



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΠΟΙΟΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΗΝ ΤΟΜΟΣΥΝΘΕΣΗ ΜΑΣΤΟΥ»

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ
ΠΑΠΑΣΤΑΘΗ ΑΛΕΞΑΝΔΡΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ ΑΜ 21024

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΑ ΚΑΘΗΓΗΤΗ
ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΠΕΡΙΚΛΗΣ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2024



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL FACULTY OF CARE AND HEALTH SCIENCES
DEPARTMENT OF BIOMEDICAL SCIENCES
SECTION OF RADIOLOGY AND RADIATION THERAPY

POSTGRADUATE DIPLOMATIC THESIS
“QUALITY CONTROL IN BREAST TOMOSYNTHESIS”

Student name and surname:

PAPASTATHI ALEXANDRA

Registration Number: AM21024

SUPERVISOR NAME:

PAPAVASILEIOU PERIKLISS

ATHENS, FEBRUARY 2024



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ – ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής /Εισηγητής

Η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι τριμελή εξεταστική επιτροπή

Α/Α	ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1.	Παπαβασιλείου Περικλής	Αναπληρωτής Καθηγητής, Επιβλέπων	
2.	Οικονόμου Γεωργία	Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, Εξεταστής	
3.	Μπάκας Αθανάσιος	Καθηγητής, Εξεταστής	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Παπαστάθη Αλεξάνδρα του Γεωργίου με αριθμό μητρώου (ΑΜ) 21024 φοιτήτριας του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Σύγχρονες Εφαρμογές στην Ιατρική Απεικόνιση» του Τομέα Ακτινολογίας-Ακτινοθεραπείας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι : «Είμαι συγγραφέας της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Ποιοτικός έλεγχος στην τομοσύνθεση μαστού» και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας, η οποία σηματοδοτεί και την ολοκλήρωση των σπουδών μου στο μεταπτυχιακό «ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ» του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, θα ήθελα από καρδιάς να ευχαριστήσω όλους τους ανθρώπους που στάθηκαν δίπλα μου σε αυτό το εγχείρημα σε μια πολύ δύσκολη στιγμή της ζωής μου.

Δεν ξέρω πραγματικά από που να ξεκινήσω, καθώς είμαι τόσο πολύ τυχερή που περιβάλλομαι από πολλούς και καλούς φίλους.

Έτσι αποφάσισα να μην σταθώ σε ονόματα αλλά στους ανθρώπους μου

Σε όλους έσας λοιπόν οφείλω ένα τεράστιο ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ που πραγματικά θα με συντροφέει η φροντίδα, το ενδιαφέρον και η ανοιδοτελής αγάπη που έλαβα από εσάς γιατί απλά παραδέχομαι ότι χωρίς εσάς δεν θα τα είχα καταφέρει.

**Όταν κάποιος σου λέει δεν μπορείς
Εσύ πάντα να του λες κοίταξε με...
Στον Κωνσταντίνο**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία του μεταπτυχιακού προγράμματος Σύγχρονες εφαρμογές στην ιατρική απεικόνιση , με θέμα τον Ποιοτικό έλεγχο στην τομοσύνθεση μαστού, πραγματοποιήθηκε στο Ιδιωτικό Διαγνωστικό Εργαστήριο ΒΙΟΜΟΡΦΗ ο ποιοτικός έλεγχος του συστήματος απεικόνισης μαστού SENOGRAPHE PRISTINA GE και έγινε η προσπάθεια να συγκριθεί αντικειμενικά η τελική εικόνα που λάβαμε από την μαστογραφία και από την ανακατασκευασμένη 2D εικόνα από 3D δεδομένα. Ξεκινώντας αυτή την εργασία, θα δούμε μια μικρή εισαγωγή στην ανατομία και την φυσιολογία του μαστού και στην συνέχεια θα ασχοληθούμε με τις μεθόδους απεικόνισης τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναλυθεί η ανατομία, η φυσιολογία και η παθολογία του μαστού, με σκοπό να κατανοήσουμε τις βασικές του ιδιότητες και την μορφολογία του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα αναφερθούν οι μέθοδοι απεικόνισης και κάποιες βασικές πληροφορίες για το κάθε σύστημα ξεχωριστά.

Στο τρίτο κεφάλαιο θα αναλυθεί το modality το οποίο θα μελετήσουμε , η τομοσύνθεση μαστών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα δούμε πως έγινε ο ποιοτικός έλεγχος και τα αποτελέσματα που πήραμε από αυτόν. Θα εξηγηθεί η σημασία των επιμέρους μετρήσεων με σκοπό τη κατανόησή τους σαν έννοιες αλλά και τη σημασία τους στην λειτουργία του μαστογραφικού συστήματος.

Τέλος θα γίνει μια προσπάθεια να συγκριθούν τα αποτελέσματα των δύο τρόπων απεικόνισης του μαστογράφου, την μαστογραφία και την τομοσύνθεση μαστού.

Λέξεις κλειδιά: ποιοτικός έλεγχος, μαστογραφία, τομοσύνθεση μαστών, 3D δεδομένα

ABSTRACT

In this thesis of the postgraduate program in medical imaging, subjected as “Quality control in breast tomosynthesis”, the quality control of the SENOGRAPHE PRISTINA GE breast imaging system was conducted at the Private Diagnostic Laboratory BIOMORPHI and has been attempted to objectively compare the final image obtained from the mammogram and from the reconstructed 2D image from 3D data.

Starting this paper, firstly, there will be a small introduction to the anatomy and physiology of breast and, furthermore, about imaging methods.

In the first chapter, the anatomy, physiology and pathology of the breast will be analyzed, in order to understand its basic properties and morphology.

In the second chapter, the imaging methods and some basic information for each system will be mentioned.

In the third chapter, the modality we will be studying is breast tomosynthesis, which will be analyzed.

In the fourth chapter we will see how the quality control was conducted and the results produced from it. Additionally, the importance of individual measurements will be explained in order to understand them not only as concepts, but also as the importance in the operation of the mammographic system.

Finally, we will be attempting to compare the results of these two imaging modalities, mammography and breast tomosynthesis.

Key words: Quality Control, mammography, breast tomosynthesis, 3D data, DTB

Πίνακας περιεχομένων

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ^ο : ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΜΑΣΤΟΥ	11
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	11
1.2 ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΜΑΣΤΟΥ	12
1.3 ΑΓΓΕΙΩΣΗ	15
1.4 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ	19
1.5 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΜΑΣΤΟΥ	19
1.5.1 Καλοήθεις παθήσεις του μαστού	20
1.5.2 Κακοήθεις παθήσεις του μαστού	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ^ο : ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ	30
2.1 ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ 2D	30
2.2 ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΡΟΒΟΛΕΣ.....	35
2.3 ΤΟΜΟΣΥΝΘΕΣΗ ΜΑΣΤΟΥ 3D	38
2.4 ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΑΣΤΟΥ.....	40
2.5 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΜΑΣΤΩΝ	41
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ^ο : ΤΟΜΟΣΥΝΘΕΣΗ - 3D ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ	44
3.1 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	44
3.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ 2D ΚΑΙ 3D ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ	50
3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 3D ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑΣ.....	51
3.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	51
3.4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ^ο : ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΤΟΜΟΣΥΝΘΕΣΗ ΜΑΣΤΟΥ	55
4.1 Γενικά	55
4.2 Σύστημα απεικόνισης μαστού SENOGRAPHE PRISTINA GE.....	58
4.3 Έλεγχος ποιότητας εικόνας.....	60
4.3.1 Διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης (διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης – low contrast resolution).....	61
4.3.2 Διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης (χωρική ανάλυση – spatial resolution).....	62
4.3.3 Γεωμετρική ακρίβεια	63
4.4 Ομοιώματα.....	64
4.4.1 ACR ομοίωμα	65
4.4.2 CIRS Digital Breast Tomosynthesis ομοίωμα	67
4.5 Μετρήσεις	72
4.5.1 2D λήψεις.....	72
4.5.2 3D λήψεις.....	73
4.6 Σύγκριση μεταξύ κλασσικής και ψηφιακά ανακατασκευασμένης 3D μαστογραφίας	75
5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	77

6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	78
7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	79
5.2 ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	84

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΑΝΑΤΟΜΙΑ ΜΑΣΤΟΥ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα αρχαία χρόνια ο γυναικείος μαστός αποτελούσε και αποτελεί το σύμβολο της γονιμότητας, της γυναικείας ομορφιάς, της θηλυκότητας και της αγνότητας. Είναι ένα σπουδαίο στοιχείο έκφρασης που υμνήθηκε από συγγραφείς και από ποιητές, αποθανατίστηκε από ζωγράφους και σμιλεύτηκε από γλύπτες. Στην Ιλιάδα ο Όμηρος αναφέρει πως η Εκάβη άνοιξε το χιτώνα με το ένα χέρι και με το άλλο ανασήκωσε το μαστό της, θέλοντας να προστατέψει το γιο της Έκτορα. Από την αρχαία γλυπτική έχει διασωθεί ένα αρχαίο αγγείο που απεικονίζεται η Ήρα να θηλάζει τον Ηρακλή, γιο του Δία και της Αλκμήνης, το οποίο βρίσκεται σε μουσείο στο Λονδίνο. Τέλος η ζωγραφική με τα δικά της χρώματα αποθανάτισε τη μοναδικότητα του μαστού της γυναίκας. Στο ατελιέ του Leonardo da Vinci φυλάσσεται ο πίνακας Madonna Litta του ζωγράφου Abrogio de Predis, στον οποίο απεικονίζεται να θηλάζει και διακρίνεται άνοιγμα στο φόρεμα που χρησίμευε για κάνει εφικτό τον θηλασμό. Παρόλο όμως, που ο μαστός εξυμνήθηκε ως κόσμημα του γυναικείου σώματος από την ποίηση, τη ζωγραφική και την γλυπτική, υπάρχουν πολλές μαρτυρίες που επισκιάζουν και αμαυρώνουν την αντίληψη αυτή. Στην ορθόδοξη εκκλησία αναφέρεται πως στην Σικελία, κατά τους χριστιανικούς διωγμούς μαρτύρησε η Χριστιανή Αγαθή, η οποία και θεωρείται προστάτιδα των μαστών, καθώς ένα από τα φρικτά μαρτύρια, τα οποία υπέστη ήταν η κοπή του μαστού της. Ακόμη ο Αλή Πάσας αναφέρεται πως έκοβε τις θηλές των



γυναικών, όταν δεν του έδιναν τις κόρες τους για τις προσθέσει στο χαρέμι του, και φημολογείται ότι αφού τις ξέραινε στον ήλιο, τις έφτιαχνε κομπολόι. Από την αρχαιότητα υπήρξε αναφορά για την ύπαρξη ασθενειών στον μαστό. Η πρώτη αναφορά στην κακοήθεια μαστού ήταν από τον Ιπποκράτη ο οποίος τον παρομοίωσε ως καβούρι λόγω της ακτινωτής διάταξης των φλεβών που προσομοίαζαν τα ποδιά κάβουρα.

Εικόνα 1 (πίνακας Madonna Litta)

1.2 ANATOMIA ΜΑΣΤΟΥ

Ο μαστός αποτελεί σύμβολο μητρότητας και είναι το χαρακτηριστικό γνώρισμα για την κατάταξη του ανθρώπου στην τάξη των θηλαστικών. Είναι ένας εξωκρινής αδένας, ο οποίος παράγει γάλα για να θρέψει τους απογόνους. Στον άνδρα εκτός από λίγες εξαιρέσεις παραμένει υποτυπώδης σε όλη του τη ζωή, ενώ στη γυναίκα είναι υποτυπώδης στην παιδική ηλικία, εμφανίζει όμως σημαντική ανάπτυξη κατά τη διάρκεια της εφηβείας και συνεχίζει να υπόκειται σε λειτουργικές και μορφολογικές μεταβολές κατά την κύηση, τη γαλουχία και την εμμηνόπαυση. Ο μαστός διακρίνεται στην πρόσθια, στην οπίσθια επιφάνεια και στην περιφέρεια.

Η πρόσθια επιφάνεια του μαστού καλύπτεται από λεπτό και λείο δέρμα, στο μέσο περίπου του οποίου βρίσκονται η θηλαία άλω και η θηλή. Η θηλή αποτελεί έπαρμα του δέρματος, και βρίσκεται στο μέσο του μαστού και προς τα κάτω. Στην κορυφή της υπάρχουν περίπου 15-20 στόμια στα οποία καταλήγουν οι γαλακτοφόροι πόροι. Το ύψος της θηλής είναι περίπου 1-1,5 εκατοστό και αυξάνει κατά την γαλουχία (θηλασμός). Η θηλή έχει καστανέρυθρο χρώμα το οποίο οφείλεται στην άφθονη παρουσία μελανίνης. Αποτελείται από λείες μυϊκές ίνες, ελαστικό ιστό και κολλαγόνο. Η θηλαία άλω είναι υποστρόγγυλη και επηρμένη περιοχή γύρω από την θηλή με διάμετρο 1,5-6 εκατοστά. Στην επιφάνεια της θηλαίας άλω, υπάρχουν μικρά επάρματα, κάτω από τα οποία βρίσκονται οι τροποποιημένοι σμηγματογόνοι αδένες Montgomery.



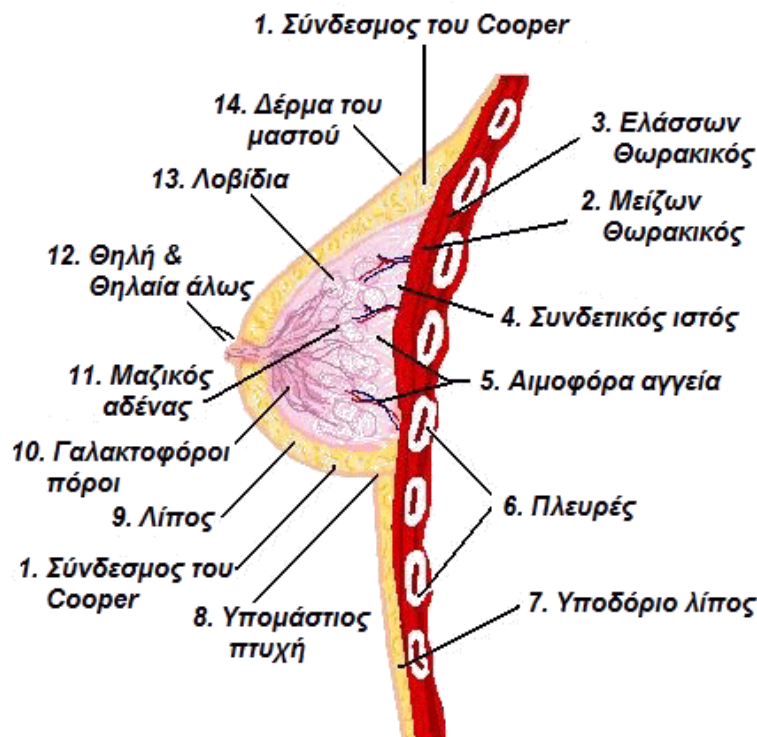
Η οπίσθια επιφάνεια του μαστού επικάθεται στην περιτονία του μείζονος θωρακικού μυ, είναι υπόκοιλη και ανάλογα του μεγέθους των μαστών δύναται να εκτείνεται μέχρι τον πρόσθιο οδοντωτό ή τον έξω λοξό κοιλιακό μυ.

Η περιφέρεια του μαστού μεταβαίνει βαθμιαία στο γύρω δέρμα.

Ο μαστός αποτελείται από δέρμα, περιμαστικό λίπος και μαζικό ή μαστικό αδένα.

Εικόνα 2 Ανατομία μαστού

Το δέρμα του μαστού είναι σχετικά λεπτό, έχει ιδρωτοποιούς και σμηγματογόνους αδένες και συνδέεται στενά με το περιμαστικό λίπος. Ιδιαίτερα στη πρόσθια επιφάνεια του μαστού, στο χόριο του δέρματος υπάρχουν λείες μυϊκές ίνες, που προκαλούν σκλήρυνση (σύση) της θηλής κατά την προστριβή ή το θηλασμό. Το περιμαστικό λίπος είναι συνέχεια του υποδόριου λίπους και είναι πιο άφθονο στην πρόσθια περιοχή του μαστού, ανάμεσα στο δέρμα και στο μαστικό αδένα. Διακρίνουμε σε αυτό την πρόσθια στιβάδα, από την οποία περνάνε συνδετικές ίνες που λέγονται σύνδεσμοι του Cooper καθώς και την οπίσθια στιβάδα.



Εικόνα 3 Ανατομία γυναικείου μαστού

Οι κρεμαστήρες σύνδεσμοι του Cooper σε περίπτωση που διηθηθούν από καρκίνο, χάνουν την ελαστικότητα τους με συνέπεια τη βράχυνση τους. Έτσι έχουμε εισολκή του δέρματος, που είναι σοβαρό κλινικό σημείο για τη διάγνωση της κακοήθειας.

Ο μαζικός ή μαστικός αδένας έχει σχήμα δισκοειδές και βρίσκεται πίσω από τη θηλαία άλω. Το παρέγχυμα του μαζικού αδένα αποτελείται από 15-25 λοβούς που αντιστοιχούν σε κάθε ένα από τους μεγάλους πόρους. Οι λοβοί περιβάλλονται από πυκνό συνδετικό ιστό και διαιρούνται περαιτέρω σε λοβία και κυψελίδες.

Ο μαστός μικροσκοπικά διακρίνεται από δύο δομές: τις λοβιοκυψελιδικές δομές και τους πόρους οι οποίοι περιβάλλονται από τη βασική μεμβράνη και το στρώμα του συνδετικού ιστού, τα αγγεία, τον λιπώδη ιστό και τους ινοβλάστες.

Ο γαλακτοφόρος πόρος εκβάλλει ξεχωριστά στη θηλή και παροχετεύει ένα λοβό, ο οποίος υποδιαιρείται σε λοβία από τα οποία εξέρχονται μικρότεροι πόροι τμηματικοί και υποτμηματικοί. Το επιθήλιο στον ανώριμο μαστό αποτελείται από δύο στοιβάδες κυττάρων: μια βασική με κυβοειδή και μια επιφανειακή με χαμηλά κυλινδρικά κύτταρα. Υπό ορμονική επίδραση το επιθήλιο των κυψελίδων διαφοροποιείται αποτελούμενο από τρεις διαφορετικούς τύπους κυττάρων:

Τα επιθηλιακά κύτταρα τύπου Α, τα τύπου Β και τα μυοεπιθηλιακά. Ιστολογικά ο μαστός με το σύστημα του δένδρου των πόρων και των λοβίων μπορεί να διακριθεί σε δύο βασικά μέρη:

Α) Την τελική πορολοβιακή μονάδα που περιλαμβάνει το λόβιο και τους τελικούς ενδολόβιους πόρους και συνιστά την εκκριτική μονάδα του μαζικού αδένου και

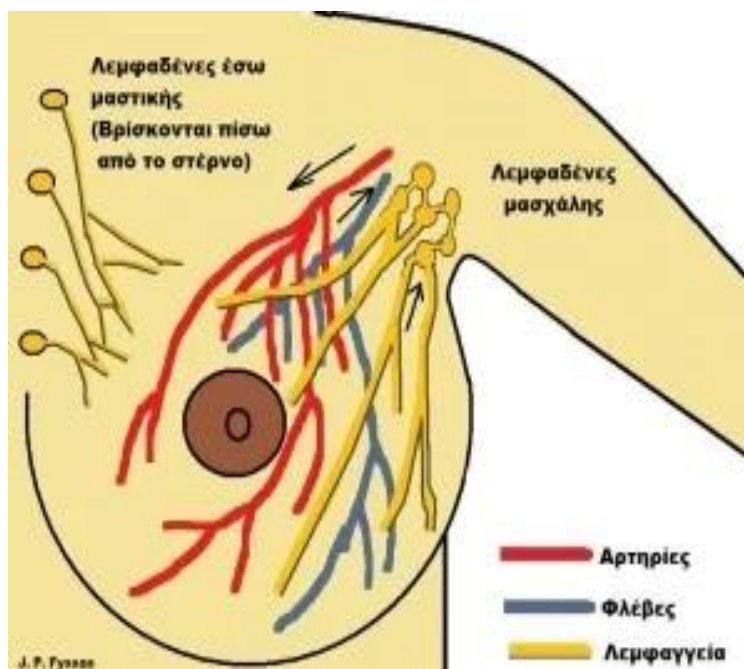
Β) Το σύστημα των μεγάλων πόρων (large duct system) που περιλαμβάνει τους γαλακτοφόρους πόρους και κόλπους και αποτελεί το συλλεκτικό και μεταφορικό τμήμα του μαστού. Ο συνδετικός ιστός περιβάλλει σαν περιχειρίδα τα λοβία και τους πόρους και είναι ιδιαίτερα αγγειοβριθής και κυτταροβριθής. Περιέχει επίσης λεπτές κολλαγόνες και άφθονες προκολλαγόνες ίνες. Ο συνδετικός ιστός που βρίσκεται γύρω από τους πόρους, περιέχει σημαντικό ποσό ελαστικών ινών, ποσό το οποίο μειώνεται όσο προχωρούμε σε μικρότερους πόρους ενώ στο μεσέγχυμα γύρω από τα λοβία δεν υπάρχουν καθόλου ελαστικές ίνες. Ο συνδετικός ιστός που περιβάλλει τα λοβία και τους πόρους, ενώνεται με τους συνδέσμους του Cooper, οι οποίοι είναι πυραμοειδής και επεκτείνονται τόσο στην εν τω βάθει περιτονία όσο και προς το δέρμα, σχηματίζοντας έτσι το σύστημα στήριξης του μαστού

1.3 ΑΓΓΕΙΩΣΗ

Το αίμα μεταφέρει όλα τα βασικά συστατικά για την επιβίωση των κυττάρων του μαστού, όπου φθάνει στον μαστό με τις αρτηρίες και φεύγει από τον μαστό με τις φλέβες.

