του Μαστού	6
2.4 Καλοήθειες παθήσεις του Μαστού	6
2.4.1 Εισαγωγή	6
2.4.2 Καλοήθειες Παθήσεις του Μαστού που δε συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού	7
2.4.2.1 Αναπτυξιακές Ανωμαλίες	7
2.4.2.2 Φλεγμονώδεις Βλάβες Μαστού	8
2.4.2.2.1 Μαστίτιδα	8
2.4.2.2.2 Αντιδράσεις από Ξένα σώματα/υλικά	9
2.4.2.2.3. Περιθηλαία Μαστίτιδα – Νόσος Zuska’s	9
2.4.2.2.4. Εκτασία των μαστικών πόρων	10
2.4.2.2.5. Ίνωση Μαστικού Λίπους	10
2.4.2.3. Ινοκυστικές Αλλαγές Μαστού.....	11
2.4.2.3.1. Κύστεις Μαστού	11
2.4.2.3.2. Ινοαδένωμα Μαστού	12
2.4.3 Καλοήθειες παθήσεις που συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού	16
2.4.3.1. Αδένωση Μαστού	16
2.4.3.2. Υπερπλασία των πόρων.....	17
2.4.3.3. Φυλλοειδείς όγκοι Μαστού	18
2.4.3.4. Ακτινωτή Ουλή.....	19
2.4.3.5 Λοβιακό Καρκίνωμα in situ - LCIS	21
.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	23

Καρκίνος του Μαστού	23
3.1 Καρκίνος του Μαστού	23
3.2 Επιδημιολογία.....	24
3.3 Παράγοντες Κινδύνου ανάπτυξης Καρκίνου του Μαστού.....	24
3.4 Διάγνωση - Πρόληψη Καρκίνου του μαστού.....	25
3.5 Απεικόνιση και Σταδιοποίηση του Καρκίνου του Μαστού.....	29
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	32
Τομογραφική Απεικόνιση Μαστού	32
4.1 Ιατρική απεικόνιση και Κατηγοριοποίηση BI-RADS.....	32
4.1.1 Μαστογραφία - Mammography	33
4.1.2 Υπέρηχος Μαστού – Breast Ultrasound	35
4.1.3 Θερμογράφημα Μαστού – Breast Thermography	37
4.1.4 Μαγνητική Τομογραφία Μαστού – Breast MRI.....	37
4.1.5 Τομογραφική απεικόνιση εκπομπής ποζιτρονίου – PET.....	38
4.1.6 Αξονική Τομογραφία Μαστού – CT	39
4.2 Παθολογίες του μαστού και ιατρική απεικόνιση.....	41
4.2.1 Μελέτη Ινοαδενώματος.....	42
4.2.2 Μελέτη Κύστεων Μαστού.....	45
4.2.3 Μελέτη Καρκίνου του Μαστού	47
4.3 Παραδείγματα χρήσης ιατρικής απεικόνισης για διάγνωση και θεραπεία.....	50
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	54
Ψηφιακή Επεξεργασία Και Ανάλυση	54
5.1 Ψηφιακή Εικόνα.....	54
5.2 Ψηφιακή Επεξεργασία της Ιατρικής Εικόνας.....	55
5.3 Τεχνικές Βελτίωσης της Ποιότητας Απεικόνισης Μαστού	56
5.3.1 Συρρίκνωση Εικόνας	59
5.3.2 Αλγόριθμος Μετατροπής Βάθους των Εικονοστοιχείων	60
5.3.3 Εμπλουτισμός Εικόνας.....	61
5.3.4 Κλιμάκωση Εικόνας	61
5.4 Ψηφιακή Ανάλυση Μαστογραφίας.....	61
5.5 Τεχνητή Νοημοσύνη στην Απεικόνιση του Μαστού	65
5.6 Deep Learning στην Απεικόνιση του Μαστού	66
5.7 Αυτόματα Συστήματα Επεξεργασίας και Ανάλυσης Εικόνων Μαστού	69
5.7.1 Αυτοματοποιημένο Σύστημα Υπέρηχου Μαστού - ABUS	69

5.7.1.1 Πλεονεκτήματα του Αυτοματοποιημένου Υπέρηχου Μαστού - ABUS.....	71
5.7.2 Ηλεκτρονικά Υποβοηθούμενη Διάγνωση – Computed-Aided Diagnosis.....	70
Κεφάλαιο 6	73
Επίλογος	73
Βιβλιογραφικές αναφορές	77
Βιβλιογραφία Εικόνων & Πινάκων	85
Βιβλιογραφία Ανασκόπησης	87

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή

Η πρόληψη και η πρόωπη διάγνωση των καλοηθών και κακοηθών παθήσεων του μαστού διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη ποιότητα ζωής κάθε γυναίκας. Οι μέθοδοι τομογραφικής απεικόνισης κατέχουν σημαντικό ρόλο στο έργο αυτό εφόσον επιτυγχάνεται η αναπαράσταση της εσωτερικής του μαστού, η οποία μπορεί να προκύψει από την ανακατασκευή της εικόνας από μεμονωμένες προβολές όσο και από πραγματική συλλογή σήματος επιλεκτικά από διαφορετικά σημεία του επιπέδου της τομής.

Συγκεκριμένα, οι συνηθέστερες καλοήθεις παθήσεις του μαστού είναι τα ινοαδενώματα, τα λιπώματα, οι κύστες και τα θηλώματα, ενώ ο καρκίνος του μαστού αποτελεί τη κύρια κακοήθης πάθηση.

Η αυτοεξέταση, η μαστογραφία και το υπερηχογράφημα αποτελούν την εξέταση πρόληψης και διάγνωσης οποιασδήποτε πάθησης του μαστού και έχει αποδειχθεί ότι ο συνδυασμός της μαστογραφίας με το υπερηχογράφημα αυξάνει την ευαισθησία της εξέτασης από 85-90% σε 97-98%. Παράλληλα, ανάλογα με το κάθε ύποπτο εύρημα είναι πιθανή η διενέργεια συμπληρωματικής μεθόδου τομογραφικής απεικόνισης, όπως είναι η Μαγνητική Τομογραφία,

η Αξονική Τομογραφία και η πρωτοπόρα εξέταση PET scan , έτσι ώστε να αυξάνεται η διαγνωστική ακρίβεια της εξέτασης.

Η ηλικία της κάθε γυναίκας καθορίζει και το είδος της εξέτασης στην οποία θα υποβληθεί. Γενικότερα, η εξέταση του υπερήχου προτιμάται σε γυναίκες κάτω των 30 ετών ή σε εγκύους, για την απεικόνιση οποιουδήποτε ψηλαφητού ευρήματος εφόσον υπάρχει μεγαλύτερη πιθανότητα ανάπτυξης ινοαδενώματος και δεν εκτίθεται η ασθενής σε ακτινοβολία . Επίσης, ο συνδυασμός του υπερήχου και της μαστογραφίας συνιστάται σε γυναίκες μεγαλύτερες από 30 και σε ασθενείς που δεν υπάρχει περίπτωση εγκυμοσύνης, ενώ δεν αποκλείεται να υποβληθούν και γυναίκες μικρότερης ηλικίας εφόσον χαρακτηρίζονται ως ασθενείς υψηλού κινδύνου.

Η Αξονική Τομογραφία – CT, δεν αποτελεί την κυρία εξέταση για την αξιολόγηση οποιουδήποτε ευρήματος στο μαστό και ειδικά σε γυναίκες νεαρής ηλικίας λόγω της έκθεσης στην ακτινοβολία και την μειωμένη ευαισθησία της μεθόδου να αναδείξει μικροαποτιτανώσεις και τη μειωμένη ειδικότητα στο καθορισμό του ευρήματος. Παράλληλα, η Μαγνητική Τομογραφία – MRI, επίσης , δεν αποτελεί εξέταση αναφοράς κυρίως λόγω κόστους, ενώ χρησιμοποιείται ως συμπληρωματική μέθοδος απεικόνισης και η εξέταση Τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίου – PET , η οποία όμως δεν είναι καθολικά διαθέσιμη.

Επιπρόσθετα, οι τεχνικές απεικόνισης οποιουδήποτε ευρήματος στο μαστό διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στην έγκαιρη διάγνωση και είναι εξίσου σημαντικό το γεγονός ότι η εφαρμογή διάφορων μεθόδων επεξεργασίας της εικόνας μπορούν να αυξήσουν τη διαγνωστική τους αξία. Οι μέθοδοι επεξεργασίας της εικόνας συνήθως αποσκοπούν στην αφαίρεση του θορύβου, στην εξομάλυνση και ενίσχυση των ακμών και στην παρεμβολή με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της τρισδιάστατης παρουσίασης των δομών. Η επεξεργασία συμπεριλαμβάνει τις διαδικασίες της Τμηματοποίησης, της Αναγνώρισης και της Μοντελοποίησης.

Σκοπός της διατριβής είναι η επισκόπηση και αναλυτική μελέτη των μεθόδων τομογραφικής απεικόνισης που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση και πρόληψη των παθήσεων του μαστού. Η μεθοδολογία της παρούσας εργασίας έχει επιτευχθεί μέσω της αναζήτησης της βιβλιογραφίας (Google Scholar, Pubmed, Research Gate, ScienceDirect, κτλ.) για τις παθήσεις του μαστού και τις μεθόδους τομογραφικής απεικόνισης που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση τους. Επιπρόσθετα, έγινε αναζήτηση στην βιβλιογραφία και αναλυτική μελέτη των

βασικών μεθόδων επεξεργασίας ψηφιακής επεξεργασίας που έχουν προταθεί για την βελτίωση της ποιότητας και εξάλειψη των τεχνικών σφαλμάτων στις εικόνες απεικόνισης μαστού, όπως και αναζήτηση των μεθόδων αυτόματης ανάλυσης που έχουν προταθεί για διάγνωση παθήσεων του μαστού.

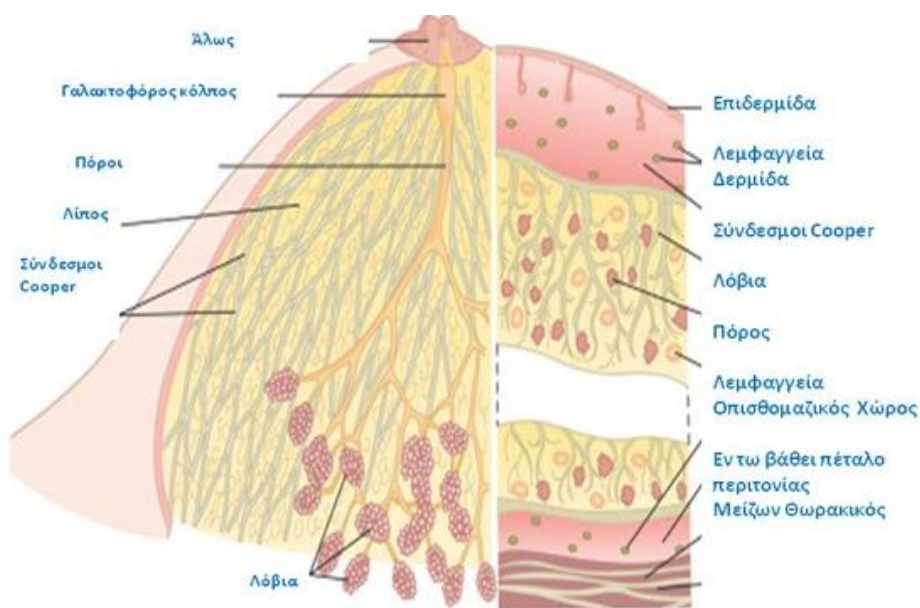
Η εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφεται η ανατομία , η φυσιολογία , καθώς , και οι καλοήθεις παθήσεις του μαστού οι οποίες συνδέονται ή όχι με τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού. Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναλύεται ο καρκίνος του μαστού, η διάγνωση και η πρόληψη της νόσου, όπως και η σταδιοποίηση. Στο επόμενο κεφάλαιο, αναλύονται οι μέθοδοι τομογραφικής απεικόνισης για τις παθήσεις του μαστού με βάση τη τρέχουσα βιβλιογραφία. Στο πέμπτο κεφάλαιο, περιγράφονται οι μέθοδοι επεξεργασίας και ανάλυσης της εικόνας καθώς και η συμβολή της Τεχνητής νοημοσύνης η οποία έχει επιτύχει αρκετά τα τελευταία χρόνια. Το έκτο και τελευταίο κεφάλαιο, περιλαμβάνει τα συμπεράσματα και τις προκλήσεις του τομέα παρουσιάζοντας τις μελλοντικές προεκτάσεις και πιθανές λύσεις τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Καλοήθειες Παθήσεις του Μαστού

2.1 Ανατομία του Μαστού

Ο κάθε μαστός βρίσκεται μπροστά από το θωρακικό τοίχωμα και εκτείνεται από την 2η μέχρι την 7η πλευρά. Ο μαζικός αδένας, όπως απεικονίζεται και στην επόμενη εικόνα (Εικόνα 1), έχει σχήμα δισκοειδές, εκτός από τη προεξοχή που σχηματίζεται στο άνω έξω τεταρτημόριο του, που ορίζεται ως η ουρά του Spence. Ο μαζικός αδένας περιβάλλεται από περιμαστικό λίπος και δέρμα και αποτελείται από 15-20 λοβούς. Κάθε λοβός καταλήγει, μέσω δικού του εκφορητικού πόρου, στη θηλή και υποδιαιρείται σε 20-40 λόβια. Ακολούθως, τα λόβια υποδιαιρούνται σε πόρους και αδενικά λοβίδια, και αποτελούν τη τελική πορολοβιακή μονάδα του μαζικού αδένα. Οι λοβοί χωρίζονται μεταξύ τους από συνδετικό ιστό, ο οποίος συγκεντρώνεται σε ορισμένα σημεία σχηματίζοντας τους συνδέσμους του Cooper, που σε συνδυασμό με το πέταλο της επιπολής θωρακικής περιτονίας συμβάλλουν στη στήριξη των μαστών (Βούρτση, 2018).



Εικόνα 1: Ανατομία του Μαστού

2.2 Φυσιολογία του Μαστού

Στις γυναίκες, οι μαστοί παρουσιάζουν ορμονικές και βιολογικές αλλαγές σε κάθε στάδιο ηλικίας. Οι μαστοί σε γυναίκες ηλικίας των 20 – 30 ετών διαφέρουν από εκείνους των γυναικών ηλικίας 40 με 50 ετών που εισέρχονται σταδιακά στην εμμηνόπαυση. Κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής ηλικίας τα υψηλά επίπεδα των οιστρογόνων που εκκρίνονται από τις ωοθήκες, αλλά και η προγεστερόνη διατηρούν τους μαστούς πυκνούς και αυτό σχετίζεται με τις περιοδικές μεταβολές που εμφανίζονται σε αυτούς λίγες ημέρες πριν την ωορρηξία μέχρι και την εμμηνορρυσία, όπως η αύξηση του μεγέθους των μαστών, ο πόνος και ευαισθησία. Τα συμπτώματα αυτά συνήθως υποχωρούν λίγες ημέρες μετά την έναρξη της εμμηνορρυσίας, είναι απολύτως φυσιολογικά και δεν προκαλούν καμία ανησυχία. Καθώς οι γυναίκες εισέρχονται στην εμμηνόπαυση ο αδενικός ιστός και τα λόβια του μαστού ατροφούν και αντικαθίσταται από λίπος. Έτσι παρατηρείται σταδιακή μείωση της πυκνότητας των μαστών, που έχει ως συνέπεια τη μεγαλύτερη ευαισθησία της μαστογραφίας στην ανίχνευση του καρκίνου, αλλά και την υποχώρηση του πόνου και της ευαισθησίας που εμφάνιζε η γυναίκα κατά την αναπαραγωγική ηλικία (Βούρτση, 2018).

2.3 Λειτουργία του Μαστού

Η βασική και φυσιολογική λειτουργία του μαστού περιλαμβάνει τη παραγωγή, αποθήκευση και έκκριση γάλακτος για τη διατροφή του νεογνού. Το γάλα παράγεται στα λόβια του μαστικού αδένου όταν αυτά διεγείρονται από τις ορμόνες που παράγει το γυναικείο σώμα αμέσως μετά τον τοκετό. Οι πόροι μεταφέρουν το γάλα στη θηλή και στη συνέχεια μεταφέρεται στο νεογνό κατά τη διάρκεια του θηλασμού (Μπακώσης, 2016).

2.4 Καλοήθειες παθήσεις του Μαστού

2.4.1 Εισαγωγή

Το μεγαλύτερο ποσοστό των βλαβών που παρουσιάζονται στο μαστό είναι καλοήθους φύσεως (Guray and Sahin, 2006). Με τη βοήθεια των απεικονιστικών μεθόδων, μαστογραφία, υπερηχογραφία και μαγνητική τομογραφία, και των βιοψιών, η διάγνωση των καλοηθειών αποτελεί ρουτίνα, και η πλειονότητα των περιστατικών αντιμετωπίζεται χωρίς να προβεί η ασθενής σε χειρουργική επέμβαση.

Υψίστης σημασίας, για τους παθολόγους, ακτινολόγους και ογκολόγους αποτελεί η δυνατότητα τους να μπορούν να αναγνωρίζουν τους καλοήθεις όγκους. Η διάκρισή τους από τις κακοήθειες είναι καθοριστικής σημασίας για τις ασθενείς, εφόσον έτσι είναι δυνατή η εκτίμηση του κινδύνου ανάπτυξης καρκινικών όγκων και ο καθορισμός της κατάλληλης θεραπείας.

Στις καλοήθειες παθήσεις του μαστού περιλαμβάνεται ένα σύνολο όγκων οι οποίοι πιθανόν να εμφανιστούν με διάφορα συμπτώματα, όπως ψηλάφηση και πόνος ή να ανακαλυφθούν τυχαία, ως απεικονιστικό εύρημα ρουτίνας. Η πιθανότητα ανάπτυξης καλοηθών όγκων αυξάνεται κατά τη διάρκεια της δεύτερης δεκαετίας στη ζωή μιας γυναίκας, και κορυφώνεται στην τέταρτη έως την πέμπτη δεκαετία, σε αντίθεση με τις κακοήθειες βλάβες, των οποίων η πιθανότητα ανάπτυξης συνεχίζει να αυξάνει και μετά την εμμηνόπαυση, αλλά με πιο αργό ρυθμό (Μπακώσης, 2016).

2.4.2 Καλοήθειες Παθήσεις του Μαστού που δε συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού

Κατά τη διάγνωση των καλοηθών παθήσεων του μαστού, συχνά, παρατηρούνται αναπτυξιακές ανωμαλίες, φλεγμονώδεις βλάβες, ινοκυστικές αλλαγές, στρωματικές αλλοιώσεις και νεοπλάσματα. Στη παρούσα ενότητα θα αναφερθούν οι πιο συχνές μορφές καλοηθειών του μαστού οι οποίες δε σχετίζονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού (Guray and Sahin, 2006).

2.4.2.1 Αναπτυξιακές Ανωμαλίες

Στις αναπτυξιακές ανωμαλίες του μαστού περιλαμβάνεται ο Έκτοπος Μαστός και η Υποπλασία.

2.4.2.1.1 Έκτοπος Μαστός

Ο μαζικός αδένας ο οποίος βρίσκεται εκτός της καθορισμένης σωματικής περιοχής ανάπτυξης του μαστού χαρακτηρίζεται ως Έκτοπος μαστός και συνήθως δεν συνοδεύεται από επιπρόσθετη θηλή. Η συγκεκριμένη αναπτυξιακή ανωμαλία παρουσιάζεται στο 1-6% των γυναικών και περίπου στο 1/3 των περιπτώσεων ο έκτοπος μαζικός αδένας βρίσκεται σε περισσότερες από μία θέσεις με συνηθέστερη θέση εμφάνισης τη μασχάλη.

Μέσω της κλινικής εξέτασης, παρουσιάζεται ως διόγκωση η οποία αυξάνεται σε μέγεθος και μπορεί να παρουσιάζει ευαισθησία, όπως και ο υπόλοιπος μαστός, πριν την έμμηνο ρύση. Επίσης, μπορεί να εμφανίσει τις παθήσεις και τις ανωμαλίες που πιθανό να παρουσιάζει ο μαζικός αδένας που βρίσκεται στη φυσιολογική του θέση. Στην *Μαστογραφία*, στη λοξή προβολή (MLO), μπορεί εύκολα να ξεχωρίσουν τα χαρακτηριστικά του μαζικού αδένα από εκείνα του λίπους και να καθοριστεί αν το "εξόγκωμα" που προβάλλει στην περιοχή της μασχάλης είναι συσσώρευση λίπους ή έκτοπος μαζικός αδένας.

Ο Έκτοπος μαστός σε δε συνηθίζεται να αντιμετωπίζεται με χειρουργική επέμβαση, εφόσον υπάρχει πιθανότητα επιπλοκών, που μπορεί να οδηγήσουν σε μακροχρόνιες συνέπειες στη μασχάλη και το άνω άκρο. Αν συνοδεύεται με ιδιαίτερη ενόχληση, η προσεκτικά σχεδιασμένη

χειρουργική αφαίρεση ή ο συνδυασμός χειρουργικής αφαίρεσης του μαζικού αδένα και λιποαναρρόφησης αποτελούν τις κατάλληλες επιλογές (mastologiasblog, 2019).

2.4.2.1.2. Υποπλασία Μαστού

Η *Υποπλασία Μαστού*, αποτελεί μία σπάνια ανωμαλία, άγνωστης αιτιολογίας, η οποία χαρακτηρίζεται από τη μη φυσιολογική ανάπτυξη του ενός ή και των δύο μαστών. Στην κατηγορία της υποπλασίας εντάσσονται και οι σωληνωτοί μαστοί, όπου ο ένας ή και οι δύο μαστοί ενώ λειτουργούν κανονικά παρουσιάζουν παραμόρφωση στο σχήμα τους λόγω ενός ρικνωτού συνδετικού δακτυλίου εμποδίζοντας την έκπτυξη του οργάνου, χωρίς όμως να επηρεάζει τη λειτουργία του θηλασμού. Η θεραπεία της συγκεκριμένης αναπτυξιακής ανωμαλίας είναι η χειρουργική πλαστική αποκατάσταση (mastologiasblog, 2019).

2.4.2.2 Φλεγμονώδες Βλάβες Μαστού

2.4.2.2.1 Μαστίτιδα

Η *Μαστίτιδα*, αποτελεί το επακόλουθο της λοίμωξης του ιστού στο μαστό και συνήθως συνοδεύεται με τη παρουσία οιδήματος και πόνου στο στήθος, την άνοδο της θερμοκρασίας τοπικά και το κοκκίνισμα του μαστού, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις ίσως να παρουσιάζεται πυρετός και ρίγος. Η πάθηση είναι συχνή, κυρίως, σε γυναίκες που θηλάζουν, ενώ, μπορεί να εμφανιστεί σε κάθε γυναίκα.

Τα συνηθέστερα αίτια της μαστίτιδας είναι τα εξής:

- Απόφραξη του γαλακτοφόρου πόρου: Κατά το θηλασμό, εάν δεν απομακρύνεται όλο το γάλα, μπορεί να φράξει ο ένας εκ των δύο γαλακτοφόρων πόρων με αποτέλεσμα να προκληθεί λοίμωξη.
- Βακτήρια που μολύνουν το μαστό: Βακτήρια από την επιφάνεια της επιδερμίδας ή το στόμα του μωρού μπορεί να εισχωρήσουν στο γαλακτοφόρο πόρο από ένα μικρό άνοιγμα στην επιδερμίδα της θηλής, να πολλαπλασιαστούν και να οδηγήσουν στη λοίμωξη.

Η μη αποτελεσματική αντιμετώπιση της μαστίτιδας, έχει ως συνέπεια τη δημιουργία αποστήματος, το οποίο αντιμετωπίζεται με χειρουργική αποστράγγιση.

Συνήθως προτείνεται:

- Αντιβίωση: Εάν η μαστίτιδα οφείλεται σε λοίμωξη από βακτήρια
- Πausίπινα: Για να υποχωρήσει άμεσα ο πόνος
- Αλλαγή στη μέθοδο θηλασμού: Αλλαγή στάσης ώστε να αδειάζει όλο το γάλα (onmed,2014).

2.4.2.2.2 Αντιδράσεις από Ξένα σώματα/υλικά

Ξένα υλικά, όπως η σιλικόνη και η παραφίνη, που χρησιμοποιούνται τόσο για την αύξηση του μαστού όσο και για την ανακατασκευή του μετά από χειρουργική επέμβαση καρκίνου, μπορεί να προκαλέσουν κοκκιωματώδη αντίδραση στο μαστό. Τα κοκκιώματα σιλικόνης, συνήθως εμφανίζονται μετά από άμεση έγχυση σιλικόνης στον ιστό του μαστού ή μετά από ρήξη εμφυτεύματος (van Diest , et al, 1998). Η κοκκιωματώδη απόκριση ξένου σώματος, σχετίζεται με πολυπύρρηνα γιγάντια κύτταρα περιβάλλει τη σιλικόνη. Η ίνωση και οι συσπάσεις μπορεί να οδηγήσουν σε κλινικά εμφανή σταθερά οζίδια που μπορεί να παρουσιάζουν ευαισθησία (Guray and Sahin, 2006).

2.4.2.2.3. Περιθηλαία Μαστίτιδα – Νόσος Zuska's

Η *Περιθηλαία Μαστίτιδα – Νόσος του Zuska*, είναι μια σπάνια βακτηριακή λοίμωξη του μαστού που χαρακτηρίζεται από τη χρόνια και παχύρρευστη έκκριση από τη θηλή, και το ιστορικό πολλαπλών και επαναλαμβανόμενων μαστικών αποστημάτων. Η νόσος προκαλείται από πλακώδη μεταπλασία ενός ή περισσότερων γαλακτοφόρων αγωγών κατά τη διέλευσή τους μέσω της θηλής, που πιθανό να έχει προκληθεί από το κάπνισμα (Donegan and Spratt, 2002). Τα βύσματα κερατίνης εμποδίζουν και διαστέλλουν τον εγγύς αγωγό, ο οποίος στη συνέχεια μολύνεται και οδηγείται σε ρήξη. Η φλεγμονή γίνεται εμφανής μέσω του σχηματισμού αποστημάτων κάτω από τη θηλή, η οποία τυπικά καταλήγει στο περίγραμμα της θηλαία άλω (Guray and Sahin, 2006).

2.4.2.2.4. Εκτασία των μαστικών πόρων

Καθώς ο μαστός ωριμάζει μετά τα 35, μετά την εγκυμοσύνη και συχνά κοντά στην εμμηνόπαυση, οι γαλακτοφόροι πόροι που βρίσκονται πίσω από τη θηλή κονταίνουν σε μήκος και φαρδαίνουν σε πλάτος. Το γεγονός αυτό, ονομάζεται εκτασία των πόρων και αποτελεί μία φυσιολογική αλλαγή του μαστού που δεν πρέπει να ανησυχεί καμία γυναίκα. Στις περιπτώσεις όπου μαζεύεται υγρό που λιμνάζει μέσα στους διατεταμένους πόρους τότε πρόκειται για την ανάπτυξη κυστικής διάτασης των πόρων. Σε τέτοιες περιπτώσεις συχνά βλέπουμε έκκριμα από την θηλή το οποίο μπορεί να είναι πυκνόρρευστο ή ορώδες. Σπάνια, τα κύτταρα που επαλείφουν τον αυλό των πόρων μπορεί να αναπτύξουν φλεγμονή και να προκληθεί πόνος. Επίσης, υπάρχει η πιθανότητα να γίνει αντιληπτό κάποιο ψηλαφητό σκληρό μόρφωμα πίσω από τη θηλή, που μπορεί να οφείλεται στη δημιουργία ουλώδους αντιδραστικού ιστού ως αποτέλεσμα φλεγμονής των πόρων ή στην κυστική διάταση ενός πόρου. Ακόμη μπορεί η εκτασία των πόρων, καθώς οι πόροι κονταίνουν, να οδηγήσει στην εισολκή της θηλής. Για την αντιμετώπιση της ανωμαλίας, τις περισσότερες φορές δεν απαιτείται καμία θεραπεία, αφού η εκτασία των πόρων αποτελεί μία φυσιολογική αλλαγή του μαστού. Εάν υπάρχει έκκριμα στην θηλή δεν θα πρέπει να πιέζεται η θηλή και να προκαλείται η έξοδος του γιατί αυτό προκαλεί επιπλέον έκκριμα αλλά μπορεί επιπλέον να οδηγήσει και σε φλεγμονή. Εάν επιβεβαιώσουμε ότι πρόκειται για μία καλοήγη κατάσταση δεν χρειάζεται ιδιαίτερη παρακολούθηση (Παζαΐτη , 2015).

2.4.2.2.5. Ίνωση Μαστικού Λίπους

Η *Νέκρωση ή Ίνωση του λίπους* στο μαστό είναι μια καλοήγη, φλεγμονώδης πάθηση του λιπώδους ιστού. Μπορεί να εμφανιστεί μετά από τυχαίο ή χειρουργικό τραύμα ή μπορεί να συσχετιστεί με καρκίνωμα ή οποιαδήποτε αλλοίωση που προκαλεί εξανθήματα ή νεκρωτικούς εκφυλισμούς, όπως η εκτασία του μαστικού πόρου και, σε μικρότερο βαθμό, η ινοκυστική ασθένεια με μεγάλο σχηματισμό κυστών.

Σύμφωνα με τους (Kinoshita, et al., 2002) , κλινικά, η ίνωση του λίπους μπορεί να μιμείται τον καρκίνο του μαστού αν εμφανίζεται ως μια άσχημη ή πυκνή μάζα, που σχετίζεται με την συστολή του δέρματος, το ερύθημα και το πάχος του δέρματος. Τα ευρήματα από τη μαστογραφία, τον υπέρηχο και τη μαγνητική τομογραφία δεν μπορούν πάντα να

διαχωρίσουν τη νέκρωση του λίπους από μια κακοήγη αλλοίωση. Ιστολογικά, ωστόσο, η διάγνωση της ίνωσης του λίπους δεν παρουσιάζει πρόβλημα, καθώς χαρακτηρίζεται από πυρηνικά κύτταρα που περιβάλλουν συχνά γιγαντιαία ιστιοκύτταρα και αφρώδη φαγοκυτταρικά ιστιοκύτταρα. Απαιτείται βιοψία εάν δεν μπορεί να αποκλειστεί προεγχειρητικά το καρκίνωμα (Rosen , 2001).

2.4.2.3. Ινοκυστικές Αλλαγές Μαστού

Οι *Ινοκυστικές αλλαγές*, αποτελούν τη συχνότερη καλοήγη διαταραχή του μαστού. Επηρεάζουν, γενικά, τις προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες μεταξύ 20 και 50. Οι *Ινοκυστικές αλλαγές* στο μαστό μπορεί να είναι πολυεστιακές και διμερείς. Τα πιο συνηθισμένα συμπτώματα που παρουσιάζουν είναι ο πόνος στο στήθος και η ευαισθησία. Αν και η ακριβής αιτιολογία της ανωμαλίας δεν είναι σαφής, η ορμονική ανισορροπία, ιδιαίτερα τα υψηλότερα επίπεδα των οιστρογόνων έναντι της προγεστερόνης, φαίνεται να διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξή της.

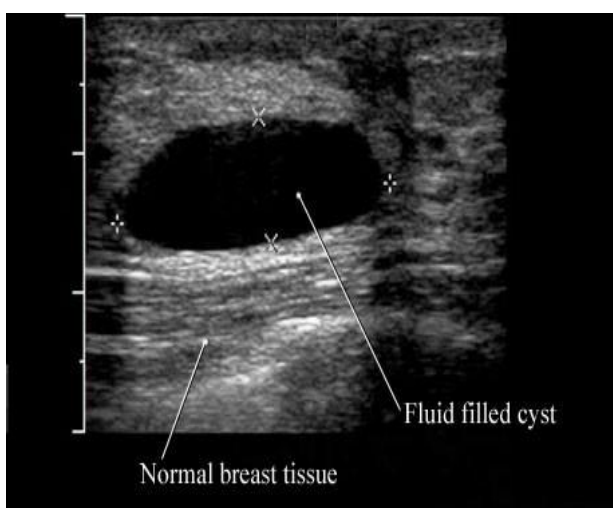
Οι ινοκυστικές μεταβολές, περιλαμβάνουν τόσο κύστες όσο και στερεάς φύσης βλάβες, συμπεριλαμβανομένης της αδένωσης, της επιθηλιακής υπερπλασίας με ή χωρίς ατυπία, της αποκρινής μετάπλασης, της ακτινωτής ουλής και του θηλώματος (Guray and Sahin, 2006).

2.4.2.3.1. Κύστεις Μαστού

Οι κύστες δεν αποτελούν προκαρκινικό στάδιο, ούτε θεωρούνται παράγοντας αυξημένου κινδύνου. Όπως και στη παρακάτω εικόνα (εικόνα 2), οι κύστες αποτελούν, αλλοιώσεις οι οποίες συνήθως είναι στρογγυλές ή ωοειδείς δομές γεμάτες με υγρό και εμφανίζονται στο ένα τρίτο των γυναικών ηλικίας μεταξύ 35 και 50 ετών. Αν και τις περισσότερες φορές είναι "μικροκύστες", σε περίπου 20% -25% των περιπτώσεων, συναντάται μια ογκώδης κυστική αλλαγή, η οποία γενικά παρουσιάζει μια απλή κύστη και είναι ψηλαφητή. Οι κύστες, σε περίπτωση που δεν μπορούν να διακριθούν αξιόπιστα από τις στερεές μάζες μέσω της κλινικής εξέτασης μαστού ή της μαστογραφίας, χρησιμοποιείται, συμπληρωματικά, για το καθορισμό του περιεχομένου της, η υπερηχοτομογραφία και αν χρειαστεί η βιοψία λεπτής βελόνας (FNA). Στις περισσότερες κύστεις, η επιθηλιακή επένδυση είναι είτε πολύ λεπτή είτε

απουσιάζει εντελώς. Σε ένα μικρό αριθμό κυστών, παρατηρείται μια αποκριτική επιθηλιακή επένδυση. Επειδή οι μεγάλες κύστες, δεν συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου, η πρόληψη τους αποτελεί τη συνεχή παρακολούθηση του ασθενούς, μέσω υπερήχου, χωρίς περαιτέρω θεραπεία. Μία σύνθετη κύστη στον υπέρηχο χαρακτηρίζεται από εσωτερικές ηχώ ή λεπτά διαφράγματα, ακανόνιστο τοίχωμα και από την απουσία της οπίσθιας ενίσχυσης.

Η εξέταση της *Μαγνητικής Μαστογραφίας*, στις περιπτώσεις ύπαρξης κυστών, μπορεί να διακρίνει το εύρημα, αλλά επειδή είναι χρονοβόρα, ακριβή μέθοδος και δεν δίνει καλύτερα αποτελέσματα από το υπερηχογράφημα, δεν αποτελεί εξέταση πρόληψης (Φιλόπουλος, 2014).



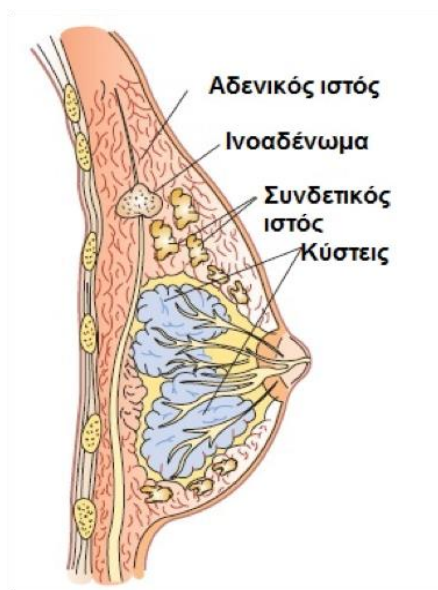
Εικόνα 2: Κύστη μαστού, γεμάτη από υγρό, μέσω Υπερήχου.

2.4.2.3.2. Ινοαδένωμα Μαστού

Το *Ινοαδένωμα*, αποτελεί τη συχνότερη καλοήθης πάθηση του μαστού σε νεαρές γυναίκες και στις έφηβες, χωρίς βέβαια να αποκλείεται να εμφανιστεί και σε μεγαλύτερη ηλικία, ακόμα και μετά την εμμηνόπαυση. Το ινοαδένωμα δεν είναι νεοπλασία, επειδή δεν προκύπτει από τον υπέρμετρο πολλαπλασιασμό των κυττάρων, που οδηγεί στον σχηματισμό μίας νεοπλασματικής μάζας. Το ινοαδένωμα, αντιθέτως, οφείλεται στην πάχυνση των κυττάρων σε κάποιο τμήμα του μαστού. Ωστόσο, δεν έχουν καθοριστεί οι παράγοντες κινδύνου, που συμβάλουν στην εμφάνιση του, ενώ έχει αναφερθεί ότι τα αντισυλληπτικά στις νεότερες και η λήψη σκευασμάτων ορμονικής υποκατάστασης στις μεγαλύτερες γυναίκες έχουν ενοχοποιηθεί πως συμβάλουν προς αυτή την κατεύθυνση. Έχοντας, υπόψη ότι τα

ινοαδενώματα διεγείρονται από τα οιστρογόνα, την προγεστερόνη και τη γαλουχία, κατά την εγκυμοσύνη είναι συχνό το φαινόμενο της αύξησης του μεγέθους των ινοαδενωμάτων. Επιπρόσθετα, η καταστολή του ανοσοποιητικού μέσω της λήψης φαρμάκων σε ασθενείς που τους έχει γίνει μεταμόσχευση κάποιου οργάνου, έχει συνδεθεί με την εμφάνιση πολλαπλών ινοαδενωμάτων (Φιλόπουλος, 2014).

Σε ποσοστό περίπου 15% των περιπτώσεων εμφανίζονται περισσότερα από ένα ινοαδενώματα, στην ίδια γυναίκα και μπορεί να εμφανιστούν ταυτόχρονα ή διαδοχικά. Σε αρκετές περιπτώσεις το ινοαδένωμα γίνεται αντιληπτό ως ψηλαφητό εύρημα από τη γυναίκα, αλλά πολύ συχνά η ύπαρξη του, ιδίως αν είναι μικρό και εντοπίζεται πιο βαθιά (βλ. Εικόνα 3), ανακαλύπτεται τυχαία από τον υπερηχογραφικό έλεγχο ή μέσω της μαστογραφίας σε γυναίκες μεγαλύτερες των 40 ετών. Το πιο συχνό σύμπτωμα που οδηγεί στη ένδειξη της ύπαρξης ενός ινοαδενώματος είναι η ψηλάφηση, από την ίδια τη γυναίκα και από το γιατρό, ενός σκληρού, ομαλού, ευκίνητου και ανώδυνου όγκου στο στήθος και συνήθως ανιχνεύονται στο άνω έξω τεταρτημόριο του μαστού (Φιλόπουλος, 2014).



Εικόνα 3: Ινοαδένωμα και κύστεις μαστού.

Κατά την ψηλάφηση είναι δύσκολο να καταλάβει ο γιατρός αν αυτό που ψηλαφεί είναι κύστη ή ινοαδένωμα, οπότε για το διαχωρισμό τους ακολουθεί το υπερηχογράφημα. Η

εξέταση του υπερηχογραφήματος αφορά όλες τις ηλικίες και όχι μόνο τις νεαρές, όπου το υπερηχογράφημα είναι η καλύτερη μέθοδος απεικόνισης. Ακολούθως, αν η ασθενής είναι μεγαλύτερη των 25 ετών, θα πρέπει να υποβληθεί και σε παρακέντηση του ινοαδενώματος με λεπτή ή χοντρή βελόνα, για να γίνει κυτταρολογική ή ιστολογική εξέταση του. Τα περισσότερα ινοαδενώματα δεν ξεπερνούν σε μέγεθος τα 2 εκατοστά. Κάποια απ' αυτά δεν αλλάζουν μέγεθος, κάποια αυξάνονται, έως 2 εκατοστά, κάποια υποχωρήσουν και ένα ποσοστό αυξάνεται ξεπερνώντας τα 2,5 ή τα 3 εκατοστά (Φιλόπουλος, 2014). Στην Εικόνα 4, παρουσιάζεται εξέταση της *Μαγνητικής Μαστογραφίας* η οποία αν και δεν αποτελεί εξέταση πρόληψης, μπορεί να οδηγήσει στη τυχαία ανίχνευση ινοαδενώματος.



Εικόνα 4: Απεικόνιση Ινοαδενώματος μέσω Μαγνητικής Τομογραφίας.

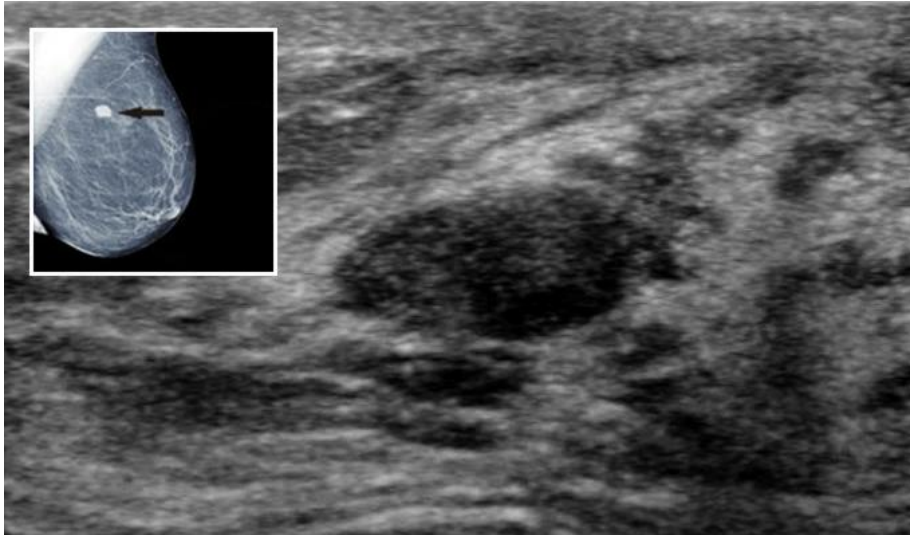
Τα ινοαδενώματα κατά την μικροσκοπική εμφάνιση τους μπορούν να διαχωριστούν στις ακόλουθες υποκατηγορίες:

1. Τα σύνθετα ινοαδενώματα:
 - εμφανίζονται συνήθως σε γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας.
 - συνδέονται με μεγαλύτερη πιθανότητα για εμφάνιση καρκίνου του μαστού.
2. Το νεανικό ή γιγαντιαίο ινοαδένωμα:
 - εμφανίζεται πιο συχνά σε νεαρές γυναίκες, κάτω των 20 ετών

- χαρακτηρίζεται από την γρήγορη αύξηση του μεγέθους του, που ξεπερνά τα 5 εκατοστά
- Η συχνότητα του αφορά το 3-4% των ινοαδενωμάτων.
- Η πιθανότητα να μετατραπεί το ινοαδένωμα σε κακοήθεια είναι εξαιρετικά σπάνια.
- Σπάνια, υπάρχει καρκίνος, συνήθως λοβιακού τύπου, δίπλα από ένα ινοαδένωμα. Επίσης σπάνια, ιδίως σε γυναίκες μετά τα 40, δεν αποκλείεται ένας όγκος που είχε διαγνωστεί ως ινοαδένωμα, να αποδειχθεί πως ήταν κακοήθης μετά την αφαίρεση του.

Ως εξέταση πρόληψης του ινοαδενώματος, όπως και κάθε όγκου στο μαστό, καθορίζεται το τριπλό τεστ, δηλ. η κλινική εξέταση, η απεικόνιση και η παρακέντηση. Η απεικόνιση ενός ινοαδενώματος μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της *Μαστογραφίας* και του *Υπερήχου*, όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 5). Η αντιμετώπιση ενός ινοαδενώματος είναι στις περισσότερες των περιπτώσεων συντηρητική, δηλ. αρκεί ο εφησυχασμός της γυναίκας με τη διαγνωστική επιβεβαίωση και η παρακολούθηση, για να ελεγχθεί αν παρατηρείται αυξητική τάση.

Η χειρουργική αντιμετώπιση του ινοαδενώματος εξαρτάται από τη συμπεριφορά του. Αν ένα ινοαδένωμα αναπτύσσεται γρήγορα σε μέγεθος, αν είναι μεγαλύτερο των 2,5 -3 εκατοστών, αν η εμφάνιση του στο υπερηχογράφημα δεν είναι ξεκάθαρη και αν στην κυτταρολογική ή ιστολογική εξέταση υπάρξουν ενδείξεις ύπαρξης άτυπων κυττάρων ενδείκνυται η χειρουργική αφαίρεση του. Η αφαίρεση των ινοαδενωμάτων μπορεί να γίνει με τοπική ή γενική αναισθησία. Η γυναίκα δεν χρειάζεται να παραμείνει στο νοσοκομείο περισσότερο από μερικές ώρες, ακόμα και αν χειρουργηθεί με γενική αναισθησία (Φιλόπουλος, 2014).



Εικόνα 5 : Απεικόνιση ινοαδενώματος μέσω της Μαστογραφίας και του Υπερήχου.

2.4.3 Καλοήθειες παθήσεις που συνδέονται με αυξημένο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού

2.4.3.1. Αδένωση Μαστού

Η *Αδένωση του μαστού* είναι μια πολλαπλασιαστική αλλοίωση που χαρακτηρίζεται από τον αυξημένο αριθμό ή μέγεθος αδενικών κυψελών και πόρων με σχηματισμό λοβίων. Συνήθως, αφορά γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας. Η λήψη αντισυλληπτικών, για θεραπευτικούς ή άλλους λόγους σχετίζεται με την εμφάνιση της αλλοίωσης. Υπάρχουν διάφοροι τύποι αδένωσης, εκ των οποίων η *Σκληρυντική* και η *Μικροσφαιρική*, είναι οι πιο γνωστοί (Βαλαντάσης, 2018).

Η *Σκληρυντική Αδένωση*, μπορεί να εκδηλωθεί ως μόνιμη μάζα ή ως ύποπτο εύρημα στη μαστογραφία. Κατά την εξέταση του υπερήχου, η αδένωση του μαστού εμφανίζεται με τη μορφή μικρών, σκληρών όγκων με ασαφή όρια και ελαττωμένη κινητικότητα. Συνήθως, μιμείται κακοήθεια με αποτέλεσμα να είναι εξαιρετικά δύσκολη η διαφοροδιάγνωση της.

Ακόμη και με τη χρήση *Ελαστογραφίας* και σύγχρονης *Υπερηχογραφίας*, όπως επίσης και μετά τη χρήση, *Αξονικής Μαστογραφίας*, *Μαστογραφίας με Τομοσύνθεση* ή και *Μαγνητικής Τομογραφίας*, η έντονη υποψία κακοήθους νόσου δεν μπορεί να αποκλεισθεί. Επιπρόσθετα, η κυτταρολογική εξέταση του υλικού από αναρρόφηση με βελόνη είναι αναξιόπιστη, προσθέτοντας πολλά ψευδώς θετικά και αρνητικά αποτελέσματα. Η μέθοδος επιλογής είναι η τοπική και πλήρης εκτομή (αφαίρεση) του όγκου σε όρια υγιούς ιστού. Συνδέεται, επίσης, στενά με διάφορες πολλαπλασιαστικές αλλοιώσεις, συμπεριλαμβανομένης της επιθηλιακής υπερπλασίας, του πορογενές θηλώματος, των αποτιτανώσεων και τις αποκριτικές μεταβολές. Μπορεί, επίσης, να συνυπάρχει τόσο με τους επεμβατικούς όσο και τους in-situ καρκίνους. Έχει διαπιστωθεί από μελέτες, ότι η σκληρυντική αδένωση αποτελεί παράγοντα κινδύνου για επιθετικό καρκίνο του μαστού εκτός από τη σύνδεσή του με άλλες πολλαπλασιαστικές αλλοιώσεις του μαστού (Βαλαντάσης, 2018).

2.4.3.2. Υπερπλασία των πόρων

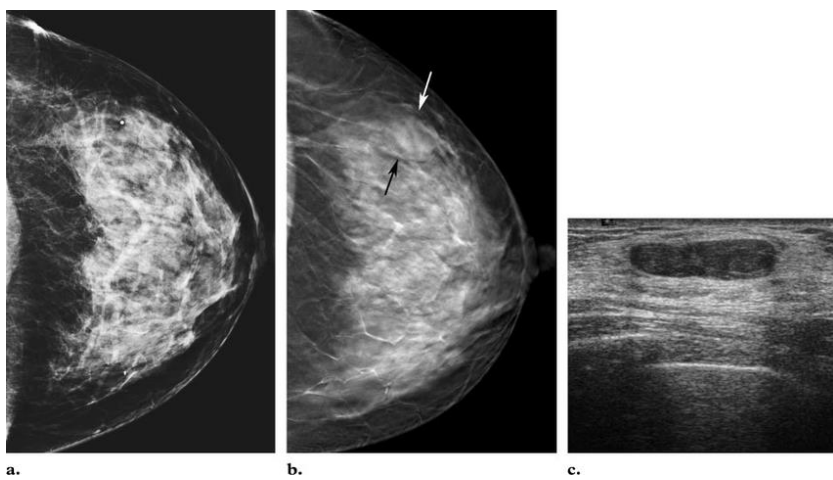
Κατά τον Φύσσας (2006), η *Υπερπλασία των πόρων* αποτελεί παθολογία του μαστού η οποία μπορεί να προέρχεται είτε από τους πόρους – *Πορογενής (ductal) υπερπλασία*, είτε από τους λοβούς – *Λοβιακή (lobular) υπερπλασία*. Επιπρόσθετα, μπορεί να χαρακτηριστεί ως καλοήθης ή άτυπη υπερπλασία. Συνήθως, η καλοήθης *Επιθηλιακή υπερπλασία* με το χρόνο μπορεί να γίνει *Άτυπη επιθηλιακή υπερπλασία*, η οποία παρουσιάζει έως και 5 φορές περισσότερη πιθανότητα ανάπτυξης καρκίνου του μαστού. Όλοι οι καρκίνοι του μαστού, πριν τη διάγνωσή τους, πέρασαν, από τη φάση της υπερπλασίας και ακολούθως της ατυπίας, χωρίς να σημαίνει ότι όλες οι ατυπίες θα γίνουν καρκίνοι του μαστού.

Η *Υπερπλασία των πόρων στο μαστό*, συνήθως, δε γίνεται αντιληπτή από τη ψηλάφηση, ενώ στη μαστογραφία και στο υπερηχογράφημα εμφανίζεται ως μια μικρή σκίαση. Η διάγνωση της πάθησης γίνεται:

- 2 Με κυτταρολογική εξέταση (FNA - βιοψία υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση)
- 3 Με βιοψία με χοντρή βελόνα (core biopsy) καθοδηγούμενη υπερηχογραφικά.
- 4 Με χειρουργική βιοψία κατόπιν εντοπισμού με τοποθέτηση οδηγού- αγκίστρου.

Σε περίπτωση που η ιστολογική διάγνωση επιβεβαιώσει *Άτυπη επιθηλιακή υπερπλασία*, απαιτείται ευρύτερος χειρουργικός καθαρισμός της περιοχής, εκτός κι αν αυτό έγινε εξ' αρχής χειρουργικά (Φύσσας, 2006).

Στην παρακάτω Εικόνα (Εικόνα 6) απεικονίζονται ινοκυστικές αλλοιώσεις και λοβιακή υπερπλασία χωρίς ατυπία μέσω *Ψηφιακής Μαστογραφίας, Μαστογραφίας με Τομοσύνθεση* και *Υπερήχου*, σε γυναίκα 45 ετών η οποία έχει ψηλαφήσει συγκεκριμένη μάζα στον αριστερό μαστό. (Park, et al, 2007).



Εικόνα 6: Απεικόνιση Άτυπης Λοβιακής Υπερπλασίας μέσω Ψηφιακής Μαστογραφίας, Τομοσύνθεσης και Υπερήχου. Στο πρώτο μέρος του σχήματος (α), η *Ψηφιακή Μαστογραφία* παρουσιάζει μία εμφανής μάζα, στο κάτω και έξω τεταρτημόριο του αριστερού μαστού, η οποία δεν απεικονίζεται τόσο ξεκάθαρα λόγω της πυκνότητας του αδένου. Στο επόμενο σχήμα (β), παρουσιάζεται η *Μαστογραφία με Τομοσύνθεση*, η οποία απεικονίζει ξεκάθαρα τη μάζα (βέλη). Στο σχήμα (γ), παρουσιάζεται εικόνα από εξέταση *Υπερήχου*, όπου απεικονίζεται μία καλά περιεγραμμένη μάζα. Η διάγνωση εξακριβώνεται μέσω βιοψίας με χοντρή βελόνα (core biopsy) καθοδηγούμενη υπερηχογραφικά.

2.4.3.3. Φυλλοειδείς όγκοι Μαστού

Οι *Φυλλοειδείς όγκοι* του μαστού κατά κανόνα είναι καλοήθεις και απεικονιστικά μοιάζουν με ινοαδενώματα. Μπορεί όμως να ανήκουν και στην ενδιάμεση κατηγορία ή να είναι κακοήθεις. Στην περίπτωση κακοήθους φυλλοειδούς όγκου χρησιμοποιείται και ο όρος *φυλλοειδές κυστεοσάρκωμα*. Οι κακοήθεις φυλλοειδείς όγκοι διαφέρουν από τους περισσότερους άλλους καρκίνους του μαστού σε διάφορα σημεία. Χαρακτηρίζονται από

ομαλά όρια στην απεικόνιση, δίνουν κατά κύριο λόγο αιματογενείς και όχι λεμφογενείς μεταστάσεις και έχουν την τάση να υποτροπιάζουν τοπικά. Το συγκεκριμένο είδος κακοήθειας είναι ευαίσθητο στην ακτινοβολία και δεν ανταποκρίνεται στη χημειοθεραπεία (Αναστασάκου, 2009).

Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό υποτιθέμενα ινοαδενώματα που μεγαλώνουν γρήγορα να διευκρινίζεται οπωσδήποτε αν είναι φυλλοειδείς όγκοι και αυτό επιτυγχάνεται μέσω βιοψίας με κόπτουσα βελόνη. Η εξακρίβωση ανάπτυξης φυλλοειδούς όγκου είναι σημαντική επειδή μπορεί να υποστεί υποτροπή με πιο κακοήθη χαρακτήρα, δηλαδή , ο καλοήθης φυλλοειδής όγκος μπορεί να υποτροπιάσει ως ενδιάμεσου τύπου και ο ενδιάμεσου τύπου ως κακοήθης.

Οι φυλλοειδείς όγκοι πρέπει να αφαιρούνται πάντα διότι παρουσιάζουν εσωτερική ετερογένεια και πιθανότητα κακοήθους εξαλλαγής (Αναστασάκου, 2009).

2.4.3.4. Ακτινωτή Ουλή

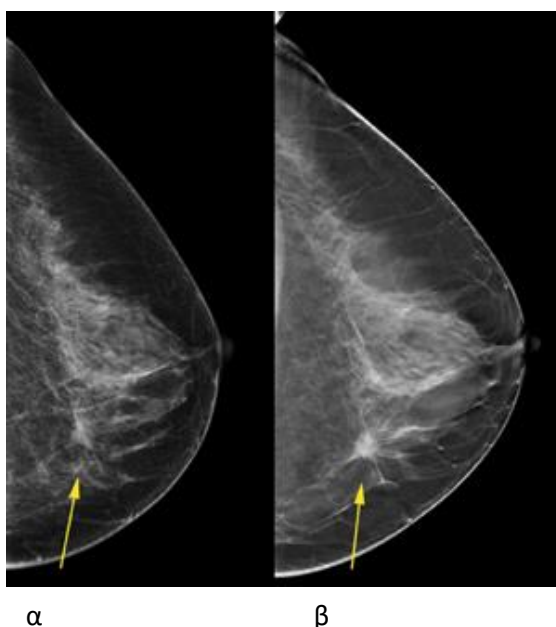
Η *Ακτινωτή ουλή*, είναι μια μάζα του μαστού σε σχήμα αστεριού η οποία μπορεί να είναι εντελώς καλοήθη ή μπορεί να είναι προκαρκινική ή να περιέχει ένα μείγμα ιστού, συμπεριλαμβανομένης της υπερπλασίας, της ατυπίας ή του καρκίνου. Υπολογίζεται ότι το 0,04% των γυναικών, ή έξι στις 15000, διαγιγνώσκεται ετησίως με ακτινική ουλή στο μαστό. Οι γυναίκες ηλικίας μεταξύ 41 και 60 ετών διατρέχουν τον υψηλότερο κίνδυνο για ανάπτυξη ακτινικής ουλής. Συνήθως, η ακτινωτή ουλή μπορεί να προκληθεί από χειρουργική επέμβαση μαστού, φλεγμονή του μαστού ή ορμονικές αλλαγές. Μπορεί , επίσης , να είναι το υποπροϊόν των ινοκυστικών αλλαγών στο στήθος που συμβαίνουν συνήθως με το πέρασμα των χρόνων (Eldridge, 2019).

Σε περίπτωση που μια ακτινωτή ουλή είναι αρκετά μεγάλη, δύναται να εμφανιστεί στη μαστογραφία ως ένα αστέρι ακανόνιστου σχήματος, έχοντας ακτινωτά χέρια μακριά από το κέντρο του. Λόγω του ότι δεν προκαλούν πολλά συμπτώματα, οι ακτινικές ουλές ανακαλύπτονται συνήθως τυχαία κατά τη διάρκεια μιας βιοψίας η οποία διενεργείται για κάποιο άλλο σκοπό.

Η Ακτινωτή ουλή, μπορεί να διαγνωστεί μέσω της *Μαστογραφίας*, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 7, μέσω του *Υπερήχου*, της *Μαγνητικής Τομογραφίας* με σκιαγραφικό και να επιβεβαιωθεί μέσω της βιοψίας είδους *core biopsy*.

Η βιοψία με κόπτουσα βελόνη - *core biopsy*, ίσως να μην κρίνεται πάντα αναγκαία, αλλά, είναι σημαντική εφόσον ο παθολόγος μπορεί να εξετάσει τον ιστό. Μελέτες έχουν ανακαλύψει ότι η *Μαστογραφία* και ο *Υπέρηχος* από μόνα τους δεν μπορούν να αποκλείσουν την παρουσία καρκινικού ιστού μέσα σε μία ακτινωτή ουλή και ως εκ τούτου η βιοψία κρίνεται απαραίτητη. Η ανάπτυξη *Ακτινωτής ουλής*, αυξάνει διπλάσια το κίνδυνο για την ανάπτυξη καρκίνου του μαστού, οπότε, ο γιατρός να κρίνει αναγκαίο να διενεργηθούν συμπληρωματικές μαστογραφίες για να τεκμηριώσει τυχόν αλλαγές στο εύρημα.

Συνήθως, η ακτινωτή ουλή συνιστάται να αφαιρείται χειρουργικά προκειμένου να αποφευχθεί η δημιουργία πιθανής κακοήθειας. Αυτό μπορεί να γίνει με μια ανοιχτή χειρουργική βιοψία ή τοπική χειρουργική τομή, ανάλογα με το μέγεθος της ακτινωτής ουλής. Ο ιστός που λαμβάνεται από τη χειρουργική επέμβαση θα εξεταστεί σε ένα εργαστήριο. Σε περίπτωση που η ακτινωτή ουλή δεν περιέχει καθόλου διηθητικά κύτταρα καρκίνου του μαστού, δεν θα χρειαστεί ακτινοβολία, χημειοθεραπεία ή ορμονική θεραπεία ως θεραπείες παρακολούθησης (Eldridge, 2019).



Εικόνα 7: Ακτινωτή Ουλή (βέλη). Στον Αριστερό μαστό η οποία εμφανίζεται ξεκάθαρα μέσω της Ψηφιακής Μαστογραφίας χωρίς Τομοσύνθεση (α) και με Τομοσύνθεση (β).

2.4.3.5 Λοβιακό Καρκίνωμα *in situ* - LCIS

Σύμφωνα με το Humanitas Research Hospital¹, το Λοβιακό Καρκίνωμα *in situ* (*Lobular Carcinoma In Situ - LCIS*) δεν αποτελεί κακοήθεια αλλά είναι μια σπάνια πάθηση η οποία προκαλεί την ανάπτυξη φυσιολογικών κυττάρων και αυξάνει το κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού.

Τα αίτια ανάπτυξης του *LCIS* δεν είναι σαφείς. Ωστόσο, η συγκεκριμένη πάθηση, αναπτύσσεται λόγω γενετικής μετάλλαξης η οποία συμβαίνει στα κύτταρα των γαλακτοπαραγωγικών λοβιδίων του μαστού, τα οποία φαίνονται μη φυσιολογικά, και παραμένουν στην περιοχή του λοβιδίου, χωρίς να εξαπλώνονται και να εισβάλλουν σε άλλες περιοχές του ιστού του μαστού. Το *LCIS* δεν εξελίσσεται σε καρκίνο αλλά αυξάνει τον κίνδυνο να προσβληθεί ο ασθενής από καρκίνο του μαστού. Μέσω κάποιων στατιστικών αποδεικνύεται ότι η πιθανότητα να αναπτυχθεί καρκίνος σε γυναίκες που διαγνώστηκαν με *LCIS* είναι σχεδόν 20%. Ωστόσο, κάθε γυναίκα έχει διαφορετικό βαθμό επικινδυνότητας για την ανάπτυξη καρκίνου του μαστού κάτι που εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Συνήθως, το *LCIS* δεν απεικονίζεται στη μαστογραφία αλλά, ανακαλύπτεται, τυχαία, μετά από βιοψία του μαστού, που πραγματοποιήθηκε με σκοπό τη διάγνωση κάποιας άλλης ύποπτης κατάστασης όπως ένα οζίδιο στο μαστό ή κάποιο ύποπτο εύρημα στη μαστογραφία. Επιπρόσθετα, ο τυχαίος εντοπισμός της πάθησης οφείλεται επίσης στο γεγονός ότι αποτελεί μία ασυμπτωματική πάθηση. Ωστόσο, αν γίνει αντιληπτή κάποια ορατή αλλαγή στο μαστό όπως, ένα ψηλαφητό οζίδιο, μια ζαρωμένη περιοχή, ένα σκληρό σημείο κάτω από το δέρμα ή έκκριση υγρού από την θηλή συνιστάται η επίσκεψη από ειδικό ιατρό ο οποίος πιθανό να προτείνει μαστογραφία (Εικόνα 8), μέσω της οποίας απεικονίζεται ξεκάθαρα, εάν η ασθενής είναι μεγαλύτερη από 40 ετών ή υπέρηχο στην αντίθετη περίπτωση.

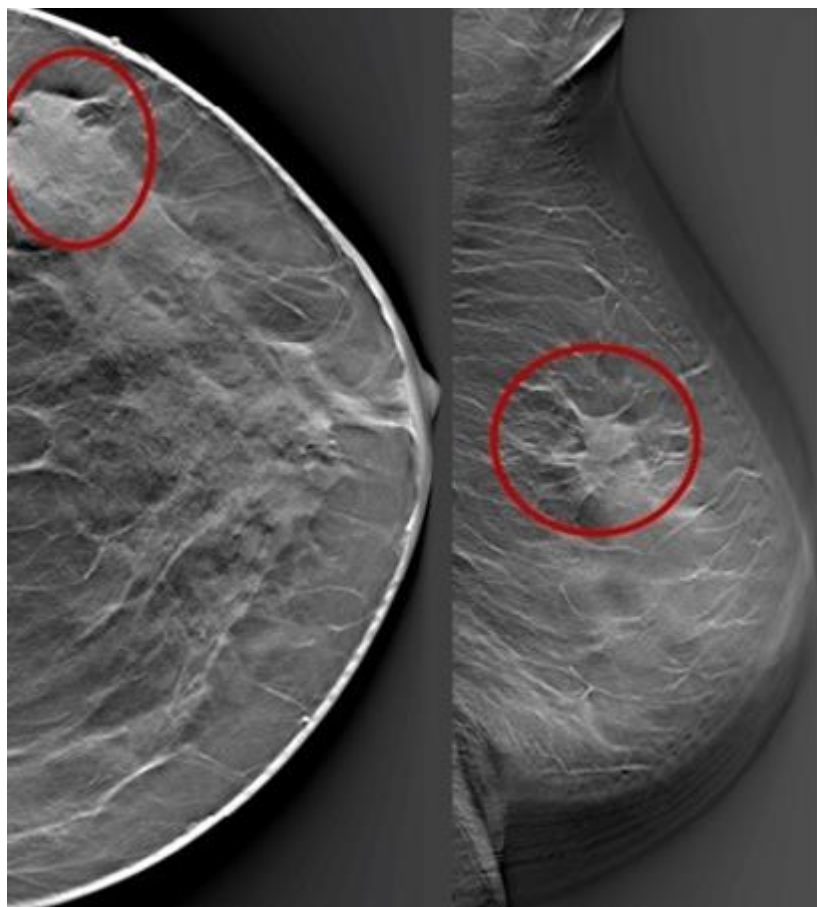
Η θεραπεία για το *LCIS*, μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της παρατήρησης, της φαρμακευτικής αγωγής και χειρουργικής επέμβασης.

Με την αναφορά στην προσεκτική παρατήρηση, εννοούμε τις συχνές εξετάσεις και τον έλεγχο των ύποπτων συμπτωμάτων και ευρημάτων μέσω της αυτοεξέτασης των μαστών,

¹ <https://www.humanitas.net/>

τη κλινική εξέταση των μαστών δυο φορές τον χρόνο, τη μαστογραφία κάθε χρόνο και άλλες μεθόδους όπως τη μαγνητική τομογραφία.

Τέλος, αναφορικά με τη θεραπευτική προσέγγιση του *LCIS* μέσω της χειρουργικής επέμβασης γίνεται η αφαίρεση του ιστού με *LCIS*, κατά την διάρκεια μιας βιοψίας ή με επιπλέον χειρουργική επέμβαση σε περίπτωση αφαίρεσης μεγαλύτερου τμήματος του ιστού. Η συστηματική παρακολούθηση είναι εξίσου αναγκαία λόγω του ότι , ο κίνδυνος ανάπτυξης καρκίνου του μαστού δεν εξαλείφεται. Υπάρχει , επίσης, η δυνατότητα προληπτικής μαστεκτομής με την οποία αφαιρούνται και οι δύο μαστοί ώστε να εξαλειφθεί ο υψηλός βαθμός επικινδυνότητας μερικών περιπτώσεων (Humanitas Research Hospital, 2019).