ΦΛΕΒΕΣ

Οι φλέβες που βρίσκονται στο μαστό είναι πολυπληθέστερες και κατεργάζονται δύο κύρια πλέγματα, το εν τω βάθει και το υποδόριο. Το εν τω βάθει φλεβώδες πλέγμα απάγει από το μαστό και το θωρακικό τοίχωμα το αίμα και ακολουθεί τρεις οδούς, οι οποίες μπορούν να προκαλέσουν μετάσταση του καρκίνου στους πνεύμονες, μέσω των μασχαλιαίων, των μεσοπλευρίων και των έσω μαστικών φλεβών. Το υποδόριο ή επιπολής φλεβώδες πλέγμα υποδέχεται φλεβίδια της θηλής, της θηλαίας άλω και του δέρματος. Διοχετεύει το αίμα κατά μήκος της γραμμής του θώρακα, προς το άνω έσω τεταρτημόριο του μαστού και προς το εν βάθει φλεβώδες δίκτυο. Επίσης, μια διαφορετική οδός, με την οποία η κακοήθεια του μαστού μπορεί να μετασταθεί στα οστά είναι μέσω των σκελετικών φλεβών.



Εικόνα 4 Αγγείωση μαστού.

ΑΡΤΗΡΙΕΣ

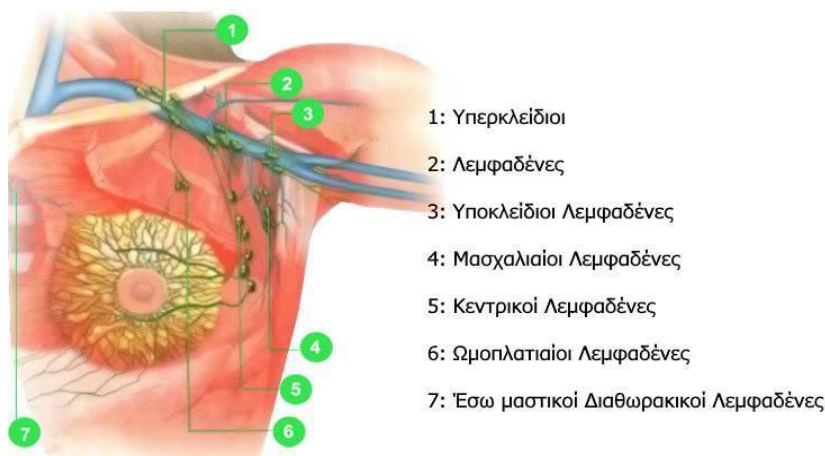
Ο μαστός αποτελείται από πλούσιο αρτηριακό δίκτυο, με βασικές αρτηρίες την πλάγια θωρακική και την έσω μαστική. Αυτές εξασφαλίζουν το 90% της αιμάτωσης του μαστού. Η έσω μαστική αρτηρία αποτελεί την σημαντικότερη οδό αιμάτωσης και εκφύεται από το κατώτερο τοίχωμα της υποκλείδιας αρτηρίας.

Από τη μασχαλιαία αρτηρία, πίσω από τον ελάσσονα θωρακικό μυ, ή από την ακρωμιοθωρακική ή την υποπλάτιο αρτηρία εκφύεται η πλάγια θωρακική αρτηρία και φτάνει ως τον οδοντωτό μύ και το δέρμα του μαστού.

Άλλοι, ελάσσονος σημασίας κλάδοι της μασχαλιαίας αρτηρίας, που μετέχουν στην αιμάτωση της ίδιας περιοχής είναι η ακρωμιοθωρακική αρτηρία της οποίας η διαδρομή είναι μεταξύ του μείζονα και του ελάσσονα θωρακικού μυ και αιματώνει την οπίσθια επιφάνεια του. Στην αιμάτωση του μαστού συμβάλλουν και οι οπίσθιες μεσοπλεύριες αρτηρίες καθώς και οι κλάδοι της υποπλάτιας αρτηρίας.

ΛΕΜΦΙΚΗ ΟΔΟΣ

Μείζονος σημασίας ρόλο παίζει η λεμφική οδός του μαστού καθώς αποτελεί την κυριότερη οδό μετάστασης της κακοήθειας του μαστού.



Εικόνα 5 Λεμφικό δίκτυο του μαστού.

Στο λεμφικό δίκτυο του μαστού, το οποίο είναι εξαιρετικά πλούσιο, η λέμφος αποχετεύεται προς δύο κατευθύνσεις, στους μασχαλιαίους λεμφαδένες και στους λεμφαδένες της έσω μαστικής.

Η διαδρομή της λέμφου από το μαστό προς τη μασχαλιαία περιοχή γίνεται με δύο στελέχη:

- το εξωτερικό στέλεχος το οποίο υποδέχεται τα λεμφαγγεία του ανώτερου τμήματος και
- το εσωτερικό στέλεχος το οποίο υποδέχεται τα λεμφαγγεία του κατώτερου τμήματος του μαστού .

Η λεμφική οδός από το μαστό προς τους έσω μαστικούς λεμφαδένες φέρνει τη λέμφο της εσωτερικής και κεντρικής μοίρας μαστού, παρακολουθώντας τη μοίρα των διαμετρώντων αιμοφόρων αγγείων κάτω από μείζονα θωρακικό μύ.

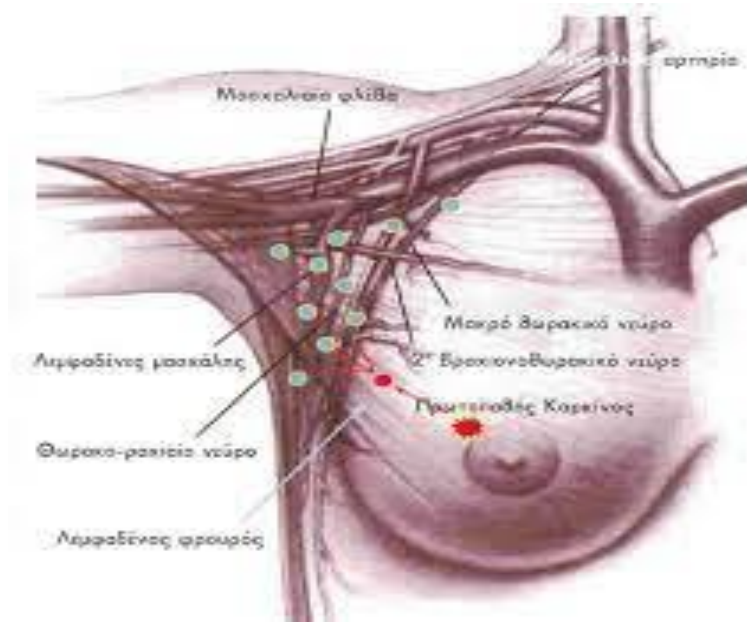
Ανάλογα με την θέση των μασχαλιαίων λεμφαδένων συγκριτικά με τον ελάσσονα θωρακικό μυ, η διάκριση γίνεται σε τρία επίπεδα:

- Επίπεδο I: Εντάσσονται οι λεμφαδένες που βρίσκονται επί τα εκτός του έξω χείλους του ελάσσονα θωρακικού μυ,
- Επίπεδο II: Εντάσσονται οι λεμφαδένες που βρίσκονται όπισθεν του μυ και τέλος
- Επίπεδο III: Εντάσσονται οι λεμφαδένες που βρίσκονται επί τα εντός και άνω του έσω χείλους του ελάσσονα θωρακικού μυ.

Η διάκριση στους λεμφαδένες του μαστού γίνεται σε μασχαλιαίους λεμφαδένες, υπερκλείδιους λεμφαδένες και λεμφαδένες της έσω μαστικής.

ΝΕΥΡΩΣΗ

Ο μαστός νευρώνεται από τους πρόσθιους και τους πλάγιους κλάδους του δευτέρου έως και του έκτου μεσοπλεύριου νεύρου, από το μεσοπλευροβραχιόνιο νεύρο, το θωρακοραχιαίο νεύρο, το μακρύ θωρακικό νεύρο ή νεύρο του Bell και από το αυτόνομο νευρικό σύστημα. Η νεύρωση της θηλής γίνεται από το τέταρτο μεσοπλεύριο νεύρο και είναι εξαιρετικά πλούσια, στο οποίο οι νευρικές ίνες τελειώνουν στα απτικά σωματίδια του Meissner.



Εικόνα 6 Νεύρωση μαστού.

Η ιδιαίτερη νευροβρίθεια της θηλής και της θηλαίας άλω είναι πολύ σημαντική για τον θηλασμό. Ο ερεθισμός των νεύρων αυτών από το βρέφος που θηλάζει προκαλεί διέγερση του κεντρικού νευρικού συστήματος, με αποτέλεσμα την απελευθέρωση ορμονών της γαλουχίας και την εδραίωση και διατήρηση αυτής.

1.4 ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Βασικό μέρος του γεννητικού συστήματος της γυναίκας είναι οι αδένες του μαστού. Ο μαστός είναι ορμονοεξαρτόμενο όργανο και αυτό συμβαίνει τόσο στη κατά φύση ανάπτυξη, όσο και σε διάφορες παθολογικές καταστάσεις. Για την φυσιολογική ανάπτυξη του γυναικείου μαστού απαραίτητη προϋπόθεση είναι η συντονισμένη επίδραση τουλάχιστον οκτώ ορμονών: της προλακτίνης, της προγεστερόνης, των οιστρογόνων, της σωματομεδίνης, της αυξητικής ορμόνης, των γλυκοκορτικοειδών, της ινσουλίνης και της θυροξίνης. Σημαντικό ρόλο κατά την γαλουχία έχουν επίσης η ωκυτοκίνη και πιθανότατα η θυρεοειδοτρόπος ορμόνη (TRH).

Η ανάπτυξη των γαλακτοφόρων πόρων και των τελικών λοβιδίων του μαστού επηρεάζονται από την προλακτίνη. Η ανθρώπινη πλακουντιακή γαλακτογόνος ορμόνη (HPL) παράγεται στη διάρκεια της εγκυμοσύνης και έχει την ίδια περίπου επίδραση με την προλακτίνη καθώς προκαλεί επιπλέον ανάπτυξη των μαστών. Η προλακτίνη ρυθμίζει ακόμα τη σύνθεση των πρωτεϊνών της καζεΐνης και της α-λακταλβουμίνης όπως και των λιπών του γάλακτος κατά τη περίοδο της γαλουχίας.

Η ανάπτυξη των γαλακτοφόρων πόρων προάγεται με οιστρογόνα με αυξητική ορμόνη. Τα οιστρογόνα αυτά πιθανώς επίσης και να ρυθμίζουν τους υποδοχείς της προλακτίνης και της προγεστερόνης στο μαστό ως προς τον αριθμό.

Η σωματομεδίνη C και η ινσουλίνη διεγείρουν τη σύνθεση β-καζεΐνης. Επιπλέον, η σωματομεδίνη C αυξάνει την παραγωγή γάλακτος που προκαλείται από την προλακτίνη.

Τα γλυκοκορτικοειδή φαίνεται πως έχουν γενικά ευεργετικό ρόλο στη δράση των υπολοίπων ορμονών για την ανάπτυξη του μαστού, κατά τη εγκυμοσύνη και κατά τη γαλουχία, ενώ η θυροξίνη διαταράσσει τη φυσιολογική λειτουργία του μαζικού αδένα μόνο όταν βρίσκεται σε παθολογικά επίπεδα.

1.5 ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΜΑΣΤΟΥ

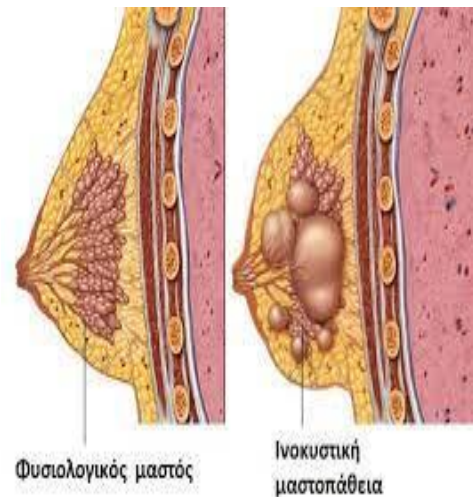
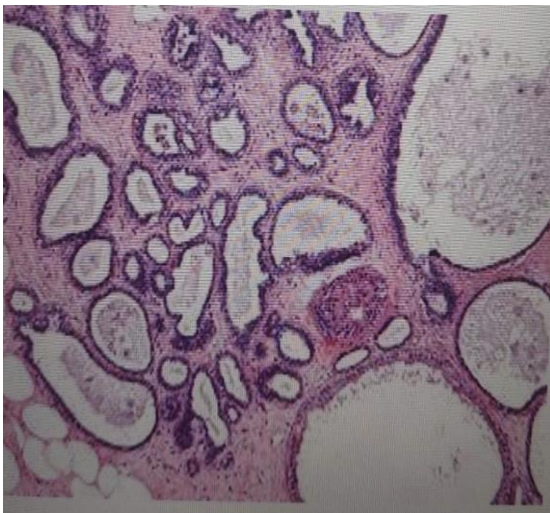
1.5.1 Καλοήθεις παθήσεις του μαστού

Οι παθήσεις του μαστού δεν είναι πάντα κακοήθεις. Υπάρχει ένα πλήθος παθήσεων που είναι καλοήθεις και για αρκετές από αυτές δεν υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ανάπτυξης κακοήθειας στο μαστό. Κάποιες όμως αποτελούν παράγοντα κινδύνου ανάπτυξης κακοήθειας, για αυτό και απαιτείται ο έλεγχος τους. Τα πλέον συχνά συμπτώματα που εμφανίζονται στις περισσότερες καλοήθεις παθήσεις είναι: η μασταλγία, οι ψηλαφητές αλλοιώσεις και συχνά η έκκριση υγρού από τη θηλή.

Μερικές καλοήθεις παθήσεις είναι :

Ινοκυστική μαστοπάθεια

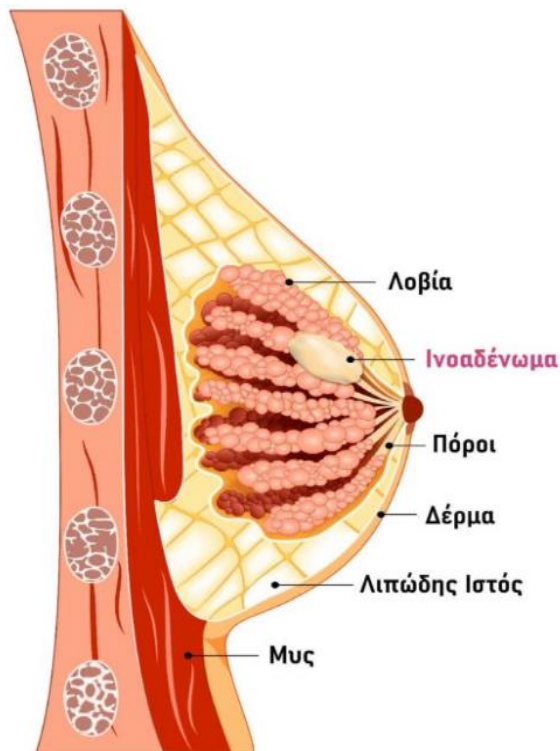
Είναι η πιο συχνή καλοήθης πάθηση του μαστού, σε γυναίκες ηλικίας 35-40 ετών. Η ινοκυστική μαστοπάθεια είναι άγνωστης αιτιολογίας, μπορεί να θεωρηθεί ορμονοεξαρτώμενη, γιατί εμφανίζεται σε προεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Τα συμπτώματα της ινοκυστικής μαστοπάθειας είναι κυρίως η μασταλγία, η έκκριση υγρού από τη θηλή και τα ψηλαφητά οζίδια τα οποία μπορεί να διαφοροποιούνται ως προς το μέγεθος και μπορεί να είναι ανώδυνα ή επώδυνα.



Εικόνα 7. α) Ιστολογική εικόνα της ινοκυστικής μαστοπάθειας, β) Ινοκυστική μαστοπάθεια

Ινοαδένωμα

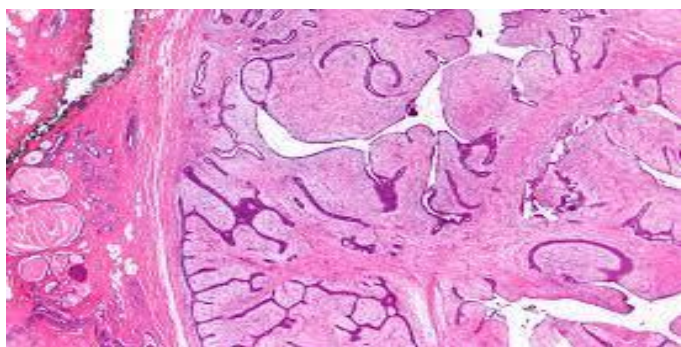
Τα ινοαδενώματα αποτελούν καλοήθεις νεοπλασίες των λοβίων ή και των γαλακτοφόρων πόρων του μαστού όπου χαρακτηρίζονται από υπέρμετρη, άσκοπη και ανοργάνωτη αλλά, εντοπισμένη αύξηση του αδενικού επιθηλίου και του συνδετικού υποστρώματος του μαστού. Η εμφάνιση τους σχετίζεται με ορμονικούς παράγοντες κατά κύριο λόγο στις ηλικίες αναπαραγωγής και τείνουν να αυξάνονται στην εγκυμοσύνη και κατά την χορήγηση οιστρογόνων ενώ μειώνονται στην εμμηνόπαυση. Συνήθως δεν προκαλούν συμπτώματα, πολύ σπάνια προκαλούν αίσθημα βάρους και πόνο που αντανακλάται στη μασχάλη και γίνεται ενοχλητικό στην προεμμηνοπαυσιακή περίοδο.



Εικόνα 8. Σχηματική απεικόνιση του ινοαδενώματος

Φυλλοειδής κυστοσάρκωμα

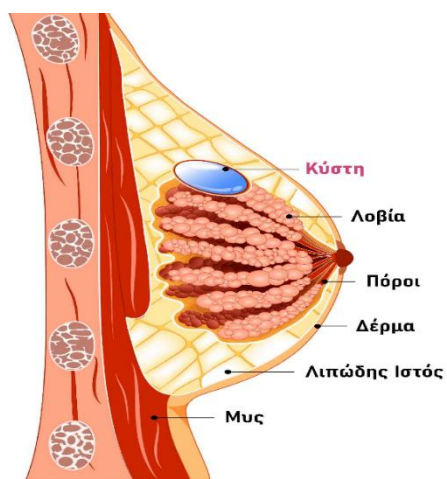
Το φυλλοειδής κυστοσάρκωμα αποτελεί μορφή σαρκώματος, που χαρακτηρίζεται από την σαρκωματώδη εικόνα του υποστρώματος του. Ανήκει στα καλοήθη νεοπλάσματα του μαστού αλλά, η κλινική του πορεία μπορεί να εμφανίσει στοιχεία κακοηθείας.



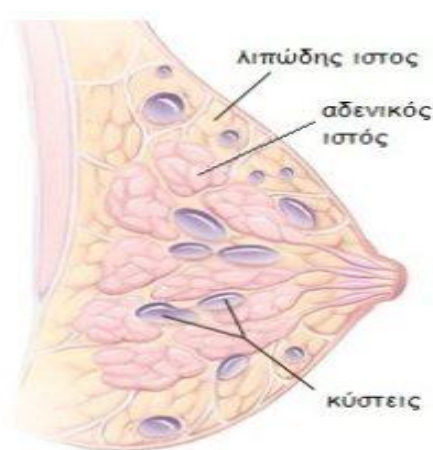
Εικόνα 9. Ιστολογική εικόνα φυλλοειδούς κυστοσαρκώματος

Κύστεις

Οι κύστεις συχνά συναντούνται στις γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας, αλλά μπορεί να εμφανιστούν και σε μεταεμμηνοπαυσιακές γυναίκες. Η αντιμετώπιση των κυστών γίνεται με διαφορετικούς τρόπους με βάση το μέγεθος αλλά και το περιεχόμενό τους. Η διάγνωσή τους γίνεται με υπερηχογράφημα και με κυτταρολογική εξέταση.



A)



B)

Εικόνα 10. Κύστη μαστού

Μαστίτιδα

Η μαστίτιδα είναι φλεγμονή του μαστού και συχνά παρουσιάζεται σε θηλάζουσες μητέρες συνήθως κατά το πρώτο εξάμηνο του θηλασμού. Διακρίνεται σε λοιμώδη, και μη λοιμώδη. Η λοιμώδης μαστίτιδα προκύπτει από την παρουσία μικροβίων ενώ η μη λοιμώδης προκύπτει από εναπομείναν γάλα όταν δεν γίνεται ορθά η πρακτική του θηλασμού.

Λανθασμένη τεχνική του θηλασμού μπορεί να σημαίνει ότι η μητέρα δεν τοποθετεί σωστά το βρέφος ή το βρέφος να μην ρουφάει με δύναμη ή δεν θηλάζει σε τακτά χρονικά διαστήματα, με κίνδυνο να αποφραχθούν οι γαλακτοφόροι πόροι και συνεπώς την εμφάνιση μαστίτιδας.

Η λοιμώδης μαστίτιδα εμφανίζεται από την παρουσία μικροβίων είτε από το στόμα του βρέφους είτε από το δέρμα της μητρός. Αύξηση της πιθανότητας εμφάνισης της αποτελούν οι ραγάδες ή οι αμυχές που συχνά μπορούν να προκληθούν κατά τον θηλασμό.

Τα συμπτώματα συνήθως είναι ο πόνος με ερυθρότητα, οίδημα και σκλήρυνση του μαστού στην ψηλάφηση ενώ μπορεί να συνυπάρχουν πυρετός, κεφαλαλγία, μυαλγία, κόπωση και οιδηματώδεις αδένες στην τραχηλική ή στην μασχαλιαία χώρα.



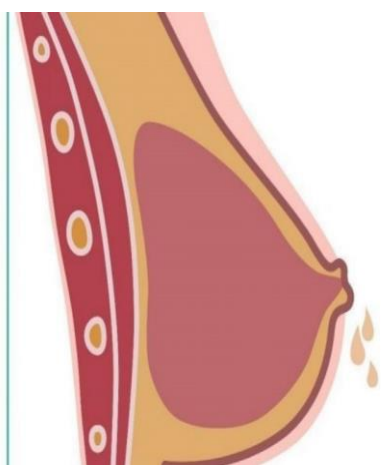
Εικόνα 11. Μαστίτιδα

Μασταλγία

Είναι σύμπτωμα το οποίο σπανίως συσχετίζεται με κακοήθεια. Συνήθως αφορά σε αλλαγές των ορμονών στην διάρκεια του εμμηνορυσιακού κύκλου ή σε ινοκυστικές αλλοιώσεις. Ωστόσο σε περιπτώσεις εμφάνισης πόνου μετά την εμμηνόπαυση, ή πόνου μαζί με κάποια ψηλαφούμενη αλλοίωση θα πρέπει να διερευνάται με προσοχή. Συνήθως οι αιτίες άλγους στον μαστό που δεν σχετίζονται με κακοήθεια είναι οι κύστεις, το απόστημα και η μαστίτιδα.

Έκκριση από θηλή

Η αμφοτερόπλευρη έκκριση θηλής κατά τον πρώτο χρόνο μετά την γέννα είναι αρκετά συχνή και δεν πρέπει να συσχετίζεται με την γαλακτόρροια, η οποία δύναται να εμφανιστεί σε γυναίκες που δεν θήλασαν πρόσφατα και έχει ως αιτία κάποια δυσλειτουργία των ενδοκρινών αδένες. Έκκριση η οποία είναι ύποπτη και χρήζει διερεύνησης είναι συνήθως, η αυτόματη και επαναληπτική από τον ένα μαστό ή και έναν πόρο της θηλής όπου μπορεί να είναι διάφανη ή με παρουσία αίματος και επιμένει.



Σ' αυτή την περίπτωση συστήνεται διερεύνηση και αντιμετώπιση με μαστογραφία, ορμονικό έλεγχο, υπερηχο μαστών, MRI μαστών, βιοψία και αν και εφόσον χρειαστεί χειρουργική επέμβαση.

Εικόνα12. Έκκριση θηλής

Ασβεστώσεις του μαστού (αποτιτανώσεις)

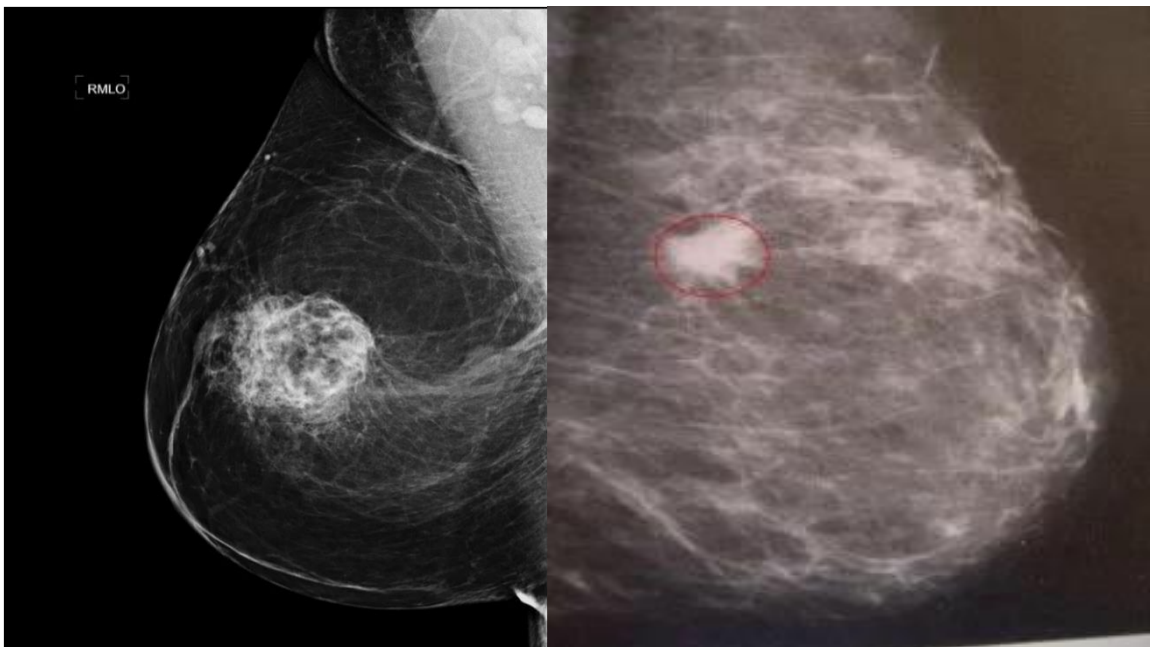
Οι αποτιτανώσεις είναι συγκεντρώσεις ασβεστίου στον ιστό του μαστού, που απεικονίζονται στην μαστογραφία ως λευκά στίγματα που διαφέρουν σε σχήμα και μέγεθος. Οι αποτιτανώσεις αυξημένου μεγέθους (μακροαποτιτανώσεις) σπάνια σχετίζονται με κακοήθεια ωστόσο όμως οι μικρές εστίες (μικροαποτιτανώσεις) έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα συσχετισμού και απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση.

1.5.2 Κακοήθεις παθήσεις του μαστού

Η κακοήθεια των μαστών είναι η πιο συχνή κακοήθεια στις γυναίκες, ενώ είναι η δεύτερη αίτια θανάτου μετά την κακοήθεια του εντέρου. Προσβάλλει και τους άντρες, αλλά το ποσοστό ανέρχεται στο 1% της συχνότητας σχετικά με αυτό των γυναικών.

Υπάρχει μια σταθερή αύξηση στην επίπτωση της νόσου, όσο αυξάνει η ηλικία φθάνοντας τα μεγαλύτερα ποσοστά, ενώ σπάνια συναντάμε κακοήθεια των μαστών σε ηλικίες κάτω των 25 χρόνων. Στην Ελλάδα οι στατιστικές αναφέρουν ότι περίπου 4.500 νέες περιπτώσεις εμφανίζονται ετησίως, ενώ έχει υπολογιστεί ότι 1 στις 8 γυναίκες παγκοσμίως θα νοσήσει παρουσιάσει κακοήθεια μαστού σε κάποια φάση της ζωής της. Το 2008, ο καρκίνος του μαστού προκάλεσε 458.503 θανάτους παγκοσμίως (13,7% των θανάτων από καρκίνο στις γυναίκες και το 6,0% του συνόλου των θανάτων από καρκίνο σε άνδρες και γυναίκες μαζί).

Τα κακοήθη νεοπλάσματα χαρακτηρίζονται από ταχεία ανάπτυξη με πιθανότατα διασποράς των καρκινικών κυττάρων σε απομακρυσμένες περιοχές από την πρωτοπαθή εστία. Συγκεκριμένα στην κακοήθεια του μαστού η μεγαλύτερη συχνότητα μεταστάσεων εμφανίζεται κυρίως στους μασχαλιαίους λεμφαδένες, αλλά και στους πνεύμονες, στα οστά, στο εγκέφαλο και στο δέρμα.



Εικόνα13. Κακοήθεια μαστού

Οι τύποι κακοήθειας του μαστού είναι επιγραμματικά οι εξής :

- **Μη-διηθητικό πορογενές καρκίνωμα in situ (DCIS – Ductal Carcinoma In Situ)**
Είναι ο συχνότερος τύπος in situ καρκινώματος (μη διηθητικός). Η υποψία εμφάνισης του συχνά αναδεικνύεται μέσω της μαστογραφίας είτε είναι ψηλαφητό εύρημα είτε όχι.
- **Διηθητικός Πορογενής Καρκίνος Μαστού μη-ειδικού τύπου (IDC – Invasive Ductal Cancer NOS)**
Είναι ο πιο συχνός τύπος κακοήθειας του μαστού αφού συναντάται περίπου στο 75% του συνόλου των καρκίνων του μαστού.
- **Μη διηθητικό λοβιακό καρκίνωμα in situ (LCIS – Lobular Carcinoma In Situ)**
Είναι παράγοντας κίνδυνου εμφάνισης κακοήθειας του μαστού εφόσον εντοπιστεί στην βιοψία και δεν είναι τύπος κακοήθειας του μαστού.
- **Διηθητικό λοβιακό καρκίνωμα μαστού (ILC – Invasive Lobular Carcinoma)**
Αντιστοιχεί περίπου στο 10% των διηθητικών καρκίνων του μαστού και είναι ο δεύτερος συχνότερος καρκίνος. Προέρχεται από κύτταρα των λοβίων του μαστού, όπου γίνεται η παραγωγή του γάλακτος.
- **Μυελοειδές καρκίνωμα μαστού (medullary breast carcinoma) Υπότυπος του διηθητικού καρκινώματος του μαστού**
Αντιστοιχεί στο 3-5% του συνόλου των νεοπλασιών του μαστού και είναι σπάνιος.
- **Βλενώδες ή κολλοειδές καρκίνωμα μαστού (mucinous – colloid carcinoma) Υπότυπος του διηθητικού καρκινώματος του μαστού**
Ανευρίσκεται κυρίως σε γυναίκες που είναι σε εμμηνόπαυση και συνήθως σε ηλικίες 60 – 70 ετών και είναι σπανίου τύπου κακοήθειας που αντιστοιχεί στο 2-3% του συνόλου.
- **Σωληνώδες καρκίνωμα μαστού (tubular carcinoma) Υπότυπος του διηθητικού καρκινώματος του μαστού**
Έχει άριστη πρόγνωση και δεν έχει καθόλου επιθετική συμπεριφορά. Αφορά τυχαίο εύρημα στον μαστογραφικό έλεγχο και αποτελεί περίπου το 5% και άνω του συνόλου των κακοηθειών του μαστού.
- **Θηλώδες καρκίνωμα μαστού (papillary carcinoma) Υπότυπος του διηθητικού καρκινώματος του μαστού**
Αποτελεί ιδιαίτερα σπάνιο τύπο σε ποσοστό μικρότερο του 1% των καρκινωμάτων μαστού.
- **Φλεγμονώδης καρκίνος μαστού**
Είναι μία σπάνια και εξαιρετικά επιθετική μορφή κακοήθειας του μαστού. Τα λεμφαγγεία του δέρματος μπλοκάρονται και δίνεται η εικόνα φλεγμονής στο μαστό.
- **Νόσος Paget της θηλής**
Εμφανίζεται όταν η θηλή ή και η θηλαία άλως διηθείται από κύτταρα τύπου πορογενούς καρκινώματος. Συνήθως συνυπάρχει με παραπάνω του ενός όγκου στον μαστό.(39)

Προδιαθεσικοί παράγοντες

Η γονιδιακή μετάλλαξη που συμβαίνει λόγω της επίδρασης κάποιου παράγοντα μετάλλαξης κατά τον πολλαπλασιασμό των κυττάρων είναι υπεύθυνη για την κακοήθεια του μαστού. Η βασική αιτία ωστόσο παραμένει ακόμα άγνωστη. Οι προδιαθεσικοί παράγοντες που αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης της νόσου είναι:

I. Βιολογικοί-ενδοκρινικοί παράγοντες

Φύλο

Οι γυναίκες παρουσιάζουν κακοήθεια του μαστού εκατό φορές πιο συχνά συγκριτικά με τους άνδρες.

Γεωγραφική διαφοροποίηση

Η κακοήθεια του μαστού συναντάται πιο συχνά στο Δυτικό κόσμο απ' ότι στην Ασία και στην Μέση Ανατολή.

Ηλικία

Βάσει των στατιστικών η πιθανότητα της ανάπτυξης του καρκίνου του μαστού αυξάνεται όσο αυξάνεται και η ηλικία. Σε ηλικίες κάτω των 30 ετών το ποσοστό εμφάνισης είναι περίπου το 1,5% ενώ σε ηλικίες άνω των 50ετών το ποσοστό νεοπλασιών του μαστού είναι περίπου στο 80% όλων των περιστατικών.

Ηλικία εμμηναρχής και εμμηνόπαυσης

Αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης της νόσου έχουν οι γυναίκες που είτε η έμμηνος ρύση τους ξεκινάει σε μικρή ηλικία είτε μπαίνουν σε εμμηνόπαυση με καθυστέρηση. Ωστόσο όμως οι πιθανότητες διπλασιάζονται για τις γυναίκες που μπαίνουν σε εμμηνόπαυση μετά τα 55 έτη συγκριτικά με τις γυναίκες που εισέρχονται στην εμμηνόπαυση πριν από την ηλικία των 45.

Τεκνοποίηση

Μελέτες έχουν δείξει ότι σχετίζεται η ηλικία απόκτησης του πρώτου παιδιού με τον κίνδυνο εμφάνισης του καρκίνου του μαστού. Γυναίκες που τεκνοποίησαν μετά την ηλικία των 30 έχουν περίπου διπλάσιο κίνδυνο από αυτό που έχουν οι γυναίκες που απέκτησαν το πρώτο τους παιδί πριν από την ηλικία των 20 ετών. Επίσης σύμφωνα με μελέτες και οι γυναίκες που δεν τεκνοποίησαν, εμφανίζουν αυξημένη συχνότητα εμφάνισης καρκίνου μαστού.

Θηλασμός

Σήμερα, πιστεύεται πως ο θηλασμός δρά προστατευτικά για την γυναίκα από καρκίνο του μαστού και μάλιστα φαίνεται όσο μεγαλύτερο είναι το χρονικά το διάστημα θηλασμού τόσο μεγαλύτερη είναι και η προστασία.

Ορμονικοί παράγοντες

Φάρμακα που χορηγούνται για την αντιμετώπιση των παθήσεων του θυρεοειδούς αδένα, η λήψη οιστρογόνων και η χορήγηση αντισυλληπτικών χαπιών χωρίς προγεστερόνη, φαίνεται να ενισχύουν την εμφάνιση καρκίνου του μαστού. Η προλακτίνη, η σωματομεδίνη και τα ανδρογόνα επίσης αυξάνουν τον κίνδυνο. Οι γυναίκες που βρίσκονται σε εμμηνόπαυση και χρησιμοποιούν οιστρογόνα θα πρέπει τακτικά να παρακολουθούν τους μαστούς.

Η θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης

Η μακροχρόνια χρήση της θεραπείας της ορμονικής υποκατάστασης μπορεί να ανακουφίζει από τα δύσκολα συμπτώματα της εμμηνόπαυσης και παρέχει προστασία έναντι της LDL (θετική επίδραση στο τοίχωμα των αρτηριών) αλλά αυξάνει τον κίνδυνο ανάπτυξης καρκίνου του μαστού.

II. Περιβαλλοντικοί παράγοντες

Διατροφή

Η διατροφή με υψηλής περιεκτικότητας ζωικές πρωτεΐνες ή ζωικά λίπη, ή η αλόγιστη κατανάλωση οινοπνεύματος και το κάπνισμα αποτελούν παράγοντες αυξημένου κινδύνου για την εμφάνιση της νόσου. Αντίθετα όμως η διατροφή που είναι πλούσια σε φυτικές ίνες, φρούτα και λαχανικά, τα οποία ασκούν επισκευαστική δράση στο DNA των κυττάρων, προστατεύοντας έτσι, από τον καρκίνο όχι μόνο του μαστού, αλλά και άλλων οργάνων.

Παχυσαρκία

Τα παχύσαρκα άτομα εμφανίζουν διπλάσια πιθανότητα εμφάνισης της κακοήθειας του μαστού σε μετεμμηνοπαυσιακές γυναίκες, ενώ μειωμένη συχνότητα εμφάνισης σε προεμμηνοπαυσιακές γυναικών

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι, το κάπνισμα, η κατανάλωση αλκοόλ και η έλλειψη άσκησης μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο ανάπτυξης του καρκίνου μαστού.

Ακτινοβολία

Ο κίνδυνος εμφάνισης κακοήθειας του μαστού όλων των περιστατικών αυξάνεται με την έκθεση σε ionίζουσα ακτινοβολία κυρίως όταν η έκθεση κατά τη διάρκεια της εφηβείας, όπου οι μαστοί αναπτύσσονται.

III. Γενετικοί παράγοντες

Οικογενειακό ιστορικό

Στο οικογενειακό ιστορικό εμφάνισης καρκίνου του μαστού οι πρώτου βαθμού συγγένειας όπως η μητέρα ή αδελφή έχουν ρόλο στην πιθανότητα εμφάνισης της νόσου. Η πιθανότητα διπλασιάζεται ή και τριπλασιάζεται αν αυτές νόσησαν από καρκίνου του μαστού καθώς και αν η εμφάνισή της νόσου εμφανίστηκε σε μικρή ηλικία ή αν αφορούσε και τους δυο μαστούς **Γονιδιακές μεταλλάξεις**

Δύο γονίδια, το BRCA1 και BRCA2, τα οποία βρίσκονται στα χρωμοσώματα 17 και 13 αντίστοιχα, σχετίζονται με την κληρονομικότητα του καρκίνου του μαστού και αυξάνουν τον κίνδυνο εμφάνισης του.(1)

Οικογενειακό Ιστορικό	Εκτίμηση Σχετικού Κινδύνου	
Οποιοδήποτε οικογενειακό ιστορικό	1,9 (1,7-2,0)	
Βαθμός συγγένειας	Πρώτου βαθμού (μητέρα, αδελφή, κόρη)	2,1 (2,0-2,2)
	Δευτέρου βαθμού (γιαγιά, θεία)	1,5 (1,4-1,6)
Αριθμός συγγενών	Ένας πρώτου βαθμού	2,1 (2,0-2,2)
	Δύο πρώτου βαθμού	3,6 (2,5-5,0)
Ηλικία συγγενούς με καρκίνο μαστού	Πρώτου βαθμού συγγενής < 50 ετών	2,3 (2,2-2,5)
	Πρώτου βαθμού συγγενής > 50 ετών	1,8 (1,6-2,0)
	Πρώτου βαθμού συγγενής με αμφοτερόπλευρο καρκίνο μαστού	9,8 (4,0-24,9)
	Πρώτου βαθμού συγγενής με καρκίνο ωοθήκης	1,27 (0,91-1,77)

Εικόνα 14.Κίνδυνος εμφάνισης κακοήθειας μαστού ανάλογα με το οικογενειακό ιστορικό

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ

2.1 ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ 2D

Η μαστογραφία αποτελεί μέθοδο απεικόνισης του μαστικού αδένου με τη χρήση ακτίνων – Χ. Είναι η πιο σημαντική μέθοδος απεικόνισης του μαστικού αδένου τόσο στον προληπτικό έλεγχο και όσο και στην ανάδειξη και διαφοροδιάγνωση παθολογιών. Είναι μέθοδος απεικόνισης μαλακών ιστών, εξαιρετικά ευαίσθητη στις μεταβολές παραμέτρων που σχετίζονται με την έκθεση στην ακτινοβολία.



Εικόνα 15. Απεικονιστικό σύστημα μαστογραφίας

Η μαστογραφία χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1913 από τον Albert Solomon για ακτινογράφιση χειρουργικών παρασκευασμάτων. Στα χρόνια που ακολούθησαν μέχρι σήμερα, πολλές αλλαγές πραγματοποιήθηκαν στην τεχνική λήψης και επεξεργασίας των μαστογραφιών. Τα συστήματα μαστογραφίας είναι εφοδιασμένα με κινητά αντιδιαχυτικά διαφράγματα, ανόδους μολυβδαίνιου, αργύρου ή και ροδίου, ειδικά φίλτρα μολυβδαίνιου, ροδίου ή και αργύρου, ηλεκτροκίνητα συστήματα συμπίεσης, συστήματα αυτόματης έκθεσης. Το άριστο διαγνωστικό αποτέλεσμα εξασφαλίζεται με τον τακτικό έλεγχο ποιότητας του απεικονιστικού συστήματος.

Η εξειδικευμένη εκπαίδευση των τεχνολόγων στη σωστή τοποθέτηση, λήψη των κανονικών και ειδικών λήψεων και στην καλή λήψη ιστορικού αποτελούν απαραίτητα στοιχεία της σωστής λειτουργίας του τμήματος μαστογραφίας.

Η διαγνωστική αξία της μαστογραφίας εξαρτάται από έναν αριθμό δυναμικά μεταβαλλόμενων παραγόντων, που επηρεάζουν το απεικονιστικό αποτέλεσμα. Η επίτευξη υψηλής σκιαγραφικής αντίθεσης (contrast) είναι πολύ σημαντική για τη διαφοροποίηση των διαφορετικών δομών του μαζικού αδένος και τόσο η τεχνολογία των ανιχνευτών όσο και η τεχνική της λήψεως σχετίζονται με την επίτευξη της σκιαγραφικής αντίθεσης που απαιτείται για την διαγνωστική αξία της μαστογραφίας.

Το διαγνωστικό αποτέλεσμα επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από δύο παράγοντες: η σωστή τοποθέτηση του μαστού, ώστε να απεικονίζονται όλες οι περιοχές του μαστού (κίνδυνος να μείνουν αλλοιώσεις εκτός εικόνας) και η σωστή συμπίεση του μαζικού αδένος.