α

β

Εικόνα 8: Ψηφιακή Μαστογραφία με Τομοσύνθεση αριστερού μαστού με *LCIS* (κόκκινος κύκλος). Στην εικόνα, α , απεικονίζεται ο αριστερός μαστός σε κεφαλουραία λήψη – Craniocaudal view και στην εικόνα β, σε πλάγια λοξή λήψη – Lateral view.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Καρκίνος του Μαστού

3.1 Καρκίνος του Μαστού

Ο Καρκίνος του μαστού , αποτελεί μία κακοήθη ασθένεια κατά την οποία τα καρκινικά κύτταρα αναπτύσσονται ανεξέλεγκτα στον ιστό του μαστού. Ο Καρκίνος του μαστού συνήθως ταξινομείται σε διηθητικό και μη διηθητικό.

Ο μη Διηθητικός καρκίνος του μαστού ή το in situ καρκίνωμα αποτελεί εύρημα το οποίο δε μπορεί να ανιχνευθεί στην ψηλάφηση του μαστού, αλλά είναι εμφανές στη μαστογραφία.

Ο Διηθητικός καρκίνος του μαστού εκτείνεται πέρα από τη περιοχή του μαστού και αποτελεί τη πιο κοινή μορφή καρκίνου του μαστού, με κύριο χαρακτηριστικό την ανάπτυξη του στα κύτταρα των πόρων. Άλλοι τύποι καρκίνου του μαστού περιλαμβάνουν το διηθητικό λοβιακό καρκίνο του μαστού, τον φλεγμονώδες καρκίνο και τη νόσο Paget του μαστού. Δυστυχώς, ο επιθετικός καρκίνος του μαστού μπορεί να εξαπλωθεί σε άλλες περιοχές του σώματος (Plusmedical, 2019).

3.2 Επιδημιολογία

Ο καρκίνος του μαστού είναι ο πιο συχνά διαγνωσμένος καρκίνος και η κύρια αιτία θανάτου από καρκίνο σε γυναίκες παγκοσμίως . Μεταξύ των γυναικών στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο καρκίνος του μαστού έχει τη μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης όλων των καρκίνων και είναι η δεύτερη πιο συχνή αιτία θανάτου από καρκίνο μετά από καρκίνο του πνεύμονα. Εκτιμάται ότι, το έτος 2017 υπήρχαν 252.710 νέες περιπτώσεις καρκίνου του μαστού (30% όλων των καρκίνων) και 40.610 θάνατοι (14% όλων των καρκίνων) μεταξύ των γυναικών των Ηνωμένων Πολιτειών. Μια γυναίκα στις Ηνωμένες Πολιτείες έχει 12,3% κίνδυνο ή 1-σε-8 ζωής να διαγνωστεί με καρκίνο του μαστού.

Η έγκαιρη διάγνωση είναι σημαντική τόσο για τη θεραπεία όσο και την εξέλιξη της νόσου. Οι ασθενείς με μικρότερους πρωτογενείς καρκίνους κατά τη στιγμή της διάγνωσης τους έχουν σημαντικά υψηλότερο ποσοστό επιβίωσης και σημαντικά μειωμένη πιθανότητα θανάτου από καρκίνο. Η έγκαιρη ανίχνευση του καρκίνου του μαστού και η ακριβής αξιολόγηση των βλαβών είναι οι βασικοί στόχοι των διαφόρων μεθόδων απεικόνισης. Ως μέθοδος συμβατικής ιατρικής απεικόνισης, το υπερηχογράφημα (US), διαδραματίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην ανίχνευση του καρκίνου του μαστού, στην καθοδηγούμενη βιοψία και στη διάγνωση των λεμφαδένων (Guo, et al., 2017).

3.3 Παράγοντες Κινδύνου ανάπτυξης Καρκίνου του Μαστού

Ο καρκίνος του μαστού, δυστυχώς, αποτελεί μία παθολογική κατάσταση άγνωστης αιτιολογίας. Μελέτες , δείχνουν ότι η αύξηση της ηλικίας και οι γυναικείες ορμόνες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του και με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης του σε γυναίκες άνω των 50 ετών

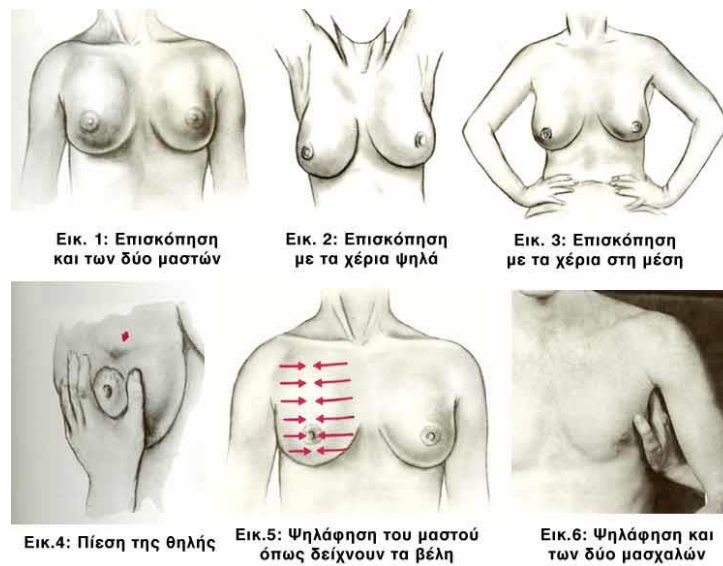
Μεταξύ άλλων, παράγοντες που αυξάνουν τις πιθανότητες ανάπτυξης καρκίνου του μαστού (Plusmedical, 2019) :

- Ηλικία - 8 στις 10 γυναίκες μπορεί να διαγνωστούν με καρκίνο του μαστού μετά τα 50.

- Οικογενειακό ιστορικό - περιπτώσεις καρκίνου του μαστού σε συγγενείς πρώτου και δεύτερου βαθμού.
- Προηγούμενος καρκίνος του μαστού ή διάγνωση – προηγούμενος καρκίνος του μαστού ή μη διηθητικές μεταβολές των καρκινικών κυττάρων στους πόρους, ή άλλοι τύποι ογκιδίων μπορεί να αυξήσουν τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου.
- Πυκνότητα του μαστού - Οι γυναίκες που έχουν περισσότερο πυκνό ιστό μαστού μπορεί να έχουν μεγαλύτερο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου.
- Πρώτη εμμηνόρροια σε νεαρή ηλικία - κάτω των 12 ετών.
- Ακτινοθεραπεία για μαστό ή πνεύμονα.
- Θεραπείες με οιστρογόνα.
- Πρώτος τοκετός σε μεγαλύτερη ηλικία.
- Το υπερβολικό βάρος και η παχυσαρκία.
- Διατροφή πλούσια σε λίπος.
- Κατανάλωση αλκοόλ.

3.4 Διάγνωση - Πρόληψη Καρκίνου του μαστού

Ως αφετηρία, για την έγκαιρη διάγνωση του καρκίνου του μαστού αποτελεί η αυτοεξέταση του μαστού η οποία επιτυγχάνεται με τη ψηλάφηση με συγκεκριμένες κινήσεις και είναι ιδανικό σε γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας να γίνεται μετά το τέλος της περιόδου , ενώ , σε γυναίκες που βρίσκονται στη φάση της εμμηνόπαυσης συστήνεται να επιλέγεται μία σταθερή ημερομηνία κάθε μήνα. Η *Αυτοεξέταση του μαστού* καθορίζεται, επίσης , και εξέταση πρόληψης για το καρκίνο του μαστού, της οποίας η διαδικασία παρουσιάζεται στην Εικόνα 9.



Εικόνα 9: Στάδια Αυτοεξέτασης μαστών.

Επιπρόσθετα, η *Μαστογραφία* αποτελεί την εξέταση πρόληψης καρκίνου του μαστού. Πλέον, συνιστάται η πρώτη μαστογραφία (*μαστογραφία αναφοράς*) να γίνεται στα 35 έτη και μετά τα 40 κρίνεται αναγκαίος ο ετήσιος επανέλεγχος. Η μαστογραφία είναι ιδανικό να γίνεται μεταξύ της 7^{ης} – 15^{ης} μέρας του κύκλου, όπου ο μαστός δε παρατηρείται διογκωμένος, για την αποφυγή ψευδών ευρημάτων και για την όσο το δυνατό πιο ευχάριστη για την ασθενή εξέταση. Παράλληλα, αν και με τη χρήση σύγχρονου εξοπλισμού που προσφέρει ψηφιακή μαστογραφία, η διάγνωση καθίσταται πιο ακριβής με τις συμπληρωματικές εξετάσεις *Υπέρηχου* και κλινικής εξέτασης από ειδικό ακτινολόγο (Ιωαννίδου, 2019).

Το υπερηχογράφημα μαστών είναι σημαντική εξέταση γιατί γίνεται σε οποιαδήποτε ηλικία χωρίς περιορισμό στη συχνότητα του, εφόσον δεν επιβαρύνει με ακτινοβολία την ασθενή. Συνιστάται, οι γυναίκες ηλικίας 25 ετών και άνω να προβαίνουν σε υπερηχογράφημα μαστών μία φορά τον χρόνο μαζί με ψηλάφηση. Η εξέταση του υπερηχογραφήματος είναι η ιδανική για την ανεύρεση κυστών, ινοαδενωμάτων, θηλωμάτων και πορεκτασιών, ενώ σε ποσοστό περίπου 85-90% ανιχνεύει τον καρκίνο.

Σε καμιά περίπτωση η μία εξέταση δεν αντικαθιστά την άλλη, αλλά την συμπληρώνει.

Επιπλέον, η *Μαγνητική Μαστογραφία - MRI μαστών*, αποτελεί μία εξέταση που γίνεται σε ορισμένες περιπτώσεις, και πιο συγκεκριμένα όταν ανιχνευθεί κάτι ύποπτο στην μαστογραφία ή στο υπερηχογράφημα και χρειάζεται μια συμπληρωματική εξέταση για

επιπλέον πληροφορίες. Σε περιπτώσεις ασθενών με βεβαρυμμένο κληρονομικό ιστορικό ή όταν η ίδια η ασθενής έχει νοσήσει από καρκίνο του μαστού, προτείνεται να γίνεται η μαγνητική μαστογραφία κάθε 5 χρόνια (Κοτσιφόπουλος, 2019).

Σε καμιά χώρα του κόσμου η μαγνητική μαστογραφία δεν συστήνεται να γίνεται για προληπτικό έλεγχο αντί της μαστογραφίας και του υπερηχογραφήματος.

Οι παραπάνω απεικονιστικές μέθοδοι χαρακτηρίζονται ως μη επεμβατικές. Για την διάγνωση του καρκίνου του μαστού υπάρχουν επιπρόσθετες μέθοδοι που είναι επεμβατικές και αφορούν τα είδη της βιοψίας που μπορούν να γίνουν για να διευκρινιστεί η φύση ενός ευρήματος.

Η *βιοψία δια βελόνης- FNA*, με την οποία παρακεντάτε ο όγκος με μια λεπτή βελόνη και λαμβάνονται κύτταρα του όγκου τα οποία στέλνονται για κυτταρολογική εξέταση. Αυτό το είδος βιοψίας είναι για τη περίπτωση παρακέντησης παρακεντήσουμε κυστών για το άδειασμα του υγρού που περιέχουν.

Η *βιοψία με χοντρή βελόνη - Core Biopsy*, γίνεται με τοπική αναισθησία και με χοντρή κόπτουσα βελόνα για τη λήψη τεμαχίων ιστού που στέλνονται για εξέταση και αποτελεί μια πολύ αξιόπιστη μέθοδο , ειδικά για τη διάγνωση συμπαγούς βλάβης αποφεύγοντας την ανοικτή βιοψία.

Παράλληλα, η *Ανοικτή – χειρουργική βιοψία* γίνεται όταν δεν υπάρχει δυνατότητα για Core Biopsy ή όταν υπάρχει μεγάλη υποψία ότι ο όγκος που έχει ψηλαφηθεί απεικονιστεί στη μαστογραφία και στον υπέρηχο είναι καρκίνος (Κοτσιφόπουλος, 2019).

Σύμφωνα, λοιπόν, με έρευνα των McDonald , et al., (McDonald , et al., 2016) , η μαστογραφία αποτελεί τη μόνη απεικονιστική μέθοδο η οποία έχει αποδειχθεί ότι μειώνει τη θνησιμότητα που σχετίζεται με τον καρκίνο του μαστού. Η προληπτική μαστογραφία οδηγεί στη μείωση της θνησιμότητας του καρκίνου του μαστού κατά 19%. Συγκεκριμένα, προσφέρει λιγότερα οφέλη για τις γυναίκες στην ηλικία των 40 ετών (15%) και περισσότερα οφέλη για τις γυναίκες των 60 ετών (32%). Επομένως, σύμφωνα με την *Αμερικανική Εταιρεία Καρκίνου*² η προληπτική μαστογραφία συνιστάται να ξεκινά από την από την ηλικία των 45 ετών ή αργότερα ανάλογα με την περίπτωση.

² <https://www.cancer.org/>

Η *Αμερικανική Ομάδα Πρόληψης - US Preventative Task Force*³ αναφέρθηκε σε μείωση της θνησιμότητας που σχετίζεται με το καρκίνο του μαστού κατά 15% για γυναίκες ηλικίας 39-49 ετών. Ωστόσο, η συγκεκριμένη ομάδα δημοσίευσε μια έκθεση όπου συνιστούσε τη προληπτική μαστογραφία μία φορά κάθε δύο χρόνια για γυναίκες ηλικίας 50-74 ετών, με εξαίρεση τις νεότερες γυναίκες λόγω του υψηλού ποσοστού ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων.

Η προσθήκη της *Ψηφιακής Τομοσύνθεσης* μαστού σε μια συμβατική εξέταση μειώνει τα ψευδώς θετικά αποτελέσματα και αυξάνει την ανίχνευση του καρκίνου, με μόνη ανησυχία τον κατά προσέγγιση διπλασιασμό της δόσης ακτινοβολίας έναντι της συμβατικής ψηφιακής μαστογραφίας. Για να αντιμετωπιστεί αυτό το ζήτημα, ορισμένα πρωτόκολλα, ανασυνθέτουν δισδιάστατες εικόνες από εικόνες τρισδιάστατης τομοσύνθεσης με αποτέλεσμα αυτή η διαδικασία να μειώνει τη δόση ακτινοβολίας κατά περίπου 45%.

Είναι σημαντικό η εξέταση της μαστογραφίας να συμπληρώνεται από άλλες μεθόδους απεικόνισης ιδιαίτερα σε ασθενείς υψηλού κινδύνου έτσι ώστε να αυξάνεται το ποσοστό της ακριβής διάγνωσης.

Σύμφωνα με μελέτη των McDonald, et al., (2016), η οποία περιλάμβανε 14 περιστατικά γυναικών υψηλού κινδύνου με γενετικές μεταλλάξεις που υποδήλωναν αυξημένο κίνδυνο καρκίνου του μαστού και γυναικών με ιστορικό ακτινοθεραπείας για *λέμφωμα Hodgkin* που συμπεριλάμβανε και τον ιστό του μαστού. Η μελέτη απέδειξε ότι η Μαγνητική Τομογραφία είχε υψηλότερη ευαισθησία για κακοήθεια (84,6%) σε σύγκριση με τη *Μαστογραφία* (38,6%) ή το *Υπερηχογράφημα* (39,6%). Η χρήση της *Μαγνητικής Τομογραφίας*, ως συμπληρωματική εξέταση της μαστογραφίας, είχε υψηλότερη ευαισθησία για κακοήθεια (92,7%) συγκριτικά με τη χρήση υπερήχου (52%). Σύμφωνα με την *American Cancer Society*⁴, για τις γυναίκες που έχουν κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού άνω του 20%, η Μαγνητική Τομογραφία συνιστάται ως η κατάλληλη συμπληρωματική εξέταση της μαστογραφίας. Το υπερηχογράφημα αποδείχθηκε ως καλή επιλογή για προληπτικό έλεγχο γυναικών υψηλού κινδύνου που δεν μπορούν να προβούν σε *Μαγνητική Τομογραφία* του

³ <https://www.uspreventiveservicestaskforce.org>

⁴ <https://www.cancer.org/>

μαστού ή για γυναίκες με ενδιάμεσο κίνδυνο, που έχουν πυκνό αδένια μαστού. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο υψηλός αριθμός ψευδών θετικών αποτελεσμάτων και η εξάρτηση από την εμπειρία του χειριστή είναι οι κύριοι περιορισμοί του Υπερηχογραφικού ελέγχου. Ο υψηλός αριθμός ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων και η χαμηλή θετική πρόβλεψη του υπερήχου δεν ικανοποιούν τα ελάχιστα πρότυπα που συνιστά ο *Οργανισμός Υπερήχων για την πολιτική και την έρευνα στον τομέα της υγειονομικής περίθαλψης - Ultrasound Agency for Health Care Policy and Research*⁵. Συγκριτικά με άλλες μεθόδους πρόληψης, τα ισχύοντα κριτήρια καταλληλότητας του *Αμερικανικού Κολλεγίου Ακτινολογίας* ορίζουν: « Δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία για τη στήριξη της εφαρμογής συμπληρωματικών εξετάσεων όπως η θερμογραφία, η μαστογραφία εκπομπής ποζιτρονίου και η οπτική απεικόνιση ».

3.5 Απεικόνιση και Σταδιοποίηση του Καρκίνου του Μαστού

Η *Μαστογραφία* και το *Υπερηχογράφημα*, συνήθως, θεωρούνται, επαρκής για τη διαδικασία διάγνωσης ενός ασθενούς με πρόσφατα διαγνωσμένο καρκίνο του μαστού εφόσον προσφέρουν πληροφορίες για να προσδιοριστεί το στάδιο του όγκου. Επιπρόσθετα, η *Μαγνητική Τομογραφία* συνιστάται μερικές φορές, ειδικά όταν ο ασθενής είναι νεαρός, ή υπάρχει υποψία γενετικής ή πολυεστιακής νόσου ή η μαστογραφία και το υπερηχογράφημα έχουν αποδώσει απροσδιόριστα ευρήματα. Παρόλο, που η *Μαγνητική Τομογραφία* του μαστού ανιχνεύει επιπρόσθετη παθολογία στο ετερόπλευρο στήθος περίπου στο 3%, οι μετα-αναλύσεις της προεγχειρητικής *Μαγνητικής Τομογραφίας* του μαστού έχουν δείξει αύξηση των ποσοστών της μαστεκτομής και καμία αύξηση στον τοπικό έλεγχο μετά από τη χειρουργική συντήρηση του μαστού και την ακτινοθεραπεία. Μελέτες, επίσης, της *Μαγνητικής Τομογραφίας* του μαστού ανάδειξαν κίνδυνο υπερεκτίμησης του μεγέθους του όγκου. Περαιτέρω, είναι πιθανό ότι οι μικροί πρόσθετοι καρκίνοι που ανιχνεύθηκαν μέσω της *Μαγνητικής Τομογραφίας* δεν θα ήταν ποτέ κλινικά σημαντικοί ή υπεύθυνοι για τη τοπική υποτροπή, λόγω συμπληρωματικής συστηματικής ή ακτινοθεραπείας ολόκληρου του μαστού. Η *Μαγνητική Τομογραφία* μπορεί να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην

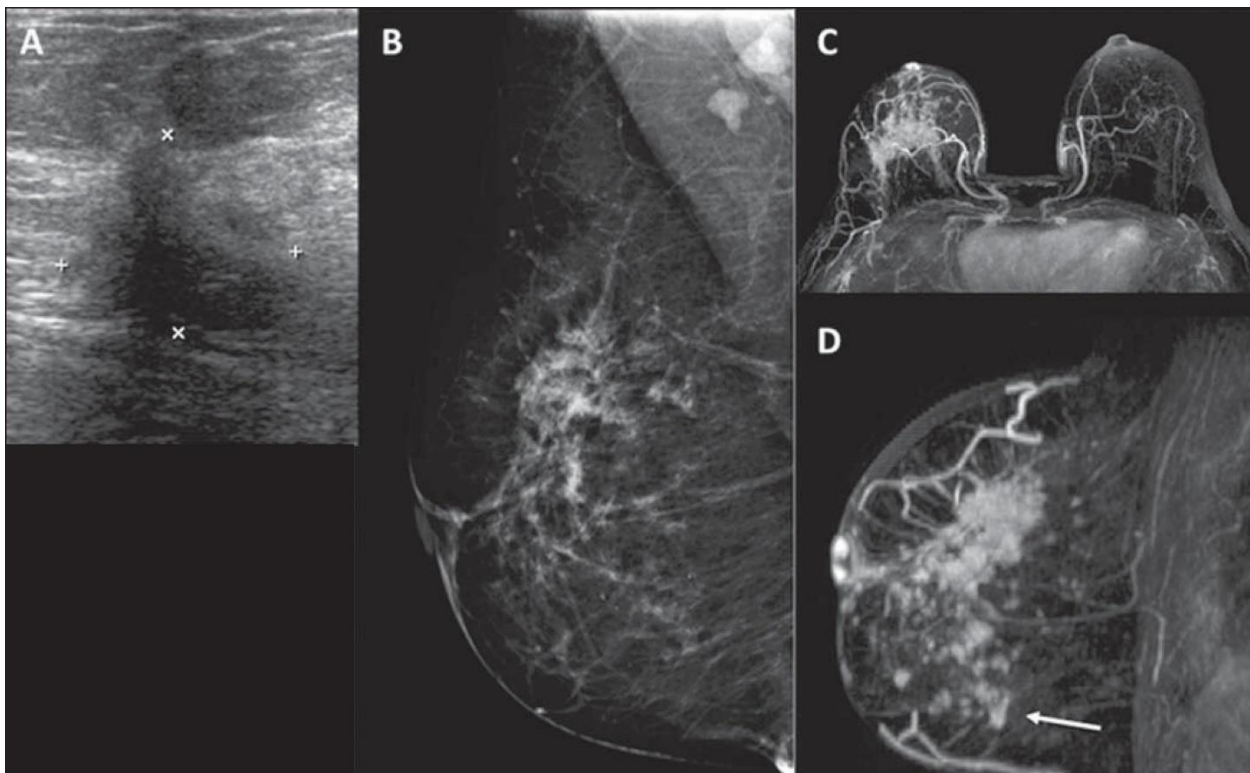
⁵ <https://www.ahrq.gov>

εκτίμηση της έκτασης της ασθένειας όταν συστήνεται περιορισμένη ακτινοβολία στη περιοχή του όγκου ή περιφερειακή ακτινοβολία των λεμφαδένων. Επιπλέον, η *Μαγνητική Τομογραφία* του μαστού μπορεί να γίνει σε ασθενείς που λαμβάνουν συμπληρωματική χημειοθεραπεία και για την αξιολόγηση της ανταπόκρισης στη θεραπεία ώστε να βοηθήσουν στον χειρουργικό σχεδιασμό (McDonald, et al., 2016).

Επιπρόσθετα, η ακτινογραφία θώρακα και οι εργαστηριακές εξετάσεις αίματος ρουτίνας είναι αποτελεσματικά για τη σταδιοποίηση ασθενούς με καρκίνο μαστού κλινικού σταδίου I ή II και χωρίς συγκεκριμένα συμπτώματα μεταστατικής νόσου. Σε περίπτωση καρκίνου προχωρημένου σταδίου (στάδιο IIIB / C ή IV), οι κατευθυντήριες γραμμές, σύμφωνα με τον οργανισμό « *National Comprehensive Cancer Network* »⁶ (έκδοση 1.2015) συνιστούν *Αξονική Τομογραφία* θώρακα, κοιλίας ή λεκάνης ή *CT* θώρακα και κοιλίας, και *MRI* λεκάνης καθώς και εξέταση οστεοπόρωσης ή *PET / CT* με φθοριούχο νάτριο. Το *18F-FDG PET / CT* παρατίθεται ως προαιρετικό για την αξιολόγηση της νόσου του σταδίου IIIB / C ή IV, αλλά δεν ενδείκνυται για τη σταδιοποίηση της νόσου του σταδίου I ή II. Παράλληλα, μια μετα-ανάλυση 5 μελετών, με 547 ασθενείς, που υποστηρίζει τη χρήση του *PET* για την αξιολόγηση προχωρημένου καρκίνου του μαστού, έδειξε ευαισθησία για καρκίνο του μαστού 0,97 (95% σε διάστημα εμπιστοσύνης 0,93-0,99) και ειδικότητα 0,95 (95% -0,97) (Xu, et al., 2012).

⁶ <https://www.nccn.org>

Στη εικόνα 10, απεικονίζεται ένα εύρημα το οποίο στο *Υπερηχογράφημα* (A) παρουσιάζεται ως μια ανώμαλη υποηχοϊκή μάζα στο άνω έξω τεταρτημόριο του δεξιού μαστού, το οποίο αντιστοιχεί στην εστιακή ασυμμετρία στη μαστογραφία (B). Ωστόσο, η *Μαγνητική Τομογραφία* παρουσιάζει μια μεγαλύτερη περιοχή ενίσχυσης (C, D), η οποία εκτείνεται στα χαμηλότερα τεταρτημόρια (βέλος - D).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Τομογραφική Απεικόνιση Μαστού

4.1 Ιατρική απεικόνιση και Κατηγοριοποίηση BI-RADS

Κύριο μέλημα της ιατρικής είναι η πρόληψη περίπλοκων παθολογιών, όπως ο καρκίνος, που συνήθως επιτυγχάνεται μέσω μεθόδων απεικόνισης. Στη περίπτωση του μαστού η Μαστογραφία αποτελεί μία από τις πιο αποτελεσματικές και δημοφιλείς μεθόδους που χρησιμοποιούνται σήμερα για τον εντοπισμό του καρκίνου του μαστού. Παράλληλα, έχουν γίνει προσπάθειες για τη βελτίωση της ακρίβειας της διάγνωσης του καρκίνου του μαστού με τη χρήση διαφορετικών μεθόδων απεικόνισης. Η απεικόνιση μέσω Υπερήχων και Μαγνητικού συντονισμού έχει χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση καρκίνου του μαστού σε ασθενείς υψηλού κινδύνου. Πρόσφατα, οι τεχνικές απεικόνισης της πυρηνικής ιατρικής χρησιμοποιούνται, επίσης, ευρέως για τον εντοπισμό και τη διάγνωση του καρκίνου του μαστού.

Το Αμερικάνικο Κολλέγιο Ακτινολόγων έχει προτείνει τη κατηγοριοποίηση BI-RADS (Breast Imaging – And Data System) για την αξιολόγηση ακτινολογικών ευρημάτων του μαστού. Οι κατηγορίες είναι (Zonderland and Smithuis, 2013):

- BI-RADS 0: Χρησιμοποιείται όταν κρίνεται αναγκαία η περαιτέρω αξιολόγηση με απεικονιστικές μεθόδους (π.χ. υπέρηχος), ή σύγκριση με προηγούμενες εξετάσεις.
- BI-RADS 1: Αρνητικό έλεγχος. Εξέταση με φυσιολογικά ευρήματα. Ο έλεγχος συνεχίζει με τις τυπικές προληπτικές εξετάσεις.
- BI-RADS 2: Καλοήθη ευρήματα τα οποία δε χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης και καλοήθη ευρήματα που αποδείχθηκαν από προηγούμενη βιοψία, όπως κύστες και ινοαδενώματα.
- BI-RADS 3: Πιθανώς καλοήθη ευρήματα που χρήζουν επανεξέτασης. Τα ευρήματα κατά 98% είναι καλοήθη αλλά εφόσον δεν έχει γίνει βιοψία που να το επιβεβαιώνει, απαιτείται ακτινολογικός επανέλεγχος στους 6 μήνες το αργότερο.
- BI-RADS 4: Αρκετά ύποπτο εύρημα που απαιτεί άμεση βιοψία μαστού. Η συγκεκριμένη κατηγορία χωρίζεται σε υποκατηγορίες ως εξής:
 - BI-RADS 4a: Χαμηλή υποψία ύπαρξης καρκίνου μαστού αλλά είναι αναγκαία η ταυτοποίηση με βιοψία.
 - BI-RADS 4b: Ενδιάμεση υποψία ύπαρξης καρκίνου μαστού αλλά είναι αναγκαία η ταυτοποίηση με βιοψία.
 - BI-RADS 4c: Μέτρια (50%) υποψία ύπαρξης καρκίνου μαστού αλλά είναι αναγκαία η ταυτοποίηση με βιοψία.
- BI-RADS 5: Τα ευρήματα κατά 95% είναι καρκίνος μαστού. Η άμεση προεγχειρητική διάγνωση με βιοψία είναι απαραίτητη για την ιστολογική ταυτοποίηση του τύπου καρκίνου για το σχεδιασμό του κατάλληλου θεραπευτικού πλάνου.
- BI-RADS 6: Γνωστός καρκίνος από προηγούμενη βιοψία. Το εύρημα των εξετάσεων είναι ήδη ιστολογικά επιβεβαιωμένος καρκίνος.

4.1.1 Μαστογραφία - Mammography

Η Μαστογραφία αποτελεί τη πιο συνηθισμένη μέθοδο απεικόνισης του μαστού. Χρησιμοποιεί ακτίνες X , χαμηλής ενέργειας για τη λήψη εικόνων στις οποίες οι καρκινικές

μάζες και οι ασβεστώσεις απεικονίζονται ως πιο φωτεινές περιοχές. Επιπρόσθετα, η μαστογραφία χρησιμοποιείται για τη διάγνωση του Λοβιακού Καρκινώματος *in situ* (DCIS). Επί του παρόντος, έχει χαρακτηριστεί ως η χρυσή πρότυπη μέθοδος για τον εντοπισμού του καρκίνου σε αρκετά πρώιμο στάδιο, πριν ακόμα γίνει κλινικά αντιληπτό το εύρημα και έχει καθιερωθεί επιστημονικά ως η μέθοδος πρόληψης για το καρκίνο του μαστού (Korans, 2004).

Η μαστογραφία έχει συμβάλει στη μείωση του ποσοστού θνησιμότητας κατά 25% -30% στις γυναίκες που εξετάστηκαν σε σύγκριση με μια ομάδα ελέγχου μετά από 5 έως 7 χρόνια (Kerlikowske, et al., 1995). Οι τυχαίοποιημένες δοκιμές της μαστογραφικής εξέτασης έδωσαν ισχυρές ενδείξεις ότι η έγκαιρη διάγνωση και η θεραπεία του καρκίνου του μαστού μειώνει τη θνησιμότητα που οφείλεται στον καρκίνο του μαστού (Nyström, et al., 2002).

Ωστόσο, η διάγνωση του καρκίνου του μαστού σε πρώιμο στάδιο δεν αποτελεί εύκολη υπόθεση χρησιμοποιώντας μόνο τη μέθοδο μαστογραφίας. Έτσι, ο συνδυασμός της με άλλες τεχνικές πιθανόν να μειώσει περισσότερο το ποσοστό θνησιμότητας, εφόσον η διάγνωση θα είναι πιο ακριβής. Συγκεκριμένα, σε ασθενείς με μη φυσιολογικά ευρήματα στο μαστό προτείνεται η χρήση της μαστογραφίας, του υπερήχου και της μαγνητικής τομογραφίας όπου χρειάζεται ανάλογα με κάθε περιστατικό. Σε μελέτη που παρουσιάστηκε από τους Malur et al., (2001) το καρκίνωμα *in situ* διαγνώστηκε σε 78,9% και 68,4% των ασθενών με μαστογραφία και μαγνητικής τομογραφίας, αντίστοιχα. Ο συνδυασμός και των τριών διαγνωστικών μεθόδων είναι αποτελεσματικός για στην ανίχνευση του διηθητικού καρκίνου και της πολυεστιακής νόσου. Ωστόσο, η ευαισθησία της μαστογραφίας όταν συνδυάστηκε με τον υπερήχου ήταν παρόμοια με την απόδοση της μαγνητικής τομογραφίας και ανερχόταν στο 94,6%. Στη μαστογραφία ψηφιακής τομοσύνθεσης, έχει τροποποιηθεί η βασική τεχνική της μαστογραφίας για την λήψη τρισδιάστατων εικόνων του μαστού (Wu, et al., 2003). Συγκεκριμένα, σε μελέτες όπου αξιολογήθηκε η ευαισθησία και η ειδικότητα της τεχνικής της τομοσύνθεσης συγκριτικά με τη συμβατική ψηφιακή μαστογραφία, διαπιστώθηκε ότι παρουσιάζει αυξημένα ποσοστά σχετικά με τις περιπτώσεις της αρχιτεκτονικής διαταραχής, της ανίχνευσης καλοηθών και κακοηθών περιοχών και της ακρίβειας σε πυκνούς μαστούς (Kane, 2018). Παράλληλα, μια σύγχρονη εξέλιξη της συμβατικής μαστογραφίας αποτελεί η μαστογραφία αυξημένης αντίθεσης (CEDM), η οποία απαιτεί την ενδοφλέβια χορήγηση ιωδιούχου σκιαγραφικού. Έρευνα των Diekmann, 2009,

(Diekmann, et al., 2009) έχει αναλύσει τα πλεονεκτήματα της μεθόδου όπου διαπιστώθηκε η αύξηση της ευαισθησίας από 0,43 σε 0,62 με τη χρήση της μεθόδου CEDM και ιδιαίτερα σε πυκνούς μαστούς. Το συγκεκριμένο πλεονέκτημα αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη καλύτερη διάγνωση του καρκίνου του μαστού με τη χρήση συμβατικής μαστογραφίας εφόσον είναι γνωστή η μειωμένη ευαισθησία της σε πυκνούς μαστούς (Diekmann, et al., 2009).

4.1.2 Υπέρηχος Μαστού – Breast Ultrasound

Η εξέταση του Υπέρηχου στο μαστό, χρησιμοποιεί ηχητικά κύματα για την ανίχνευση βλαβών και το καθορισμό της θέσης τους. Αποτελεί, κατά κύριο λόγο συμπληρωματική εξέταση μετά από μια εξέταση μαστογραφίας για την αξιολόγηση ψηλαφητών και δυσδιάκριτων ανωμαλιών του μαστού.