Η επαρκής και κατάλληλη τοποθέτηση του μαστού είναι πολύ σημαντικό στοιχείο για την επιτυχία της απεικονιστικής ανάδειξης του υποκλινικού καρκίνου μαστού και δεν πρέπει να εκληφθεί ως πολυτέλεια. Η σωστή μαστογραφία αποκαλύπτει το μεγαλύτερο μέρος του μαζικού αδένος μέχρι την μασχαλιαία περιοχή και τον μείζονα θωρακικό μύ.

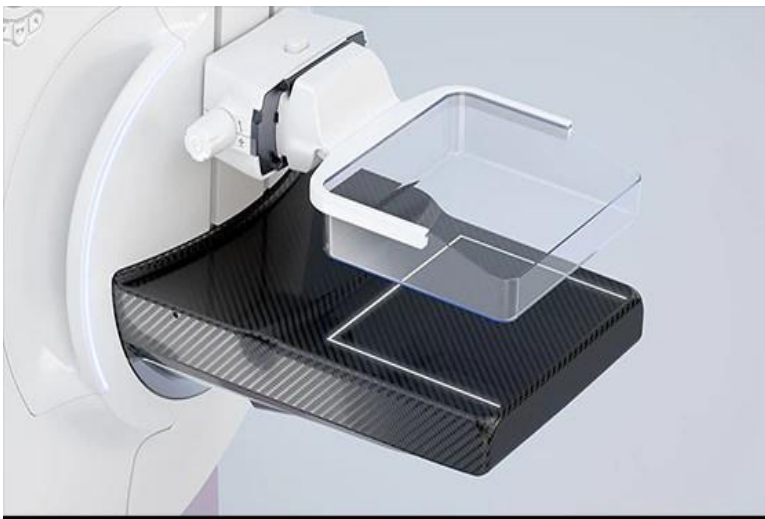


Εικόνα 16. MLO λήψη μαστογραφίας

Η σωστή μαστογραφία με την κατάλληλη τοποθέτηση είναι ελάχιστα επώδυνη για την εξεταζόμενη και επιτυγχάνεται μόνο, όταν αυτός που την εκτελεί κατανοήσει καλά την κινητικότητα του μαστού, καθώς και την ανατομία και την κινητικότητα του μείζονος θωρακικού μυός.

Η συμπίεση είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους εξής λόγους:

- Ελαχιστοποιεί την απόσταση μαστού και flat panel μειώνοντας έτσι την γεωμετρική ασάφεια
- Μειώνει την ασάφεια εξαιτίας κίνησης
- Μειώνει την σκεδαζόμενη ακτινοβολία βελτιώνοντας την αντίθεση
- Ομογενοποιεί το πάχος του μαστού βελτιώνοντας την αντίθεση
- Επιτρέπει την διαφοροποίηση μικρών αλλοιώσεων
- Μειώνει την χρησιμοποιούμενη δόση ακτινοβολίας μειώνοντας το πάχος του μαστού.



Εικόνα 17. Σύστημα συμπίεσης μαστού

Η συγκριτική αξιολόγηση με προηγούμενες μαστογραφίες είναι απαραίτητη για την εκτίμηση της φύσης των απεικονιζόμενων αλλοιώσεων με βάση την συμπεριφορά τους στον χρόνο αλλά και τον ρυθμό με τον οποίο μεταβάλλονται.

Η ευαισθησία της μαστογραφίας (ικανότητα της μαστογραφίας να αναγνωρίζει ογκόμορφους σχηματισμούς) αντιστοιχεί σε ποσοστό 85%-90% (περίπου το 10% των καρκίνων δεν εντοπίζονται με την μαστογραφία).

Σε λιπώδεις μαστούς η ευαισθησία της μεθόδου είναι σχεδόν στο 100% ενώ το ποσοστό αυτό, λόγω αυξημένης σκιερότητας του περιβάλλοντος παρεγχύματος, μειώνεται αρκετά σε πυκνούς μαστούς.

Η μαστογραφία εμφανίζει υψηλή ευαισθησία (κοντά στο 100%) στον εντοπισμό καρκίνων που συνοδεύονται από αποτιτανώσεις (50% του συνόλου των καρκίνων, 30-40% των διηθητικών και 90% των *in situ* συνοδεύονται από αποτιτανώσεις).

Όταν ο προληπτικός μαστογραφικός έλεγχος γίνεται σε τακτά χρονικά διαστήματα, περίπου το 25-35% των καρκίνων γίνονται αντιληπτοί μεταξύ των διαδοχικών μαστογραφικών ελέγχων (συνήθως εμφανίζοντας κλινική σημειολογία). Αυτοί ονομάζονται ενδιάμεσοι καρκίνοι (*interval cancers*).

Η ειδικότητα της μαστογραφίας δηλαδή η δυνατότητα διαφοροδιάγνωσης μεταξύ καλοήθειας και κακοήθειας είναι αρκετά χαμηλή (65-70%).

Οι περιπτώσεις στις οποίες προσφέρεται υψηλή ειδικότητα είναι :

- Αποκλείει με αξιοπιστία την ύπαρξη κακοήθειας σε λιπώδεις μαστούς.
- Σίγουρη διάγνωση καλοήθειας σε τυπικές λιπώδεις κύστες, αμαρτώματα, λιπώματα, τυπικά αποτιτανωμένα ινοαδενώματα και ενδομαστικούς λεμφαδένες με τυπική εμφάνιση.
- Σχετική αξιοπιστία στην διάγνωση καλοήθειας (98% σωστή διάγνωση) σε περιπτώσεις με τυπικές καλά περιγεγραμμένες μάζες.
- Η ειδικότητα στην διάγνωση καρκινώματος είναι αρκετά υψηλή στις μάζες με ακτινοειδείς προσεκβολές, καθώς και στις ανομοιογενείς ανώμαλες μικροαποτιτανώσεις με κατανομή πόρων.

Υπάρχουν όμως αρκετές ύποπτες μαστογραφικές εικόνες, που αντιστοιχούν σε καλοήθεις αλλοιώσεις (αστεροειδής σκίαση όμως μπορεί να αντιπροσωπεύει και ακτινωτή ουλή και ύποπτες μικροαποτιτανώσεις μπορεί να συνοδεύουν θηλωμάτωση, θήλωμα, ινοαδένωμα, πλασματοκυτταρική μαστίτιδα, λιπώδη νέκρωση). Καθώς και αθώες μαστογραφικές εικόνες που αντιστοιχούν σε καρκίνους (σαφώς περιγεγραμμένη σκίαση μπορεί να αφορά μυελλοειδή, θηλώδη, βλενώδη καρκίνο). Η αξιολόγηση των μαστογραφιών πρέπει να γίνεται από ειδικά εκπαιδευμένους ακτινολόγους που να έχουν εμπειρία τόσο στον προληπτικό

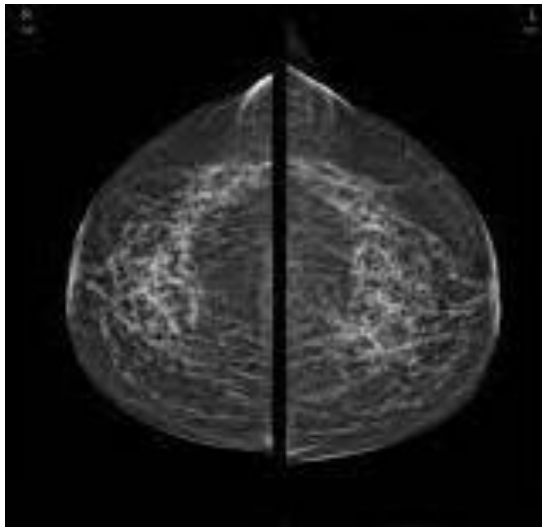
μαστογραφικό έλεγχο, αλλά και στην αξιολόγηση και τον χειρισμό γυναικών με συμπτωματολογία από τους μαστούς.

Σημαντικότερη είναι η εμπειρία στην κλινική εξέταση των μαστών καθώς και εμπειρία στην αξιολόγηση της επάρκειας ή μη της μαστογραφίας. Είναι γνωστό ότι η μαστογραφία δεν μπορεί να υποκαταστήσει την προσεκτική και λεπτομερή κλινική εξέταση.

Όταν υπάρχει ένα αμφισβητούμενο ή ύποπτο κλινικό εύρημα απαιτείται περαιτέρω έλεγχος (μαστογραφία, υπερηχογράφημα μαστών και διαδερμική παρακέντηση ή βιοψία) προκειμένου να αποφευχθεί η άσκοπη εγχειρητική βιοψία σε καλοήθεις όγκους (λιπώματα, αμαρτώματα, λιπώδεις κύστες, απλές κύστες, σίγουρα ινοαδενώματα) και να αποκλεισθεί η απώλεια μικρών υποκλινικών καρκινικών αλλοιώσεων. Η διατήρηση της ευαισθησίας της μαστογραφίας σε υψηλά επίπεδα επιτυγχάνεται με τον συνεχή έλεγχο όλων των διαδικασιών εκτέλεσης, επεξεργασίας και αξιολόγησης της μεθόδου, όπως καθορίζεται από προγράμματα ποιοτικού ελέγχου, που έχουν εκπονηθεί και εφαρμόζονται στις χώρες του Δυτικού κόσμου, όπου η μαστογραφία είναι πολύ διαδεδομένη λόγω της μεγάλης συχνότητας εμφάνισης καρκίνου μαστού. Επιτυχημένη μαστογραφία θεωρείται όταν παράγεται υψηλή ποιότητα του απεικονιστικού αποτελέσματος σε συνάρτηση με την ελάχιστη δόση ακτινοβολίας στον εξεταζόμενο, έτσι ώστε να μπορεί να παραχθεί το καλύτερο δυνατό διαγνωστικό αποτέλεσμα. Οι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα της εξέτασης είναι πολλαπλοί, όπως τεχνικοί παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με το μαστογραφικό σύστημα, παράγοντες που σχετίζονται με την τεχνική της μαστογραφίας και την διαγνωστική ικανότητα του ιατρού ακτινολόγου. Όλες οι παράμετροι αυτές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και να αξιολογούνται σε ένα πρόγραμμα ποιοτικού ελέγχου. Προκειμένου η ποιότητα της μαστογραφικής εικόνας να βρίσκεται σε επίπεδα πρέπει η διαδικασία έκθεσης και εμφάνισης να ελέγχεται καθημερινά με μέτρηση ευαισθησίας (σενσιτομετρία) και με έκθεση ομοιώματος (phantom). Η σενσιτομετρία ελέγχει την κατάσταση της εμφάνισης του film, ενώ η έκθεση του phantom παρέχει έναν συνολικό έλεγχο του συστήματος.

2.2 ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΡΟΒΟΛΕΣ

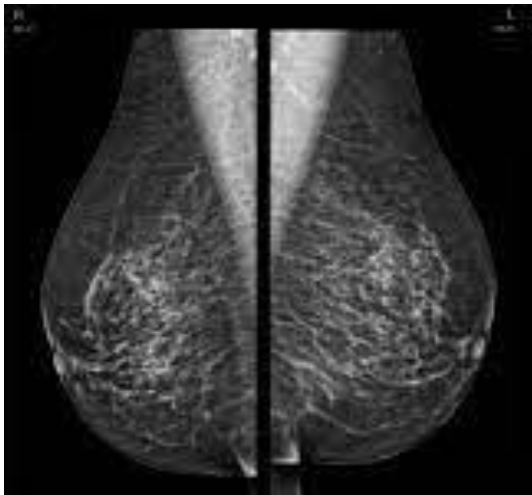
Οι μαστογραφικές προβολές μπορεί να χωρισθούν σε τυπικές και ειδικές (ή συμπληρωματικές). Στις τυπικές προβολές περιλαμβάνονται η λοξή προβολή και η κεφαλουραία ή κατά μέτωπο προβολή. Η κεφαλουραία (cranio caudal -CC) προβολή δεν χρησιμοποιείται μόνη της, αλλά σε συνδυασμό με την λοξή για την στερεοσκοπική μελέτη αλλοιώσεων και τον ευκρινέστερο έλεγχο της οπισθοθηλαίας περιοχής.



Εικόνα 18. CC λήψεις

Κριτήρια για την σωστή κεφαλουραία προβολή είναι :

- α) η προβολή της θηλής εκτός του μαστού
- β) η απεικόνιση του οπισθομαστικού λιπώδους ιστού.



Εικόνα 19. MLO λήψεις

Κριτήρια για την σωστή λοξή προβολή είναι :

- α) απεικόνιση ολόκληρου του μαστού
- β) η σκιά του μείζονος θωρακικού μυός να φθάνει στο επίπεδο της θηλής
- γ) η θηλή να προβάλλει εκτός μαστού
- δ) η ευκρινής απεικόνιση της υπομαστικής πτυχής.

Η λοξή (45°) προβολή (mediolateral oblique- MLO) είναι η μόνη προβολή που μπορεί να απεικονίσει καλά ολόκληρο τον μαστό, την ουρά του και την μασχαλιαία περιοχή.

Ορισμένες φορές για μελέτη ύποπτων περιοχών ή σχηματισμών απαιτείται διενέργεια ειδικών λήψεων, όπως λήψεων υπό πίεση (spot compression views), υπό μεγέθυνση (magnification views) ή κατ' εφαπτόμενη (tangential views) προκειμένου να διευκρινιστούν ασαφή ευρήματα των κανονικών προβολών.

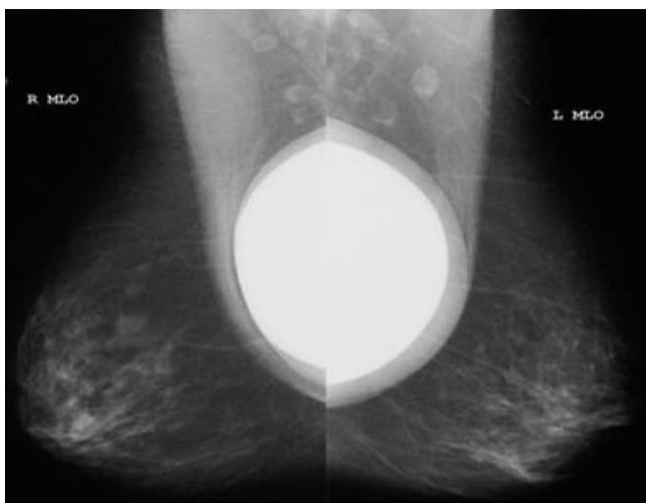
Οι εντοπιστικές λήψεις υπό πίεση, με ή χωρίς μεγέθυνση, χρησιμοποιούνται για να διαχωριστεί μια ύποπτη σκίαση από το περιβάλλον παρέγχυμα και να αξιολογηθούν τα όρια της ύποπτης περιοχής.

Οι μεγεθυντικές λήψεις χρησιμοποιούνται κυρίως για την αξιολόγηση των μικροαποτιτανώσεων και μελέτη των ορίων των οζωδών σκιάσεων.

Ο υπεύθυνος για την αξιολόγηση της μαστογραφίας πρέπει να γνωρίζει ότι υπάρχουν πολλές “τυφλές” περιοχές στον μαστό, που δεν απεικονίζονται ικανοποιητικά με τις τυπικές λήψεις και χρειάζονται ειδικές προβολές και τεχνική. Σε αυτές εκτός από τις εντοπιστικές και μεγεθυντικές λήψεις περιλαμβάνεται η πλαγία 90 μοιρών προβολή στην οποία καθορίζεται η σχέση της βλάβης με τον οπισθομαστικό χώρο και με το θωρακικό τοίχωμα, καθώς και άλλες ειδικές λήψεις για την καλύτερη απεικόνιση της ουράς του μαστού αλλά και της παραστερνικής περιοχής των μαστών.

Οι κατ' εφαπτομένη λήψεις χρησιμοποιούνται κυρίως για να καθορίσουν την σχέση μιας σκίασης ή αποτιτανώσεων με το δέρμα.

Άλλες ειδικές λήψεις χρησιμοποιούνται σε ασθενείς με προθέματα (τεχνική κατά Eklund για την μαστογραφική απεικόνιση του μαζικού αδένος σε ασθενείς με προθέματα σιλικόνης).



Εικόνα 20. Απεικόνιση μαστού με προθέματα σιλικόνης

Ονόματα προβολών μαστογραφίας

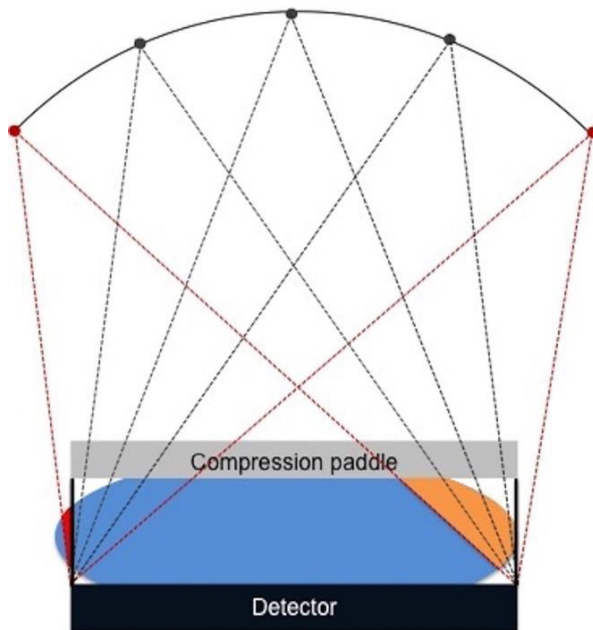
ΕΠΙΛΟΓΗ ΜΑΣΤΟΥ	
Right	R
Left	L
ΜΕΓΕΘΥΝΤΙΚΗ Ή ΕΝΤΟΠΙΣΤΙΚΗ	
Magnification	M
Spot	S
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΔΕΣΜΗΣ	
CranioCaudal	CC
MedioLateral Oblique	MLO
MedioLateral (90°)	ML
LateroMedial (90°)	LM
LateroMedial Oblique	LMO
Inferomedial to Superolateral Oblique	ISO
CaudoCranial (from below)	FB
Superolateral to Inferiormedial Oblique	SIO
Exaggerated CranioCaudal	XCCM
Exaggerated CranioCaudal	XCCL
Cleavage	CV
Axillary Tail	AT
Tangential	TAN
ΕΝΘΕΜΑΤΑ	
Implant Displaced	...ID
Rolled Lateral	...RL
Rolled Medial	...RM
Rolled Inferior	...RI
Rolled Superior	...RS
Nipple in Profile	...NP
Anterior Compression	... AC
Infra-mammary fold	...IMF
Axillary Tissue	...AX

Εικόνα 21. Πίνακας μαστογραφικών προβολών

2.3 ΤΟΜΟΣΥΝΘΕΣΗ ΜΑΣΤΟΥ 3D

Η τρισδιάστατη μαστογραφία ή τομοσύνθεση μαστών είναι τρισδιάστατη τεχνική απεικόνισης του μαστού.

Πραγματοποιείται λήψη διαδοχικών 2D προβολών του μαστού κατά την τοξοειδή κίνηση της λυχνίας γύρω από τον μαστό. Το εύρος του τόξου κίνησης διαφέρει ανάλογα με την εταιρεία. Επίσης το γωνιακό βήμα λήψης των διαδοχικών 2D προβολών διαφέρει.



Εικόνα 22. Τομοσύνθεση μαστού

Η τομοσύνθεση χρησιμοποιεί πολύ χαμηλή δόση ακτινοβολίας αλλά συγκριτικά με την συμβατική μαστογραφία η τελική δόση ίσως είναι μεγαλύτερη.

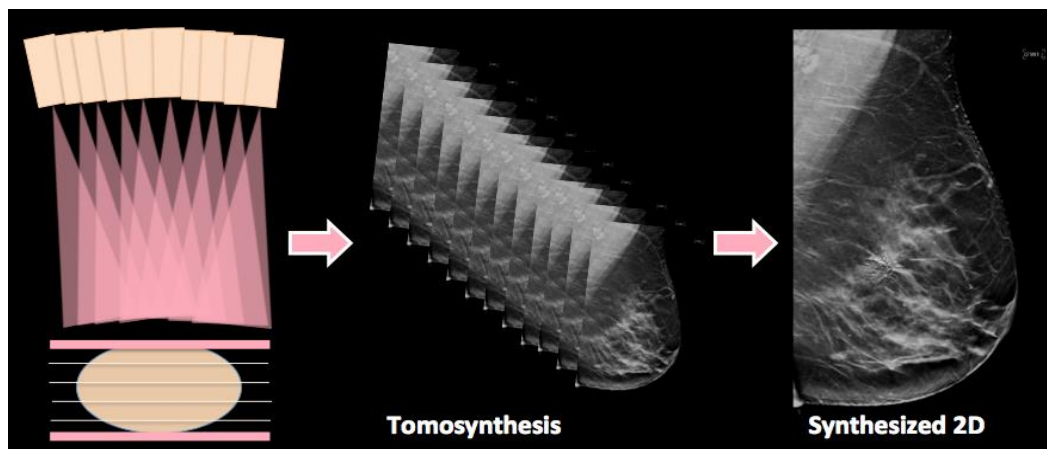
Σήμερα δεν αποτελεί μέθοδο προληπτικού ελέγχου αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να συμπληρώσει την μαστογραφία και να δώσει επιπλέον πληροφορίες, ιδιαίτερα σε γυναίκες με πυκνούς μαστούς.

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί σε μεγάλο δείγμα πληθυσμού έχουν δείξει ότι ο προληπτικός έλεγχος με τομοσύνθεση μαστού βελτιώνει πολύ τα ποσοστά ανίχνευσης κακοήθειας με αρκετά λιγότερες περιπτώσεις «ανάκλησης», δηλαδή περιπτώσεις όπου οι εξεταζόμενες επανέρχονται μετά τον προσυμπτωματικό έλεγχο για επιπρόσθετες εξετάσεις λόγω δυνητικά παθολογικού ευρήματος.