Στη περίπτωση όπου η μαστογραφία έχει συνδυαστεί με την εξέταση του αυτοματοποιημένου υπέρηχου σε πυκνούς μαστούς και σε γυναίκες υψηλού κινδύνου, παρατηρήθηκε ότι η διαγνωστική απόδοση ήταν πολύ καλύτερη (Kelly, et al., 2010). Η συγκεκριμένη έρευνα (Kelly, et al., 2010), έδειξε ότι το 87% των καρκίνων που ανιχνεύθηκαν μέσω του αυτοματοποιημένου υπέρηχου σε όλο το μαστό (Automated Whole Breast Ultrasound - AWBU), και το 68% ήταν σε γυναίκες με πυκνούς έως πολύ πυκνούς μαστούς. Ως εκ τούτου, το AWBU παρουσίασε σημαντική ανταπόκριση στην ανίχνευση του καρκίνου σε σύγκριση με τη περίπτωση όπου εφαρμόστηκε μόνο μαστογραφία (Korans , 2004).

Σύμφωνα με έρευνα των (Berg, et al., 2008), ο συνδυασμός του υπέρηχου με τη μαστογραφία ανιχνεύει επιπλέον 1.1 έως 7.2 καρκίνους ανά 1000 γυναίκες υψηλού κινδύνου , χωρίς όμως να εξαλείφεται ο παράγοντας των ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων. Επίσης, ο συνδυασμός των δύο μεθόδων έχει χαρακτηριστεί ως ιδανικός για σκοπούς πρόληψης σε γυναίκες στην Ιαπωνία με μικρούς και πυκνούς μαστούς, όπου ο καρκίνος του μαστού είναι κοινός για γυναίκες μετά τα 40 (Tohno, et al., 2009).

Επιπρόσθετα, μία άλλη μελέτη, η οποία διεξήχθη με σκοπό την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας του υπέρηχου να βαθμολογεί τη πυκνότητα των μαστών με βάση τη κατηγοριοποίηση BIRADS (Breast Imaging Reporting and Data System) , έχει εξάγει το

συμπέρασμα ότι είναι χρήσιμη μέθοδος για το καθορισμό του βαθμού πυκνότητας του μαστού (Youk, et al., 2011).

Μελέτη των Itoh, et al, (Itoh, et al, 2006) πραγματοποιήθηκε με σκοπό την αξιολόγηση της διαγνωστικής αξίας της ελαστογραφίας σε πραγματικό χρόνο με τη χρήση της combined autocorrelation method (CAM) για τη διαφοροποίηση των καλοηθών από κακοήθεις βλάβες του μαστού με παθολογική διάγνωση, ως πρότυπο αναφοράς. Στην έρευνα, λοιπόν, πραγματοποιήθηκε υπέρηχος και ελαστογραφία σε πραγματικό χρόνο με CAM , σε 111 γυναίκες από τις οποίες οι 59 παρουσίαζαν καλοήθεις αλλοιώσεις και οι 52 κακοήθεις. Αξιολογήθηκαν, οι εικόνες ελαστικότητας σύμφωνα με το βαθμό και την κατανομή της πίεσης που προκαλείται από την ελαφριά πίεση. Η περιοχή κάτω από την καμπύλη και το σημείο αποκοπής, οι οποίες και οι δύο λήφθηκαν με τη χρήση μιας χαρακτηριστικής ανάλυσης χαρακτηριστικών καμπύλης του δέκτη, χρησιμοποιήθηκαν για την αξιολόγηση της διαγνωστικής απόδοσης. Οι μέσες βαθμολογίες εξετάστηκαν με τη χρήση ενός τεστ Student t. Η ευαισθησία, η εξειδίκευση και η ακρίβεια συγκρίθηκαν χρησιμοποιώντας τη δοκιμή τυπικής αναλογικής διαφοράς. Για την ελαστογραφία , η μέση τυπική απόκλιση ήταν $4,2 \pm 0,9$ για τις κακοήθεις βλάβες και $2,1 \pm 1,0$ για τις καλοήθεις βλάβες ($P < 0,001$). Όταν χρησιμοποιήθηκε αποκοπή μεταξύ 3 και 4, η ελαστογραφία είχε ευαισθησία 86,5%, εξειδίκευση 89,8% και ακρίβεια 88,3%. Όταν χρησιμοποιήθηκε η καλύτερη αποκοπή μεταξύ 4 και 5, οι εικόνες Υπερήχου είχαν ευαισθησία 71,2%, εξειδίκευση 96,6% και ακρίβεια 84,7%. Η ελαστογραφία είχε μεγαλύτερη ευαισθησία από τις εικόνες Υπερήχου ($P < 0,05$). Χρησιμοποιώντας ζώνες για μη ισοδυναμία, αποδείχθηκε ότι η ειδικότητα της ελαστογραφίας δεν ήταν κατώτερη από αυτή του Υπερήχου και ότι η ακρίβεια της ελαστογραφίας ήταν ισοδύναμη με εκείνη του Υπερήχου. Συμπερασματικά, για την αξιολόγηση των αλλοιώσεων του μαστού, η ελαστογραφία με την προτεινόμενη ταξινόμηση της απεικόνισης, η οποία ήταν απλή σε σύγκριση με την ταξινόμηση της ανάλυσης στήθους και του συστήματος δεδομένων, είχε σχεδόν τις ίδιες διαγνωστικές επιδόσεις με τον Υπέρηχο. Τέλος, η προοδευτική ανάπτυξη του υπερήχου , στην εξέταση του μαστού , περιλαμβάνει νέες τεχνικές όπως οι 3D υπέρηχοι που μορφοποιούν τα δεδομένα των ηχητικών κυμάτων σε 3D εικόνες, το αυτοματοποιημένο υπερηχογράφημα για καλή γενική εικόνα του μαστού , το Doppler Ultrasound για την αιμάτωση μιας περιοχής και η Ελαστογραφία (sonoelastography) για το καθορισμό της σκληρότητας του ευρήματος.

4.1.3 Θερμογράφημα Μαστού – Breast Thermography

Οι καρκινικοί και προκαρκινικοί ιστοί έχουν υψηλότερο μεταβολικό ρυθμό με αποτέλεσμα την ανάπτυξη νέων αιμοφόρων αγγείων που παρέχουν θρεπτικά συστατικά στα ταχέως αναπτυσσόμενα καρκινικά κύτταρα. Κατά συνέπεια, η θερμοκρασία της περιοχής που περιβάλλει τον προκαρκινικό και καρκινικό ιστό του μαστού είναι υψηλότερη σε σύγκριση με τη φυσιολογική θερμοκρασία του υπόλοιπου ιστού. Ο μαστός παρουσιάζει ένα κερκάρδιο ρυθμό, ο οποίος αντικατοπτρίζει τη φυσιολογία του. Υπάρχουν στοιχεία που δείχνουν ότι αυτοί οι ρυθμοί, που σχετίζονται με τον πολλαπλασιασμό των κακοήθων κυττάρων, είναι μη κερκαδικοί. Εφόσον έχει εξεταστεί η σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας του δέρματος του μαστού και του καρκίνου του μαστού, παρατηρήθηκαν αλλαγές στις θερμοκρασίες του δέρματος μεταξύ κλινικά υγιών και καρκινικών μαστών. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης βοηθούν στην ανάλυση της φυσιολογικής και μη φυσιολογικής θερμογραφίας του μαστού (Subbhuraam, et al., 2011). Σήμερα, τα θερμογραφήματα χρησιμοποιούνται ευρέως για την ακριβή ανίχνευση του καρκίνου του μαστού. Η θερμογραφία είναι ένα ελπιδοφόρο εργαλείο πρόληψης επειδή είναι σε θέση να διαγνώσει καρκίνο του μαστού τουλάχιστον δέκα χρόνια νωρίτερα. Ωστόσο, τόσο η ανάλυση όσο και η ερμηνεία των θερμογραφημάτων εξαρτώνται από τους αναλυτές (Subbhuraam, et al., 2011).

4.1.4 Μαγνητική Τομογραφία Μαστού – Breast MRI

Η Μαγνητική Τομογραφία (MRI), αποτελεί μία μέθοδος απεικόνισης η οποία χρησιμοποιεί το πυρήνα του Υδρογόνου (πρωτόνιο), όπου μέσω της μαγνητικής του ιδιότητας παράγονται λεπτομερείς εικόνες για κάθε μέρος του σώματος. Έχει αποδειχθεί, επίσης, ότι με τη χορήγηση σκιαγραφικού μέσου πριν την έναρξη μίας εξέτασης MRI (DCE-MRI), η ευαισθησία είναι υψηλότερη σε σχέση με τη μαστογραφία (Liu, et al., 1998). Επιπρόσθετα, μέσω της Μαγνητικής Τομογραφίας είναι δυνατή η απεικόνιση και διάγνωση της αγγειογένεσης, βασικό χαρακτηριστικό των καρκίνων. (Leach, 2001).

Σε μια άλλη εκδοχή της μαγνητικής τομογραφίας, που ονομάζεται μαγνητική τομογραφία με τη τεχνική διάχυσης (DWI), χρησιμοποιείται για απεικόνιση η αντίθεση της εικόνας που

προκύπτει από τις διαφορές στην κίνηση των μορίων του νερού μεταξύ των ιστών. Δεν χρειάζονται εξωτερικοί παράγοντες αντίθεσης. Η παράμετρος της σταθερής διάχυσης (ADC) βρέθηκε να είναι υψηλότερη στους ιστούς των όγκων σε σύγκριση με τους φυσιολογικούς ιστούς και επομένως η τεχνική ADC έχει χρησιμοποιηθεί στην αξιολόγηση της ανταπόκρισης του μεταστατικού καρκίνου του μαστού στην χημειοεμβολή (Buijs, 2007).

Η μαγνητική τομογραφία λόγω της πολύ καλής ανάλυσης είναι χρήσιμη για γυναίκες με υψηλό κίνδυνο καρκίνου του μαστού. Επιπρόσθετα, είναι αποτελεσματική για την αξιολόγηση των πυκνών μαστών, υποστηρίζει την αξιολόγηση της ανεστραμμένης θηλής λόγω εισολκής, επιτρέπει την ταυτόχρονη αξιολόγηση και των δύο μαστών, βοηθάει να προσδιοριστεί εάν η λοβιοεκτομή ή η μαστεκτομή είναι η καλύτερη θεραπεία, και δεν έχει παρενέργειες καθώς δεν υπάρχει ακτινοβολία (Stephan, 2010). Ωστόσο, οι περιορισμοί αυτής της τεχνικής είναι ότι δεν παρουσιάζει ευαισθησία στη διάγνωση του λοβιακού καρκινώματος *in situ* (DCIS), μπορεί να οδηγήσει σε ψευδώς θετικά αποτελέσματα, απαιτεί μεγάλο χρόνο (30 λεπτά έως μία ώρα), είναι πιο ακριβή και μπορεί να μην απεικονίσει όλες τις ασβεστώσεις (Lee, et al., 2009).

4.1.5 Τομογραφική απεικόνιση εκπομπής ποζιτρονίου – PET

Η τομογραφική απεικόνιση εκπομπής ποζιτρονίου (PET) είναι μια τεχνική απεικόνισης της πυρηνικής ιατρικής η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή τρισδιάστατων εικόνων. Ανιχνεύει ένα ζεύγος ακτινών γ, οι οποίες εκπέμπονται από το ραδιονουκλίδιο που εισάγεται στο ανθρώπινο σώμα. Οι κακοήθεις όγκοι χαρακτηρίζονται από αυξημένο μεταβολισμό γλυκόζης σε σύγκριση με τα φυσιολογικά κύτταρα, γεγονός που επιτρέπει την αντίθεση μεταξύ καρκινικών και φυσιολογικών κυττάρων στις εικόνες PET. Παρέχει πληροφορίες σχετικά με τις χημικές λειτουργίες μέσα στα όργανα και τους ιστούς. Ωστόσο, το PET είναι πολύ ακριβό και αποδίδει εικόνες χαμηλής ανάλυσης. Επιπλέον, ο ασθενής υποβάλλεται σε έκθεση σε ακτινοβολία (Fass, 2008).

Επιπρόσθετα, η εξέταση του PET με χορήγηση του ραδιοφαρμάκου 18F-FDG (ραδιενεργή γλυκόζη), αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για τη σταδιοποίηση ενός καρκίνου που έχει υποτροπιάσει και για τη σταδιοποίηση της ανταπόκρισης του στη θεραπεία. Το PET μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως συμπληρωματική εξέταση μετά από μια εξέταση μαστογραφίας, και

είναι γνωστό ως μαστογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PEM). Έχει αναφερθεί ότι η PEM δεν μπορεί να επηρεαστεί δυσμενώς από την πυκνότητα του μαστού, τη θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης και την κατάσταση της εμμηνόπαυσης του ασθενούς (Schilling, et al., 2008).

Παράλληλα, σε έρευνα των Park, et al, (Park, et al, 2018) με σκοπό την αξιολόγηση της αξιοπιστίας μιας μεθόδου που χρησιμοποιεί το στρώμα αλογόνου γύρω από τον όγκο (peritumoral halo layer - PHL) για την εκτίμηση του μεγέθους του όγκου σε ασθενείς με καρκίνο του μαστού στη μέθοδο 18F-FDG PET / CT συγκριτικά με το MRI και τη παθολογία έχει καταλήξει στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος προσδιορισμού μεγέθους όγκου, χρησιμοποιώντας PHL στην 18F-FDG PET / CT, έδειξε μεγαλύτερη γραμμική σχέση και μικρότερες διαφορές μεγέθους με τη παθολογία από το MRI (μέση τιμή 0.6 έναντι 1.9cm). Παρέχει επαρκή αξιοπιστία και επαναληψιμότητα για τη μέτρηση του μεγέθους του όγκου στον καρκίνο του μαστού. Συγκεκριμένα, στη μελέτη μεταξύ των 121 ασθενών με καρκίνο του μαστού που υποβλήθηκαν σε 18F-FDG PET / CT και MRI μεταξύ το Μάρτιο 2013 και τον Ιούνιο 2016, 59 ασθενείς συμπεριλήφθηκαν στη μελέτη αυτή. Τα κριτήρια αποκλεισμού ήταν τα εξής: ιστορικό νεοαγγειοθεραπείας, ιστορικό προ-εγχειρητικής βιοψίας μαστού, ανεπαρκής παθολογικού / ακτινολογικού μεγέθους, ομαδοποιημένος όγκος, θετικό περιθώριο όγκου, και όγκοι που δε λαμβάνουν FDG. Το PHL εξετάστηκε από δύο πυρηνικούς ιατρούς. Τα μεγέθη των όγκων (μεγαλύτερες διάμετροι) στο 18F-FDG PET / CT υπολογίστηκαν χρησιμοποιώντας περιθώρια που ορίστηκαν ως η εσωτερική γραμμή του PHL. Τα παθολογικά μεγέθη όγκων χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπα αναφοράς. Συμπερασματικά, το PHL κάθε όγκου ονομάστηκε πιο συχνά ως η ζώνη 20% -30% της μέγιστης τυποποιημένης τιμής πρόσληψης (SUVmax) και παρουσίασε αντίστροφη συσχέτιση με τον όγκο SUVmax. Το μέγεθος του όγκου στο 18F-FDG PET / CT έδειξε μια πιο γραμμική συσχέτιση με την παθολογία από αυτή της MRI ($r^2 = 0,91$ έναντι $0,65$). Στην ανάλυση Bland-Altman, 18F-FDG PET / CT έδειξε σημαντικά χαμηλότερη διαφορά μεγέθους σε σχέση με την παθολογία, σε σύγκριση με την MRI ($0,6 \pm 9,6\text{cm}$ έναντι $-1,9 \pm 17,3\text{cm}$). Η μέθοδος 18-FDG PET / CT έδειξε ακριβέστερη τοποθέτηση της T με παθολογία, ειδικά σε περιπτώσεις T3, από την MRI.

4.1.6 Αξονική Τομογραφία Μαστού – CT

Η Αξονική Τομογραφία – CT, χρησιμοποιεί ακτίνες X για να καταγράψει 2D εικόνες ή τομές των υπό εξέταση οργάνων. Στη συνέχεια, χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι για τη δημιουργία

αντίστοιχων τρισδιάστατων εικόνων που παρέχουν ανατομικές πληροφορίες , όπως η θέση των βλαβών. Συνήθως, το CT έχει χαμηλή αντίθεση γι' αυτό χορηγούνται ενδοφλέβια σκιαγραφικά με βάση το ιώδιο , για να αυξήσουν την αντίθεση των CT εικόνων. Η χορήγηση ιωδιούχου σκιαγραφικού ενισχύει δραματικά την απεικόνιση των όγκων. Η διαγνωστική ακρίβεια της CT , με χορήγηση σκιαγραφικού, στη διαφοροποίηση των μεταστάσεων από φλεγμονώδεις διευρυμένους μασχαλιαίους λεμφαδένες σε ασθενείς με καρκίνο του μαστού αξιολογήθηκε και αποδείχθηκε ως χρήσιμο εργαλείο για αυτές τις περιπτώσεις (Liu, et al., 2007).

Η υβριδική τεχνική, όπου συνδυάζει την εξέταση του PET με την εξέταση του CT, PET/CT, είναι χρήσιμη για τη σταδιοποίηση των μεταστατικών καρκίνων (Avril, et al., 2007). Αυτή η τεχνική έχει συνδυασμένα πλεονεκτήματα και από τις δύο τεχνικές. Η θέση του όγκου καθορίζεται καλύτερα με το CT και το PET καθορίζει αν ένας όγκος είναι μεταβολικά ενεργός ή κακοήθης με βάση την πρόσληψη γλυκόζης. Ως εκ τούτου, πρόσφατα αναπτύχθηκε ένα πρότυπο της CT για το μαστό που περιλαμβάνει υψηλής ανάλυσης ισότροπο περιστρεφόμενο ανιχνευτή. Η υποκειμενική αξιολόγηση των εικόνων CT του μαστού απεικόνισε ανατομικές λεπτομέρειες, απόδωσε πολύ καλά τις μικροαποτιτανώσεις και απεικόνισε εξαιρετικά τα συστατικά των μαλακών ιστών που ανήκουν στον όγκο σε αντίθεση με τους λιπώδεις ιστούς (Boone, et al., 2006).

Επιπρόσθετα, σε μία προοπτική μελέτη των (Jian, et al, 2015) μελετάται η διαγνωστική αξία της Αξονικής Τομογραφίας με την απεικόνιση των φάσεων του σκιαγραφικού (PCI-CT) σε δείγματα κακοηθειών του μαστού. Η εξέταση PCI-CT των δειγμάτων ανθρώπινου όγκου μαστού πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του Shanghai Synchrotron Radiation Facility (SSRF). Συνολικά, συμμετείχαν 14 δείγματα καρκινωμάτων πρώιμου σταδίου και 8 δείγματα αδενωμάτων. Με βάση την ανακατασκευή πρώτων δεδομένων, τα διαγνωστικά σημεία που υπάρχουν στις φέτες των δειγμάτων , αναλύθηκαν και συσχετίστηκαν με την ιστοπαθολογία. Τέθηκε ένα κριτήριο για την κλινική διάγνωση σύμφωνα με τα αξιολογημένα σημεία και τη κωδικοποίηση BI-RADS, για αναφορά. Τα 14 δείγματα καρκινώματος και 8 δείγματα αδενώματος διαγνώστηκαν ως κακοήθεις και καλοήθεις όγκοι, αντίστοιχα. Το συνολικό ποσοστό σύμπτωσης ήταν 100%. Τα αποτελέσματα της μελέτης μας δείχνουν ότι τα διαγνωστικά σημεία ακτινών X που παρατηρήθηκαν στις φέτες του δείγματος και το κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε για την κλινική διάγνωση ήταν ακριβή και αξιόπιστα. Το

κριτήριο που βασίζεται στην ανάλυση των σημείων μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαφοροποίηση των καλοήθων ή κακοήθων όγκων σε πρώιμο στάδιο. Ως υποσχόμενη μέθοδος απεικόνισης, το PCI-CT μπορεί να χρησιμεύσει ως ένα πιθανό και εφικτό στοιχείο για υποστήριξη του BI-RADS στο μέλλον.

Μια άλλη έρευνα, των (Tang, et al, 2016) περιγράφει τη νέα μέθοδο του Micro-CT και αξιολογεί τη δυνατότητα της μεθόδου για το προσδιορισμό του μεγέθους του όγκου. Συγκεκριμένα, για την απεικόνιση δειγμάτων του μαστού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος micro-CT. Η μεγαλύτερη διάσταση του όγκου στις τρισδιάστατες ανακατασκευασμένες micro-CT εικόνες του δείγματος, συγκρίθηκε με τις μετρήσεις που προσδιορίστηκαν με τη προεγχειρητική μαστογραφία, τον υπέρηχο και τη μαγνητική τομογραφία. Η μεγαλύτερη διάσταση του μεγέθους του καρκίνου χρησιμοποιήθηκε ως το κριτήριο αναφοράς για να εκτιμηθεί η ακρίβεια των μεθόδων απεικόνισης. Ακολούθως, σε 50 επεμβατικά δείγματα καρκίνου του μαστού των 50 ασθενών πραγματοποιήθηκε η απεικόνιση micro-CT. Εντοπίστηκαν, 42 περιπτώσεις με διηθητικό πορογενές καρκίνωμα, 6 με διηθητικό λοβιακό καρκίνωμα και 2 με άλλους επεμβατικούς καρκίνους. Η μέση ηλικία των ασθενών ήταν 63 έτη (εύρος 33-82 ετών). Σε σύγκριση με τη μεγαλύτερη διάσταση του παθολογικού όγκου, οι μετρήσεις micro-CT είχαν τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης ($r = 0,82$, $p < 0,001$) ακολουθούμενο από MRI ($r = 0,78$, $p < 0,001$), το Υπερηχογράφημα ($r = 0,61$, $p < 0,001$) και τη μαστογραφία ($r = 0,40$, $p < 0,01$). Σε σύγκριση, με τις προεγχειρητικές μεθόδους, η micro-CT είχε τον καλύτερο συντελεστή συσχέτισης ($r = 0,86$, $p < 0,001$) με το MRI, να ακολουθείτε από το υπερηχογράφημα ($r = 0,60$, $p < 0,001$) και τη μαστογραφία ($r = 0,54$, $p < 0,001$). Συμπερασματικά, η μαστογραφία και ο υπερηχογράφος τείνουν να υποτιμούν τη μεγαλύτερη διάσταση του όγκου, ενώ η MRI και η micro-CT υπερεκτίμησαν τη μεγαλύτερη διάσταση του όγκου σε πολλές περιπτώσεις. Τέλος, η μέθοδος Micro-CT είναι ένα χρήσιμο εργαλείο για την ακριβή εκτίμηση των διαστάσεων του όγκου σε δείγματα καρκίνου του μαστού.

4.2 Παθολογίες του μαστού και ιατρική απεικόνιση

Αναλόγως της πάθησης που θα πρέπει να διερευνηθεί θα επιλεγεί η μέθοδος ή ο συνδυασμός των μεθόδων απεικόνισης που εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση. Κάποιες

μέθοδοι χρησιμοποιούνται για μελέτη όλων των βασικών παθήσεων του μαστού ενώ κάποιες άλλες μόνο για συγκεκριμένες παθήσεις. Ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 1), συνοψίζει μια μέθοδος ιατρικής απεικόνισης χρησιμοποιείται για τη βασική πάθηση του μαστού.

Παθολογία	Μαστογραφία	Υπέρηχος	MRI	PET	CT
Καρκίνος Μαστού	✓	✓	✓	✓	✓
DCIS	✓		✓		
Διηθητικός Καρκίνος	✓	✓	✓		
Πολυεστιακή Νόσος	✓	✓	✓		
Φλεγμονώδεις μασχαλιαίοι λεμφαδένες					✓
Μικροαποτιτανώσεις	✓ (Με τομοσύνθεση)				✓
Ινοαδένωμα	✓	✓	✓		
Κύστεις Μαστού	✓	✓			

Πίνακας 1: Παθολογίες του μαστού και μέθοδοι απεικόνισης.

4.2.1 Μελέτη Ινοαδενώματος

Σύμφωνα με τους Papadakis, et al. (2017) , τα ινοαδενώματα μέσω του υπερήχου εμφανίζονται συνήθως με ομοιόμορφα κατανεμημένες εσωτερικές ηχώ, επιτρέποντας τη διαφοροποίηση τους από τις κύστες. Παράλληλα, στη υπολογιστική τομογραφία (CT) με χορήγηση σκιαγραφικού τα ινοαδενώματα παρουσιάζονται ως μάζες με ομοιόμορφο περίγραμμα, με ομοιογενή κατανομή σκιαγραφικού και μπορεί να επιδείξει ασβετώσεις τύπου «porcorn» . Επιπρόσθετα στη μαγνητική τομογραφία με χορήγηση σκιαγραφικού , το ινοαδένωμα παρουσιάζεται ως μία μάζα χαμηλής έντασης και ιδιαίτερα μέσω των ακολουθιών T1 και T2. Συνήθως, τα ινοαδενώματα του μαστού παρουσιάζουν από χαμηλή επιπέδου έως και καθόλου δραστηριότητα στο 18F-FDG PET.

Σε έρευνα των Grandl, et al, (2013) 6 δείγματα μαστού με ινοαδένωμα και 3 με καλοήθεις μάζες που είχαν παρόμοια χαρακτηριστικά με το ινοαδένωμα εξετάστηκαν με Αξονική Τομογραφία – CT , και συγκεκριμένα με Grating-based phase-contrast CT , με σκοπό την απεικόνιση των διαγνωστικών χαρακτηριστικών που σχετίζονται με το ινοαδένωμα. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι εφόσον μειωθεί η δόση ακτινοβολίας της εξέτασης, η grating-based phase-contrast CT, μπορεί να θεωρηθεί ως ένα συμπληρωματικό και μη επεμβατικό εργαλείο για τη διάγνωση του μαστού συμβάλλοντας και στη μείωση των ψευδώς θετικών ευρημάτων και την ανάκληση για την εκτέλεση κάποιας βιοψίας. Επιπλέον, η Αξονική Τομογραφία μπορεί να εφαρμοστεί κατά τη διάρκεια της ιστοπαθολογικής επεξεργασίας , προσφέροντας τρισδιάστατη εικόνα του όγκου από την οποία μπορούν να εξαχθούν διαγνωστικές πληροφορίες και σε μεγάλους όγκους.

Μελέτη των Fu, et al, (2014) , έχοντας ως φόντο το γεγονός ότι τα σωληνωτά αδενώματα του μαστού είναι χαρακτηριστικά του ινοαδενώματος και του καρκίνου εξέτασαν 21 ιστολογικά αποδεδειγμένα σωληνοειδή αδενώματα σε 17 ασθενείς και επίσης 48 ινοαδενώματα σε 35 ασθενείς οι οποίοι αποτελούσαν την ομάδα ελέγχου. Δεν υπήρχε σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων με κλινική παρουσίαση, δηλαδή, ηλικία, τοποθεσία όγκου και αριθμός όγκου ($p > 0,05$). Η στατιστική ανάλυση έδειξε τρεις σημαντικούς παράγοντες στη διαφορική διάγνωση των σωληνωτών αδενωμάτων και των ινοαδενωμάτων, συμπεριλαμβανομένης της μακρο-λοβούλωσης ($p = 0,01$), των μοτίβων "μικροσκοπικών κλάδων" ($p = 0,001$) και της αγγείωσης ($p = 0,02$). Άλλα υπερηχογραφικά χαρακτηριστικά όπως η ηχογένεια, τα περιθώρια, η ομοιομορφία της αντανάκλασης, η οπίσθια ακουστική ενίσχυση, η πλευρική σκίαση των τοιχωμάτων δεν είχαν κλινική σημασία ($p > 0,05$). Οι ασβεστώσεις παρατηρήθηκαν σε τρία σωληνωτά αδενώματα που ήταν διαφορετικά από εκείνα των καρκινωμάτων. Αν και τα σωληνωτά αδενώματα έχουν μερικά τυπικά χαρακτηριστικά στην υπερηχογραφία, η χειρουργική επέμβαση και η βιοψία με βελόνα - core biopsy χρειάζονται ακόμα για περίπλοκες περιπτώσεις για να αποκλειστεί η υποτροπή σε κακοήθεια.

Μία έρευνα η οποία πραγματοποιήθηκε στο Wayne State University, των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής, από τους Wang , et al. (2013) απέδειξε ότι η νέα τεχνική της μαγνητικής τομογραφίας διπλής-ηχώ με τη χορήγηση σκιαγραφικού μπορεί ταυτόχρονα να μετρήσει τις κινητικές και τις αιματικές ροπές που σχετίζονται με τις ακολουθίες T1W και

την T2W στο μαστό. Επιπλέον, αποδεικνύεται ότι ο συνδυασμός της μέτρησης της κινητικής αντίθεσης T1W DCE MRI με τις μετρήσεις έγχυσης T2W DSC MRI βελτιώνει τη διαγνωστική απόδοση της μαγνητικής τομογραφίας του μαστού για να διαφοροποιήσει τον καρκίνο του μαστού από τα καλοήγη ινοαδενώματα. Συγκεκριμένα, για την εξαγωγή των συμπερασμάτων μετρήθηκαν οι παράγοντες της μέγιστης συγκέντρωσης, ο χρόνος μέγιστης συγκέντρωσης, η περιφερειακή ροή αίματος, και ο περιφερειακός όγκος αίματος σε 20 κακοήθεις βλάβες και 10 καλοήθεις ινοαδενώματα σε 38 ασθενείς.

Επιπρόσθετα, η έρευνα των Yoon, et al. (2018), που διεξήχθη στο University of Ulsan College of Medicine της Κορέας, με σκοπό να διερευνηθεί αν τυχόν ηχογραφικά ευρήματα θα μπορούσαν να είναι χρήσιμα για τη διαφοροποίηση μεταξύ μικρού τριπλά αρνητικού καρκίνου του μαστού - Triple Negative Breast Cancer (TNBC) και ινοαδενώματος. Συγκεκριμένα, εξετάστηκαν και αναλύθηκαν τα ηχογραφικά χαρακτηριστικά των 181 παθολογικά αποδεδειγμένων TNBC όγκων και 172 ινοαδενωμάτων με μέγεθος μικρότερο ή ίσο με 2 cm σύμφωνα τη κατηγοριοποίηση BI-RADS και αξιολογήθηκε και η μέση στρογγυλότητα του όγκου. Η μέση τιμή της μέγιστης διάστασης της βλάβης ήταν 16 mm (13 έως 18 mm) σε TNBCs και 13 mm (10 έως 16 mm) σε ινοαδενώματα. Σε σύγκριση με τα ινοαδενώματα, οι μικροί όγκοι TNBC παρουσιάστηκαν με υψηλότερη συχνότητα εμφάνισης ακανόνιστων σχημάτων (66,9%), με μη καθορισμένα περιθώρια (91,7%), υποθερμικό ηχώμετρο (59,1%), οπίσθια ακουστική ενίσχυση (65,2%) και συναφή χαρακτηριστικά 24,4%. Τα περισσότερα TNBCs ταξινομήθηκαν ως BI-RADS κατηγορίας 4 (65,2%) ή 5 (28,2%). Η μέση στρογγυλότητα των όγκων των μικρών TNBCs ήταν μεγαλύτερη από αυτή των ινοαδενωμάτων (60% ± 12% έναντι 53% ± 13%). Τέλος, οι όγκοι TNBC τείνουν να επιδεικνύουν περισσότερα ύποπτα υπερηχογραφικά χαρακτηριστικά και μεγαλύτερη στρογγυλότητα του όγκου από τα ινοαδενώματα. Αυτά τα χαρακτηριστικά μπορεί να έχουν τη δυνατότητα να βοηθήσουν στη διαφοροποίηση μεταξύ των μικρών TNBCs και των ινοαδενωμάτων.

Παράλληλα, σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε στο Isfahan University of Medical Sciences, του Ιράν, από την ομάδα του Namazi, et al. (2017) συμμετείχαν 92 ασθενείς που είχαν ταξινομηθεί ως στάδιο 4 της κατηγοριοποίησης BI-RADS. Η μέση τυπική απόκλιση του μεγέθους για τις βλάβες ήταν 167,4 ± 101,4 mm². Τα ανώτερα εξωτερικά τεταρτημόρια στο στήθος είχαν τον μεγαλύτερο αριθμό αλλοιώσεων. Σχεδόν όλες οι βλάβες ήταν στρογγυλές,

ενώ μόνο το 2,2% ήταν ωοειδές. Όταν αξιολογήθηκε ο ορισμός περιθωρίου, το 57,8% περιεγράφηκε. Οι περιττές μάζες αναφέρθηκαν στο 21,7%. Περίπου το 91,3% των περιπτώσεων ήταν υποηχοϊκές στην αξιολόγηση υπερήχων. Οι λοβιακές μάζες ήταν στο 28,3% των περιπτώσεων. Το 8,7% των μαζών ήταν σπογγώδες ενώ το 9,8% και το 2,2% από αυτές είχαν απασβεστώσεις και ετερογενή εμφάνιση, αντίστοιχα. Συμπερασματικά, τα πιο συνηθισμένα χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν μια υποηχοϊκή μάζα με καθορισμένο περίγραμμα. Ωστόσο, είναι επίσης ανιχνεύσιμα σύνθετα ευρήματα που επικαλύπτουν κακοήθεις μάζες και χαρακτηρίζονται από το μη καθορισμένο περιθώριο, λοβώσεις, παρουσία οπίσθιας σκιάς, ετερογένειας και μικροαποτιτανώσεων.

4.2.2 Μελέτη Κύστεων Μαστού

Σύμφωνα με έρευνα των Iuanow,et al. (2017) , ο Υπέρηχος μπορεί να παρέχει μια ακριβή εκτίμηση της κύστης έναντι μιας σταθερής βλάβης του μαστού. Κατά τη διεξαγωγή της έρευνας αξιολογήθηκαν 37 αλλοιώσεις που παρατηρήθηκαν στη μαστογραφία και το τρισδιάστατης μετάδοσης υπέρηχο. Οι περιπτώσεις κύστης επιβεβαιώθηκαν ως κύστες χρησιμοποιώντας την εμφάνισή τους στο υπερηχογράφημα. Οι περιπτώσεις των στερεών αλλοιώσεων επιβεβαιώθηκαν ως στερεές μέσω των αποτελεσμάτων παθολογίας. Δεκατέσσερις αναγνώστες πραγματοποίησαν τυφλές, τυχαίες αναγνώσεις με μαστογραφία και ποσοτικές εικόνες υπερήχου , αποδίδοντας τόσο βαθμολογία εμπιστοσύνης (0-100) όσο και δυαδική κατάταξη κύστης ή στερεού. Ένα διάστημα εμπιστοσύνης (CI) ποσοστού 95% υπολογίστηκε για τη μέση χαρακτηριστική περιοχή του δέκτη, την ευαισθησία και την εξειδίκευση του αναγνώστη. Χρησιμοποιώντας τη δυαδική ταξινόμηση των κυστών ή των συμπαγών αλλοιώσεων, η μέση ευαισθησία και ειδικότητα ήταν 0.933 και 0.858 αντίστοιχα. Όταν οι βαθμολογίες εμπιστοσύνης των αναγνωστών χρησιμοποιήθηκαν για να διακρίνουν μια κύστη έναντι στερεού, η μέση χαρακτηριστική περιοχή του δέκτη ήταν 0,920.

Επιπρόσθετα, σε άλλη μελέτη των Booi,et al. (2008) 18 αλλοιώσεις του μαστού, από τις οποίες οι 7 ήταν μη ομοιόμορφες κύστεις, οι 4 καρκίνοι και οι 7 ινοαδενώματα υποβλήθηκαν σε απεικόνιση με 2D ελαστογραφία στα 7,5 MHz μέσω ενός πιέστρου μαστογράφου 2,5 χιλιοστών. Οι μαστοί συμπιέστηκαν παρόμοια κατά τη μαστογραφική τοποθέτηση και στη συνέχεια συμπιέστηκαν περαιτέρω για την ελαστογραφία κατά 1 έως 7%. Οι εικόνες

συσχετίστηκαν χρησιμοποιώντας 2D αλγόριθμους ευαίσθητης παρακολούθησης και έγιναν εκτιμήσεις μετατόπισης. Τα μέσα του συντελεστή συσχέτισης και οι τυπικές αποκλίσεις μετρήθηκαν στη βλάβη και τον γειτονικό ιστό και ο διαφορικός συντελεστής συσχέτισης (DCC) εισήχθη ως η διαφορά μεταξύ αυτών των τιμών που κανονικοποιήθηκαν με το συντελεστή συσχέτισης παρακείμενου ιστού. Οι μέσες τιμές DCC σε μη ομοιόμορφες κύστεις ήταν 24,2 +/- 11,6%, 5,7 +/- 6,3% για ινοαδενώματα και 3,8 +/- 2,9% για καρκίνους ($p < 0,05$). Ορισμένες από τις κύστεις εμφανίστηκαν μικρότερες σε εικόνες DCC από τις εικόνες γκρι κλίμακας. Αυτά τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι ο χαρακτηρισμός των απλών κύστεων του μαστού μπορεί να βελτιωθεί με τη χρήση τιμών DCC από την 2D ελαστογραφία, η οποία θα μπορούσε ενδεχομένως να αλλάξει τις επιλογές διαχείρισης αυτών των κύστεων από την παρέμβαση στην παρακολούθηση της απεικόνισης.

Μελέτη των Malik & Klock (2019) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το υπερηχογράφημα αναδεικνύει τις κύστες υψηλής ταχύτητας ως ώριμες μακροκύστες με υψηλές μετρήσεις κυττάρων και πολλές κυτταρικές συστάδες που συσχετίζονται με μικροανατομική κύστη. Συλλέχθηκαν δείγματα υγρών κύστεων από 37 ασθενείς ως μέρος μιας μελέτης περισυλλογής περιπτώσεων για την απεικόνιση με υπερήχους του μαστού. Η ταχύτητα του ήχου κάθε δείγματος μετρήθηκε με τη χρησιμοποίηση ενός ανιχνευτή υπερήχων ποσοτικής μετάδοσης *in vivo*. Οι ηλεκτρολύτες, η πρωτεΐνη, η χοληστερόλη, η οξύτητα και το ειδικό βάρος μετρήθηκαν επίσης, για να εκτιμηθεί η σχέση τους με την ταχύτητα των ηχητικών τιμών που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια της απεικόνισης του μαστού. Υπολογίστηκαν θετικοί συσχετισμοί μεταξύ της οξύτητας και της χοληστερόλης ($r = 0,71$) και της οξύτητας και της συνολικής πρωτεΐνης × χοληστερόλης ($r = 0,78$). Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκαν άμεσες μετρήσεις κυττάρων στα δείγματα των υγρών κύστεων και επιβεβαιώθηκε η θετική συσχέτιση του αριθμού των κυττάρων με ταχύτητα ήχου ($r = 0,74$). Η ταχύτητα του ήχου των μακροκύστεων του μαστού, όπως παρατηρήθηκε χρησιμοποιώντας υπερηχογράφημα μετάδοσης, συσχετίστηκε με τα κυτταρολογικά χαρακτηριστικά των συσσωματωμάτων ενδοκυτταρικών κυττάρων.

Σύμφωνα με άρθρο των Uzan, et al. (2015) , μέσα από ανασκόπηση βιβλιογραφίας που διεξήχθη, η οποία αναθεωρήθηκε και επικυρώθηκε από την ομάδα που ορίστηκε από το Colgège national des gynecologues et obstétriciens français (CNGOF) για να κάνει συστάσεις για κλινική πρακτική για καλοήθειες αλλοιώσεις του μαστού, οι κύστες του μαστού

ταξινομούνται σε 3 κατηγορίες: απλές κύστεις, περίπλοκες κύστεις και σύνθετες κύστεις. Όσο αφορά τις απλές κύστεις, μετά από υπερηχογράφημα, δεν απαιτείται περαιτέρω απεικόνιση, η κυτταρολογία πρέπει να θεωρηθεί μόνο ως αναλγητική. Για πολύπλοκες κύστεις, συνιστάται έλεγχος σε 4-6 μήνες και η χρήση της κυτταρολογίας εξαρτάται από παράγοντες όπως οικογενειακό ιστορικό και δυσκολία παρακολούθησης. Σε περίπτωση σύνθετης κύστης, συνιστάται δειγματοληψία με κυτταρολογική ή βιοψία. Η έρευνα κατάληξε στο συμπέρασμα ότι η εξέταση του υπερήχου είναι απαραίτητη για τη διαχείριση της κύστης του μαστού.

4.2.3 Μελέτη Καρκίνου του Μαστού

Σε έρευνα των Cheng, et al. (2018) έχει αποδειχθεί ότι η απεικόνιση του μαστού μέσω της Αξονικής Τομογραφίας Διάχυσης (CT perfusion imaging) αποτελεί μια ελπιδοφόρα και λειτουργική τεχνολογία απεικόνισης, στη διάγνωση του καρκίνου του μαστού, η οποία μπορεί να παρέχει αξιόπιστους ποσοτικούς δείκτες οι οποίοι θα υποστηρίξουν την εκτίμηση των όγκων του μαστού. Για τη διεξαγωγή της έρευνας συμμετείχαν 50 ασθενείς, στους οποίους συμπεριλήφθηκαν 30 ασθενείς με καρκίνο του μαστού και 20 ασθενείς με ινοαδένωμα. Επιπλέον, 15 άτομα με φυσιολογικούς μαστούς, συμμετείχαν ως ομάδα ελέγχου και μελετήθηκαν αργότερα μέσω της χαμηλής δόσης Αξονικής Τομογραφίας Διάχυσης (low-dose computed tomography perfusion imaging – LDCTPI). Τα δεδομένα που εξάχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό, τη χαρτογράφηση και την ανάλυση χρησιμοποιώντας ένα πρωτόκολλο διάχυσης όγκου σώματος στο λογισμικό του CT για τη μέτρηση 4 παραμέτρων: ροή αίματος (BF), όγκου αίματος (BV), μέσου χρόνου διέλευσης (MTT) το προϊόν της επιφάνειας διαπερατότητας (PS). Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ανάλυση στατιστικών δεδομένων για τη διάκριση της διαφοράς των τιμών των 4 παραμέτρων μεταξύ των φυσιολογικών περιπτώσεων ελέγχου, του καρκίνου του μαστού και του ινοαδενώματος. Οι μέσες τιμές διάχυσης 15 φυσιολογικών ελέγχων ήταν οι ακόλουθες: BF: $20,03 \pm 4,08$ mL / 100 g / min, BV: $4,53 \pm 0,95$ ml / 100 g., MTT: $5,90 \pm 0,82$ s και PS: $9,25 \pm 1,18$ mL / 100 g / λεπτό. Οι μέσες τιμές διάχυσης 30 καρκινοπαθών ήταν ως ακολούθως: BF: $56,67 \pm 6,59$ mL / 100 g / min, BV: $5,82 \pm 0,68$ mL / 100 g., MTT: $6,01 \pm 0,82$ s. και PS: $24,95 \pm 5,05$ ml / 100 g / λεπτό. Οι μέσες τιμές διάχυσης 20 ασθενών με ινοαδένωμα του μαστού ήταν οι ακόλουθες: BF: $46,24 \pm 6,65$ mL / 100 g / min., BV: $5,07 \pm 0,73$ ml / 100

g., MTT: $7,51 \pm 0,62$ s. και PS: $16,73 \pm 6,48$ mL / 100 g / λεπτό. Συγκρίνοντας τις 3 ομάδες, όλες οι διαφορές ήταν στατιστικά σημαντικές για τις τιμές BF, BV, MTT και PS ($p < 0,05$, αντίστοιχα). Οι τιμές BF, BV, PS ήταν υψηλότερες στην ομάδα των ασθενών με καρκίνο, ενώ η τιμή της MTT ήταν η υψηλότερη σε ομάδα ασθενών που είχαν διαγνωστεί με ινοαδένωμα.

Μια αναδρομική μελέτη των He, et al. (2016) σε ένα μόνο ίδρυμα εντόπισε 259 ασθενείς με καρκίνο του μαστού που διαγνώστηκαν από τον Ιανουάριο του 2011 έως τον Αύγουστο του 2014 και υποβλήθηκαν σε μαστογραφία, σε υπερηχογράφημα και MRI πριν από τη χειρουργική επέμβαση. Τα χαρακτηριστικά του ασθενούς, τα χαρακτηριστικά του όγκου και οι αλλοιώσεις που παρατηρήθηκαν σε κάθε μορφή απεικόνισης καταγράφηκαν, ενώ, ταυτόχρονα προσδιορίστηκε η ευαισθησία, η εξειδίκευση και η ακρίβεια κάθε μεθόδου απεικόνισης. Ο ρυθμός ανίχνευσης του αυξητικού καρκίνου (incremental cancer detection rate – ICDRs) αξιολογήθηκε σύμφωνα με την ιστολογία των όγκων και την κατάσταση των υποδοχέων. Το φαινόμενο της ανίχνευσης επιπρόσθετου καρκίνου κατά το χειρουργικό σχεδιασμό λήφθηκε από τα ιατρικά αρχεία. Συνολικά, σημειώθηκαν 266 επιπρόσθετες βλάβες και παρατηρήθηκαν πέραν των 273 κακοηθειών σε τουλάχιστον 1 μέθοδο, εκ των οποίων οι 121 (45%) βλάβες ήταν κακοήθεις και οι 145 (55%) βλάβες ήταν καλοήθεις. Το MRI ήταν σημαντικά πιο ευαίσθητο από το Υπερηχογράφημα ($p = 0,01$), ενώ το Υπερηχογράφημα παρουσίασε ψηλότερη πιο ακρίβεια και ειδικότητα από το MRI ($p < 0,0001$). Σε σύγκριση με τη Μαστογραφία, τα ICDR, κατά την εφαρμογή του Υπερήχου και του MRI ήταν σημαντικά υψηλότερα για τους καρκίνους με θετικούς υποδοχείς οιστρογόνου και τους τριπλά αρνητικούς καρκίνους, αλλά όχι για τους καρκίνους του ανθρώπινου επιδερμικού αυξητικού παράγοντα με 2 υποδοχείς. Επιπρόσθετα, 22 επιπλέον κακοήθεις βλάβες σε 18 ασθενείς παρατηρήθηκαν μόνο στη μαγνητική τομογραφία. Ο χειρουργικός σχεδιασμός παρέμεινε αμετάβλητος σε 8 (44%) από αυτούς τους 18 ασθενείς. Συμπερασματικά, η Μαγνητική Τομογραφία ήταν πιο ευαίσθητη από το Υπερηχογράφημα, ενώ ο Υπέρηχος ήταν πιο ακριβής και ειδικός από το MRI. Οι ανιχνευόμενες με MRI επιπρόσθετες κακοήθεις βλάβες δεν άλλαξαν τον χειρουργικό προγραμματισμό σχεδόν στους μισούς ασθενείς.

Έρευνα των Rezk, et al. (2019) με σκοπό τη σύγκριση του 18FDG-PET / CT με τη Μαγνητική Τομογραφία Διάχυσης όλου του σώματος (whole body –WB) για την ανίχνευση βλαβών σε ασθενείς με υποτροπιάζοντα καρκίνο του μαστού, κατάληξε στο συμπέρασμα ότι το 18FDG-

PET / CT είναι πιο ευαίσθητο και υπερέχει στην αξιολόγηση αδένων και απομακρυσμένων βλαβών από τη Μαγνητική Τομογραφία η οποία έχει πιθανό ανώτερο ρόλο στην αξιολόγηση των τοπικών αλλοιώσεων του μαστού. Η Μαγνητική Τομογραφία αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο και χρήσιμο συμπληρωματικό εργαλείο για την 18FDG-PET / CT στην αξιολόγηση ασθενών με αποδεδειγμένες κακοήθειες. Στην έρευνα, λοιπόν, συμμετείχαν 23 γυναίκες ασθενείς με υποψία υποτροπής καρκίνου του μαστού με κλινική, εργαστηριακή ή συμβατική απεικόνιση και υποβλήθηκαν σε 18FDG-PET / CT και Μαγνητική τομογραφία Διάχυσης για ολόκληρο το σώμα (WBMR) . Οι ακολουθίες WBMR που εφαρμόστηκαν ήταν η ακολουθία STIR, η στεφανιαία T1 και η στεφανιαία STIR. Τόσο η 18FDG-PET / CT και η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού ερμηνεύθηκαν, ανεξάρτητα, με οπτική ποιοτική και ποσοτική ανάλυση. Τα παθολογικά ευρήματα και τα συνδυασμένα δεδομένα κλινικής και ακτινολογικής παρακολούθησης χρησιμοποιήθηκαν ως πρότυπο αναφοράς. Η ευαισθησία, η ειδικότητα, η θετική προγνωστική αξία (PPV), η αρνητική πρόβλεψη (NPV) και η συνολική ακρίβεια υπολογίστηκαν και για τις δύο τεχνικές. Η έρευνα κατάληξε στο συμπέρασμα ότι το PET / CT παρουσίασε υψηλότερους δείκτες ειδικότητας και ευαισθησίας από τη Μαγνητική Τομογραφία ολόκληρου του σώματος, στην ανίχνευση των αδένων και των απομακρυσμένων βλαβών, ενώ η WBMR εμφάνισε υψηλότερη ευαισθησία στην ανίχνευση τοπικών αλλοιώσεων του μαστού.

Παράλληλα, σε μία έρευνα των Botzikas, et al. (2019) , 2 ανεξάρτητοι αναγνώστες εξέτασαν κλινικές / follow-up εξετάσεις του PET / MR και του PET / CT σε 80 ασθενείς με αρχικό ή υποτροπιάζοντα καρκίνο του μαστού. Αξιολογήθηκε η διαγνωστική αξία για βλάβες στο ετερόπλευρο στήθος, στους μασχαλιαίους / εσωτερικούς λεμφαδένες, στα οστά και σε άλλες απομακρυσμένες περιοχές και προσδιορίστηκαν η ευαισθησία, η ειδικότητα, η θετική (PPV) και η αρνητική προγνωστική αξία (NPV). Το πρότυπο αναφοράς περιελάμβανε παθολογία και / ή παρακολούθηση άνω των 12 μηνών. Εννέα από τους 80 ασθενείς είχαν οστικές μεταστάσεις, 13 είχαν άλλες απομακρυσμένες μεταστάσεις, 44 είχαν μετάσταση στους μασχαλιαίους λεμφαδένες, 9 είχαν εσωτερικό όγκο και 3 είχαν μετάσταση από καρκίνο μαστού. Η συμφωνία μεταξύ των αναγνωστών για τις βλάβες ήταν εξαιρετική με παρόμοια εμπιστοσύνη ανάγνωσης για τις δύο μεθόδους. Στην ανάλυση ασθενούς-ασθενούς, η ευαισθησία και η εξειδίκευση των PET / MRI και PET / CT ήταν παρόμοιες ($p > 0,05$). Τέλος, η έρευνα απέδειξε ότι, η εμπιστοσύνη του αναγνώστη, η συμφωνία μεταξύ των αναγνωστών

και οι διαγνωστικές επιδόσεις ανά ασθενή ήταν παρόμοιες του PET / MR και του PET / CT. Ωστόσο, για όλες τις αλλοιώσεις μαζί, το PET / MR είχε ανώτερη ευαισθησία και χαμηλότερη ειδικότητα στην ανάλυση βλάβης.

Έρευνα των Shao, et al. (2018) έγινε με σκοπό την αξιολόγηση της διαγνωστικής ακρίβειας του FDG-PET στην ανίχνευση του πρωτοπαθούς καρκίνου του μαστού και των μεταστάσεων στους μασχαλιαίους λεμφαδένες (ALNs), σε σύγκριση με τον Υπέρηχο - US, τη Μαστογραφία- MG και τη Μαγνητική Τομογραφία MRI σε γυναίκες με καταγωγή από τη Κίνα . Στην έρευνα συμμετείχαν 31 γυναίκες ασθενείς, οι οποίες μετά από βιοψία διαγνώστηκαν με επιβεβαιωμένο καρκίνο μαστού. Όλοι οι ασθενείς υποβλήθηκαν σε 18F-FDG-PET, MG, US και MRI. Το FDG-PET / CT για τη διάγνωση πρωτοπαθούς καρκίνου του μαστού και για την ανίχνευση μεταστάσεων στους μασχαλιαίους λεμφαδένες - ALN συγκρίθηκαν με MG, US και MRI. Μετά από την ανάλυση της ευαισθησίας, της εξειδίκευσης, της θετικής και αρνητικής προγνωστικής αξίας (PPV, NPV) της απεικόνισης με FDG-PET αποδείχθηκε ότι σε όλους τους ασθενείς με αποδεδειγμένο καρκίνο μαστού η ευαισθησία των US, MG, MRI και FDG-PET / CT ήταν 90% (28/31), 84% (26/31), 97% (30/31) και 94% (29/31), αντίστοιχα. Οι τιμές ευαισθησίας, ειδικότητας, συνολικής ακρίβειας, PPV και NPV του US, MRI και FDG-PET / CT στη σταδιοποίηση μεταστάσεων στους μασχαλιαίους λεμφαδένες ήταν 80%, 86%, 84%, 80% %, 90%, 95%, 94%, 90%, 95% και 90%, 86%, 87%, 90% ,95% αντίστοιχα. Συμπερασματικά, ο Υπέρηχος και η Μαγνητική Τομογραφία πρέπει να παραμείνουν η πρώτη γραμμή για τη διάγνωση του καρκίνου του μαστού. Τόσο το MRI όσο και το FDG-PET / CT θα μπορούσαν να εντοπίσουν με ακρίβεια τον πρωτογενή καρκίνο του μαστού και να αξιολογήσουν τους μασχαλιαίους λεμφαδένες.

4.3 Παραδείγματα χρήσης ιατρικής απεικόνισης για διάγνωση και θεραπεία

Σε αναφορά ενός περιστατικού όπου μια 59χρονη γυναίκα με μια μάζα που προκαλούσε πόνο στον αριστερό μαστό, έδειξε να είναι συμβατή με τύπο II-III υδαρούς κύστης. Η βλάβη αξιολογήθηκε μέσω της μαστογραφίας, των υπερήχων, της υπολογιστικής τομογραφίας και της μαγνητικής τομογραφίας. Η απεικόνιση με τη μαγνητική τομογραφία είχε σημαντικό

διαγνωστικό ρόλο με την εμφάνιση ιδιαίτερων χαρακτηριστικών της βλάβης και είχε την ικανότητα εμφάνισης επιπλοκών. Η χειρουργική επέμβαση επιβεβαίωσε επίσης τη διάγνωση μιας υδαρούς τύπου κύστης. Κατά τη Μαστογραφία είχαν γίνει οι κεφαλουραίες και οι λοξές λήψεις όπου αναδείχθηκε πυκνή μάζα, τοποθετημένη περιμετρικά στις 9.00, με κανονικό περίγραμμα στο αριστερό στήθος, χωρίς να υπάρχουν μικροαποτιτανώσεις. Στον υπέρηχο, η βλάβη ήταν συμβατή με μια ημισυμπαγής μάζα και είχε ένα ομαλό, μέτρια πυκνό τοίχωμα, με διάσταση $4,5 \times 3,3 \times 2,9$ cm, που περιείχε εσωτερική μεμβράνη, δίνοντας μια εικόνα ως "νούφαρο". Το υπερηχογράφημα Doppler δεν έδειξε εσωτερική αγγειότητα. Δεν εντοπίστηκαν σημαντικοί διευρυμένοι μασχαλιαίοι λεμφαδένες. Επειδή τα υπερηχογραφικά ευρήματα πρότειναν υδαρής κύστη, πραγματοποιήθηκε CT θώρακος για τον έλεγχο πιθανών ταυτόχρονων αλλοιώσεων. Η εξέταση CT δεν έδειξε μη φυσιολογική μάζα στα υπό εξέταση μέρη του σώματος, χωρίς δηλαδή, αριστερή βλάβη του μαστού. Έτσι, ακολούθησε η εξέταση με MRI, όπου χορηγήθηκε σκιαγραφικό για τη περαιτέρω αξιολόγηση και λεπτομερή δομική ανάλυση της μάζας. Στη μαγνητική τομογραφία, το τοίχωμα της μάζας ήταν ομαλό και μετρίως πυκνό. Υπήρχαν εσωτερικά διάσπαρτοι, κυρίως περιμετρικά προσανατολισμένοι μικροί πυρήνες, οι οποίοι χωρίζονταν με λεπτά διαφράγματα. Αυτοί οι πυρήνες παρουσίαζαν χαμηλή ένταση σήματος στην T1-ακολουθία και υψηλή ένταση σήματος σε T2-ακολουθία αποδεικνύοντας την ύπαρξη θυγατρικών κυστών. Η εσωτερική μεμβράνη στον κατώτερο πόλο της βλάβης έδωσε την εμφάνιση του σημείου ως "νούφαρο". Το χειρουργικό δείγμα έδειξε χαρακτηριστικές θυγατρικές κύστεις (Koc, et al, 2017).

Σε αναφορά των Alamer, et al (2013) περιγράφεται η περίπτωση μίας 66χρονης ασθενούς, με γνωστή υπέρταση και σακχαρώδη διαβήτη, με αισθητή μάζα στο αριστερό στήθος που σχετίζεται με πόνο μεγάλης διάρκειας χωρίς συμπτώματα υγρού από τις θηλές ή πυρετός. Δεν υπάρχει ιστορικό παθήσεων του μαστού, θεραπείας υποκατάστασης ορμονών ή οικογενειακό ιστορικό καρκίνου του μαστού. Κατά τη φυσική εξέταση, εντοπίζεται μεγάλη ψηλαφητή μάζα στο αριστερό στήθος με κανονικά σύνορα. Η θηλή, η θηλαία άλως και το δέρμα δεν παρουσίαζαν αξιοσημείωτες αλλοιώσεις. Ο δεξιός μαστός και η μασχάλη ήταν φυσιολογικά και η συστηματική εξέταση δεν έδειξε καμία ανωμαλία. Στις μαστογραφίες, ανιχνεύεται μεγάλη πυκνή μάζα με οβάλ σχήμα και ομαλό περίγραμμα, στο άνω και έξω τεταρτημόριο του αριστερού μαστού. Οι διαστάσεις της υπολογίστηκαν περίπου $9,2 \times 7,5$ εκ. Με βάση τις μαστογραφίες, εξάγεται το συμπέρασμα ύπαρξης μιας ασυνήθιστα μεγάλης

πυκνής μάζας στον αριστερό μαστό που κωδικοποιείται ως BIRADS 4A, λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία της ασθενούς για περαιτέρω αξιολόγηση με υπέρηχο. Το υπερηχογράφημα αποκάλυψε μια μάζα με ακριβώς τα ίδια χαρακτηριστικά που ανέδειξε η μαστογραφία με περαιτέρω ενδείξεις εσωτερικών κυστών. Έγινε, επίσης, η εξέταση με τη μέθοδο Doppler οι οποίες δεν ανάδειξε αγγειότητα εντός της μάζας. Η αξονική τομογραφία διεξήχθη για περαιτέρω αξιολόγηση, η οποία έδειξε μία μεγάλη ωοειδής μάζα στο αριστερό στήθος. Πολύ μικροσκοπικά και λεπτά εσωτερικά διαφράγματα ήταν επίσης εμφανή. Η περιφερική ενίσχυση παρατηρήθηκε. Δεν εντοπίστηκε εσωτερική ενίσχυση εντός της μάζας. Η μάζα μετρήθηκε περίπου στις 6,8x6,2x9 cm στις μέγιστες διαστάσεις. Η τελική διάγνωση από της Αξονική Τομογραφία όρισε τη μάζα ως υδαρείς κύστη του μαστού. Ο ασθενής παραπέμφθηκε στο χειρουργείο για χειρουργική αφαίρεση του ευρήματος.

Σε αναφορά των Kurt, et al, (2008), μια γυναίκα ηλικίας 56 ετών με ογκίδιο στο μαστό, χρόνιο βήχα και θωρακικό πόνο, χωρίς κανένα ιατρικό ή οικογενειακό ιστορικό, κατά τη φυσική εξέταση ανακαλύψαμε μια ψηλαφητή μάζα στο μέσο εξωτερικό τεταρτημόριο του δεξιού μαστού και των μασχαλιαίων λεμφαδένων. Η μαστογραφία και ο υπέρηχος αποκάλυψαν ένα οζίδιο μήκους 2 cm με ακανόνιστο περίγραμμα, το οποίο συμπεριλάμβανε μικροαποτιτανώσεις, γεγονός που επιβεβαιώθηκε ως διηθητικό καρκίνωμα μέσω της βιοψίας με λεπτή βελόνα. Η ακτινογραφία του θώρακα και η υπολογιστική τομογραφία έδειξαν πολλαπλά οζίδια και μάζες στους πνεύμονες που είναι ιδιαίτερα ύποπτοι για να είναι μεταστατικοί. Οι εξετάσεις τομογραφίας εκπομπής ποζιτρονίων (PET) έδειξαν αυξημένη πρόσληψη ραδιενεργής γλυκόζης – FDG στον καρκίνο του μαστού και στους μασχαλιαίους λεμφαδένες, όπως αναμένεται, αλλά δεν υπάρχει πρόσληψη FDG σε πνευμονικές αλλοιώσεις που υποδηλώνουν καλοήγη προέλευση. Η λήξη αίματος υποστήριξε τη διάγνωση της πνευμονικής εχινοκοκκίας. Η χημειοθεραπεία για τον καρκίνο του μαστού σταδίου IIIc άρχισε για τον ασθενή. Συμπερασματικά, Το FDG-PET εκτός από το ότι αποτελεί ισχυρό δείκτη κακοήθων οζιδίων των πνευμόνων, είναι μια αξιόπιστη διαγνωστική εξέταση που μπορεί να αποτρέψει τη βιοψία με βελόνες από βλάβες που δεν εμφανίζουν σημαντική μεταβολική δραστηριότητα. Κατά την αξιολόγηση των κακοηθειών που θα μπορούσαν να μετασταθούν στον πνεύμονα, πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η εμφάνιση αμφίπλευρων πολλαπλών πνευμονικών μαζών μπορεί επίσης να είναι το σημάδι πνευμονικής εχινοκοκκίας ειδικά σε ενδημικές περιοχές. Το FDG-PET με τη γνωστή υψηλή αρνητική προγνωστική του

αξία για τον χαρακτηρισμό απροσδιόριστων πνευμονικών οζιδίων > 1 cm είναι πολύ χρήσιμο για να χαρακτηρίσει αυτό το είδος αλλοιώσεων.

Επιπλέον, σε αναφορά των Wynne & Louie (2011) η οποία σχετίζεται με 62χρονη ασθενή η οποία παρατήρησε την ύπαρξη μιας μη οδυνηρής παθολογικής ανωμαλίας στο δεξιό της στήθος. Το ιστορικό της ασθενούς χαρακτηρίζεται σημαντικό, εφόσον, καταγράφεται σμίκρυνση μαστών 2 χρόνια πριν και υστερεκτομής 18 χρόνια πριν το περιστατικό, όπως και το κάπνισμα. Επίσης, η ασθενή πάσχει από το μεταβολικό σύνδρομο συνδρόμου Cushing's, και το διάστημα του περιστατικού λάμβανε και ορμονοθεραπεία. Για την αξιολόγηση της ανωμαλίας έγινε μαστογραφία και υπέρηχος στο δεξιό μαστό. Η μαστογραφία ανέδειξε την ύπαρξη μιας ορατής μάζας στο κατώτερο εξωτερικό τεταρτημόριο του μαστού. Το υπερηχογράφημα έδειξε ότι οι μάζες ήταν καλά οριοθετημένες και ότι τουλάχιστον η μία ήταν κυστικής φύσης χωρίς να παρουσιάζει αγγείωση. Οι εικόνες MR απεδείκνυαν την γραμμωτή δομή των αλλοιώσεων. Και στις δύο εικόνες MR, η κύστη κατάγραψε υψηλό σήμα η οποία, ακολούθως, αποδείχθηκε ότι είναι η χειρουργική ουλή. Η διάγνωση της ρήξης της επιδερμοειδούς κύστης επιβεβαιώθηκε με ιστοπαθολογική αξιολόγηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Ψηφιακή Επεξεργασία Και Ανάλυση

5.1 Ψηφιακή Εικόνα

Οι εικόνες αποτελούν το ευκολότερο μέσο μετάδοσης και εκπομπής της πληροφορίας η οποία σχετίζεται με τις θέσεις, τα μεγέθη και τις σχέσεις μεταξύ των αντικειμένων. Μια εικόνα προσδιορίζεται ως μία συνάρτηση δύο διαστάσεων $f(x,y)$, όπου x και y οι συντεταγμένες του χώρου, και η συχνότητα f σε κάθε ζεύγος ονομάζεται «Ένταση» της εικόνας στο συγκεκριμένο σημείο. Συγκεκριμένα, για τις μονόχρωμες εικόνες χρησιμοποιείται ο όρος «*Gray Level*». Για παράδειγμα, στο σύστημα *RGB*, μία έγχρωμη εικόνα αποτελείται από τρεις μονόχρωμες, η κόκκινη (R), η πράσινη (G) και η μπλε (B). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, οι τεχνικές επεξεργασίας που έχουν αναπτυχθεί για μονόχρωμες εικόνες να μπορούν να εφαρμοστούν, εξίσου, και σε έγχρωμες. Με τη μετατροπή μίας εικόνας σε ψηφιακή, είναι απαραίτητο να ψηφιοποιηθούν τόσο οι συντεταγμένες όσο και το πλάτος της. Η ψηφιοποίηση των συντεταγμένων ονομάζεται «*Δειγματοληψία*» - *Sampling*, ενώ του πλάτους «*Κβαντικοποίηση*» - *Quantization*. Όταν οι τιμές των x , y και f διαφέρουν αρκετά τότε η εικόνα μας χαρακτηρίζεται «*Ψηφιακή*».

5.2 Ψηφιακή Επεξεργασία της Ιατρικής Εικόνας

Σημαντική εξέλιξη στην ιατρική απεικόνιση αποτελεί η τομογραφική απεικόνιση του ανθρώπινου οργανισμού η οποία εξαρτάται από τις διαθέσιμες δυνατότητες υπολογιστικής ισχύος και την αποθήκευση των δεδομένων , έτσι ώστε να παραχθούν πολυδιάστατες εικόνες υψηλής ποιότητας. Η ψηφιακή εικόνα αποτελεί το κύριο μέσο απεικόνισης για την ανίχνευση διαφόρων παθολογιών του μαστού. Λόγω του ότι η διάγνωση γίνεται από το ιατρικό προσωπικό , υπάρχει πιθανότητα εσφαλμένης διάγνωσης, κυρίως λόγω οπτικής κούρασης. Ως εκ τούτου για την αύξηση της ακρίβειας κατά το στάδιο της διάγνωσης έχει εισήχθη η χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Η ψηφιακή επεξεργασία πολυδιάστατων ιατρικών δεδομένων αποτελεί μία σύνθετη διαδικασία ακολουθώντας τη ροή της ακόλουθης εικόνας (Εικόνα12).