Μπορεί επίσης να οδηγήσει σε:

- έγκαιρη ανίχνευση μικρών κακοηθειών που μπορεί να μην ανιχνεύονται στην συμβατική μαστογραφία
- ακριβέστερο εντοπισμό μεγέθους, σχήματος και θέσης των ανωμαλιών του μαστού
- αποφυγή περιττών βιοψιών ή πρόσθετων εξετάσεων
- αυξημένη πιθανότητα απεικόνισης πολλαπλών όγκων του μαστού
- μεγαλύτερη σαφήνεια στην εικόνες ανωμαλιών των πυκνών ιστών μαστού

Η μαστογραφία προσυμπτωματικού ελέγχου με τομοσύνθεση μαστού έχει αποδειχθεί ότι βελτιώνει την ακρίβεια και μειώνει τα ψευδώς θετικά ευρήματα σε γυναίκες όλων των πυκνοτήτων μαστού. Οι μεγαλύτερες βελτιώσεις με την τομοσύνθεση παρατηρούνται σε γυναίκες με πυκνό ιστό μαστού, αλλά και γυναίκες με λιπώδη μαστό επιδεικνύουν επίσης σημαντικά καλύτερη ανίχνευση καρκίνου και σημαντικά λιγότερα ψευδώς θετικά ευρήματα.



Εικόνα 23. Τομοσύνθεση α) Σχηματικό διάγραμμα των διαδοχικών 2d προβολών κατά την τοξοειδή κίνηση της λυχνίας. β) Τομές του τρισδιάστατου όγκου των απεικονιστικών δεδομένων και γ) ψηφιακά ανακατασκευασμένη 2D μαστογραφία (βασισμένη στον 3D όγκο απεικονιστικών δεδομένων).

Η τομοσύνθεση μαστού μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για τη διενέργεια διαγνωστικής μαστογραφίας για την ανίχνευση και τη διάγνωση της νόσου του μαστού σε γυναίκες που εμφανίζουν συμπτώματα όπως ογκίδιο, πόνος, λακκάκια στο δέρμα ή εκκρίσεις από τη θηλή.

2.4 ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΜΑΣΤΟΥ

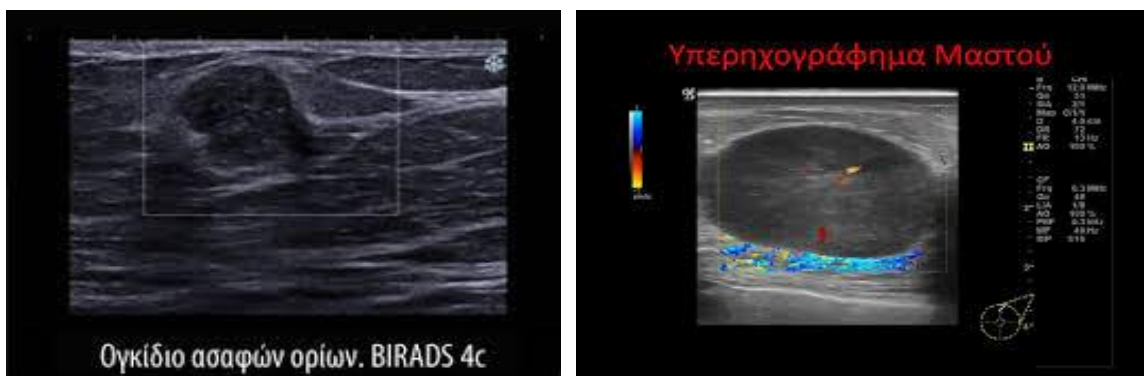
Το ιατρικό υπερηχογράφημα περιλαμβάνει διαγνωστικές τεχνικές (κυρίως απεικονιστικές τεχνικές) με χρήση υπερήχων, καθώς και θεραπευτικές εφαρμογές του υπερήχου. Στη διάγνωση, χρησιμοποιείται για τη δημιουργία εικόνας εσωτερικών δομών του σώματος, όπως τένοντες, μύες, αρθρώσεις, αιμοφόρα αγγεία και εσωτερικά όργανα, για τη μέτρηση



ορισμένων χαρακτηριστικών (π.χ. αποστάσεις και ταχύτητες) ή για τη δημιουργία ενημερωτικού ακουστικού ήχου. Η χρήση του υπερήχου για την παραγωγή οπτικών εικόνων για ιατρική ονομάζεται ιατρικό υπερηχογράφημα ή απλά υπερηχογράφημα ή ηχογραφία.

Εικόνα 24. Υπερηχοτομογράφος

Η πρακτική της εξέτασης εγκύων με χρήση υπερήχων ονομάζεται μαιευτική υπερηχογραφία και ήταν μια πρώιμη εξέλιξη του κλινικού υπερηχογραφήματος. Το μηχάνημα που χρησιμοποιείται ονομάζεται υπερηχογράφημα ή ηχογράφος. Η οπτική εικόνα που σχηματίζεται με αυτήν την τεχνική ονομάζεται υπερηχογράφημα ή ηχογράφημα.



Εικόνα 25. Υπερηχοτομογραφικές εικόνες

Ένας ηχοβολέας υπερήχων γενικής χρήσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους περισσότερους σκοπούς απεικόνισης, αλλά ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να απαιτούν τη χρήση εξειδικευμένου ηχοβολέα. Το υπερηχογράφημα μαστού αποτελεί την δεύτερη και βασική εξέταση στην πρόληψη της κακοήθειας του μαστού αφού δίνει τη δυνατότητα να διαλευκάνει ύποπτες περιοχές που αναδείχθηκαν στην μαστογραφία.

2.5 ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΜΑΣΤΩΝ

Η μαγνητική τομογραφία μαστών έχει διεθνώς καθιερωθεί ως η πιο ευαίσθητη εξέταση για την διάγνωση της κακοήθειας του μαστού και παράλληλα η πιο αξιόπιστη για τον αποκλεισμό της.



Εικόνα 26. Μαγνητική τομογραφία μαστών (τοποθέτηση εξεταζόμενης).

Ο μαγνητικός τομογράφος δεν χρησιμοποιεί ιοντίζουσα ακτινοβολία και έτσι κρίνεται ασφαλές η διενέργεια της εξέτασης πολλές φορές, αν και εφόσον χρειάζεται. Η ενδοφλέβια χορήγηση σκιαγραφικής ουσίας για αυτή την εξέταση είναι απαραίτητη και σπάνια προκύπτουν ανεπιθύμητες ενέργειες. Η διαγνωστική ακρίβεια της εξέτασης εξαρτάται από τον εξοπλισμό, τον χρόνο της εξέτασης, την άρτια τεχνική, την εφαρμογή διαγνωστικών κριτηρίων καθώς και την εμπειρία του ιατρού ακτινολόγου.

Η μαγνητική τομογραφία μαστών προγραμματίζεται αφού αξιολογηθούν το ιστορικό, τα ευρήματα της κλινικής εξέτασης καθώς και τα ευρήματα των απεικονιστικών εξετάσεων, της μαστογραφίας και του υπερηχογραφήματος μαστών ώστε να επιβεβαιωθεί η διενέργεια της εξέτασης.

Για να μειωθεί η πιθανότητα ψευδών θετικών ευρημάτων η εξέταση σε γυναίκες αναπαραγωγικής ηλικίας πραγματοποιείται μεταξύ 7^{ης} και 14^{ης} ημέρας του εμμηνορυσιακού κύκλου ενώ σε γυναίκες στην εμμηνόπαυση που παίρνουν θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης προτείνεται να γίνει η διακοπή της θεραπείας για 6 έως 8 εβδομάδες.

Όπως σε κάθε εξέταση μαγνητικής τομογραφίας έτσι και στην εξέταση των μαστών πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι αντενδείξεις διενέργειας όπως :

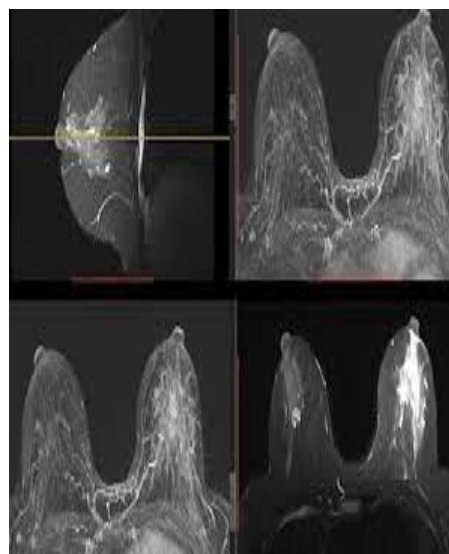
- Παρουσία βηματοδότη
- Παρουσία μεταλλικών ξένων σωμάτων
- Υπερκινητικότητα της εξεταζόμενης καθώς απαιτείται η πλήρης ακινησία και συνεργασία της καθ' όλη την διάρκεια της εξέτασης και
- Η κλειστοφοβία

Σε κάποιες περιπτώσεις κρίνεται απαραίτητη η πραγματοποίηση της εξέτασης στα πλαίσια του ετήσιου προληπτικού ελέγχου. Αυτές είναι:

- Γυναίκες όπου έχουν θετικό οικογενειακό ιστορικό με πολλά περιστατικά κακοήθειας μαστού
- Διαπιστωμένες γονιδιακές μεταλλάξεις
- Σε περιπτώσεις όπου γυναίκες έχουν υποβληθεί σε ακτινοθεραπεία στο θώρακα σε νεαρή ηλικία.



α)



β)

Εικόνα 27. Μαγνητική τομογραφία

Ενδείξεις διενέργειας MRI μαστών:

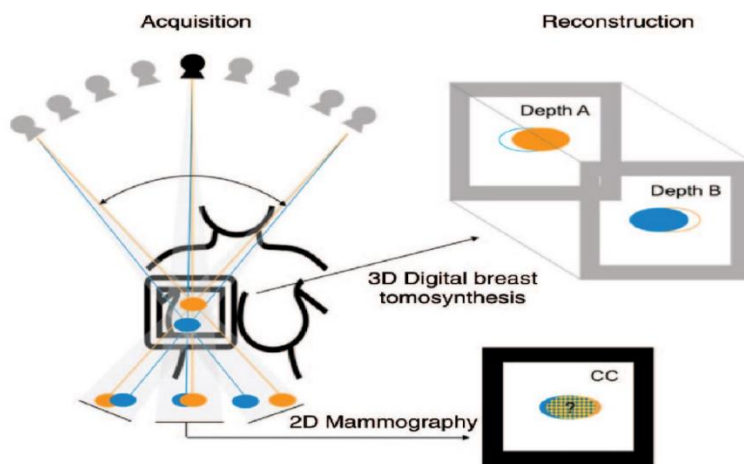
- Η μαγνητική τομογραφία μαστών είναι εξαιρετικά χρήσιμη και αποτελεσματική στην διευκρίνιση αμφιβόλων ευρημάτων που αναδεικνύονται στους μαστούς με την μαστογραφία και το υπερηχογράφημα και ιδιαίτερα σε περιπτώσεις προηγηθείσας χειρουργικής επέμβασης ή ακτινοθεραπείας.
- Πολλές φορές μπορεί να συστηθεί ως συμπληρωματική εξέταση σε γυναίκες με πυκνούς μαστούς καθώς δυσχεραίνει η αξιολόγηση της μαστογραφίας
- Έχει μεγάλη ακρίβεια ώστε να αποκλειστούν ή να εντοπιστούν και άλλες εστίες που αναδείχθηκαν στην μαστογραφία.
- Η ακριβής αξιολόγηση των μαστών σε περιπτώσεις διάγνωσης κακοήθειας ώστε να αποφασιστεί η καταλληλότερη για κάθε περίπτωση θεραπεία.
- Σε περιπτώσεις όπου επιλεχθεί η χημειοθεραπεία ως αρχική αντιμετώπιση είναι εξέταση επιλογής για την εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της
- Σε περιπτώσεις τοποθέτησης ενθεμάτων σιλικόνης μπορεί να διαπιστωθεί η ακεραιότητα των ενθεμάτων ή η ανίχνευση ρήξεων και άλλων επιπλοκών σε αυτά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3⁰: ΤΟΜΟΣΥΝΘΕΣΗ- 3D ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

3.1 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η τομοσύνθεση μαστού, που ονομάζεται επίσης τρισδιάστατη (3-D) μαστογραφία και ψηφιακή τομοσύνθεση μαστού (DBT), είναι μια προηγμένη μορφή μαστογραφίας, που χρησιμοποιεί ένα σύστημα ακτίνων X χαμηλής δόσης και ειδικά λογισμικά ηλεκτρονικού υπολογιστή για τη δημιουργία τριών διαστάσεων εικόνων των μαστών.

Η αρχική ιδέα της τομοσύνθεσης ήταν πριν από σχεδόν 90 χρόνια και ο όρος τομοσύνθεση επινοήθηκε σε ένα περιοδικό άρθρο πριν από σχεδόν 50 χρόνια. Έγινε όμως εφικτή τα τελευταία 25 χρόνια.



Εικόνα 28. Τομοσύνθεση μαστού- Διάγραμμα λήψης δεδομένων

Το ψηφιακό σύστημα τομοσύνθεσης μαστού αποτελείται από μια περιστρεφόμενη λυχνία ακτίνων X και μία ανιχνευτική διάταξη (επίπεδος ανιχνευτής στερεάς κατάστασης). Κατά τη διάρκεια της λήψης, η λυχνία διαγράφει ένα τόξο, το εύρος του οποίου διαφέρει ανάλογα με την εταιρεία (-25° έως $+25^{\circ}$ σε 5-25 δευτερόλεπτα), και σε κάθε γωνιακό βήμα λαμβάνεται μία δισδιάστατη προβολή του μαστού. Όπως και στην κλασική μαστογραφία, ο μαστός είναι συμπιεσμένος με το πίεστρο στην επιφάνεια του ανιχνευτή. Η ανιχνευτική μονάδα είναι συνήθως ακίνητη αλλά είναι δυνατό να περιστρέφεται γύρω από έναν άξονα. Οι δισδιάστατες προβολές ανακατασκευάζονται σε ημιτομογραφικό όγκο του μαστού με τυπικές τομές πάχους 1 mm.

Η λυχνία παράγει δέσμη ακτίνων Χ σε εύρος τιμών kVp 23-49, με επιλογή στόχου βολφράμιο, ρόδιο ή μολυβδαίνιο με συνδυασμό φίλτρου άργυρο, ρόδιο, χαλκό ή τιτάνιο. Ο επίπεδοι ψηφιακοί ανιχνευτές στερεάς κατάστασης (flat panel detectors) που χρησιμοποιούνται για τομοσύνθεση έχουν ταχύτερο χρόνο ανάγνωσης σε σύγκριση με τους ψηφιακούς ανιχνευτές στην 2D μαστογραφία, χαρακτηριστικό που επιτρέπει τη λήψη πολλών προβολών σε σύντομο χρόνο σάρωσης. Αυτοί οι ανιχνευτές είναι από άμορφο σελήνιο ή άμορφο πυρίτιο για άμεση μετατροπή, ή ιωδιούχο καίσιο για έμμεση μετατροπή.

Το μέγεθος pixel του ανιχνευτή κυμαίνεται επί του παρόντος έως 140 mm λαμβάνοντας υπόψη τη δέσμευση του ανιχνευτή. Οι ισχύουσες κατευθυντήριες οδηγίες από το Αμερικανικό Κολλέγιο Ακτινολογίας (ACR) συνιστούν τη μαστογραφία προσυμπτωματικού ελέγχου κάθε χρόνο για γυναίκες που ξεκινούν από την ηλικία των 40 ετών. Η έρευνα έχει δείξει ότι οι ετήσιες μαστογραφίες οδηγούν στην έγκαιρη ανίχνευση των κακοηθειών του μαστού.

Η τομοσύνθεση χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση ενός εξεταζόμενου με μη φυσιολογικά κλινικά ευρήματα —όπως ένα εξόγκωμα μαστού ή έκκριμα από τη θηλή— που έχουν βρεθεί είτε με αυτοεξέταση είτε από τον γιατρό. Επίσης μπορεί να γίνει μετά από μια μη φυσιολογική μαστογραφία προληπτικού ελέγχου προκειμένου να αξιολογηθεί η περιοχή ανησυχίας στην προληπτική εξέταση.

Το 2013, ο Skaane et al. δημοσίευσε την μελέτη η οποία σύγκρινε τα αποτελέσματα σε εξέταση μόνο με ψηφιακή μαστογραφία και με ψηφιακή μαστογραφία συν τομοσύνθεση, σε 12.631 γυναίκες ως μέρος του προγράμματος προσυμπτωματικού ελέγχου του Όσλο από το 2010 έως το 2011

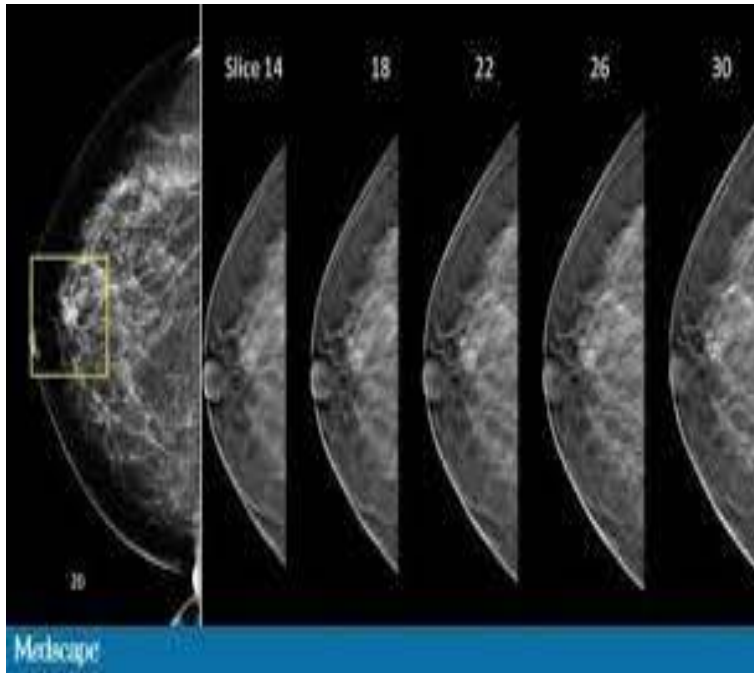
Ανέφεραν αύξηση 27% στην ανίχνευση ποσοστό για διηθητικούς και in situ καρκίνους με ψηφιακή μαστογραφία και τομοσύνθεση, καθώς και μείωση 15% στα ψευδώς θετικά ποσοστά. (38)

Στην τομοσύνθεση μαστού, η λυχνία ακτίνων Χ κινείται σε ένα τόξο πάνω από το συμπιεσμένο στήθος λαμβάνοντας πολλαπλές εικόνες κάθε μαστού από διαφορετικές γωνίες. Αυτές οι ψηφιακές εικόνες στη συνέχεια ανακατασκευάζονται ή «συντίθενται» σε ένα τρισδιάστατο όγκο απεικονιστικών δεδομένων από έναν υπολογιστή. Αυτά τα τρισδιάστατα σετ εικόνων βοηθούν στην ελαχιστοποίηση της επικάλυψης ιστού που μπορεί να κρύψει κακοήθειες ή να δυσκολέψει τη διάκριση του φυσιολογικού επικαλυπτόμενου ιστού του μαστού από τους όγκους.

Διαφορετικά μέρη του σώματος απορροφούν τις ακτίνες Χ σε διάφορους βαθμούς. Το πυκνό οστό απορροφά μεγάλο μέρος της ακτινοβολίας, ενώ οι μαλακοί ιστοί (μύες, λίπος και όργανα) επιτρέπουν σε περισσότερες από τις ακτίνες Χ να περάσουν μέσα από αυτά.

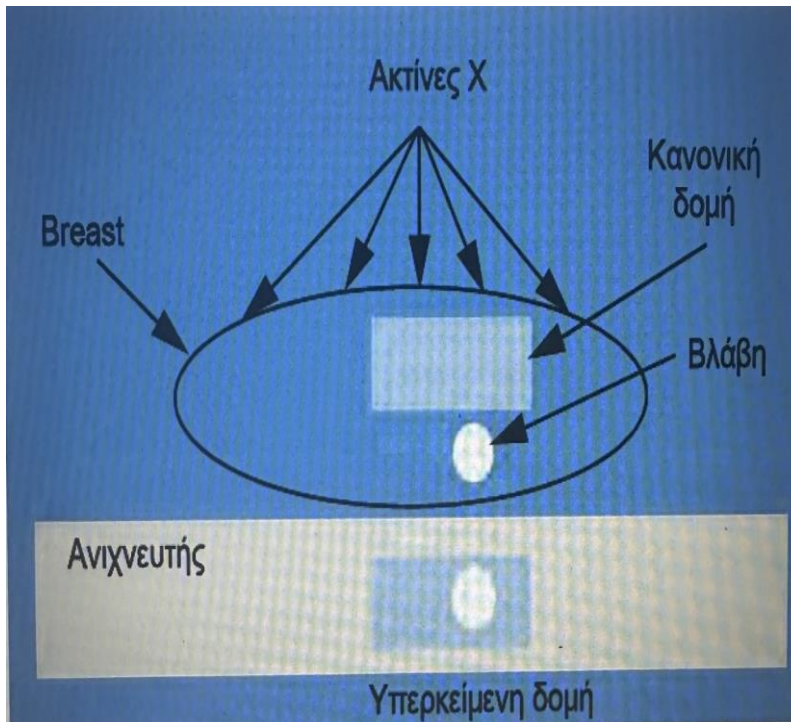
Με την μέθοδο της μαστογραφίας μία τρισδιάστατη δομή αποτυπώνεται σε μία δισδιάστατη εικόνα που σημαίνει ότι οι δομές από όλο τον μαστό υπερτίθενται κατά μήκος του άξονα που διέρχεται από την κεντρική ακτίνα της δέσμης για να σχηματιστεί μια δισδιάστατη εικόνα.

Έτσι λοιπόν βάσει της ιδιότητας εξασθένησης των ακτίνων Χ, η ευκρίνεια μίας βλάβης είναι πιθανόν να μειωθεί αισθητά λόγω των φυσιολογικών δομών που παρεμβάλλονται (ινοαδενικών ιστών), οι οποίες έχουν παρόμοιες ιδιότητες εξασθένησης ακτίνων Χ και βρίσκονται στο ίδιο μήκος διαδρομής της δέσμης πάνω ή κάτω από τη βλάβη. Ο περιορισμός αυτός είναι εντονότερος στις γυναίκες με πυκνούς μαστούς δηλαδή με υψηλό ποσοστό ινοαδενικών ιστών, αφού δημιουργείται πολυπλοκότητα στις εικόνες με ενδεχόμενο αλληλοεπικάλυψης καρκινικών ιστών από φυσιολογικούς.



Εικόνα 29. Διαδοχικές τομές από 3D απεικόνιση τομοσύνθεσης μαστού.

Η ψηφιακή τομοσύνθεση μαστού είναι μια τεχνική που αποδίδει τρισδιάστατες εικόνες, εξαλείφει σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα υπέρθεσης ιστού, από τις δυσδιάστατες εικόνες και έτσι βελτιώνεται η διακριτική ικανότητα της εικόνας. Επίσης με την δυνατότητα εντοπισμού μιας βλάβης σε τρεις διαστάσεις, είναι πολύ πιο εύκολο να σχεδιαστεί ένα ακριβέστερο πλάνο χειρουργικής εκτομής ή και πλάνου ακτινοθεραπείας. Όπως προαναφέρθηκε τα εξελιγμένα συστήματα μαστογράφων δίνουν τη δυνατότητα πραγματοποίησης και των δύο τύπων απεικονίσεων στο ίδιο μηχάνημα. Η τομοσύνθεση μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ένα τροποποιημένο σύστημα ψηφιακής μαστογραφίας. Η ανακατασκευή επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας αλγόριθμους παρόμοιους με αυτούς που χρησιμοποιούνται για την υπολογιστική τομογραφία. Οι δόσεις παραμένουν χαμηλές, διατηρώντας παράλληλα εικόνες υψηλής ποιότητας.

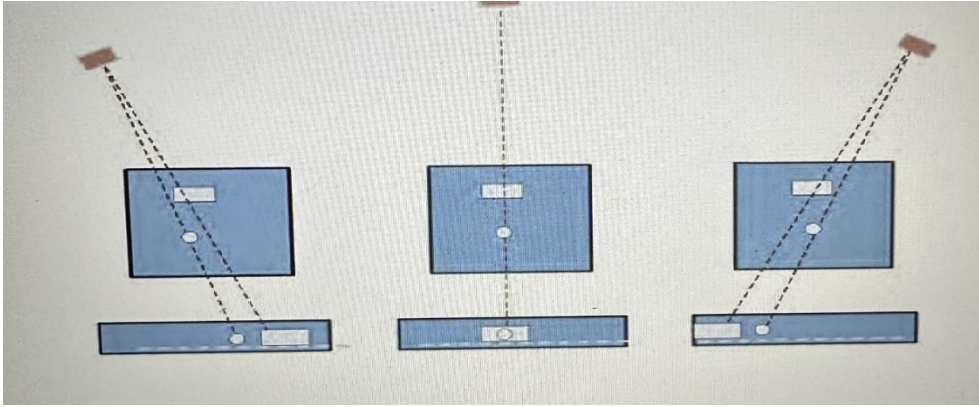


Εικόνα30. Λήψη μαστογραφίας 2D

Είναι γνωστό ότι ορισμένες μορφές καρκίνου χάνονται από τη μαστογραφία λόγω του δομημένου θορύβου που προκαλείται από υπερκείμενους ινοαδενικούς ιστούς που καλύπτουν τους καρκίνους του μαστού, ειδικά σε πυκνούς μαστούς.

Η ψηφιακή τομοσύνθεση μαστού (Digital Breast Tomosynthesis - DBT) ξεπερνά αυτό το πρόβλημα ελαχιστοποιώντας την επιτροβολή των υπερκείμενων ινοαδενικών ιστών.

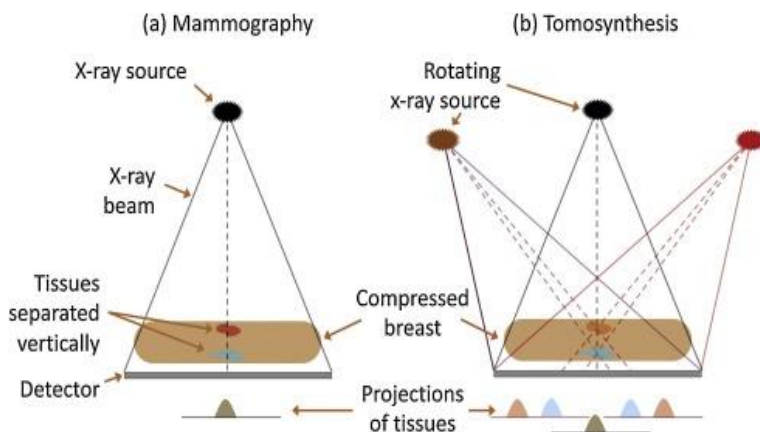
Στην ψηφιακή τομοσύνθεση μαστών λαμβάνονται μία σειρά προβολών χαμηλής δόσης ακτίνων Χ σε διαφορετικές γωνίες μέσω του συμπιεσμένου μαστού, οι οποίες αναδομούνται σε πολλαπλές εικόνες διαφορετικών επιπέδων παράλληλα στον ανιχνευτή μέσω του μαστού. Κάθε εικόνα DBT έχει στενό εύρος εστίασης που θολώνει ή απαλείφει το δομημένο θόρυβο που προκαλείται από επικείμενους ινοαδενικούς ιστούς.



Εικόνα 31. Προβολές υπό γωνία.

Από τις ληφθείσες δισδιάστατες προβολές δημιουργείται ένα σύνολο τομών που καλύπτει όλο το πάχος του συμπιεσμένου μαστού, με χρήση ενός αλγόριθμου τομογραφικής ανασύνθεσης. Κάθε αναδομημένη εικόνα διαθέτει στενό εύρος εστίασης, αντιπροσωπεύοντας ένα επίπεδο παράλληλο με την επιφάνεια στήριξης μαστού, στο οποίο οι δομές που περιλαμβάνονται στο ύψος ενδιαφέροντος αποδίδονται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, με την απαλοιφή των αλληλεπικαλυπτόμενων ιστών πάνω και κάτω από το επίπεδο. Στη διαδικασία αναδόμησης DBT, οι προβολές μετατοπίζονται και προστίθενται, με αποτέλεσμα ένα ανακατασκευασμένο επίπεδο να εστιάζει στα αντικείμενα σε ένα δεδομένο ύψος.

3.3 ΔΙΑΦΟΡΕΣ 2D ΚΑΙ 3D ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ



Εικόνα 32. Σύγκριση συμβατικής μαστογραφίας και τομοσύνθεση

Τα συστήματα τομοσύνθεσης χρησιμοποιούν τη βασική δομή του συστήματος μαστογραφίας. Πολλοί κατασκευαστές πλέον συνδυάζουν και τις δύο πρακτικές σε ένα μηχάνημα. Για την εξεταζόμενη η διαδικασία δεν διαφέρει σε τίποτα, με εξαίρεση τον χρόνο λήψης και συνεπώς τον χρόνο συμπίεσης του μαστού από τη απλή μαστογραφία.

Οι λήψεις οι οποίες θα πραγματοποιηθούν είναι οι ίδιες LCC RCC RMLO και LMLO. Η τοποθέτηση μπορεί να γίνει σε όρθια, καθιστή ή ξαπλωμένη θέση με το στήθος συμπιεσμένο μεταξύ του πιάστρου συμπίεσης και τον ανιχνευτή. Η εφαρμοζόμενη συμπίεση είναι ίδια με τη μαστογραφία. Υπάρχει, ωστόσο, κάποιο περιθώριο για μείωση της συμπίεσης λόγω ότι η τρισδιάστατη φύση της τομοσύνθεσης, αντισταθμίζει την επικάλυψη ιστών με αποτέλεσμα να υπάρχει περισσότερη άνεση για την εξεταζόμενη. Η δόση της ακτινοβολία που θα λάβει η ασθενής με την τομοσύνθεση είναι σχεδόν η ίδια με την συμβατική μαστογραφία, το οποίο όμως εξαρτάται από το μηχάνημα και τους παράγοντες έκθεσής.

Τα μέγεθος των δεδομένων της εξέτασης είναι σημαντικά μεγαλύτερα από τα δεδομένα της μαστογραφίας. Κάθε προβολή της τομοσύνθεσης σχεδόν ισοδυναμεί με μια μαστογραφία σε μέγεθος. Επομένως, ανάλογα με τον αριθμό των γωνιών προβολής, μια εξέταση τομοσύνθεσης τεσσάρων λήψεων μπορεί να είναι 25 φορές μεγαλύτερη συγκριτικά με μία μαστογραφία. Έτσι, οι απαιτήσεις αποθήκευσης και δικτύωσης για αυτές τις εξετάσεις πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην πράξη.

3.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ 3D ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

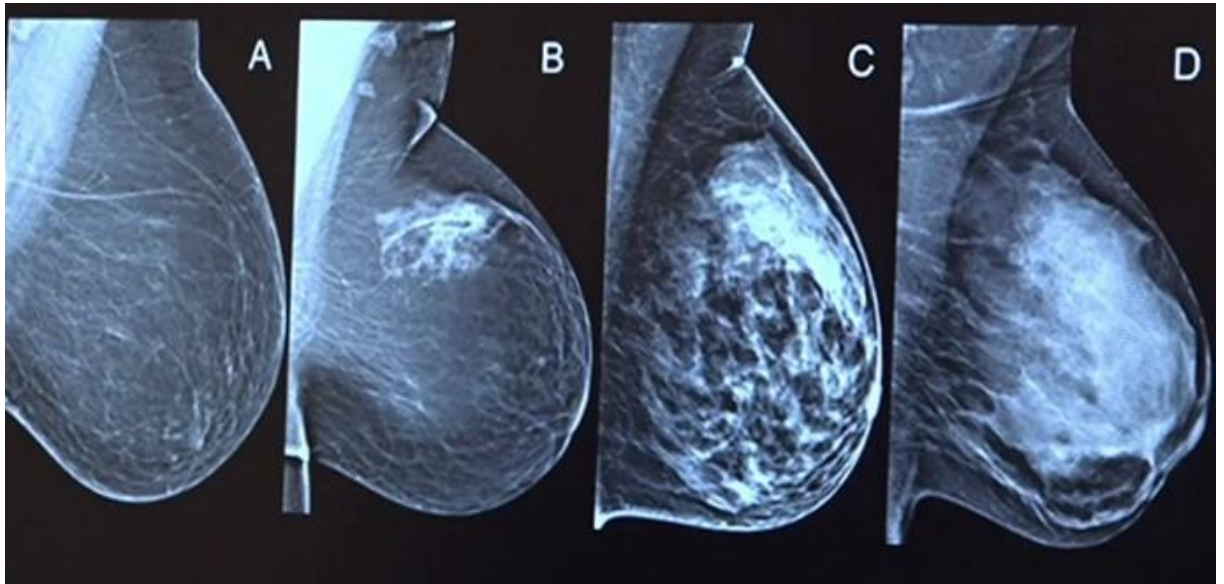
3.4.1 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Είναι πολύ σημαντικό να εξετάσουμε τα οφέλη αυτής της εξέτασης, καθώς ο βασικός σκοπός είναι η διάγνωση και η πρόληψη της κακοήθειας. Βασικό πλεονέκτημα είναι ότι ελαχιστοποιούνται οι ανακλήσεις των εξεταζόμενων αφού μειώνεται η ανάγκη επιπλέον ειδικών λήψεων. Όταν οι καθιερωμένες 2D μαστογραφικές λήψεις αναδείξουν ευρήματα με ύποπτα χαρακτηριστικά, είναι απαραίτητη η διερεύνησή τους σε επανεξέταση με ειδικές μαστογραφικές λήψεις. Αρκετές φορές αποδεικνύεται ότι το εύρημα ήταν ψευδές και αποτέλεσμα των περιορισμών που εμφανίζει η απλή δισδιάστατη μαστογραφία. Έτσι όμως από την ώρα της πρώτης λήψης μέχρι το τελικό αποτέλεσμα προκύπτει σημαντική χρονική καθυστέρηση και επιπλέον αύξηση τόσο του συνολικού κόστους των εξετάσεων όσο και της συνολικής ακτινοβολίας που δέχεται η εξεταζόμενη. Πολύ σημαντικό είναι ότι προκαλείται έντονο άγχος στην εξεταζόμενη, χωρίς στην ουσία λόγο, αφού πρόκειται για φυσιολογική εξέταση, κάτι το οποίο μπορεί να αποφευχθεί με την αρχική επιλογή της τομοσύνθεσης για την απεικόνιση του μαστού. Ίσως η μοναδική περίπτωση όπου είναι αναγκαίες ειδικές λήψεις μετά την τομοσύνθεση, είναι η ύπαρξη μικροαποστιτανώσεων, όπου ειδικές μεγεθυντικές λήψεις είναι απαραίτητες για τη διευκρίνιση και παρακολούθησή τους σύμφωνα με τις κατευθυντήριες οδηγίες.

Με την τομοσύνθεση επιτυγχάνεται η ανίχνευση περισσότερων κακοηθειών σε σχέση με την απλή ψηφιακή μαστογραφία. Η πυκνότητα του μαστού σχετίζεται με την αναλογία των στοιχείων που τον αποτελούν. Η τομοσύνθεση επιτυγχάνει αύξηση της διαγνωστικής ικανότητας για ανίχνευση κακοηθειών στους πυκνούς μαστούς συγκριτικά με την δισδιάστατη μαστογραφία.

Κάθε μαστός αποτελείται από αδενικό ιστό, που περιλαμβάνει τους αδένες και τους γαλακτοφόρους πόρους (αποτελεί το «άσπρο» τμήμα της μαστογραφίας) και από λιπώδη ιστό που τον περιβάλλει (αποτελεί το «γκρι» τμήμα της μαστογραφίας). Όσο μεγαλύτερη η συγκέντρωση του αδενικού στοιχείου, τόσο πιο πυκνή η σύσταση του μαστού (και τόσο πιο άσπρος ο μαστός).

Δυστυχώς, οι περισσότερες μορφές κακοήθειας είναι και αυτές «άσπρες», έχουν δηλαδή παρόμοια ακτινοσκοπικότητα με τον αδενικό ιστό και μπορούν εύκολα να κρυφτούν μέσα σε αυτόν, ειδικά όταν ο μαστός είναι πολύ πυκνός, καθιστώντας έτσι την ανίχνευσή τους πολύ δύσκολη. Η τομοσύνθεση, αναλύοντας την εικόνα του μαστού σε όλο το βάθος ανά 1 χιλιοστό, δίνει τη δυνατότητα στον ακτινοδιαγνώστη ιατρό να μελετήσει με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια περιοχές αυξημένης ακτινοσκοπικότητας, δίνοντας έτσι λύση σε έναν από τους σημαντικότερους περιορισμούς της απλής ψηφιακής μαστογραφίας. (37)



Εικόνα 33: Τύποι μαστού A) Λιπώδης μαστός

B) Διάσπαρτα αδενικά στοιχεία

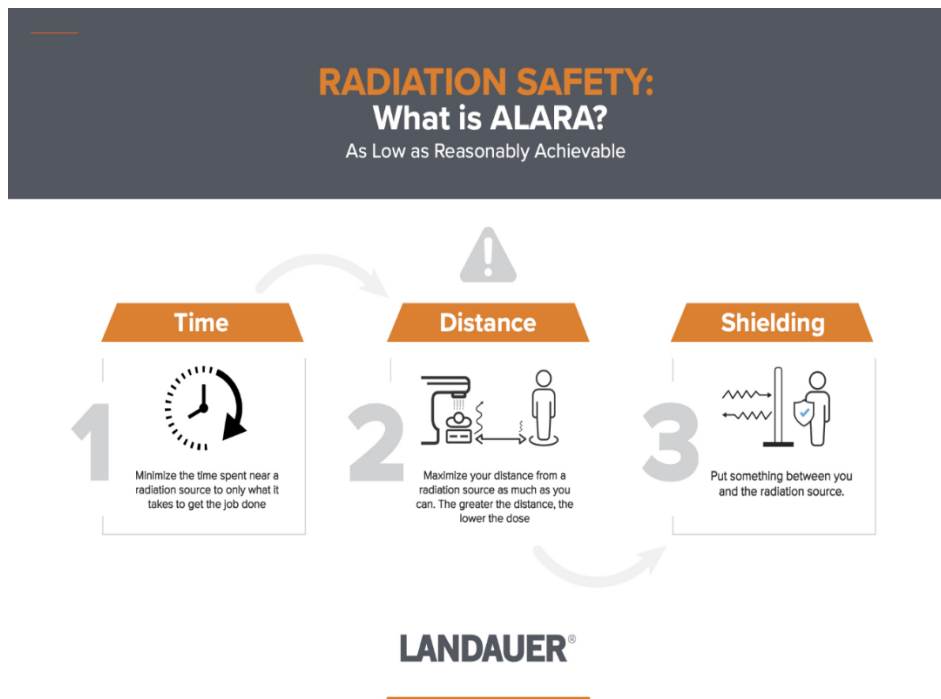
C) Ανομοιογενώς πυκνός μαστός

D) Εξαιρετικά πυκνός μαστός

3.4.2 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Σαφώς όπως όλες οι τεχνικές απεικόνισης έχουν πλεονεκτήματα , έτσι και η τομοσύνθεση μαστού παρουσιάζει και κάποια μειονεκτήματα.

Η κατευθυντήρια αρχή της ακτινοπροστασίας είναι το «ALARA». Το ALARA σημαίνει "as low as reasonably achievable" δηλαδή "τόσο χαμηλά όσο είναι λογικά εφικτό". Αυτό στην πράξη σημαίνει αποφυγή έκθεσης σε ακτινοβολία που δεν έχει άμεσο όφελος, ακόμα κι αν η δόση είναι μικρή. Η μέση αδενική δόση που λαμβάνει ο μαστός είναι μεγαλύτερη, αν και κάποιοι κατασκευαστές προσπαθούν να μειώσουν την δόση τόσο όσο να αντιστοιχεί με μια απλή δυσδιάστατη μαστογραφία. Η διαφορά που προκύπτει από την εφαρμογή δεν είναι πολύ μεγάλη αλλά σαφώς είναι κάτι που κάθε φορά πρέπει να εξετάζεται.



Εικόνα 34. Σχηματική απεικόνιση της αρχής ALARA.

Ίσως μπορεί να θεωρηθεί περιορισμός το γεγονός ότι λόγω της τοξοειδούς κίνησης της λυχνίας σε διαφορετικές μοίρες, ανάλογα με την κατασκευάστρια εταιρεία, είναι φρονιμότερο να γίνεται η εξέταση στο ίδιο ακτινολογικό μηχάνημα κάθε φορά γιατί μπορεί να προκληθούν διακυμάνσεις στην εικόνα και να μην είναι εφικτή η σύγκριση μεταξύ τους.

Αν θα μπορούσε να θεωρηθεί ως μειονέκτημα, ο χρόνος της συμπίεσης του μαστού είναι μεγαλύτερος σε σύγκριση με την ψηφιακή μαστογραφία, αφού γίνονται πολλαπλές λήψεις σε διαφορετικές γωνίες.

Βασικό μειονέκτημα των μαστογράφων με τομοσύνθεση είναι το κόστος αγοράς, το οποίο σαφώς και είναι πολύ μεγαλύτερο από το απλό απεικονιστικό σύστημα μαστού. Επιπρόσθετα και το κόστος συντήρησης είναι αρκετά μεγαλύτερο.

Δεν θα πρέπει να μην ληφθεί υπόψιν και το μέγεθος της αποθήκευσης δεδομένων της εξέτασης είναι μεγαλύτερα από ότι της απλής μαστογραφίας, οπότε χρειάζεται και μεγαλύτερο χώρο αποθήκευσής (PACS) κάτι που εννοείται αυξάνει το κόστος.

Τέλος και συμπερασματικά όλων των προηγούμενων μειονεκτημάτων το κόστος της εξέτασης για την εξεταζόμενη είναι σαφώς μεγαλύτερο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4⁰: ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗΝ ΤΟΜΟΣΥΝΘΕΣΗ ΜΑΣΤΟΥ

4.1 Γενικά

Η έρρυθμη λειτουργία όλων των συστημάτων που εμπλέκονται στην εξέταση θα πρέπει να αξιολογείται από τους τεχνολόγους αλλά και από τον υπεύθυνο ακτινοφυσικό στα προτεινόμενα χρονικά διαστήματα που ορίζονται από την κατασκευάστρια εταιρεία τα οποία θα πρέπει να ακολουθούν πιστά τα ευρωπαϊκά πρότυπα και τις κατευθυντήριες γραμμές οι οποίες δίνονται από την Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας.

Οι έλεγχοι που απαιτούνται αφορούν :

- **Την γεωμετρία του συστήματος**

Γίνεται με κατάλληλο ομοίωμα και σκοπό έχει την αποφυγή άσκοπής ακτινοβόλησης του θωρακικού τοιχώματος και την σύμπτωση φωτεινού πεδίου με το πεδίο ακτινοβόλησης και η συχνότητα είναι ετησίως

- **Το σύστημα ανίχνευσης**

Η λειτουργική απόκριση, η ομοιογένεια και η απώλεια στοιχείων του ανιχνευτή, η ανάλυση θορύβου καθώς και η ύπαρξη artifacts είναι παράμετροι που ελέγχονται ετήσια ή μετά από σημαντικές παρεμβάσεις.