Εικόνα 11: Επεξεργασία πολυδιάστατων ιατρικών δεδομένων.

Το στάδιο της *Προ-επεξεργασίας* έχει ως κύριο σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας των δομών που απεικονίζονται στη περιοχή ενδιαφέροντος και επιτυγχάνεται μέσω της αφαίρεσης του θορύβου, της εξομάλυνσης, της ενίσχυσης των άκμων και της παρεμβολής για βέλτιστη δυνατή παρουσίαση των τρισδιάστατων δομών. Η *Τμηματοποίηση* περιλαμβάνει διαδικασίες για το προσδιορισμό ανατομικών δομών ενδιαφέροντος οι οποίες χαρακτηρίζονται ως *Ενδιάμεσου Επιπέδου* στη διαδικασία επεξεργασίας. Το επίπεδο της *Αναγνώρισης*, περιλαμβάνει την ανάλυση των χαρακτηριστικών της περιοχής ενδιαφέροντος και τη σύγκριση των αντικειμένων. Η *Αναγνώριση*, εστιάζει στη ποσοτικοποίηση της μορφολογικής και λειτουργικής πληροφορίας του συστήματος και στη ταυτοποίηση συγκεκριμένων δομών, καθιστώντας την *Υψηλού Επιπέδου*. Τέλος, το στάδιο της *Μοντελοποίησης* αποτελεί επίσης *Υψηλού Επιπέδου* επεξεργασία, και αποσκοπεί κυρίως στη δημιουργία μοντέλων ανατομικών δομών με στόχο τη καλύτερη δυνατή απεικόνιση και αναπαράσταση της μορφολογίας και της λειτουργίας ενός συγκεκριμένου συστήματος (Καραμπάλη, 2011).

5.3 Τεχνικές Βελτίωσης της Ποιότητας Απεικόνισης Μαστού

Η επεξεργασία ιατρικής εικόνας έχει παρουσιάσει σημαντική πρόοδο τα τελευταία χρόνια ενισχύοντας αρκετά τη ποιότητα εικόνας. Το φιλτράρισμα και η τμηματοποίηση (segmentation) έχουν εμπλουτιστεί με νέες τεχνικές οι οποίες βασίζονται κυρίως στις χωρικές και χρωματικές πληροφορίες. Παράλληλα, σημαντικό παράγοντα αποτελεί τόσο το μέγεθος των εικονοστοιχείων όσο και το βάθος τους εφόσον μπορούν να επηρεάσουν την ορατότητα μικρών αντικειμένων – χαμηλής αντίθεσης – τα οποία δεν αποκλείεται να αποτελούν υψίστης σημασίας στοιχεία με σημαντικές πληροφορίες για τη διάγνωση. Επιπρόσθετα, εξίσου σημαντικό είναι τα συστήματα εγγραφής ψηφιακής εικόνας να χαρακτηρίζονται από υψηλή ανάλυση του χώρου και υψηλή ευαισθησία ανίχνευσης. Οι συγκεκριμένες όμως απαιτήσεις προκαλούν καθυστερήσεις λόγω της αύξησης του χρόνου που απαιτείται για την επεξεργασία και τη μετάδοση αυξάνοντας τη χωρητικότητα

αποθήκευσης και του κόστους. Για παράδειγμα ένα ιδανικό σύστημα μαστογραφίας αναμένεται να χαρακτηρίζεται από ανάλυση περίπου 4000 x 5000 pixels με 50m μέγεθος σημείου και 12 ή 16 bits καταλήγοντας σε ψηφιακά δεδομένα των 30 – 40 Mb. Μετά από την εξαγωγή τέτοιου όγκου δεδομένων η αρχειοθέτηση τους προκαλεί σημαντική πρόκληση , καθιστώντας τη συμπίεση τους απαραίτητη με κύρια προϋπόθεση να μην παρατηρείται σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας της εικόνας. Υπάρχουν διαθέσιμες τεχνικές αύξησης ή μείωσης του μεγέθους της εικόνας, όπως η *Γραμμική παρεμβολή (linear interpolation)* (Ayman, et al, 2006).

Επίσης, σημαντικό εργαλείο αποτελεί ο λόγος της διαφοράς σήματος προς το θόρυβο – Signal Difference to Noise Ratio (SDNR), ο οποίος χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της απεικόνισης των λεπτομερειών στην εικόνα που λαμβάνεται από διάφορες μεθόδους απεικόνισης. Για κάθε εικόνα είναι σημαντικό να εντοπιστεί η περιοχή ενδιαφέροντος – ROI, που ορίζουν διάφορες λεπτομέρειες και το φόντο. Όταν οι λεπτομέρειες βρίσκονται στο παρασκήνιο - φόντο, χρησιμοποιείται η μέθοδος μονής έκθεσης και όταν δεν είναι, χρησιμοποιείται η μέθοδος διπλής έκθεσης. Για τη μέθοδο μιας έκθεσης ο SDNR ορίζεται ως,

$$SDNR = \frac{\langle L(i,j) \rangle - \langle B(m,n) \rangle}{\sigma_B} \quad (1)$$

Όπου, $L(i,j)$, $B(m,n)$, μικρά ROIs, που ορίζονται στη περιοχή μεταξύ των λεπτομερειών και του φόντου, αντίστοιχα, και σ_B , η τυπική απόκλιση του θορύβου του ανιχνευτή στο φόντο.

Για τη μέθοδο διπλής έκθεσης ο SDNR ορίζεται ως:

$$SDNR = \frac{\frac{1}{\beta} [L_{w0}(i,j) - L_w(i,j)]}{\sigma_B} \quad (2)$$

Όπου, $L_{w0}(i,j)$, $L_w(i,j)$, μικρά ROIs, που ορίζονται στη περιοχή των λεπτομερειών, και W , W_0 , αναφέρονται σε εικόνες με ή χωρίς λεπτομέρειες , αντίστοιχα (Saddock, et al., 2007).

Σημαντικός , επίσης , είναι ο υπολογισμός του Artifact Spread Function – ASF, ο οποίος αποτελεί το δείκτη έντασης του τεχνητού σφάλματος – artifact, ως προς την ένταση του αντικειμένου και υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$ASF(z) = \frac{MPV_{artifact}(z) - MPV_{BG}(z)}{MPV_{features}(z) - MPV_{BG}(z)} \quad (3)$$

Όπου z_0 είναι το επίπεδο εστίασης του αντικειμένου, το z είναι ένα επίπεδο εκτός εστίασης, $MPV_{Artifact}(z)$ και $MPV_{BG}(z)$ είναι οι μέσες τιμές εικονοστοιχείων στο επίπεδο εκτός εστίασης του τεχνητού σφάλματος και του υπόβαθρου αντίστοιχα, $MPV_{Feature}(z_0)$ και $MPV_{BG}(z_0)$ είναι οι μέσες τιμές εικονοστοιχείων του αντικειμένου και το φόντο στο επίπεδο εστίασης (Colombo, 2013).

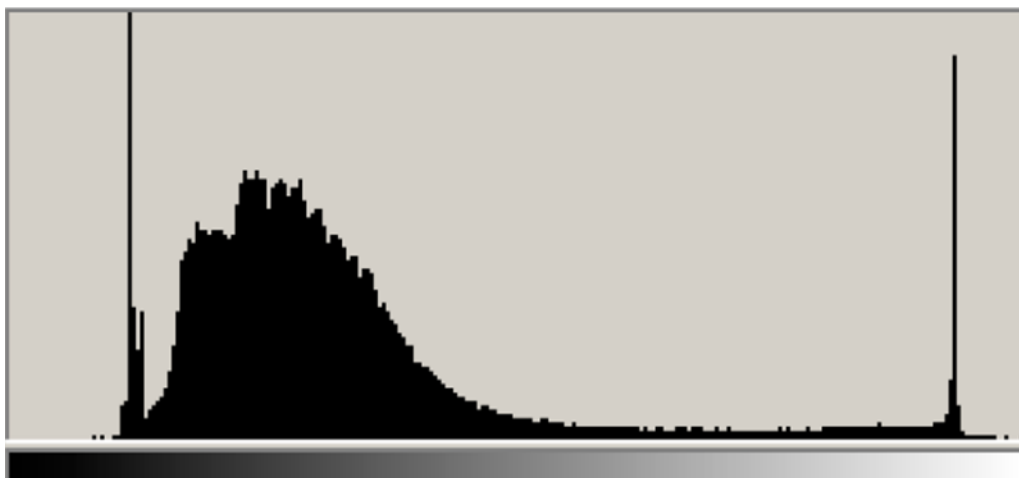
Σύμφωνα , με έρευνα των Zhang, et al. (2014) , που διεξήχθη με σκοπό να παρουσιάσει τη νέα μέθοδο αυτοματοποιημένων εικόνων υπερήχων – AUS, που βελτιώνει σημαντικά την ποιότητα εικόνας της ψηφιακής μαστογραφίας με τομοσύνθεση – DBT. Λήφθηκαν εικόνες AUS και DBT , μέσω της υβριδικής μεθόδου AUS/DBT σε ομοίωμα – phantom - το οποίο μιμούταν τον μαστό. Οι εικόνες AUS λαμβάνονται με την ίδια γεωμετρία με τις εικόνες DBT και οι πληροφορίες των εικόνων-AUS υιοθετούνται στη νέα λειτουργική απώλεια κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακατασκευής DBT. Τα πρόσθετα δεδομένα επιτρέπουν τη δημιουργία νέων επαναληπτικών εξισώσεων μέσω της επίλυσης του προβλήματος εφαρμόζοντας τον αλγόριθμο βελτιστοποίησης με βάση τη κλίση – gradient descent - GD. Τόσο η οπτική σύγκριση όσο και η ποσοτική ανάλυση χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της βελτίωσης στις εικόνες DBT. Προβλέπονται κανονικά προφίλ γραμμών στις αλλοιώσεις για να συγκριθούν οι άκρες των εικόνων DBT και των διορθωμένων, με AUS, DBT εικόνων. Επιπρόσθετα, υπολογίζονται οι μετρήσεις ποιότητας εικόνας, όπως ο λόγος διαφοράς σήματος προς το θόρυβο – Signal Difference to Noise Ratio (SDNR) και η λειτουργία διάδοσης τεχνητών σφαλμάτων (ASF), για να υπολογιστεί η αποτελεσματικότητα της προτεινόμενης μεθόδου. Στις ανακατασκευασμένες εικόνες DBT, τα τεχνητά σφάλματα (artifacts), παρουσιάζονται κατά μήκος της κατεύθυνσης βάθους (κατεύθυνση Z), με αποτέλεσμα να είναι εμφανές το θόλωμα των άκρων των αλλοιώσεων στα επίπεδα εκτός εστίασης που είναι παράλληλα με τον ανιχνευτή. Ωστόσο, εφαρμόζοντας την προτεινόμενη μέθοδο, βελτιώνεται σημαντικά η ποιότητα των ανακατασκευασμένων εικόνων DBT. Οπτικά, οι διορθωμένες με AUS εικόνες -DBT έχουν πολύ πιο καθαρά περιγράμματα τόσο σε επίπεδα εστίασης όσο και σε επίπεδα εκτός εστίασης, λιγότερα artifacts στη κατεύθυνση Z και μειωμένο φαινόμενο συμπτώσεως σε σύγκριση με τις συμβατικές εικόνες DBT. Ποσοτικά, οι διορθωμένες εικόνες DBT έχουν καλύτερη ASF, γεγονός που υποδηλώνει μεγάλη μείωση των artifacts της κατεύθυνσης Z καθώς και καλύτερη ανάλυση της. Τα ευκρινέστερα προφίλ γραμμών κατά μήκος της κατεύθυνσης Y δείχνουν βελτίωση στις άκρες. Επίσης, μειώνεται ο θόρυβος,

γεγονός που αποδεικνύεται από τις προφανώς βελτιωμένες τιμές SDNR. Συμπερασματικά, Η προτεινόμενη μέθοδος προσφέρει μεγάλη βελτίωση στην ποιότητα των εικόνων DBT. Αυτή η βελτίωση διευκολύνει τον εντοπισμό και τη διάκριση μιας βλάβης, η οποία μπορεί να συμβάλει στη βελτίωση της ακρίβειας της διάγνωσης.

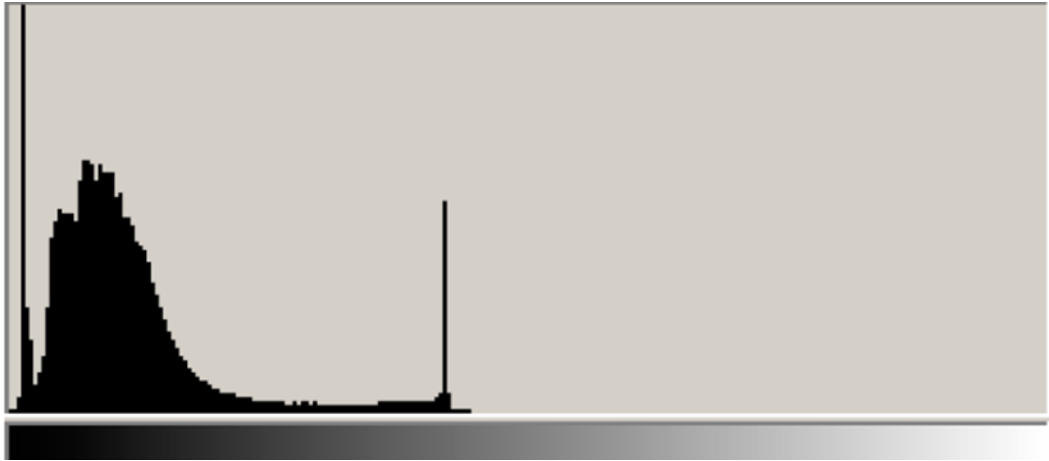
5.3.1 Συρρίκνωση Εικόνας

Ο αλγόριθμος συρρίκνωσης της εικόνας εφαρμόζεται για την εξάλειψη ασυνήθιστων επιπέδων του γκρι στην εικόνα 16bit δημιουργώντας ένα νέο ιστόγραμμα, όπως φαίνεται στην εικόνα 13 και 14, και αποτελείται από τα εξής βήματα:

- Προσδιορισμός ιστογράμματος της εικόνας.
- Αντικατάσταση γειτονικών επιπέδων του γκρι.
- Δημιουργία εικόνας εξόδου με βάση το καινούργιο ιστόγραμμα (Ayman, et al, 2006).



Εικόνα 12: Αρχικό Ιστόγραμμα εικόνας.



Εικόνα 13: Ιστόγραμμα μετά από τη διαδικασία συρρίκνωσης.

5.3.2 Αλγόριθμος Μετατροπής Βάθους των Εικονοστοιχείων

Η μετάδοση της εικόνας απαιτεί αρκετό χρόνο καθιστώντας τη μείωση του μεγέθους της απαραίτητη. Ένας τρόπος για τη μείωση μεγέθους της εικόνας αποτελεί η μετατροπή του βάθους των εικονοστοιχείων από 16 σε 8 bits χωρίς να υποβαθμίζονται τα ιατρικά δεδομένα που περιλαμβάνει. Όπως παρουσιάζεται στις παρακάτω εικόνες, ο συγκεκριμένος αλγόριθμος μειώνει το μέγεθος της εικόνας κατά 50 ή 60% από την αρχική. Τα βήματα του αλγόριθμου περιλαμβάνουν:

1. Εξαγωγή ιστογράμματος αρχικής εικόνας.
2. Εύρεση του μέγιστου επιπέδου συρρίκνωσης.
3. Το βάθος των εικονοστοιχείων θα πρέπει να μειωθεί από 16 στα 8 bits, έτσι ώστε να μειωθεί το μέγεθος της εικόνας. Είναι σημαντικό να ληφθούν τα λιγότερο σημαντικά 8 bits από το συρρικνωμένο ιστόγραμμα που συνήθως είναι τα τελευταία bits γιατί αφορούν επί των πλείστων το φόντο. Έτσι, η απώλεια των δεδομένων είναι ελάχιστη (Ayman, et al, 2006).

5.3.3 Εμπλουτισμός Εικόνας

Έπειτα από τον αλγόριθμο συρρίκνωσης και την εφαρμογή του αλγόριθμου μετατροπής βάθους εικονοστοιχείων είναι απαραίτητο ένα επίπεδο εμπλουτισμού το οποίο θα εξασφαλίσει την μη απώλεια δεδομένων. Ο συγκεκριμένος αλγόριθμος εφαρμόζεται ως εξής:

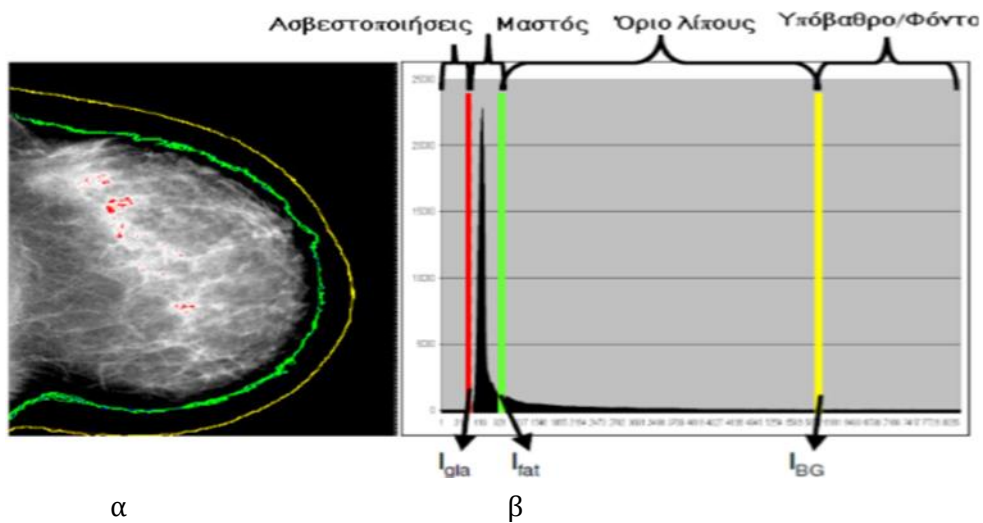
1. Εύρεση των επιπέδων γκρι στη μαστογραφία.
2. Προσδιορισμός μεταβλητής διαιρέτη = 0.
3. Διαιρέτης = Διαιρέτης + 0.01.
4. Αν (αριθμός επιπέδων γκρι / Διαιρέτη \leq 225) επανάληψη του προηγούμενου βήματος.
5. Η νέα εικόνα δημιουργείται διαιρώντας την αξία των επιπέδων του γκρι για κάθε εικονοστοιχείο με τον διαιρέτη.

5.3.4 Κλιμάκωση Εικόνας

Η *Κλιμάκωση της εικόνας* αποτελεί μέρος της *Ψηφιακής παρεμβολής* και είναι σημαντική σε εικόνες διάφορων μεγεθών, που έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά διατηρώντας τη καλή ποιότητα τους. Οι εικόνες μαστογραφίας, αποτελούν εικόνες υψηλής ανάλυσης λόγω των μικρών χαρακτηριστικών ενδιαφέροντος που περιλαμβάνουν τα οποία αποτελούν στοιχεία υψίστης αξίας για τους ακτινολόγους (Καραμπάλη, 2011).

5.4 Ψηφιακή Ανάλυση Μαστογραφίας

Με τον όρο *Ανάλυση της Ογκομετρικής Πυκνότητας του Μαστού*, περιγράφεται ο καθορισμός μιας συνάρτησης που χαρτογραφεί τα επίπεδα του γκρι των εικονοστοιχείων σε συνδυασμό με τους ιστούς που προβάλλουν. Μέσω της *χαρτογράφησης*, η οποία παρουσιάζεται στην εικόνα 15, της περιοχής ενδιαφέροντος του μαστού, και της πυκνότητας του μαστού υπολογίζεται ο πραγματικός όγκος των ιστών του μαστού για τον οποίο σημαντικό εργαλείο αποτελούν τα ιστογράμματα.



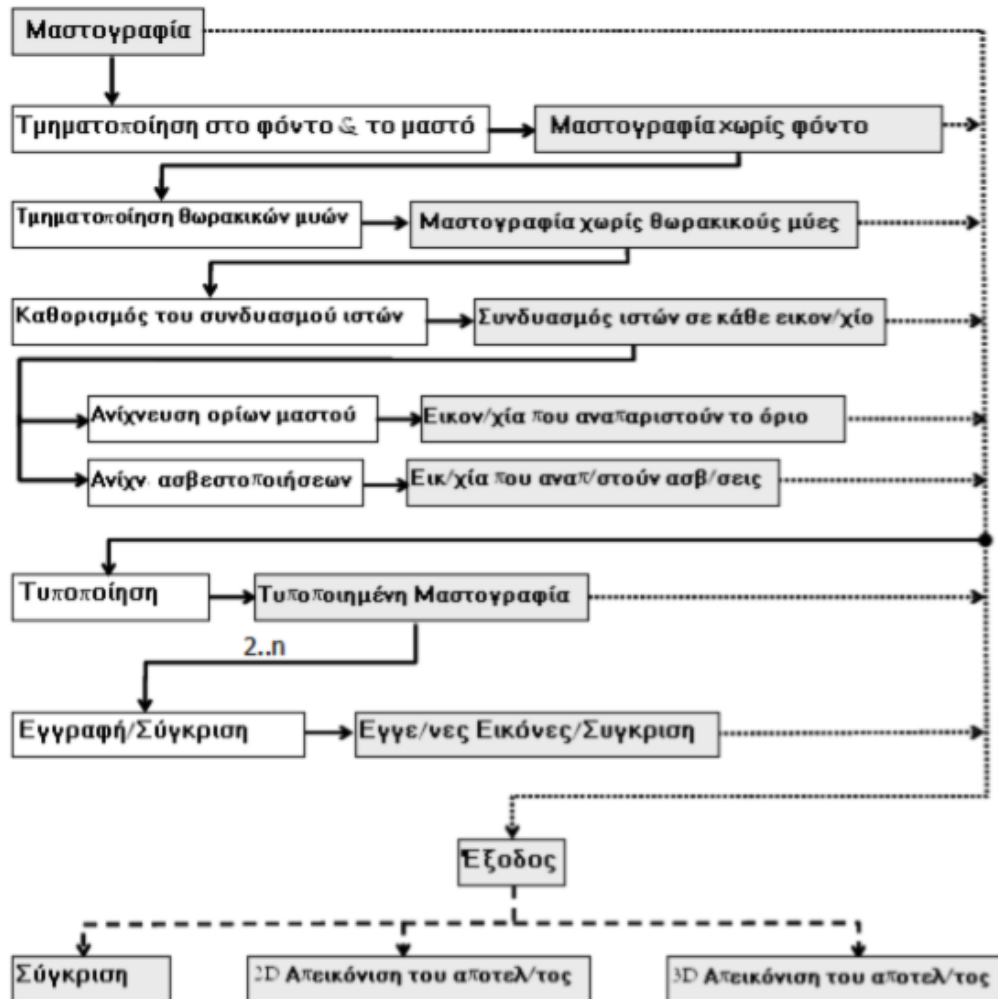
Εικόνα 14: Αριστερά (α) , εικόνα Μαστογραφίας και Δεξιά (β), το Ιστόγραμμα της. Όπου κόκκινο αδενικός ιστός, πράσινο λιπώδης ιστός, και το κίτρινο διαχωρίζει το μαστό από τα εικονοστοιχεία του υποβάθρου.

Επιπρόσθετα, στην επόμενη εικόνα (εικόνα 16) αναπαρίστανται όλες οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την ψηφιακή ανάλυση της εικόνας της μαστογραφίας με τις αντίστοιχες εισόδους, εξόδους και τις μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις.

Το πρώτο βήμα εφαρμόζεται με σκοπό να καθοριστεί βέβαιο ότι οι μετρήσεις λαμβάνονται μόνο στη περιοχή ενδιαφέροντος, χωρίς να επηρεάζονται από το φόντο της μαστογραφίας. Για τη Τμηματοποίηση των ιστών του μαστού από το φόντο εφαρμόζεται μία Τεχνική Κατωφλίωσης με σκοπό να υπολογιστεί η τιμή που αντιπροσωπεύει αυτό το όριο στη συγκεκριμένη εικόνα. Σημαντικός παράγοντας για την τμηματοποίηση αποτελεί ο υπολογισμός του κατάλληλου κατωφλιού με βάση το ιστόγραμμα έτσι ώστε να προσδιοριστεί η τιμή που θα διαχωρίσει το φόντο από το μαστό.

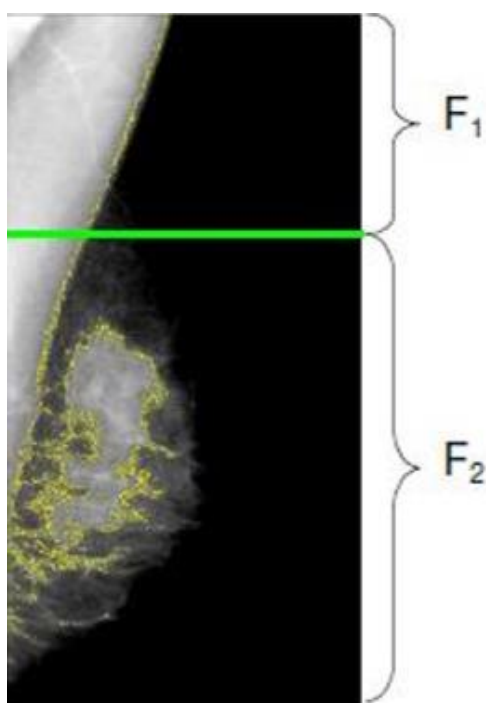
$$\text{If } h(i) < I_{BG} \text{ and } f(p(x,y)) = i \rightarrow (x,y) \in \text{Background} \quad (4)$$

$$\text{If } h(i) \geq I_{BG} \text{ and } f(p(x,y)) = i \rightarrow (x,y) \in \text{Breast} \quad (5)$$



Εικόνα 15: Τα στάδια επεξεργασίας της εικόνας μαστογραφίας.

Στο επίπεδο της *θωρακικής τμηματοποίησης* αναδεικνύονται οι θωρακικοί μύες σε συνδυασμό με το λίπος και τους ιστούς. Το συγκεκριμένο επίπεδο καθίσταται αναγκαίο εφόσον κατά την εφαρμογή του αλγόριθμου στην ανάλυση μπορεί να εντοπιστούν μερικά εικονοστοιχεία στην προβολή του θωρακικού μυ και να αναλυθούν ως ιστοί, με επακόλουθο να παραχθούν εσφαλμένα αποτελέσματα. Τα κύρια χαρακτηριστικά του θωρακικού μυ αποτελούν η θέση, το σχήμα και η πυκνότητα των στοιχείων του. Όπως φαίνεται στη εικόνα 17, συνήθως, παρουσιάζεται σε μία γωνιά της μαστογραφίας με μεγαλύτερη πυκνότητα από τους γειτονικούς ιστούς και με τριγωνικό σχήμα (Καραμπάλη, 2011).



Εικόνα 16: Το όριο του θωρακικού μύος (κίτρινο) εντοπίζεται και ξεχωρίζει από τη διαφορετική πυκνότητα.

Κύριο χαρακτηριστικό της μαστογραφίας αποτελεί η αλληλεπίδραση του δέρματος και του αέρα, που αποτελούν το όριο του μαστού. Η εξαγωγή του περιγράμματος του μαστού είναι πολύ σημαντική επειδή είναι χρήσιμο για τη καταγραφή της εικόνας βασιζόμενη στην ευθυγράμμιση των χαρακτηριστικών. Το όριο του μαστού υπολογίζεται από το παράγοντα X_0 , που δίνονται από τα εικονοστοιχεία που αναπαριστούν ιστό:

$$X_0 = \frac{Xfat}{X - \mu_2 T} \quad (6)$$

Σημαντικό μέρος της ψηφιακής ανάλυσης της μαστογραφίας αποτελεί η Τυποποίηση της εικόνας. Βασικός σκοπός της τυποποίησης είναι η σύγκριση μαστογραφιών γεγονός που απαιτεί το καθορισμό ενός σημείου αναφοράς. Ο υπολογισμός του συνόλου του αδενικού ιστού για κάθε εικονοστοιχείο έχει σαν αποτέλεσμα τη παραγωγή ενός πίνακα των χιλιοστών αδενικού ιστού, τη μήτρα. Στη συνέχεια, τα γκρι επίπεδα της τροποποιημένης εικόνας κυμαίνονται από 0 μέχρι μία μέγιστη τιμή αδενικού ιστού, που προσδιορίζεται με 80.0 χιλιοστά εφόσον ο συντελεστής εξασθένισης είναι διαθέσιμος για μικρότερη ή ίση συμπίεση της πυκνότητας του μαστού, σε σχέση με τη τιμή αυτή. Μετά την αναπαράσταση της εικόνας σε πίνακες, ακολουθεί η κλιμάκωση. Για τις τυποποιημένες εικόνες έχει επιλεγεί

ένα μέγεθος εικόνας 1024x1024, επειδή αναπαριστά καλή ανταλλαγή της σχέσης ταχύτητας και ακρίβειας καταγραφής της εικόνας. Ο παράγοντας κλιμάκωσης επιλέγεται ως το ποσοστό μεταξύ των γραμμών εικόνας και του αριθμού 1024.

Στη συνέχεια, οι εικόνες παρουσιάζονται έγχρωμες επειδή όταν οι εικόνες παρουσιάζονται σε 800 επίπεδα του γκρι η τυποποίηση δεν θα εξυπηρετούσε αφού η καλή αντίθεση δεν είναι δυνατή. Έτσι, επιλέχθηκε μια χρωματική κλίμακα με εύρος κλιμάκωσης από το κόκκινο στο κίτρινο. Η χαρτογράφηση των ποσοτήτων του αδενικού ιστού στη κλίμακα μπορεί να διαφέρει ανάλογα με το τύπο σύγκρισης, που μπορεί να είναι εντός-περίπτωσης (intrasubject), έχοντας ως αναφορά ένα σημείο προηγούμενης εικόνας της ασθενούς, ή μεταξύ περιπτώσεων (intersubject), που έχει ως αναφορά σημείο από εξέταση άλλης ασθενούς, ή συλλογής χαρτών (atlas), σε περίπτωση που η εικόνα αποκτήθηκε βασιζόμενη από εικόνες διαφορετικών περιπτώσεων. Άρα, οι τυποποιημένες εικόνες μπορούν να χρωματιστούν είτε βάσει της εντός - περίπτωση συγκρίσεις, είτε βάσει μεταξύ - περιπτώσεων / συλλογής χαρτών συγκρίσεις (Καραμπάλη, 2011).

5.5 Τεχνητή Νοημοσύνη στην Απεικόνιση του Μαστού

Το 1955 ο John McCarthy αποδίδει τον ορισμό της *Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence - AI)*, ως, « Την επιστήμη και την τεχνολογία κατασκευής ευφυών μηχανών » (McCarthy, 1955). Η *Τεχνητή Νοημοσύνη* έχει καταστεί ένας όρος-ομπρέλα για μια σειρά διαφορετικών ορισμών και τεχνικών, συμπεριλαμβανομένων των *Τεχνητών νευρωνικών δικτύων (ANN)*, της *Μηχανικής μάθησης (ML)* και της *Βαθιάς μάθησης (DL)* (Jiang, et al., 2017).

Για αρκετές δεκαετίες πριν είχε επιχειρηθεί η ανάπτυξη τεχνικών για την αύξηση της ανθρώπινης αντίληψης ή κατανόησης όσον αφορά την απεικόνιση του μαστού. Πιο πρόσφατες μελέτες επικεντρώθηκαν στους τρόπους βελτίωσης της ανίχνευσης και της διάγνωσης, της ροής εργασίας και της κλινικής λήψης αποφάσεων. Αρχίζοντας από τη δεκαετία του '90, αρκετές μελέτες εμφανίστηκαν στη βιβλιογραφία της ακτινολογίας για να βοηθήσουν το έργο των ακτινολόγων στην επισήμανση των ασβεστοποιήσεων και των μαζών στις μαστογραφίες, με ιδιαίτερη έμφαση στα ευρήματα που ενδεχομένως δεν είχαν εντοπιστεί με γυμνό μάτι ή δεν είχαν ταξινομηθεί σωστά. Πολλά ψευδώς θετικά

αποτελέσματα μειώνουν την αναλογία πλεονεκτημάτων έναντι των μειονεκτημάτων προτού τα ευρήματα ευαισθησίας και ειδικότητας βαθμονομηθούν καλύτερα για την επίτευξη της επιθυμητής θέσης μια καμπύλη ROC. Οι τεχνικές AI που χρησιμοποιούνται ως κατά κόρον στην ανάλυση εικόνας αφορούν τη τμηματοποίηση του περιστατικού. Τα αποτελέσματα πρόσφατης μελέτης που χρησιμοποιεί αλγόριθμο νευρωνικών δικτύων για αυτόματη διάγνωση υποδηλώνουν ότι θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την υποστήριξη της λήψης κλινικών αποφάσεων. Η τρέχουσα ισχύ του υπολογιστή επαρκεί για να υποστηρίξει την αυτόματη διάγνωση (Mendelson,2019).