- **Έλεγχοι υψηλής τάσης και παροχής**

Η λυχνία απαιτεί ελέγχους που αφορούν την ακρίβεια και την επαναληψιμότητα υψηλής τάσης, το HVL, την παροχή ακτινοβολίας και επαναληψιμότητα αυτής όπου είναι ετήσιοι ή μετά από αντικατάσταση λυχνίας.

- **Το αυτόματο σύστημα ελέγχου AEC**

Η επαναληψιμότητα του συστήματος έκθεσης, το SDNR (Signal Difference to Noise Ratio - Αναλογία διαφοράς σήματος προς θόρυβο) και η απόκριση του συστήματος με τη μεταβολή σύστασης του μαστού ελέγχεται ετήσια.

- **Έλεγχος ανακατασκευασμένης εικόνας (reconstructed image)**

Η εικόνα ανακατασκευής θα πρέπει να ελέγχεται για την ομοιογένεια, την σταθερότητα στην ποιότητα, την χωρική διακριτική ικανότητα βάθους, την ύπαρξη ασυμμετριών ή artifacts και να αξιολογηθεί η απώλεια ιστού στο κάτω, πάνω μέρος ή στην πλευρά του θωρακικού τοιχώματος, με ετήσιους ελέγχους ή μετά από σημαντικές παρεμβάσεις στο μαστογραφικό σύστημα.

- **Δοσιμετρία**

Η επιφανειακή δόση εισόδου μαστού (entrance Surface Dose - ESD), η μέση αδενική δόση (Mean Glandular Dose - MGD) για τυπικό μαστό μέσου μεγέθους και σύστασης σε γεωμετρία ανοικτού πεδίου και σε γεωμετρία τυπικού μαστού ελέγχεται ετήσια καθώς και η μέση δόση αδένα για μαστούς διαφόρων μεγεθών και σύστασης.

- **Την οθόνη μαστογραφικής εικόνας**

Ο έλεγχος της διαγνωστικής οθόνης γίνεται με την βοήθεια ψηφιακών ομοιωμάτων, όπως η σειρά TG 18 στην οποία έχει βασιστεί κυρίως το πρωτόκολλο. Στην περίπτωση που με την παράδοση της διαγνωστικής οθόνης του συστήματος, ο κατασκευαστής/ προμηθευτής διαθέτει και ψηφιακό ομοίωμα εκτός τις σειράς TG 18 με συγκεκριμένο πρωτόκολλο ελέγχου, θα ακολουθείται το πρωτόκολλο ελέγχου του κατασκευαστή.

- **Τον εκτυπωτή μαστογραφικής εικόνας**

Τέλος ελέγχεται και η ποιότητα των ακτινογραφικών φιλμ καθώς κρίνεται απαραίτητο να υπάρχει άρτια απεικόνιση όλων των δομών του μαστού.

Τα τεστ είναι τα ακόλουθα:

1.Δοκιμές ομοιομορφίας ανακατασκευασμένων εικόνων

Ο σκοπός αυτής της δοκιμής είναι να διασφαλιστεί η επιπεδότητα και η ομοιογένεια των ανακατασκευασμένων επίπεδων ομοιωμάτων.

Μετρούνται δύο παράμετροι : φωτεινότητα και SNR(λόγος σήματος προς θόρυβο)

Ομοίωμα : PMMA

Συχνότητα: εβδομαδιαία

2.Βαθμολογία ομοιώματος ACR 3D

Η δοκιμή έχει σχεδιαστεί για να διασφαλίσει την κατάλληλα και συνεπή ποιότητα για τους ανακατασκευασμένους όγκους

Αφού πραγματοποιηθεί μια λήψη τομοσύνθεσης με τοποθετημένο το ομοίωμα ACR γίνεται έλεγχος του εύρους παραθύρου τιμών(WW), επίπεδο παραθύρων τιμών(WL), και έπειτα ελέγχεται πόσα από τα 16 μορφώματα (ίνες, μάζες αποτιτανώσεις)τα οποία είναι τοποθετημένα στο κερύ του ομοιώματος απεικονίζονται.

Συχνότητα: εβδομαδιαία

3.Έλεγχος λειτουργίας AOP

Ελέγχεται η ορθότητα των παραμέτρων στον τρόπο λειτουργίας του ελέγχου αυτόματης έκθεσης.

Ομοίωμα: PMMA

Συχνότητα: Μηνιαία

4.Δοκιμή ομοιομορφίας εικόνας και κακών εικονοστοιχείων (pixel)

Ελέγχεται η κατάσταση του ανιχνευτή από τυχόν φθορές που θα μπορούσαν να δώσουν στην τελική εικόνα ψευδείς πληροφορίες που θα αλλοίωναν το αποτέλεσμα της διάγνωσης του γιατρού.

4.2 Σύστημα απεικόνισης μαστού SENOGRAPHE PRISTINA GE

Οι μετρήσεις για αυτήν την εργασία έγιναν με το μαστογραφικό σύστημα της General Electric Senographe Pristina 3D το οποίο λαμβάνει εννέα προβολές σε εννέα σταθερές περιοχές της λυχνίας ίσης απόστασης μεταξύ τους, σε γωνία σάρωσης 25° (23,4° στο επίπεδο εικόνας). Κάθε μία από τις εννέα προβολές είναι μία εικόνα χαμηλής δόσης ασθενή, ώστε να διατηρηθεί η συνολική δόση εξέτασης 3D ίση με αυτή της εξέτασης 2D.

Ο σταθμός αναδόμησης ανακατασκευάζει τις εικόνες Ψηφιακής τομοσύνθεσης μαστού (DBT) (Planes (Επίπεδα) και Slabs (Πλάκες)) από τις ληφθείσες προβολές. Ο σταθμός αναδόμησης διαβάζει τις προβολές DBT από το AWS και τις επεξεργάζεται για να δημιουργήσει εικόνες DBT παράλληλες με το επίπεδο του ανιχνευτή.



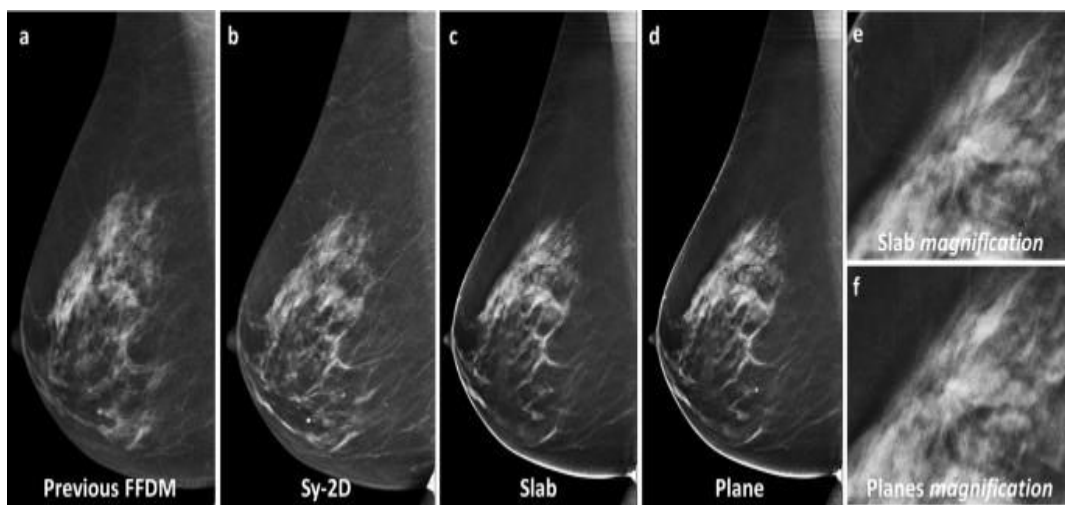
Εικόνα 35. Μαστογραφικό σύστημα GE

Ανασυντίθενται δύο διακριτά σύνολα δεδομένων:

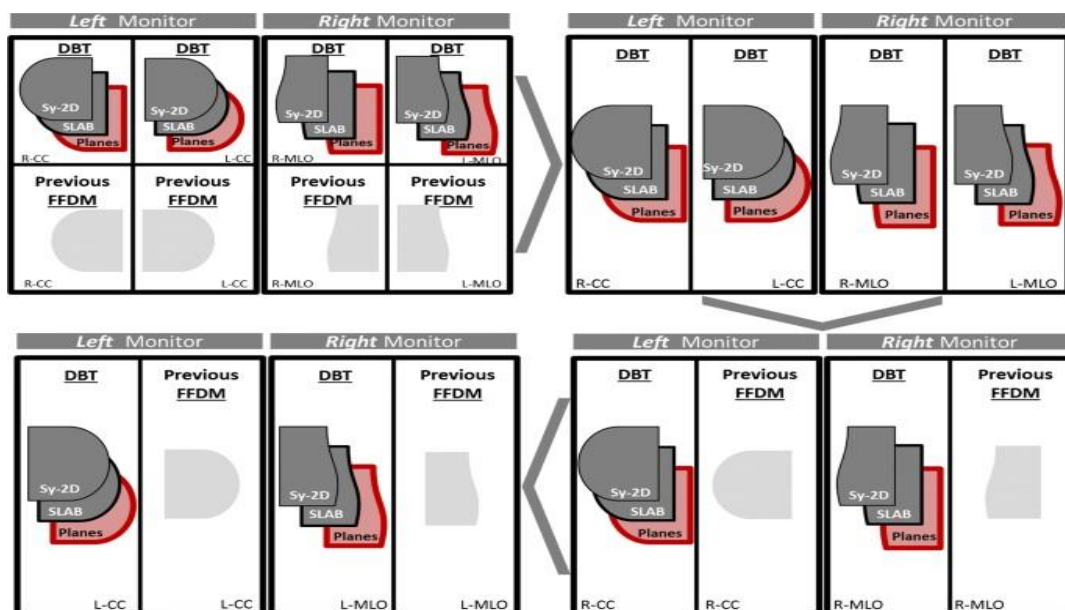
- **Planes(επίπεδα):** Είναι μια σειρά εικόνων παράλληλα στο επίπεδο του ανιχνευτή που έχουν αναδομηθεί από τις προβολές. Η απόσταση τους είναι 0,5 mm (προεπιλογή) ή 1 mm ανάμεσα στα **Planes**, ανάλογα με τη διαμόρφωση του συστήματος, τα οποία κωδικοποιούνται σε ένα DICOM αντικείμενο τομοσύνθεσης μαστού.
- **Slabs(πλάκες):** Είναι μια επαναπροβολή πολλαπλών επιπέδων για τη δημιουργία επιθυμητού πάχους δεδομένων, συνήθως πάχους 10 mm, και παράλληλα στο επίπεδο του υποδοχέα εικόνας. Οι πλάκες αναδομούνται για να επικαλύπτουν η μία την άλλη για να βοηθήσουν στην αναγνώριση των τρισδιάστατων χαρακτηριστικών της αλλοίωσης κατά την επισκόπηση.

Στο πάχος 10 mm χρησιμοποιώντας μονάδα Προβολής μέγιστης έντασης (MIP) και κωδικοποιούνται σε ξεχωριστά αντικείμενα DICOM τομοσύνθεσης μαστού. Μόλις ολοκληρωθεί η αναδόμηση, τα επίπεδα και οι πλάκες τομοσύνθεσης μπορούν να μεταφερθούν αυτόματα σε σταθμό εργασίας ανασκόπησης που είναι συμβατός με απεικόνιση όγκων DBT.

Ενώ τα επίπεδα έχουν πολύ ρηχό βάθος πεδίου και παρέχουν απεικόνιση του επιπέδου ενδιαφέροντος μόνο, οι πλάκες διαθέτουν μεγαλύτερο βάθος πεδίου και παρέχουν καλύτερη αίσθηση κατανομής για ορισμένες αλλοιώσεις (συνήθως, συσσωματώσεις μικροαποτιτανώσεων)



α)



β)

Εικόνα 36. Slabs και planes

4.3 Έλεγχος ποιότητας εικόνας

Η ιατρική απεικόνιση η οποία αποτελεί το >70% του συνολικού αριθμού των διαγνωστικών ιατρικών εξετάσεων, περιλαμβανομένης της συμβατικής προβολικής ακτινογράφησης και ακτινοσκόπησης καθώς και της ψηφιακής τεχνικής της υπολογιστικής τομογραφίας (X-ray Computed Tomography, X-ray CT), που χρησιμοποιείται για την τρισδιάστατη απεικόνιση με ακτίνες Χ, αξιοποιεί ένα πλήθος δεδομένων, τύπου εικόνας, που παρέχονται από ανιχνευτικές διατάξεις (ανιχνευτές) διαφόρων πηγών ενέργειας, που αναπαριστούν στο χώρο (χωροταξικά), διάφορες φυσικές ή χημικές ιδιότητες ανατομικών δομών ή φυσιολογικών λειτουργιών του ανθρώπινου σώματος. Οι ενέργειες αυτές προέρχονται από ακτινοβολία Χ, εκπομπή μονών φωτονίων, εκπομπή ποζιτρονίων, υπερήχους, πυρηνικό μαγνητικό συντονισμό και ορατά φωτόνια.

Η έννοια της ποιότητας εικόνας είναι σημαντική στη ιατρική απεικόνιση καθώς επηρεάζει τη διαγνωστική αξία της παραγόμενης εικόνας, δηλαδή τη δυνατότητα παροχής/άντλησης διαγνωστικών πληροφοριών από αυτή, την ανίχνευση και το χαρακτηρισμό καλοήθειας ή κακοήθειας καθώς και την παρακολούθηση του θεραπευτικού αποτελέσματος. Η αξιολόγηση ποιότητας εικόνας είναι επίσης σημαντική για την αξιολόγηση της απόδοσης των συστημάτων ιατρικής απεικόνισης, προϊόν των οποίων αποτελεί η ιατρική εικόνα, καθώς και για τη βελτιστοποίησή τους.

Η ποιότητα της εικόνας εξαρτάται λοιπόν από τις διαγνωστικές πληροφορίες που εμφανίζονται σε αυτή. Η πρώτη εκτίμηση γίνεται από τον τεχνολόγο ακτινολογίας και έπειτα από τον ιατρό ακτινοδιαγνώστη, ο οποίος έχει και τον βασικό λόγο, αφού είναι υπεύθυνος για την γνωμάτευση της ιατρικής εικόνας.

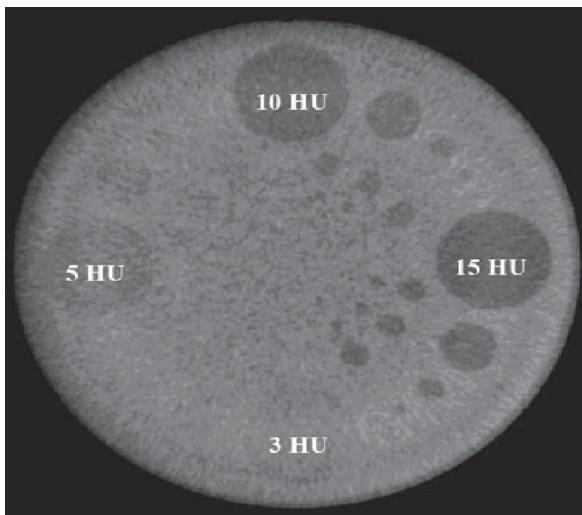
Η υποκειμενική εκτίμηση της ποιότητας της ακτινοδιαγνωστικής εικόνας επιτυγχάνεται με βάση τις τιμές ορισμένων παραμέτρων όπως η αντίθεση, η ασάφεια, ο θόρυβος η διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης, η διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης.

Με την βοήθεια των phantom και αφού γίνουν οι απαραίτητες λήψεις μπορούμε να έχουμε την αντικειμενική άποψη της ορθής ή όχι λειτουργίας του απεικονιστικού συστήματος μας.

Τέλος θα αναλύσουμε κάποιες από τις παραμέτρους που ελέγχουμε για να εξασφαλίσουμε την σωστή λειτουργία του μαστογραφικού συστήματος.

4.3.1 Διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης (διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης – low contrast resolution)

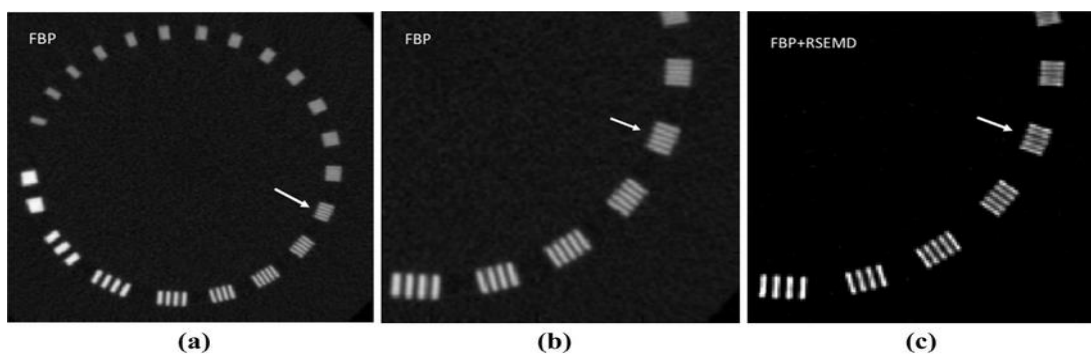
Η διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης είναι παράμετρος που περιγράφει την ικανότητα ενός απεικονιστικού συστήματος να διακρίνει μικρές διαφορές που υπάρχουν στην ένταση του καταγραφόμενου σήματος. Έτσι μπορεί να απεικονίσει ανατομικές δομές με παραπλήσιους γραμμικούς συντελεστές εξασθένισης. Οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης είναι τα Kvp, τα mAs, οι αλγόριθμοι ανακατασκευής της εικόνας και το πεδίο ανασύνθεσης (FOV). Αρνητικά όμως επιδρούν και οι παράγοντες υποβάθμισης της ποιότητας της εικόνας όπως ο θόρυβος, τα τεχνικά σφάλματα στην εικόνα (artifacts) και η σκέδαση της ακτινοβολίας. Για την αξιολόγηση της διακριτικής ικανότητας χαμηλής αντίθεσης χρησιμοποιούνται εργαστηριακά δοκίμια (phantoms) τα οποία περιέχουν πέντε προοδευτικά αυξανόμενες οπές (1-5mm) οι οποίες περιέχουν πέντε διαφορετικά υλικά. Ο αριθμός των οπών που είναι διακριτός για κάθε υλικό προσδιορίζει το βαθμό της διακριτικής ικανότητας χαμηλής αντίθεσης του συστήματος.



Εικόνα 37. Διακριτική ικανότητα χαμηλής αντίθεσης

4.3.2 Διακριτική ικανότητα υψηλής αντίθεσης (χωρική ανάλυση – spatial resolution)

Η ικανότητα του απεικονιστικού συστήματος να διακρίνει διαφορετικές ανατομικές δομές οι οποίες όμως βρίσκονται σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους και περιγράφεται από τη μέγιστη συχνότητα η οποία μπορεί να γίνει αντιληπτή είναι η ανάλυση της παραγόμενης εικόνας. Η συχνότητα αυτή έρχεται σε συνάρτηση με το χώρο (χωρική συχνότητα) αλλά όχι με τον χρόνο και για αυτό μετράται σε ζεύγη γραμμών ανά χιλιοστό (lines per mm, lp/cm). Για την μέτρηση της χωρικής διακριτικής ικανότητας υψηλής αντίθεσης απαραίτητη είναι η χρήση ενός εργαστηριακού αντικειμένου (phantom) το οποίο φέρει προοδευτικά στενότερες ισοπαχείς μεταλλικές λωρίδες που σταδιακά πυκνώνουν. Η εικόνα που πρέπει να ληφθεί είναι μια εναλλαγή λευκών και μαύρων γραμμών (μέταλλο-αέρας) ανά ζεύγη που γίνονται όλο και πιο πυκνές. Έτσι ως μέγιστη ανάλυση του συστήματος ορίζεται ο μέγιστος αριθμός των ζευγών γραμμών ανά cm line pairs/cm, lp/cm) που είναι διακριτός. Κατά κύριο λόγο η ανάλυση της παραγόμενης εικόνας σε ένα ψηφιακό απεικονιστικό σύστημα καθορίζεται από τη διάσταση του εικονοστοιχείου (pixel) του ανιχνευτή, καθώς όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των εικονοστοιχείων που συνθέτουν την ακτινογραφική εικόνα και όσο μικρότερες είναι οι διαστάσεις της, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η ανάλυση της παραγόμενης εικόνας, και τόσο πιο λεπτομερής και ευκρινής θα εμφανίζεται. Επίσης η ανάλυση εξαρτάται από τη γεωμετρία της δέσμης, από τις παραμέτρους ανασύνθεσης από το εστιακό μέγεθος της ακτινικής δέσμης (focal spot size),. Η ανάλυση της εικόνας προσδιορίζεται από τον ανιχνευτή, όμως η διακριτική της ικανότητα επηρεάζεται και από τα φίλτρα που θα χρησιμοποιηθούν και από τον τύπο της επεξεργασίας που θα γίνει αφού ληφθεί η εικόνα. Συμπερασματικά για την λήψη μιας υψηλής διαγνωστικής αξίας εικόνα θα πρέπει τόσο η ανάλυση όσο και η διακριτική ικανότητα να είναι σε υψηλά επίπεδα.



Εικόνα 38. Διακριτική Ικανότητα Υψηλής Αντίθεσης – Χωρική Διακριτική Ικανότητα.