Συγκεκριμένα, σε άρθρο των Baker, et al. (Baker, et al., 1996), μελετήθηκε πως το σύστημα κατηγοριοποίησης *BI-RADS (Breast Imaging Reporting and Data System)* μπορεί να λειτουργήσει με τη χρήση *Μηχανικής Μάθησης – ML*. Μέσω της χρήσης ενός νευρωνικού δικτύου κατέληξε ότι το εκπαιδευμένο δίκτυο είχε 100% ευαισθησία στην πρόβλεψη για 23 τύπους καρκίνου σε 60 ασθενείς. Ως αποτέλεσμα αυξήθηκε η θετική προγνωστική αξία , από 38% σε 58%, βελτιώνοντας την ακρίβεια της ερμηνείας των βλαβών του μαστού από 38% σε 72-80%.

Μία σημαντική πρόκληση για το AI είναι η ανάπτυξη περίπλοκων αλγορίθμων που μπορούν να λειτουργήσουν με τον μεγάλο αριθμό μεταβλητών που εισέρχονται στην κλινική λήψη αποφάσεων. Η επιστήμη της ιατρικής επωφελείται από την ανθρώπινη αφή, τη σχέση ιατρού-ασθενούς και τις συσσωρευμένες ιατρικές γνώσεις και εμπειρίες που αποτελούν το τομέα της ιατρικής. Απαιτούνται δεδομένα υψηλής ποσότητας και ποιότητας για την κατάρτιση τέτοιων αλγορίθμων (Tang, et al., 2018).

5.6 Deep Learning στην Απεικόνιση του Μαστού

Το *Deep Learning (DL)*, σύμφωνα με τον (Marshall, 2019) , είναι μια λειτουργία τεχνητής νοημοσύνης που μιμείται το τρόπο λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου και μέσω της επεξεργασίας δεδομένων και της δημιουργίας μοτίβων για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων. Η βαθιά μάθηση είναι ένα υποσύνολο μηχανικής μάθησης στο πεδίο της AI, με

δίκτυα ικανά να μαθαίνουν χωρίς επίβλεψη από δεδομένα που είναι αδόμητα ή μη επισημασμένα. Είναι, επίσης, γνωστή ως *Βαθιά νευρωνική μάθηση* ή *Βαθύ νευρωνικό δίκτυο*. Συγκεκριμένα, η DL, χρησιμοποιεί ένα ιεραρχικό επίπεδο τεχνητών νευρωνικών δικτύων για να πραγματοποιήσει τη διαδικασία της μηχανικής μάθησης. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι χτισμένα όπως ο ανθρώπινος εγκέφαλος, με κόμβους νευρώνων που συνδέονται μεταξύ τους σαν ιστός. Ενώ, τα παραδοσιακά προγράμματα αναπτύσσουν ανάλυση με δεδομένα με γραμμικό τρόπο, ιεραρχική λειτουργία των συστημάτων DL επιτρέπει στα μηχανήματα να επεξεργάζονται δεδομένα με μη γραμμική προσέγγιση.

Οι αλγόριθμοι βαθιάς εκμάθησης με βαθύτερα στρώματα όπως τα *Συνελικτικά Νευρωνικά Δίκτυα - Convolutional Neural Networks (DCNN)* έχουν πρόσφατα δείξει επιτυχία σε διάφορες εργασίες ανάλυσης ιατρικής εικόνας όπως η κατάτμηση, η ανίχνευση και η ταξινόμηση (Kooi et al., 2016).

Μία από τις πρώτες εφαρμογές DNN στην ιατρική αφορούσε εικόνες μαστού (Sahiner et al. 1996). Δεδομένου ότι οι περισσότερες τεχνικές απεικόνισης του μαστού δημιουργούν εικόνες δύο διαστάσεων, είναι πολύ εύκολο για τις μεθόδους ανάλυσης και διάγνωσης που εφαρμόζονται στη πράξη να εφαρμοστούν και ψηφιακά. Για την αποτελεσματική ανίχνευση του καρκίνου του μαστού κρίνεται απαραίτητη η ανίχνευση και ταξινόμηση μολυσματικών βλαβών, η ανίχνευση και ταξινόμηση μικροασβεστώσεων και η βαθμολόγηση κινδύνου για καρκίνο του μαστού σε εικόνες μαστού. Η *Μαστογραφία* αποτελεί τη πιο διαδεδομένη μέθοδο απεικόνισης του μαστού με κατά συνέπεια να δίνεται και η μεγαλύτερη προσοχή στη μελέτη της. Μελέτες που αφορούν τη χρήση του *Deep Learning* στην *Τομοσύνθεση*, *Υπερηχογράφημα* και *Ελαστογραφία*, είναι ακόμα σπάνιες ενώ αρκετές έρευνες είναι διαθέσιμες για τη περίπτωση της *Μαγνητικής τομογραφίας*. Παράλληλα, δεδομένου ότι πολλές χώρες κάνουν αρκετές προσπάθειες για τη πρόληψη του καρκίνου του μαστού, αναμένεται να αυξηθεί αρκετά ο αριθμός των διαθέσιμων δεδομένων, ιδιαίτερα για τη μαστογραφία, και συνεπώς, και χρήσης της βαθιάς μάθησης. Δυστυχώς, δεν είναι δημόσια διαθέσιμες μεγάλες ψηφιακές βάσεις δεδομένων που είναι απαραίτητες για την επιτυχημένη εφαρμογή της βαθιάς μάθησης. Οι σύγχρονες τεχνικές για την ανίχνευση και την ταξινόμηση μίας βλάβης ακολουθούν μέθοδο δύο σταδίων που συμπεριλάμβανε υποψήφιο ανιχνευτή που τμηματοποιεί την εικόνα σε τμήματα τα οποία τροφοδοτούν αλγόριθμο βαθιάς μάθησης (Kooi, et al., 2016). Εναλλακτικά, χρησιμοποιείται δίκτυο περιοχής (R-CNN). Όταν υπάρχουν μεγάλα σύνολα δεδομένων, μπορούν να ληφθούν καλά αποτελέσματα. Στη διάσκεψη SPIE

Medical Imaging του 2016, ένας ερευνητής από κορυφαία εταιρία στον χώρο της μαστογραφίας, δήλωσε ότι πειράματα που κράτησαν μερικές εβδομάδες και βασίστηκαν σε τυπική αρχιτεκτονική (AlexNet) απέδωσαν καλύτερα αποτελέσματα από αυτά που είχαν επιτύχει μέχρι τότε τα κλασσικά συστήματα (Fotin et al., 2016).

Επιπρόσθετα, οι Angelon and Sperduti (Angelon and Sperduti , 2016) πραγματοποίησαν επισκόπηση των προκλήσεων που αντιμετωπίζει η βαθιά μάθηση εστιάζοντας επίσης στο πώς βοηθούν τα πολλαπλά στρώματα στην αποτελεσματική εκμάθηση κρυφών αναπαραστάσεων καθώς και το εκθετικό κέρδος στην απεικονιστική ισχύ για κάθε χαρακτηριστικό που συμπεριλαμβάνεται στο σύνολο δεδομένων (Angelon and Gu, 2017).

Μελέτη των Fotin et al. (2016) σύγκρινε τη συμβατική προσέγγιση μηχανικής μάθησης με τη προσέγγιση με DCNN χρησιμοποιώντας τρισδιάστατες εικόνες (*DBT - Digital Breast Tomosynthesis*) για την ανίχνευση της περιοχής ενδιαφέροντος - ROI και την ταξινόμηση δύο ανωμαλιών του καρκίνου του μαστού (μαζικές και αρχιτεκτονικές διαταραχές). Στη συμβατική προσέγγιση, τα χειροποίητα χαρακτηριστικά (περιθώριο αντίθεσης, ιστόγραμμα, κλίση, υφή, σχήμα και τοπολογία) εξάχθηκαν από τα ROI και δόθηκαν για την εκμάθηση αλγορίθμων βασισμένων σε δέντρα απόφασης. Στην προσέγγιση DCNN αντί για τα χειροποίητα χαρακτηριστικά, δόθηκε μέγεθος ROI 256×256 για την ανίχνευση και τη ταξινόμηση των ανωμαλιών. Η ευαισθησία της συμβατικής και DCNN προσέγγισης ήταν 83,2% και 89,3% αντίστοιχα για ύποπτα ROI και 85,2% και 93,0% αντιστοίχως για κακοήθη ROI.

Επιπρόσθετα, έρευνα των Amit et al. (2017) παρουσίασε δύο τεχνικές που χρησιμοποιούν DCNN για την ταξινόμηση εικόνων του μαστού σε καλοήθη και κακοήθη. Οι εικόνες κόπηκαν χρησιμοποιώντας ένα τετράγωνο οριοθετημένο πλαίσιο γύρω από τα σημειωμένα όρια και έλαβαν 891 κακοήθη (BIRADS 5) και 365 καλοήθη (BI-RADS 2) παραδείγματα. Στην συνέχεια αυξήθηκαν χρησιμοποιώντας περιστροφή (90° , 180° , 270°) και αναστροφή (δεξιά-αριστερά, down-up) του κάθε παραδείγματος. Στην πρώτη περίπτωση ο αλγόριθμος CNN με τρία συνελκτικά στρώματα εκπαιδεύτηκε με επισημειωμένο σύνολο δεδομένων. Στη δεύτερη περίπτωση, το επισημασμένο σύνολο δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ως είσοδος στο εκπαιδευμένο VGGNet για την εξαγωγή των χαρακτηριστικών τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στη συνέχεια για την ταξινόμηση με αλγόριθμο SVM. Η ακρίβεια, η ευαισθησία, η ειδικότητα και η AUC (Area under the ROC Curve) της πρώτης περίπτωσης ήταν 83%, 84%, 82% και

0,91, αντίστοιχα. Η ακρίβεια, η ευαισθησία, η ειδικότητα και η AUC της δεύτερης περίπτωσης ήταν 73%, 77%, 68% και 0,81 αντίστοιχα.

Η ανάλυση της ιατρικής εικόνας χρησιμοποιώντας βαθιά μάθηση έχει αποδειχθεί καλύτερη για τους επιστημονικούς ερευνητές σε σύγκριση με τις κλασσικές μεθόδους μηχανικής μάθησης. Η πρόσφατη πρόοδος της χρήσης βαθιάς μάθησης στην ιατρική εικόνα έχει επιτρέψει την ανακάλυψη διαφόρων χαρακτηριστικών. Οι τρέχουσες εφαρμογές που βασίζονται σε βαθιά μάθηση αφορούν εξαγωγή χαρακτηριστικών, ταξινόμηση, ανίχνευση και τμηματοποίηση. Οι μέθοδοι βαθιάς μάθησης εκτός από την ανάλυση εικόνας του μαστού, έχουν χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και για άλλες περιπτώσεις όπως η ανάλυση εικόνας του εγκεφάλου, η ανάλυση εικόνας αμφιβληστροειδούς, η ανάλυση της κοιλιακής εικόνας και η ανάλυση μυοσκελετικών εικόνων.

5.7 Αυτόματα Συστήματα Επεξεργασίας και Ανάλυσης Εικόνων Μαστού

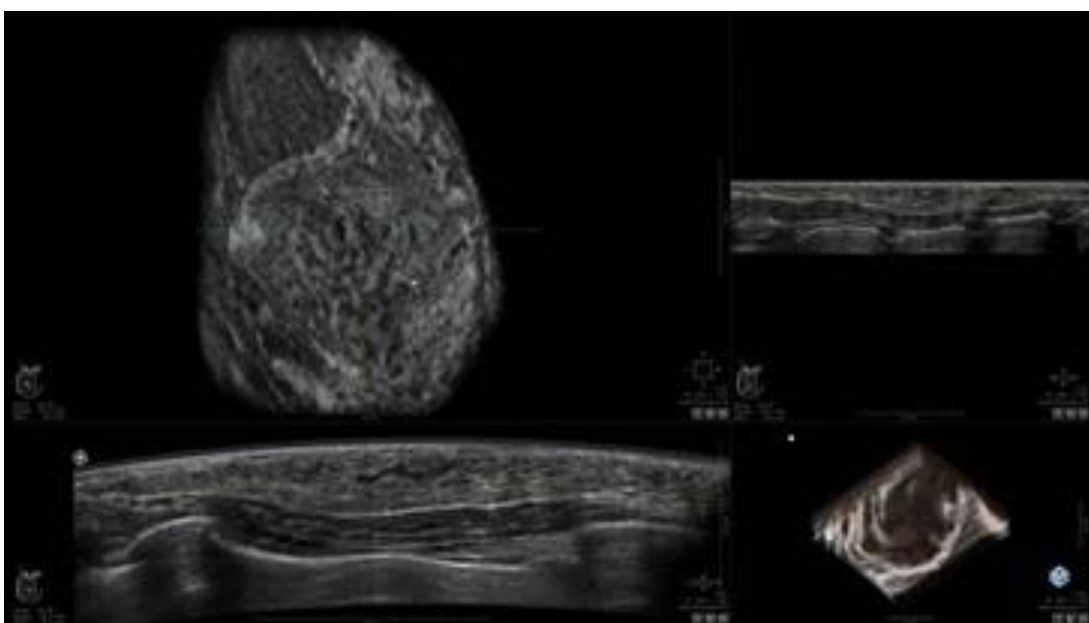
Λόγω της έντονης ανάγκης για εικόνες καλύτερης ποιότητας και έγκαιρης και έγκυρης διάγνωσης έχουν αναπτυχθεί διάφορα συστήματα αυτόματης επεξεργασίας και ανάλυσης εικόνων.

5.7.1 Αυτοματοποιημένο Σύστημα Υπέρηχου Μαστού - ABUS

Η μαστογραφία , όπως αναλύθηκε και παραπάνω, αποτελεί τη βασική εξέταση πρόληψης και διάγνωσης των παθήσεων του μαστού. Όμως, οι περιπτώσεις όπου εξετάζονται αρκετά πυκνοί μαστοί αποτελούν πρόκληση για το ιατρό ακτινολόγο. Έτσι, το Αυτοματοποιημένο Σύστημα Υπερήχου Μαστού ABUS⁷, υποστηρίζει τις περιπτώσεις αυτές δίνοντας τη λύση στη πρόκληση. Πρόκειται για τυποποιημένη εξέταση, που γίνεται αυτόματα και προσφέρει τρισδιάστατη απεικόνιση και μελέτη του μαστού, όπως φαίνεται και στην εικόνα 18. Με αυτόν τον τρόπο , γίνονται ορατές βλάβες που δεν θα μπορούσαν να εντοπιστούν με τη κλασσική μαστογραφία, ή με ένα απλό υπερηχογράφημα, ενώ η εξέταση μπορεί να μελετηθεί

⁷ <https://www.gehealthcare.com/products/ultrasound/abus-breast-imaging/invenia-abus>

ξανά και ξανά, χωρίς να είναι αναγκαία η παρουσία της εξεταζόμενης. Σύμφωνα με κλινικές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί, η συγκεκριμένη εξέταση αυξάνει ως και 55% , εφόσον πάντα συνδυάζεται με τη ψηφιακή μαστογραφία, την πιθανότητα εντοπισμού διηθητικών τύπων καρκίνου του μαστού. Η εξέταση με τη τεχνολογία ABUS πραγματοποιείται χωρίς την έκθεση του ασθενή στην ακτινοβολία με τη ποιότητα των εικόνων που λαμβάνονται είναι υψηλή, επιτρέποντας λεπτομερή και ολοκληρωμένο έλεγχο και ανάλυση (onmed, 2017). Θεωρείται ότι, η τεχνολογία ABUS, στο μέλλον θα είναι αρκετά διαδεδομένη αλλά θα είναι αναγκαία η εκπαίδευση των ακτινολόγων που είναι ο κύριος συνδετικός κρίκος για την εξαγωγή των διαγνώσεων μέσω των μεθόδων απεικόνισης.



Εικόνα 17: Απεικόνιση πυκνού φυσιολογικού μαστού με τη τεχνική ABUS.

5.7.1.1 Πλεονεκτήματα του Αυτοματοποιημένου Υπέρηχου Μαστού - ABUS

Πρώτο πλεονέκτημα αποτελεί η παραγωγικότητα και η αποτελεσματικότητα του Αυτοματοποιημένου Συστήματος Υπέρηχου Μαστού δεν εξαρτάται από την εμπειρία του χρήστη όπως στο Κλασσικό Υπέρηχο. Δεύτερο, μπορεί οποιοσδήποτε επαγγελματίας να εκπαιδευτεί για το χειρισμό του σε αντίθεση με το συμβατικό υπέρηχο που το χειρίζεται ο τεχνολόγος υπέρηχου ή ο ιατρός που έχει εκπαιδευτεί αρκετά σε θέματα ανατομίας και φυσιολογίας. Τρίτο πλεονέκτημα , είναι η συνολική διάρκεια της εξέτασης που είναι μόλις 15

λεπτά και λίγο περισσότερη στη περίπτωση που απαιτούνται περισσότερες λήψεις. Η συνεπής διάρκεια της εξέτασης μπορεί να καθορίσει τη χρονική διάρκεια για κάθε ασθενή με αποτέλεσμα να μην δημιουργούνται καθυστερήσεις , επιτρέποντας τη βελτιωμένη ροή εργασίας σε ένα ιατρείο. Ο χρόνος που απαιτείται από ένα ιατρό για την εξέταση αποτελεί μόνο το χρόνο για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων ενώ, κατά το συμβατικό υπέρηχο απαιτείται χρόνος για την εξέταση και για την ερμηνεία. Τέταρτο, κατά τη στεφανιαία λήψη στον Αυτοματοποιημένο Υπέρηχο Μαστού , ανιχνεύεται εύκολα η διαταραχή της αρχιτεκτονικής (Shin, et al., 2015).

5.7.2 Ηλεκτρονικά Υποβοηθούμενη Διάγνωση – Computed-Aided Diagnosis

Το αυτοματοποιημένο σύστημα CAD, αποτελεί αποτέλεσμα των συνεχόμενων προσπαθειών ανάπτυξης διαδικασιών και πρωτοκόλλων με κύριο σκοπό την υποστήριξη των κλινικών αποφάσεων των ιατρών - ειδικών που εμπλέκονται στις διαγνωστικές διαδικασίες. Στη παρούσα φάση, το CAD , εφαρμόζεται στις ιατρικές εικόνες και επιτυγχάνει την επισήμανση περιοχών με ύποπτα ευρήματα, την ανίχνευση και κατάτμηση των περιοχών που είναι επιρρεπείς, την ακριβή μέτρηση και ποσοτικοποίηση των χαρακτηριστικών της εικόνας που υποστηρίζουν τη κλινική απόφαση και τη δοκιμή νέων χαρακτηριστικών και αλγορίθμων που αυξάνουν την ακρίβεια της κλινικής απόφασης (David, 2018).

Σημαντικό πλεονέκτημα, του CAD, είναι η βελτίωση και η αποκατάσταση της μαστογραφίας εφόσον μέσω της επεξεργασίας αφαιρείται ο θόρυβος και φυσικοί και τεχνικοί παράγοντες που πιθανόν να αλλοιώνουν την εικόνα κατά τη λήψη της επηρεάζοντας , έτσι, τη ποιότητα της. Επιτυγχάνεται η αποκατάσταση της πληροφορίας με τη κατάλληλη μοντελοποίηση της διαδικασίας απεικόνισης, με αποτέλεσμα να απεικονίζονται οι δομές και τα χαρακτηριστικά της μαστογραφίας πιο έντονα, γεγονός που ευκολύνει την ανίχνευση των νεοπλασιών μειώνοντας τον αριθμό των περιπτώσεων που δεν ανιχνεύονται (Ρουσάκη,2006).

5.7.2.1 Συστήματα CAD

Τα συστήματα CAD έχουν σχεδιαστεί με κύριο σκοπό την ανίχνευση διάφορων καρκίνων, όπως του καρκίνου του μαστού, του πνεύμονα και του πολύποδα του εντέρου. Σε κάποιες περιπτώσεις, σπάνια, χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος ιατρός. Είναι ξεκάθαρο, λοιπόν, ότι τα συστήματα CAD είναι πολύ

χρήσιμα για τους επαγγελματίες υγείας εφόσον διευκολύνουν τη διάγνωση αυτοματοποιώντας τη διαδικασία μέσω των ιατρικών εικόνων. Επίσης, σημαντικό πλεονέκτημα των CAD αποτελεί το γεγονός ότι υποστηρίζουν 3D και 4D εικόνες. Υπάρχουν δύο διαθέσιμοι τύποι συστημάτων CAD, ο ένας ονομάζεται CADe και εντοπίζει τις ύποπτες περιοχές στην εικόνα και ο δεύτερος τύπος, CADx ο οποίος τις ταξινομεί. Επιπρόσθετα, τα συστήματα CAD βοηθούν τους ακτινολόγους και γενικά τους ιατρούς με το ρόλο της δεύτερης γνώμης, χωρίς να τους αντικαθιστά (Teixeira, 2013).

5.7.2.2 Συστήματα CAD και Μικροαποτιτανώσεις

Η ανίχνευση των μικροαποτιτανώσεων αποτελούσε πάντα ένα από τους κύριους σκοπούς της μαστογραφίας. Ένα σύστημα CAD, θα πρέπει να επεξεργάζεται τις μαστογραφίες ως ψηφιοποιημένες εικόνες για να ανιχνεύει τις ύποπτες περιοχές που πιθανόν να περιλαμβάνουν μικροαποτιτανώσεις. Ακολούθως, οι μικροαποτιτανώσεις πρέπει να διαχωρίζονται μέσω της διαδικασίας της ταξινόμησης, να ομαδοποιούνται και στο τέλος να καθορίζονται ως καλοήθεια ή κακοήθεια αντίστοιχα. Η υψηλή αντίθεση είναι απαραίτητη για το διαχωρισμό πολύ λεπτών δομών, όπως οι μικροαποτιτανώσεις, έτσι η ενίσχυση τους αποτελεί το πρώτο βήμα στη διαδικασία της ανίχνευσης και της ταξινόμησης.

Η μέθοδος ενίσχυσης της αντίθεσης έχει δημιουργηθεί λόγω της δυσκολίας που αντιμετώπιζαν οι ακτινολόγοι στη διάγνωση των μικροαποτιτανώσεων. Ωστόσο, τα συστήματα αυτά, παρατηρείται να παρουσιάζουν ψευδώς θετικά αποτελέσματα, η μείωση των οποίων θεωρείται αναγκαία. Έτσι, το 1995 σχεδιάστηκε ο αλγόριθμος ISSAC algorithm (Interactive Selective and Adaptive Clustering), με σκοπό τη μείωση των ψευδώς θετικών αποτελεσμάτων βελτιώνοντας την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της διάγνωσης. Ο αλγόριθμος ISSAC, αποτελείται από το πρώτο βήμα το οποίο ταυτοποιεί τις περιοχές που πιθανόν να περιλαμβάνουν κάποια ύποπτα χαρακτηριστικά, και το δεύτερο βήμα, το οποίο μέσω διαδραστικής προσαρμογής ο ακτινολόγος μπορεί να βελτιώσει τα αποτελέσματα με την ταυτόχρονη αξιολόγηση των περιοχών που έχει επισημάνει ο αλγόριθμος. Το συγκεκριμένο εργαλείο, χαρακτηρίστηκε σπουδαίο για την υποστήριξη των ακτινολόγων οι οποίοι μπορούν να αξιολογούν περιοχές ενδιαφέροντος που πιθανόν να περιλαμβάνουν μικροαποτιτανώσεις (Teixeira, 2013).

Κεφάλαιο 6

Επίλογος

Ο καρκίνος του μαστού αποτελεί τη δεύτερη αιτία θανάτου στις γυναίκες παγκοσμίως, και πάνω από 8% των γυναικών νοσούν από καρκίνο του μαστού. Το 2008 έχουν καταγραφεί 182.460 νέα περιστατικά καρκίνου του μαστού και 40.480 θάνατοι στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής. Εφόσον, οι αιτίες ανάπτυξης καρκίνου του μαστού παραμένουν ακόμα άγνωστες, η έγκαιρη διάγνωση αποτελεί το κλειδί για τη μείωση της θνησιμότητας που οφείλεται στο καρκίνο του μαστού, έτσι ώστε να χορηγηθεί η κατάλληλη θεραπεία. Η έγκαιρη διάγνωση, ωστόσο, προϋποθέτει ακριβή και αξιόπιστη διάγνωση η οποία να έχει τη δυνατότητα να διαχωρίζει ένα καλοήθη από ένα κακοήθη όγκο. Μία καλή διαγνωστική προσέγγιση θα πρέπει να έχει μειωμένα τόσο ψευδώς θετικά όσο και ψευδώς αρνητικά αποτελέσματα. Η μαστογραφία, αποτελεί τη πιο αποτελεσματική μέθοδο για την απεικόνιση και ανίχνευση του καρκίνου του μαστού χωρίς να εξαλείφονται οι περιορισμοί της ως προς την ανίχνευση της (Cheng, et al.,2009). Η μειωμένη ευαισθησία της μαστογραφίας έχει ως συνέπεια τη διενέργεια μη απαραίτητων βιοψιών, οι οποίες φτάνουν το 65-85%, αυξάνοντας το κόστος και τη συναισθηματική πίεση του ασθενούς. Επίσης, η μαστογραφία παρουσιάζει μειωμένη ευαισθησία στην ανίχνευση καρκίνου σε πολύ πυκνούς μαστούς και επιβαρύνει τον ασθενή με ιονίζουσα ακτινοβολία. Εναλλακτική μέθοδο απεικόνισης του μαστού αποτελεί ο Υπέρηχος. Μελέτες έδειξαν ότι ο Υπέρηχος παρουσιάζει υψηλή ακρίβεια στο

καθορισμό μιας μάζας ως καλοήθη ή κακοήθη και αυξάνει την ανίχνευση του καρκίνου κατά 17%. Επίσης, μειώνεται το ποσοστό των περιττών βιοψιών κατά 40%. Επιπρόσθετα, η εξέταση του υπερήχου συγκριτικά με τη μαστογραφία πλεονεκτεί στο ότι δεν χρησιμοποιεί ionίζουσα ακτινοβολία, είναι φθηνότερη και πιο γρήγορη εξέταση. Ο υπέρηχος αποτελεί τη κατάλληλη μέθοδος απεικόνισης για νεαρές γυναίκες κάτω των 35 ετών με πυκνούς μαστούς και παρουσιάζει ειδικότητα στην ανίχνευση κυστών του ποσοστού 96-100%.

Η ακρίβεια της υπερήχου εξαρτάται άμεσα από το χειριστή – ιατρό ακτινολόγο και από την ποιότητα της εικόνας. Ακόμα και ένας πολύ έμπειρος ακτινολόγος μπορεί να παρουσιάσει υψηλό βαθμό του παράγοντα μεταβολής-παρατηρητή, με αποτέλεσμα, η χρήση του συστήματος CAD να καθορίζεται απαραίτητη για την ανίχνευση και ταξινόμηση του καρκίνου του μαστού. Σημαντικός στόχος της χρήσης του CAD είναι η αύξηση της ευαισθησίας και της ειδικότητας του Υπερήχου μειώνοντας το συντελεστή εξάρτησης της διάγνωσης από τον χρήστη. Επίσης, η εφαρμογή του CAD αποσκοπεί στη διάκριση μίας μάζας σε καλοήθεια ή κακοήθεια, μειώνοντας, τα ψευδώς θετικά αποτελέσματα. Το CAD χρησιμοποιείται για την ανίχνευση του καρκίνου του μαστού δίνοντας την δυνατότητα για επεξεργασία, κατάτμηση, εξαγωγή και επιλογή χαρακτηριστικών και κατηγοριοποίηση της εικόνας (Cheng, et al., 2009).

Η ανάπτυξη αυτοματοποιημένων συστημάτων επεξεργασίας και ανάλυσης έχει βοηθήσει αρκετά το δύσκολο έργο του ιατρικού προσωπικού. Το σύστημα CAD βελτιώνει και αποκαθιστά τη μαστογραφία, εφόσον μέσω της επεξεργασίας αφαιρείται ο θόρυβος και φυσικοί και τεχνικοί παράγοντες που πιθανόν να αλλοιώνουν την εικόνα κατά τη διαδικασία λήψης της. Επιπρόσθετα, το σύστημα ABUS υποστηρίζει την ανίχνευση παθολογιών και ιδιαίτερα του καρκίνου σε πυκνούς μαστούς, αφού η αυξημένη πυκνότητα του μαστού αποτελεί πρόκληση για τον ακτινολόγο. Η συγκεκριμένη εξέταση ενδέχεται να είναι αρκετά διαδεδομένη στο μέλλον λόγω του ότι διαρκεί μόνο μερικά λεπτά, δεν εκθέτει τον ασθενή σε ακτινοβολία και προσφέρει λεπτομερή, ολοκληρωμένο έλεγχο και ανάλυση των εικόνων.

Οι τρέχουσες μέθοδοι απεικόνισης του μαστού διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη των ειδικών ιατρών για τη διάγνωση και τον χαρακτηρισμό των βλαβών, τη πρόληψη του καρκίνου του μαστού, καθώς επίσης τη διάγνωση, τη σταδιοποίηση και τον

προσδιορισμό της υποτροπής. Στη παρούσα εργασία, έχουν αναφερθεί οι δυνατότητες των διαφορετικών τεχνικών απεικόνισης του μαστού που χρησιμοποιούνται σήμερα σε κλινικές πρακτικές. Είναι προφανές, ότι σε αρκετές περιπτώσεις ο συνδυασμός απεικονιστικών μεθόδων οδηγεί σε πιο έγκυρα αποτελέσματα από ότι θα οδηγούσε μια μέθοδος από μόνη της. Τα τελευταία χρόνια διεξάγεται έρευνα για τη βελτίωση των υφιστάμενων μεθόδων και για την ανάπτυξη νέων μεθόδων που βασίζονται σε φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του καρκινικού ιστού του μαστού που το διαφοροποιεί από τους φυσιολογικούς και τους καλοήθεις ιστούς. Ο καρκίνος αποτελεί μια πολύπλοκη παθολογία της οποίας το ποσοστό επιβίωσης εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την έγκαιρη διάγνωση. Μια ασθένεια με τόσο απειλητικούς για τη ζωή παράγοντες οδήγησε την ανάγκη για την ανάπτυξη διαγνωστικών και υβριδικών μεθόδων που βοηθούν στην έγκαιρη διάγνωση και στην εξεύρεση πιθανής θεραπείας.

Με βάση τα ευρήματα της παρούσας εργασίας, η πρόληψη των παθολογιών του μαστού βασίζεται άμεσα στις μεθόδους της τομογραφικής απεικόνισης. Όπως έχει αναφερθεί, η Μαστογραφία αποτελεί τη κατάλληλη μέθοδο απεικόνισης για τη πρόληψη σε γυναίκες μετά τα 40, με τη μαστογραφία αναφοράς να πραγματοποιείται στα 35 χρόνια της γυναίκας. Σε γυναίκες μικρότερης ηλικίας, κάτω των 35, και σε γυναίκες που δεν ενδείκνυται, όπως σε εγκύους, ως εξέταση πρόληψης καθίσταται το Υπερηχογράφημα. Επιπρόσθετα, εκτός από τη μαστογραφία και τον υπέρηχο μαστού, η σύγχρονη μέθοδος της θερμογραφίας αποτελεί ελπιδοφόρο εργαλείο πρόληψης επειδή είναι σε θέση να διαγνώσει καρκίνο του μαστού τουλάχιστον δέκα χρόνια νωρίτερα. Παράλληλα, η μαγνητική τομογραφία αποτελεί χρήσιμο εργαλείο για την απεικόνιση ασθενών με υψηλότερο κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού λόγω της πολύ καλής ανάλυσης της εικόνας γεγονός όμως που εξαρτάται από την εμπειρία του χρήστη. Επιπρόσθετα η εξέταση του PET, με χορήγηση του ραδιοφαρμάκου 18F-FDG (ραδιενεργή γλυκόζη), αποτελεί σημαντική εξέταση για τη σταδιοποίηση καρκίνου που έχει υποτροπιάσει και για τη σταδιοποίηση της ανταπόκρισης του στη θεραπεία. Η απεικονιστική μέθοδος του CT απεικονίζει ανατομικές λεπτομέρειες του μαστού, με αποτέλεσμα να αποδίδει πολύ καλά τις μικροαποτιτανώσεις. Όλες οι μέθοδοι απεικόνισης παράγουν εικόνες των οποίων η ποιότητα βελτιώνεται με τη σωστή χρήση τεχνικών ψηφιακής επεξεργασίας και συνεπώς και η ακρίβεια διάγνωσης. Μελλοντικά, ενδέχεται τομογραφικές μέθοδοι, όπως το CT και MRI, να διαδραματίσουν καθοριστικό ρόλο στο τομέα

της πρόληψης του μαστού, γεγονός που απαιτεί την εκπαίδευση και ενημέρωση των όλων των εμπλεκομένων. Οι συγκεκριμένες μέθοδοι, υποστηρίζεται, ότι θα ανιχνεύουν τον καρκίνο στο μαστό σε πολύ πρώιμα στάδια, με το CT να φαίνεται να υπερτερεί από το MRI χωρίς να σημαίνει πως και η εξέταση του MRI δεν θα αποτελέσει σημαντικό εργαλείο διάγνωσης. Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης και της Βαθιάς Μάθησης έχει βελτιώσει την ακρίβεια ανίχνευσης του καρκίνου και μείωσε τον αριθμό των αρνητικών θετικών αποτελεσμάτων, που συνδέεται με την υποκειμενική ανθρώπινη ερμηνεία των εικόνων. Ωστόσο, υπάρχουν διάφορα προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν για αποτελεσματική χρήση της βαθιάς μάθησης. Αρχικά, απαιτείται η δημιουργία μεγάλων συνόλων επισημειωμένων ιατρικών εικόνων τα οποία θα είναι διαθέσιμα στην ερευνητική κοινότητα και θα διευκολύνουν την ανάπτυξη προ-εκπαιδευμένων μοντέλων αποκλειστικά για ιατρικές εικόνες. Επίσης σημαντική είναι η ανάπτυξη αλγορίθμου ο οποίος θα μπορεί να εκπαιδευτεί με μικρότερο αριθμό δεδομένων για να διευκολύνει την επίτευξη δύσκολων ιατρικών εφαρμογών. Σημαντικό ερώτημα για τους επιστήμονες μελέτης του μαστού είναι ο βαθμός αυτονομίας των μεθόδων και συστημάτων της τεχνητής νοημοσύνης για τη διάγνωση και τη διαχείριση των ασθενών. Εξετάζονται οι σχετικές δεοντολογικές και ηθικές προεκτάσεις καθώς και το πως οι ακτινολόγοι και άλλοι ιατροί θα εκπαιδευτούν σε θέματα τεχνητής νοημοσύνης ούτως ώστε να μπορούν να συνεργάζονται με ειδικούς της επιστήμης υπολογιστών.

Το μέλλον της Τεχνητής Νοημοσύνης είναι αρκετά υποσχόμενο στην ανάπτυξη αποτελεσματικών συστημάτων που θα εξυπηρετούν το τομέα της ακτινολογίας. Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης σε κλινικές περιπτώσεις τόσο στην ακτινολογία όσο και στους κλάδους της βρίσκεται σε εξέλιξη. Οι τρέχουσες προσπάθειες αποσκοπούν στην ανάπτυξη συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης που θα μπορούν να εξάγουν ακριβή αποτελέσματα σχετικά με τη διάγνωση, παρακολούθηση, και σταδιοποίηση μιας νόσου. Αυτά τα συστήματα στοχεύουν στην υποστήριξη του έργου των ακτινολόγων και όχι στην αντικατάστασή τους αυξάνοντας την ακρίβεια των διαγνώσεων και υποστηρίζοντας την λήψη κλινικών αποφάσεων.

Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Amit, G.,; Ben-Ari, R.; Hadad, Omer.; Monovich, Einat.; Granot; Noa., and Hashoul, S. (2017). « Classification Of Breast MRI Lesions Using Small Size Training Sets: Comparison Of Deep Learning Approaches. » <https://doi.org/10.1117/12.2249981> [Accessed: 26 Jul. 2019]
2. Angelov, P., and Gu, X., (2017). «MICE: Multi-Layer Multi-Model Images Classifier Ensemble. » <https://doi.org/10.1109/CYBConf.2017.7985788>
3. Angelov, P., and Sperduti, A., (2016). « Challenges In Deep Learning. »In: ESANN ceedings, European symposium on artificial neural networks, Computational intelligence and machine learning. Bruges, Belgium, pp 27–29.
4. Avril, N., Mather, S. J., and Roylance, R. « FDG-PET And PET/CT In Breast Cancer Staging. » *Breast Care* 2007; 2: 372-377.
5. Ayman, A. A., Qahwaji , R. S., Musbah , J. A., Hussam, Al-Osta , and Mohmmad , H., S. 2006. « Efficient Pre-Processing Of USF And MIAS Mammogram Images. » <https://thescipub.com/pdf/10.3844/jcssp.2007.67.75> [Assecced: 26 Jul. 2019]
6. Baker, J. A., Kornguth, P. J., Lo, J.Y., and Floyd, C. E. Jr. 1996. « Artificial Neural Network: Improving The Quality Of Breast Biopsy Recommendations. » *Radiology* 1996; 198:131–135.
7. Berg, W. A., Blume, J. D., Cormack, J. B., Mendelson, E. B., Lehrer, D., Böhm-Vélez, M., Pisano, E. D., Jong, R. A., Evans, W. P., Morton, M. J., Mahoney, M. C., Larsen, L. H., Barr, R. G., Farria, D. M., Marques, H. S., and Boparai, K. 2008. « Combined Screening With Ultrasound And Mammography Vs Mammography Alone In Women At Elevated Risk Of Breast Cancer. » *JAMA* 2008; 299: 2151-2163.
8. Boone, J. M., Kwan, A. L., Yang, K., Burkett, G. W., Lindfors, K. K., and Nelson, T. R. « Computed Tomography For Imaging The Breast. » *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 2006; 11: 103-111.
9. Buijs, M., Kamel, I. R., Vossen, J. A., Georgiades, C. S., Hong, K., and Geschwind, J. F. 2007. « Assessment Of Metastatic Breast Cancer Response To Chemoembolization With Contrast Agent Enhanced And Diffusion-Weighted MR Imaging. » *J Vasc Interv Radiol* 2007; 18: 957-963.

10. Chenga, H.D., Shana, J., Jua, W., Guoa, Y., and Zhangb, Ling. 2009. « Automated Breast Cancer Detection And Classification Using Ultrasound Images: A Survey. » Elsevier. 43 (2010) 299—317.
11. Colombo, P., Radici, L., Torresin, A., Pasetto, S. 2013. « Artifact Analysis In Digital Breast Tomosynthesis (DBT). » ESR. Scientific Exhibit. 10.1594/ecr2013/C-1006
12. David, J. , Foran, Wenjin, Chen, and Lin, Yangb,. 2018, «Automated Image Interpretation And Computer-Assisted Diagnostics. » < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6169997/> [Accessed: 20 November 2019]
13. Diekmann, F., Freyer, M., Diekmann, S., Fallenberg, E. M., Fischer, T., Bick, U., and Pöllinger, A. « Evaluation Of Contrast-Enhanced Digital Mammography. »Eur J Radiol 2009; Epub ahead of print.
14. Donegan, W.L., and Spratt, J.S. 2002. « Cancer Of The Breast. » 5th Edition. London, UK: Elsevier Science Ltd., 1050pp.
15. Eldridge, L., 2019. « An Overview Of Radial Scars And Breast Cancer Risk. Symptoms, Causes, Diagnosis, And Reducing Your Risk. » < <https://www.verywellhealth.com/radial-scars-a-benign-breast-abnormality-430685> > [Accessed: 16 May 2019]
16. Fass, L. 2008. « Imaging and cancer: a review.» Mol Oncol 2008; 2: 115-152.
17. Fotin, S. V., Yin, Y., Haldankar, H., Hoffmeister, J. W., Periaswamy, S., 2016. « Detection Of Soft Tissue Densities From Digital Breast Tomosynthesis: Comparison Of Conventional And Deep Learning Approaches. » In: Medical Imaging. Vol. 9785 of Proceedings of the SPIE. p. 97850X.
18. Guo, R., Lu, G., Qin, B., and Fei, B., 2017. « Ultrasound Imaging Technologies For Breast Cancer Detection And Management – A Review. » < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6169997/> > [Accessed: 27 May 2019]
19. Guray, M. and Sahin, A. A. 2006. « Benign Breast Diseases : Classification, Diagnosis, And Management. » *Oncologist*, vol. 11, pp. 435–449. < <https://theoncologist.alphamedpress.org/content/11/5/435.long> > [Accessed: 16 Apr. 2019]

20. Hamet P, Tremblay J. 2017 « Artificial Intelligence In Medicine. » *Metabolism* 2017; 69S:S36–S40.
21. Humanitas Research Hospital, 2019. « Λοβιακό Καρκίνωμα In Situ – LCIS. » < <https://www.humanitas.net/el/diseases/%CE%BB%CE%BF%CE%B2%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CF%8C-%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CF%89%CE%BC%CE%B1-situ/> > [Accessed: 20 May. 2019]
22. Jiang, F., Jiang, Y., and Zhi, H., 2017. «Artificial Intelligence In Healthcare: Past, Present And Future. » *Stroke Vasc Neurol* 2017; 2:230–243.
23. Kane, S., 2018. «Breast Imaging: DBT Vs. Digital Mammography». < <https://serenakane.home.blog/2018/10/25/breast-imaging-dbt-vs-digital-mammography/> > [Accessed: 20 November 2019]
24. Kelly, K. M., Dean, J., Comulada, W. S., and Lee, S. J., 2010. « Breast Cancer Detection Using Automated Whole Breast Ultrasound And Mammography In Radiographically Dense Breasts. » *Eur Radiol* 2010; 20: 734-742.
25. Kerlikowske K, Grady D, Rubin SM, Sandrock C, Ernster VL. « Efficacy Of Screening Mammography. A Meta-Analysis.» *JAMA* 1995; 273: 149-154.
26. Kinoshita, T., Yashiro, N., and Yoshigi, J. 2002. « Fat Necrosis Of Breast: A Potential Pitfall In Breast MRI.» *Clin Imaging* 26:250–253. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12140154> [Accessed: 25 April 2019]
27. Kooi, T., Litjens, G., van Ginneken, B., Gubern-M´erida, A., S´anchez, C. I., Mann, R., den Heeten, A., and Karssemeijer, N., 2016. «Large Scale Deep Learning For Computer Aided Detection Of Mammographic Lesions.» *Med Image Anal* 35, 303–312.
28. Kopans, D., B. 2004. « Sonography Should Not Be Used For Breast Cancer Screening Until Its Efficacy Has Been Proven Scientifically. » *AJR Am J Roentgenol* 2004; 182: 489-491.
29. Leach, M. O. 2001. « Application Of Magnetic Resonance Imaging To Angiogenesis In Breast Cancer. » *Breast Cancer Res* 2001; 3: 22-27.
30. Lee, J. M., Halpern, E. F., Rafferty, E. A., and Gazelle, G. S. 2009. « Evaluating The Correlation Between Film Mammography And MRI For Screening Women With Increased Breast Cancer Risk. » *Acad Radiol* 2009; 16: 1323-1328.

31. Liu, P. F., Debatin, J. F., Caduff, R. F., Kacel, G., Garzoli, E., and Krestin, G. P. 1998. « Improved Diagnostic Accuracy In Dynamic Contrast Enhanced MRI Of The Breast By Combined Quantitative And Qualitative Analysis. » *Br J Radiol* 1998; 71: 501-509.
32. Liu, Y., Bellomi, M., Gatti, G., and Ping, X. 2007. « Accuracy Of Computed Tomography Perfusion In Assessing Metastatic Involvement Of Enlarged Axillary Lymph Nodes In Patients With Breast Cancer. » *Breast Cancer Res* 2007; 9: R40.
33. Malur S, Wurdinger S, Moritz A, Michels W, Schneider A. 2001. « Comparison Of Written Reports Of Mammography, Sonography And Magnetic Resonance Mammography For Preoperative Evaluation Of Breast Lesions, With Special Emphasis On Magnetic Resonance Mammography. » *Breast Cancer Res* 2001; 3: 55-60.
34. Marshall, 2019. « Deep Learning. » <https://www.investopedia.com/terms/d/deep-learning.asp> [Accessed: 10 Sep. 2019]
35. Mastologiasblog. 2019. « Συγγενείς Ανωμαλίες Θηλών Και Μαστών». <https://www.mastologiasblog.net/sigmaupsilongammagammaepsilonpsilononuepsilononotasigma-alphanuomegamualphalambdaiotaepsilonsigma.html> [Accessed: 16 Apr. 2019]
36. McDonald, E. S., Clark, A. S., Tchou, J., Zhang, P., and Freedman, G. M. 2016. « Clinical Diagnosis And Management Of Breast Cancer. » http://jnm.snmjournals.org/content/57/Supplement_1/9S.long [Accessed: 21 May 2019]
37. Meldenson, E., 2019. « Artificial Intelligence In Breast Imaging: Potentials And Limitations. » *AJR* 2019; 212:1-7.
38. Nyström L, Andersson I, Bjurstram N, Frisell J, Nordenskjöld B, Rutqvist LE. 2002. « Long-Term Effects Of Mammography Screening: Updated Overview Of The Swedish Randomised Trials. » *Lancet* 2002; 359: 909-919.
39. Onmed, 2017. « Το Υπερηχογράφημα Σύμμαχος Της Μαστογραφίας Κατά Του Καρκίνου Του Μαστού. » <https://www.onmed.gr/ygeia/story/357555/to-yperixografima-symmachos-tis-mastografias-kata-toy-karkinoy-toy-mastoy> [Accessed: 20/11/2019]

40. Onmed, 2014. « Μαστίτιδα: Αίτια, Συμπτώματα, Θεραπεία. »
<https://www.onmed.gr/ygeia/story/323111/mastitida-aitia--symptomata--therapeia> [Accessed: 16 Apr. 2019]
41. Park, J. M., Franken, E. A., Garg, M., Fajardo, L. L., Niklason, L. T., 2007. « Breast Tomosynthesis: Present Considerations And Future Applications »
https://www.researchgate.net/publication/5670584_Breast_Tomosynthesis_Present_Considerations_and_Future_Applications1 [Accessed: 16 May 2019]
42. Plusmedical, 2019. « Breast Cancer - Risk Factors, Analysis And Diagnosis, Treatment. »
http://www.plusmedical.ro/en/articole/cancerul-de-san-factori-de-risc-analize-si-diagnostic-tratament/?gclid=Cj0KCQjwgLLoBRDyARIsACRAZe4BB14Azpc_Np-SpkVCtbXRNroAbIX2jV718AgzlyP9Bosq2h-f0_gaAuyFEALw_wcB [Accessed: 27 May 2019]
43. Prof. Dr. Dieter Roller, Prof. Dr. Thomas Ertl, «3D Digital Analysis Of Mammographic Composition».
44. Rosen, P.P., 2001. ed. Chapter 3. «Inflammatory And Reactive Tumors.» In: Rosen's Breast Pathology, Second Edition. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins,;29–63.
45. Saddock, A., Janaína, P., C., Davi, F., O., and Ricardo, T., L., 2007. « Signal Differential-To-Noise Ratio (Sdnr) In The Evaluation Of Radiography Techniques For Optimisation Of The Industrial Computed Radiography. »
https://www.researchgate.net/publication/266005229_SIGNAL_DIFFERENCIAL-TO-NOISE_RATIO_SdNR_IN_THE_EVALUATION_OF_RADIOGRAPHY_TECHNIQUES_FOR_OPTIMISATION_OF_THE_INDUSTRIAL_COMPUTED_RADIOGRAPHY
46. Sahiner, B., Chan, H.-P., Petrick, N., Wei, D., Helvie, M. A., Adler, D. D., Goodsitt, M. M., 1996. « Classification Of Mass And Normal Breast Tissue: A Convolution Neural Network Classifier With Spatial Domain And Texture Images. » IEEE Trans Med Imaging 15, 598– 610.
47. Schilling, K., Narayanan, D., and Kalinyak, J. E. 2008. « Effect Of Breast Density, Menopausal Status, And Hormone Use In High Resolution Positron Emission Mammography. » Radiol Soc North Am 2008; VB31-04.

48. Shin, H. J., Kim, H. H., and Cha, J. H., 2015. « Current status of automated breast ultrasonography. » *Ultrasonography* 2015;34:165-172.
49. Stephan, P. 2010. « Mammography And Breast MRIs. » http://breastcancer.about.com/od/mammograms/a/mammo_vs_mri_2.html. [Accessed: 20 November 2019]
50. Subbhuraam, Vinitha., Sree., Eddie, Yin-Kwee. Ng., Rajendra, U. Acharya., and Oliver, Faust. 2011. « Breast Imaging : A Survey. » *World J Clin Oncol.* 2011 April 10; 2(4): 171-178 ISSN 2218-4333.Baishideng. All rights reserved.
51. Tang, A., Tam, R., Cadrin-Chenevert, A. 2018. « Canadian Association Of Radiologists White Paper On Artificial Intelligence In Radiology. » *Can Assoc Radiol J.* 2018; 69:120–135
52. Teixeira, R. T., 2013. « Automatic Analysis Of Mammography Images: Classification Of Breast Density. » Master Thesis. Universidade do Porto.
53. Tohno, E., Ueno, E., and Watanabe, H. 2009. « Ultrasound Screening Of Breast Cancer. » *Breast Cancer* 2009; 16: 18-22.
54. van Diest, P.J. , Beekman, W.H, and Hage, J.J. 1998 Pathology Of Silicone Leakage From Breast Implants. *J Clin Pathol*, 51:493–497.
55. Wu, T., Stewart, A., Stanton, M., McCauley, T., Phillips, W., Kopans, D. B., Moore, R. H., Eberhard, J. W., Opsahl-Ong, B., Niklason, L., and Williams, M. B. 2 « Tomographic Mammography Using A Limited Number Of Low-Dose Cone-Beam Projection Images. » *Med Phys* 2003; 30: 365-380.
56. Xu, G., Zhao, L., He, Z. 2012. « Performance Of Whole-Body PET/CT For The Detection Of Distant Malignancies In Various Cancers: A Systematic Review And Metanalysis. » *J Nucl Med.* 2012;53:1847–1854.
57. Youk, J. H., Kim, E. K., Kim, M. J., Kwak, J. Y., Son, E. J. 2011. « Performance Of Hand-Held Whole-Breast Ultrasound Based On BI-RADS In Women With Mammographically Negative Dense Breast. » *Eur Radiol* 2011; 21: 667-675.
58. Zonderland, H., and Smithuis, R., 2013. « BI-RADS for Mammography and Ultrasound. » <https://radiologyassistant.nl/breast/bi-rads-for-mammography-and-ultrasound-2013> [Accessed: 10 December 2019]

59. Αναστασάκου, Α. Κ., 2009. « Φυλλοειδείς Όγκοι Μαστού ». <https://www.anastasakou.gr/wmt/index.php?lid=1&pid=11&s=54> [Accessed: 16 May 2019]
60. Βαλαντάσης, Σ. Γ. 2018. « Αδένωση Μαστού - Σκληρυντική Αδένωση. » <http://valantasis.gr/%CE%B1%CE%B4%CE%B5%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%85-%CF%83%CE%BA%CE%BB%CE%B7%CF%81%CF%85%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B7-%CE%B1%CE%B4%CE%B5%CE%BD%CF%89%CF%83%CE%B7/> [Accessed: 25 April 2019]
61. Βούρτση, Α., 2018. « Ανατομία - Φυσιολογία Μαστού. » http://www.mammography.gr/el/?page_id=33 [Accessed: 16 Apr. 2019]
62. Ιωαννίδου, Μ. Α., 2019. « 19 SOS Ερωτήσεις Για Τη Μαστογραφία. » <https://www.vita.gr/2008/03/17/ygeia/19-sos-erwthseis-gia-th-mastografia/> [Accessed: 21 May 2019]
63. Καραμπάλη, 2011. « Έλεγχος Και Ανίχνευση Νεοπλασιών Στις Ακτινογραφίες Μαστογραφίας ». Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών.
64. Κοτσιφόπουλος, Ν., 2019. « Οι Απαραίτητες Εξετάσεις Για Τον Καρκίνο Του Μαστού.» <https://www.y-o.gr/%CF%86%CF%81%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AF%CE%B4%CE%B1-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B7-%CE%B3%CF%85%CE%BD%CE%B1%CE%AF%CE%BA%CE%B1/%CE%B3%CE%B5%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AC/759-%CE%BF%CE%B9-%CE%B1%CF%80%CE%B1%CF%81%CE%B1%CE%AF%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%B5%CF%82-%CE%B5%CE%BE%CE%B5%CF%84%CE%AC%CF%83%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CE%BD-%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%BF-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%8D> [Accessed: 21 May 2019]

65. Μπακώσης, Μ., 2016. « Αξιολογήση Της Επίδοσης Των Παραμέτρων Της Απεικόνισης Του Τανυστή Διάχυσης Στην Διάγνωση Του Καρκίνου Του Μαστού. » Μεταπτυχιακή Διατριβή. Πανεπιστήμιο Πατρών.
66. Παζαίτη, Ν., 2015. « Εκτασία Πόρων. » <http://www.natasapazaiti.gr/%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1-%CF%80%CF%8C%CF%81%CF%89%CE%BD-2/> [Accessed: 25 April 2019]
67. Ρουσάκη, Δ., 2006. « Αυτόματη Ανίχνευση Νεοπλασιών Σε Πολλαπλές Ψηφιακές Μαστογραφίες. » Διπλωματική εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών.
68. Φιλόπουλος, Ε., 2014. « Ινοαδένωμα: Ένας Όγκος Που Τρομάζει Τις Νεαρές Γυναίκες! » <http://www.cancer-society.gr/%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%AE-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82/%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B1%CE%B4%CE%AD%CE%BD%CF%89%CE%BC%CE%B1-%CE%AD%CE%BD%CE%B1%CF%82-%CF%8C%CE%B3%CE%BA%CE%BF%CF%82-%CF%80%CE%BF%CF%85-%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B5%CE%B9-%CF%84%CE%B9%CF%82-%CE%BD%CE%B5%CE%B1%CF%81%CE%AD%CF%82-%CE%B3%CF%85%CE%BD%CE%B1%CE%AF%CE%BA%CE%B5%CF%82> [Accessed: 26 Apr. 2016]
69. Φιλόπουλος, Ε., 2014. « Κύστεις Μαστών: Τι Είναι Και Πως Αντιμετωπίζονται. » <http://www.cancer-society.gr/%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%AE-%CF%85%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82/%CE%BA%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B5%CE%B9%CF%82-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CF%89%CF%82-%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BC%CE%B5%CF%84%CF%89%CF%80%CE%AF%CE%B6%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%B1%CE%B9> [Accessed: 25 April 2019]

70. Φύσσας, Γ. Π., 2006. « Ο Μαστός Και Οι Παθήσεις Του », Ένας Οδηγός Για Κάθε Γυναίκα Με Ερωτήσεις Και Απαντήσεις.» Αθήνα: Εκδόσεις Λιβάνη.

Βιβλιογραφία Εικόνων & Πινάκων

1. Εικόνα 1: Ανατομία του Μαστού. <https://www.24healthnews.com/gineka/ponos-sto-masto-mastalgia/attachment/anatomia-tou-mastou-3/>
2. Εικόνα 2: Κύστη μαστού, γεμάτη από υγρό, μέσω Υπερήχου. https://www.katsiakis-mastos.gr/?section=1954&language=el_GR
3. Εικόνα 3: Ινοαδένωμα και κύστεις μαστού. <https://www.filippou-surgery.gr/pathiseis-therapeia/pathiseis-tou-mastoy/inoadenoma-mastoy>
4. Εικόνα 4: Απεικόνιση Ινοαδενώματος μέσω Μαγνητικής Τομογραφίας. <https://www.frontidamastou.gr/iatrika-themata/inoadenoma/>
5. Εικόνα 5: Απεικόνιση ινοαδενώματος μέσω της Μαστογραφίας και του Υπερήχου. <https://www.frontidamastou.gr/iatrika-themata/inoadenoma/>
6. Εικόνα 6: Απεικόνιση Άτυπης Λοβιακής Υπερπλασίας μέσω Ψηφιακής Μαστογραφίας, Τομοσύνθεσης και Υπερήχου. https://www.researchgate.net/figure/Fibrocystic-changes-and-ductal-hyperplasia-without-atypia-in-a-45-year-old-woman-with-a_fig4_5670584
7. Εικόνα 7: Ακτινωτή Ουλή (βέλη) στον Αριστερό μαστό η οποία εμφανίζεται ξεκάθαρα μέσω της Ψηφιακής Μαστογραφίας με Τομοσύνθεση (Δεξιά Σχήμα). <https://www.vvenizelos.gr/%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7#%CE%BA%CE%B1%CE%BB%CF%8D%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B7-%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%AF%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1>
8. Εικόνα 8: Ψηφιακή Μαστογραφία με Τομοσύνθεση αριστερού μαστού με LCIS (κόκκινος κύκλος). Στην εικόνα, α , απεικονίζεται ο αριστερός μαστός σε κεφαλουραία

λήψη – Craniocaudal view και στην εικόνα β, σε πλάγια λοξή λήψη – Lateral view.

<https://densebreast-info.org/breast-mammography-tomosynthesis.aspx>

9. Εικόνα 9: Στάδια Αυτοεξέτασης μαστών.
<https://polydorouandreas.gr/articles/show/autoexetash-mastou-12>
10. Εικόνα 10: Απεικόνιση καρκίνου του μαστού μέσω Υπερήχου (Α), μαστογραφίας (Β), και MRI (C,D). http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842017000200076
11. Εικόνα 11: Επεξεργασία πολυδιάστατων ιατρικών δεδομένων. Καραμπάλη, 2011. « Έλεγχος και ανίχνευση νεοπλασιών στις ακτινογραφίες μαστογραφίας ». Διπλωματική Εργασία. Πανεπιστήμιο Πατρών.
12. Εικόνα 12: Αρχικό Ιστόγραμμα εικόνας. Ayman A. AbuBaker, R.S.Qahwaji, «Efficient Pre-processing of USF and MIAS Mammogram Images.
13. Εικόνα 13: Ιστόγραμμα μετά από τη διαδικασία συρρίκνωσης. Ayman A. AbuBaker, R.S.Qahwaji, «Efficient Pre-processing of USF and MIAS Mammogram Images.
14. Εικόνα 14: Αριστερά , εικόνα Μαστογραφίας και Δεξιά, το Ιστόγραμμα της. Όπου κόκκινο αδενικός ιστός, πράσινο λιπώδης ιστός, και το κίτρινο διαχωρίζει το μαστό από τα εικονοστοιχεία του υποβάθρου. Ayman A. AbuBaker, R.S.Qahwaji, «Efficient Pre-processing of USF and MIAS Mammogram Images.
15. Εικόνα 15: Τα στάδια επεξεργασίας της εικόνας μαστογραφίας. Prof. Dr. Dieter Roller, Prof. Dr. Thomas Ertl, «3D Digital Analysis of Mammographic Composition».
16. Εικόνα 16: Ο θωρακικός μυς εντοπίζεται και ξεχωρίζει από τη διαφορετική πυκνότητα. Prof. Dr. Dieter Roller, Prof. Dr. Thomas Ertl, «3D Digital Analysis of Mammographic Composition».
17. Εικόνα 17: Απεικόνιση πυκνού φυσιολογικού μαστού με τη τεχνική ABUS.
<https://www.gehealthcare.com/products/ultrasound/abus-breast-imaging/invenia-abus>

ΠΙΝΑΚΕΣ

1. Πίνακας 1: Παθολογίες του μαστού και μέθοδοι απεικόνισης.

Βιβλιογραφία Ανασκόπησης

1. Alamer, A. , Aldhilan, A., Makanjuola, D., & Alkushi, A. 2013. «Preoperative Diagnosis Of Hydatid Cyst Of The Breast: A Case Report. » *Pan Afr Med J.* 14: 99.
2. Booi, R. C. , Carson, P. L. , O'Donnell, M., Roubidoux, M. A., Hall, A. L., and Rubin, J. M. 2008 . «Characterization Of Cysts Using Differential Correlation Coefficient Values From Two Dimensional Breast Elastography: Preliminary Study. » *Ultrasound Med. Biol.* 34(1):12-21.
3. Botsikas, D., Bagetakos, I., Picarra, M., Da Cunha Afonso Barisits, A.C., Boudabbous, S., Montet, X., Lam, G.T., Mainta, I., Kalovidouri, A., and Becker, M. 2019 . « What Is The Diagnostic Performance Of 18-FDG-PET/MR Compared To PET/CT For The N- And M-Staging Of Breast Cancer? » *Eur Radiol.* 29(4):1787-1798.
4. Cheng, Y. G., Sun , Z. Q., Zhang, H. X., & Mao, G. Q. 2018 . «An Application Study Of Low-Dose Computed Tomography Perfusion Imaging (LDCTPI) In Breast Cancer And Breast Fibroadenoma. » *J Xray Sci Technol.* 26(4):681-690.
5. Fu, Y. , . Miao, L. Ying., Ge, H. Y., Mei, F., & Wang, J. R. 2014 . «Can Ultrasound Be Used To Differentiate Tubular Adenomas Of Breast From Fibroadenomas Or Carcinoma? ». *Asian Pac J Cancer Prev.* 15(3):1269-74.
6. Grandl, S., Willne, M., Herzen, J., Gau, A. S. , Mayr, D., Auweter S. D., Hipp, A. , Birnbacher, L., Marschner, M., Chabior, M. , Reiser , M., Pfeiffer, F. , Bamberg, F. , & Hellerhoff, K. 2013. «»Visualizing Typical Features of Breast Fibroadenomas Using Phase-Contrast CT: An Ex-Vivo Study. *PLoS One.* 9(5): e97101.
7. He, H., Plaxco, J. S., Wei, W., Huo, L., Candelaria, R.P., Kuerer, H.M., & Yang, W.T. (2016) «Incremental Cancer Detection Using Breast Ultrasonography Versus Breast Magnetic Resonance Imaging In The Evaluation Of Newly Diagnosed Breast Cancer Patients.» *Br J Radiol.* 89(1065):20160401.
8. Itoh, A., Ueno, E. , Tohno, E., Kamma, H., Takahashi, H., Shiina, T., Yamakawa, M., & Matsumura, T. (2006) «Breast Disease: Clinical Application of US Elastography for Diagnosis.» *RSNA.* 239, 2.

9. Iuanow, E. , Smith, K. , Obuchowski, N. A. , Bullen, J. , & Klock, J. C. (2017) «Accuracy Of Cyst Versus Solid Diagnosis In The Breast Using Quantitative Transmission (QT) Ultrasound.» *Elsevier*. (9):1148-1153.
10. Jian, W., Wu, M., Shi, H., Wang, L., Zhang, L., & Luo, S. (2015) «Signs Analysis And Clinical Assessment: Phase-Contrast Computed Tomography Of Human Breast Tumours.» *PLoS One*. 10(4):e0124143.
11. Koc A., Sarici, I. S., Vurdem, U. E., Karabiyik, O., & Gumus, U. O. (2017) «Unusual Presentation of Hydatid Cyst in Breast with Magnetic Resonance Imaging Findings.» *Case Rep Med*. 2017: 6237435.
12. Kurt, Y., Sücüllü, İ., Filiz, A. İ., Urhan, M. , & Akin, M. L. (2008) «Pulmonary Echinococcosis Mimicking Multiple Lung Metastasis Of Breast Cancer: The Role Of Fluoro-Deoxy-Glucose Positron Emission Tomography.» *World J Surg Oncol*. 6: 7.
13. Malik, B. H. , & Klock, J. C . (2019). «Breast Cyst Fluid Analysis Correlations With Speed Of Sound Using Transmission Ultrasound.» *Acad Radiol*.(1):76-85.
14. Namazi, A. , Adibi, A. , Haghighi, M., & Hashemi, M. (2017). «An Evaluation of Ultrasound Features of Breast Fibroadenoma. » *Advanced Biomedical Research*. 6:153.
15. Papadakis, G. Z., Millo, C., Sadowski, S.M., Karantanas, A.H., Bagci, U., & Patronas, N.J. (2017). «Breast Fibroadenoma With Increased Activity On 68Ga-DOTATATE PET/CT.» *Clinical Nuclear Medicine*. 42(2): 145–146.
16. Park, S. H., Seo, M., Choi, H. J., Bae, K., Bang, M., & Jun, S. (2018) « More Accurate Than MRI Measurement Of Tumor Size In Breast Cancer By Using The Peri-Tumoral Halo Uptake Layer Method Of The 18F-FDG PET/CT Scan.» *Hell J Nucl Med*. 21(2):108-114.
17. Rezk, M. , Nasr, I. , Ali, I. , & Abdelhamed, H. (2019) « Comparative Study Between 18F FDG-PET/CT And Whole Body MRI DWIBS In Assessment Of Recurrent Breast Cancer. » *Indian J Nucl Med*. 34(1):1-9.

18. Shao, M., Zi, J., & Wen, G. (2018) « 2-Fluoro-2-Deoxy-D-Glucose Positron Emission Tomography Versus Conventional Imaging For The Diagnosis Of Breast Cancer And Lymph Node Metastases.» *J Cancer Res Ther.* 14(Supplement):S661-S666.
19. Tang, R., Saksena, M., Coopey, S. B., Fernandez, L., Buckley, J. M., Lei, L., Aftreth, O., Koerner, F., Michaelson, J., Rafferty, E., Brachtel, E., & Smith, B. L. (2016) «Intraoperative Micro-Computed Tomography (Micro-CT): A Novel Method For Determination Of Primary Tumour Dimensions In Breast Cancer Specimens.» *Br J Radiol.* 89(1058):20150581.
20. Uzan, C., Seror, J. Y., & Seror, J. (2015). «Management Of A Breast Cystic Syndrome: Guidelines.» *J Gynecol Obstet Biol Reprod.* 44(10):970-9.
21. Wang, S., DelProposto, Z., Wang, H., Ding, X., Ji, C., Wang, B., & Xu, M. (2013) «Differentiation Of Breast Cancer From Fibroadenoma With Dual-Echo Dynamic Contrast-Enhanced MRI.» *PLoS One.* 8(7): e67731.
22. Wynne, E., & Louie, A. (2011). «Epidermoid Cyst Of The Breast: Mammography, Ultrasound, MRI.» *Radiology Case Reports.* 6(3):431.
23. Yoon, G.Y., Cha, J.H., Kim, H.H., Shin, H.J., Chae, E.Y., & Choi, W. J. (2018) «Sonographic Features That Can Be Used To Differentiate Between Small Triple-Negative Breast Cancer And Fibroadenoma.» *Ultrasonography.* 37(2):149-156.
24. Zhang, X., Yuan, J., Du, S., Kripfgans, O. D., Wang, X., Carson, P. L., & Liu, X. (2014) «Improved Digital Breast Tomosynthesis Images Using Automated Ultrasound.» *Med Phys.* 41(6):061911.