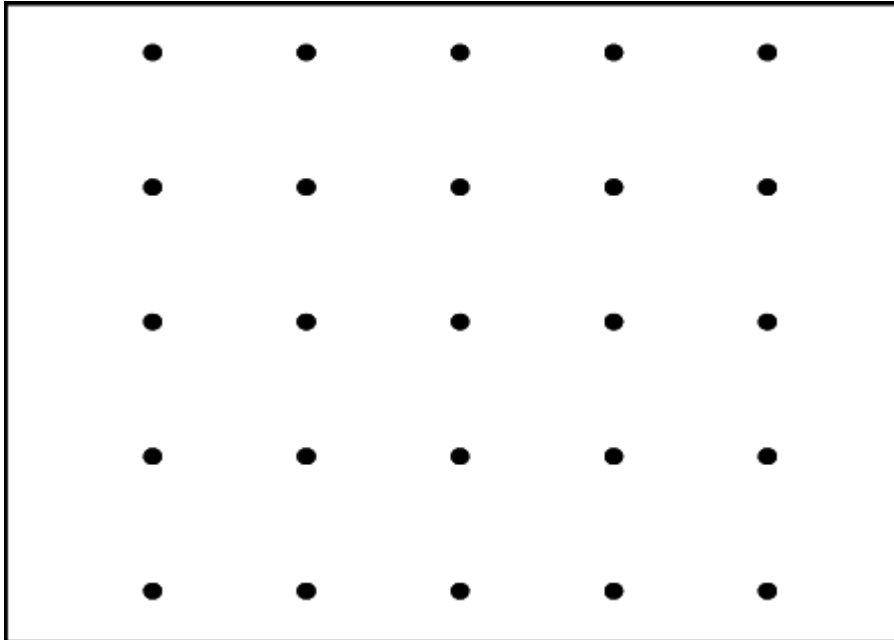
4.3.3 Γεωμετρική ακρίβεια

Με όρο γεωμετρική ακρίβεια εννοούμε τον ακριβή εντοπισμό μιας δομής,

- στον άξονα X οριζόντια (πλάτος)
- στον άξονα Y κατακόρυφα (μήκος)
- στον άξονα Z (βάθος)

Είναι πολύ σημαντική η ακρίβεια του απεικονιστικού συστήματος στην αποτύπωση των δομών τόσο στην διάγνωση όσο και στην λεπτομερή περιγραφή τους καθώς υπάρχει η πιθανότητα να χρειαστούν περαιτέρω εξετάσεις που είναι απαραίτητη η ακριβής εντόπιση της βλάβης.

Η γεωμετρική ακρίβεια ελέγχεται με phantom όπου ήδη είναι γνωστές οι αποστάσεις μεταξύ των δομών, οι οποίες θα μετρηθούν και στην παραγόμενη εικόνα και φυσικά η επιτυχία κρίνεται από την συμφωνία των αποστάσεων αυτών.



Εικόνα 39. Phantom για την αξιολόγηση της γεωμετρικής παραμόρφωσης, το οποίο αποτελείται από μια πλάκα PMMA πάχους 5 mm με μια ορθογώνια διάταξη σφαιρών αλουμινίου διαμέτρου 1 mm ενσωματωμένες στη μέση της πλάκας. Οι σφαίρες βρίσκονται σε απόσταση 55mm με ακρίβεια +/- 0,1mm.

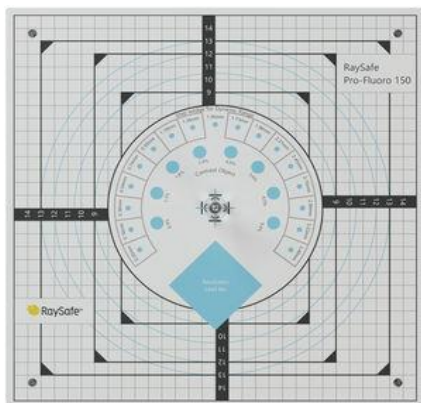
4.4 Ομοιώματα

Για τον ποιοτικό έλεγχο των συστημάτων μαστογραφίας, βάσει των κατευθυντήριων οδηγιών, χρησιμοποιούνται:

- Ειδικά ομοιώματα μαστού (phantoms). Τα ομοιώματα αυτά περιέχουν μορφώματα με τα οποία εκτιμάται το όριο της ευκρινούς απεικόνισης των μαστογράφων νέας γενιάς.
- Πλάκες PMMA
- Μετρητής KV, δοσίμετρο, φύλλα Al (το δοσίμετρο και το KV meter είναι βαθμονομημένα και διακριβωμένα όργανα ανάλογα με τους συνδυασμούς υλικού ανόδου λυχνίας και φίλτρου).
- Δημοσίευση του Dance

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά ενός ομοιώματος είναι:

- πρέπει να έχουν ρεαλιστικά σχήμα
- πρέπει να είναι ισοδύναμα ιστού.
- πρέπει να έχουν ένα ρεαλιστικό φόντο -background
- πρέπει να μιμούνται τα χαρακτηριστικά των νόσων του μαστού (αποτιτανώσεις, όγκοι.).
- πρέπει να είναι εύκολα στη χρήση.
- πρέπει να ελέγχουν διάφορες παραμέτρους, συμπεριλαμβανομένων της απορροφούμενης δόσης και την ποιότητα της εικόνας.
- Οι εικόνες των phantom θα πρέπει να ερμηνεύονται εύκολα και να παρέχουν ακριβή και ποσοτικοποιημένη τιμή της ποιότητας της εικόνας.



Τα ομοιώματα κατασκευάζονται από υλικά υψηλής ποιότητας και απαιτούν λεπτούς χειρισμούς κατά την χρήση τους. Όταν δεν είναι σε χρήση, θα πρέπει να αποθηκεύονται σε ασφαλή τοποθεσία και να φυλάσσονται σε θερμοκρασία δωματίου. Ο καθαρισμός τους μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση ήπιου σαπουνιού και υδατικού διαλύματος.

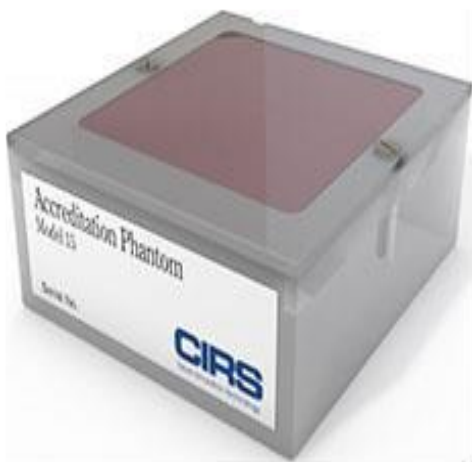
Εικόνα 40. Ομοιώματα ελέγχου ποιότητας

4.4.1 ACR ομοίωμα

Το Mammographic Accreditation Phantom (ACR) σχεδιάστηκε για να ελέγξει την απόδοση συστημάτων μαστογραφίας. Επιτρέπει την ποσοτική αξιολόγηση της ικανότητας του απεικονιστικού συστήματος να προβάλλει μικρές δομές παρόμοιες με αυτές που εντοπίζονται κλινικά (ινώδεις, αποτιτανώσεις και μάζες όγκων).

Το ομοίωμα της ACR έχει σχεδιαστεί για να καθορίσει εάν το σύστημα του μαστογράφου και μπορεί να ανιχνεύσει μικρές δομές που είναι σημαντικές για την έγκαιρη ανίχνευση της κακοήθειας του μαστού.

Βοηθά στην διαγνωστική απεικόνιση ώστε να διασφαλιστεί η βέλτιστη ποιότητα εικόνας για την χαμηλότερη δόση ακτινοβολίας και γενικά στην βελτιστοποίηση της απόδοσης του μαστογράφου.

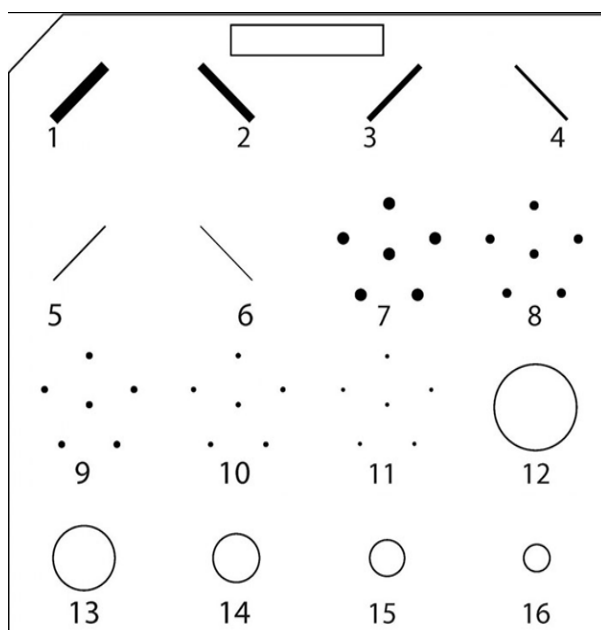


Εικόνα 41. Ομοίωμα ελέγχου ποιότητας μαστογραφικής εικόνας (CIRS Accreditation phantom).

Οι έλεγχοι που αφορούν την κατάσταση του συστήματος είναι καθημερινοί και πρέπει να αξιολογούνται η λυχνία, ο ανιχνευτής, το σύστημα συμπίεσης, το χειριστήριο καθώς και να γίνεται επιβεβαίωση της σωστής λειτουργίας του συστήματος και της επαναληψιμότητας των παραμέτρων λειτουργίας (KV, mAs, Exposure Index, mean pixel value-MPV).

Χαρακτηριστικά:

Ίνες, στίγματα και μάζες ενσωματωμένες σε κερι που έχουν εισαχθεί για την προσομοίωση μικροαποτιτανώσεων, ινωδών δομών και όγκων



Εικόνα 42. Διάγραμμα των δομών του CIRS Accreditation ομοιώματος.

Το ομοίωμα έχει πάχος 4,4 cm και φέρει 7 χιλιοστά ένθετου τμήματος κεριού, που περιέχει 16 μορφώματα, εκ των οποίων 6 διαφορετικές ίνες από νάιλον που προσομοιάζουν ινώδεις δομές, 5 διαφορετικά μεγέθη μαζών σε σχήμα φακής, που προσομοιάζουν κυστικά μορφώματα και 5 δομές σιγμάτων οξειδίου του αργιλίου Al_2O_3 που προσομοιάζουν μικροαποτιτανώσεις (Πίνακας 43).

Ίνες (fibers) (πάχος mm)	Μικρο-αποτιτανώσεις (micro-calcifications) (mm Al_2O_3)	Μάζες (masses) (διάμετρος mm)
1.56	0.54	2.00
1.12	0.40	1.00
0.89	0.32	0.75
0.75	0.24	0.50
0.54	0.16	0.25
0.40		

Πίνακας 43. Περιγραφή χαρακτηριστικών του ACR ομοιώματος.

4.4.2 CIRS Digital Breast Tomosynthesis ομοίωμα

Το ομοίωμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την διενέργεια των ελέγχων είναι το CIRS Digital Breast Tomosynthesis, το οποίο έχει σχεδιαστεί για διασφαλίσει την ποιότητα εικόνας στον έλεγχο για συστήματα Ψηφιακής Τομοσύνθεσης Μαστού (DBT). Τηρεί όλες τις απαιτήσεις του Ευρωπαϊκού οργανισμού αναφοράς για την διακρίβωση ποιότητας και για διαγνωστικές υπηρεσίες (EUREF) και του Αμερικάνικου συλλόγου Ακτινοφυσικών στην ιατρική (AAPMTG245).



Εικόνα 44. CIRS digital breast Tomosynthesis

Το ομοίωμα αποτελείται από οκτώ ημισφαιρικές πλάκες κατασκευασμένες από υλικό ισοδύναμο μαστού με αναλογία 50/50 (αδενικό/λιπώδη ιστό) BR50/50). Τρεις πλάκες περιλαμβάνουν τους στόχους απεικόνισης. Το τμήμα απεικόνισης κάθε ημικυκλικού σχήματος πλάκας έχει διαστάσεις 100 x 180 x 10 mm. Αυτό επιτρέπει την χρήση συνδυασμών πλακών για τον έλεγχο του απεικονιστικού συστήματος.

Όλες οι πλάκες μπορούν εύκολα να συναρμολογηθούν σε διαφορετικές διαμορφώσεις χρησιμοποιώντας τη μαγνητική στήριξη . Οι επάνω και κάτω πλάκες έχουν στρογγυλεμένη εξωτερική άκρη για ελαχιστοποιούνται οι ψευδενδείξεις.

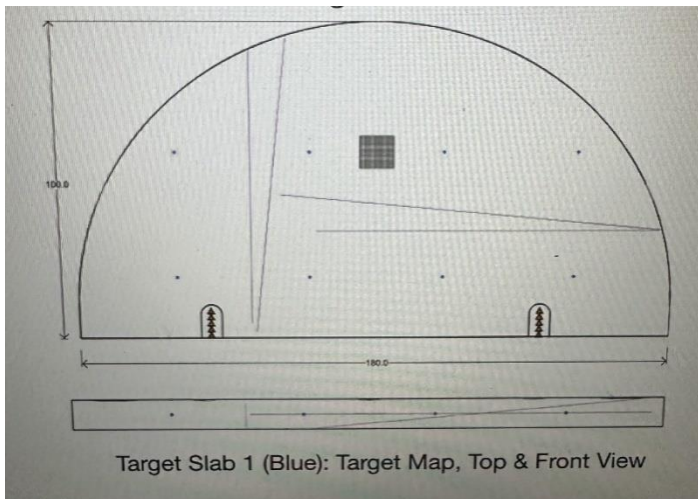
Οι παράμετροι οι οποίοι μπορούν να μετρηθούν είναι:

- Ομοιομορφία τιμής Pixel
- Θόρυβος - αναλογία σήματος προς θόρυβο (SNR) και αναλογία διαφοράς σήματος προς θόρυβο (SDNR)
- Ανάλυση στους άξονες των τριών διαστάσεων
- Γεωμετρική τρισδιάστατη ακρίβεια
- Αξιολόγηση τεχνικών σφαλμάτων (artifacts)
- Οπτική ανιχνευσιμότητα των στιγμάτων, των μάζων και τις ινών.

Το Positioning Holder επιτρέπει τη δημιουργία διαφορετικού πάχους στήθους (έως 75 mm) με μια «τυπική» αναλογία αδένων/λιπών 50/50%. Οι πλάκες στόχου μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαζί ή μεμονωμένα σε διαφορετικές κάθετες θέσεις (κατεύθυνση Z) με ακρίβεια και επαναληψιμότητα.

Παρακάτω θα μελετήσουμε αναλυτικά την κάθε πλάκα στόχο του ομοιώματος την οποία χρησιμοποιούμε.

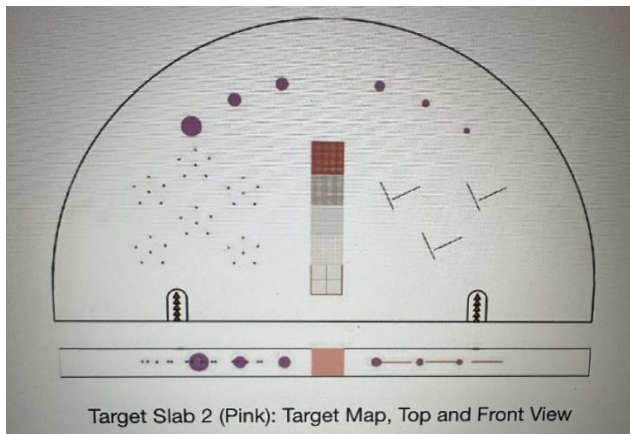
ΠΛΑΚΑ ΕΛΕΓΧΟΥ No 1



Εικόνα 45. Πλάκα ελέγχου συνάρτησης μεταφοράς διαμόρφωσης (MTF), λόγου σήματος προς θόρυβο (SNR) και γεωμετρικής ακρίβειας.

- Αποτελείται από κεραμικές μπάλες, γεωμετρικά διατεταγμένες σε πλέγμα 40x40 mm για MTF (modulation transfer function), PSF (points pread function) και γεωμετρική παραμόρφωση στις κατευθύνσεις X και Y.
- Το καθαρό φύλλο Al 10x10 mm επί 200 μm πάχους έχει αρκετό περιβάλλοντα χώρο για έλεγχο SDNR και SNR.
- Ένα σύρμα βολφραμίου στο μεσαίο οριζόντιο επίπεδο που έχει κλίση στον άξονα X.
- Ένα άλλο καλώδιο με κλίση του άξονα Y, μπορεί επιπλέον να βοηθήσει σε μια κατεύθυνση 90 μοιρών δεδομένου ότι η διαδικασία λήψης εικόνας DBT δεν είναι συμμετρική σε ένα επίπεδο XY.
- Ένα επιπλέον ζεύγος συρμάτων βολφραμίου που έχουν κλίση προς την κατεύθυνση Z μπορεί να βοηθήσει για τον έλεγχο MTF στην κατεύθυνση Z και επίσης για την ποιότητα της ανακατασκευασμένης εικόνας.
- Οι στόχοι των ιστών τοποθετούνται στην επιφάνεια της πλάκας, στο τοίχωμα του μαστού, στο επίπεδο της θηλής και παρέχουν εύκολη οπτική ανίχνευση επειδή είναι κατασκευασμένα από στοιχεία 2 mm με συνολικό μήκος 10 mm.

ΠΛΑΚΑ ΕΛΕΓΧΟΥ Νο 2



Εικόνα 46. Πλάκα ελέγχου κλίμακας αντίθεσης, χαμηλής διακριτικής ικανότητας, απεικόνισης αποτιτανώσεων και ινών.

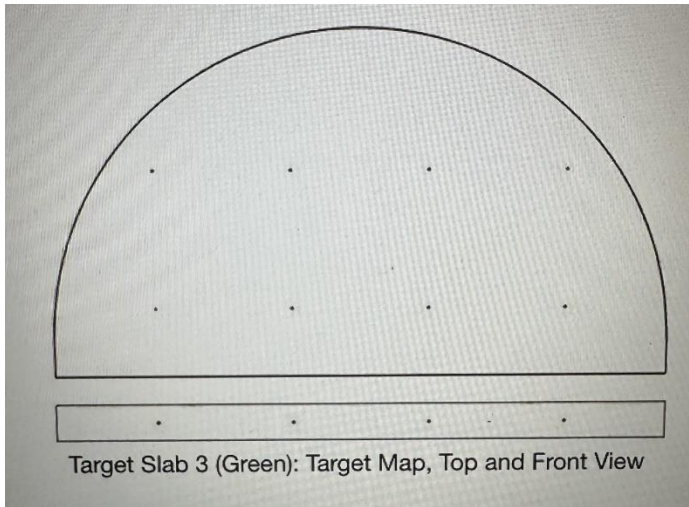
Η πλάκα Νο 2 φέρει δομές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την οπτική αξιολόγηση και ως αναφορά για την απόδοση του συστήματος όσο αφορά την πάροδο του χρόνου.

- Τα specs και οι σφαιροειδείς μάζες χρησιμοποιούνται για μια οπτική αξιολόγηση pass-fail.
- Σφήνες με διαφορετικό αδενικό περιεχόμενο χρησιμοποιούνται για αναφορά και δυναμική αξιολόγηση του εύρους.
- Ένα σετ 6 ινών παρέχει ένα κατώφλι για οπτική αξιολόγηση επιτυχίας.
- Παρόμοιοι αλλά διαφορετικού σχήματος στόχοι ιστού τοποθετούνται στην πλάκα στην επιφάνεια, στο τοίχωμα του μαστού προς την κατεύθυνση της θηλής και παρέχουν εύκολη οπτική ανίχνευση γιατί είναι κατασκευασμένα από στοιχεία 2 mm με συνολικό μήκος 10 mm.

Στίγματα (Γυαλί)	Σφαιροειδείς μάζες (Καρκίνωμα μαστού)	Ίνες (10 mm μήκους)	Βήμα σφήνας	Χαμένοι στόχοι ιστών
0.330 mm	6.3 mm	0.15 mm	100 % αδένας	Ποσότητα: 5στοιχεία
0.280 mm	4.7 mm	0.18 mm	70 % αδένας	Μέγεθος: 2 mm
0.230 mm	3.9 mm	0.23 mm	50 % αδένας	
0.200 mm	3.1 mm	0.28 mm	30 % αδένας	
0.170 mm	2.3 mm	0.28 mm	100 % λίπος	
0.140 mm	1.8 mm	0.41 mm		

Πίνακας 47. Χαρακτηριστικά δομών πλάκας Νο 2.

ΠΛΑΚΑ ΕΛΕΓΧΟΥ Νο 3



Εικόνα 48. Πλάκα Νο 3. Έλεγχος γεωμετρικής ακρίβειας στους X και Y άξονες.

Η πλάκα Νο 3 έχει κεραμικές μπάλες γεωμετρικά διατεταγμένες σε 40x40 mm σε μοτίβο πλέγματος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για MTF, PSF και για γεωμετρική παραμόρφωση σε X και Y άξονα.

Η πλάκα στόχος 3, που χρησιμοποιείται από κοινού με την πλάκα Νο 1, δημιουργεί ένα τρισδιάστατο πλέγμα και επιτρέπει τις γεωμετρικές μετρήσεις στην κατεύθυνση Z σε διαφορετικές αποστάσεις και θέσεις.

4.5 Μετρήσεις

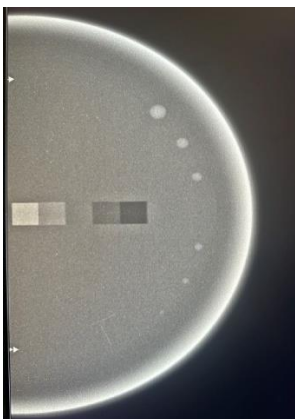
Πραγματοποιήθηκαν λήψεις CC σε 2D και 3D απεικόνιση, με τα ομοιώματα, όπου τα χαρακτηριστικά τους έχουν ήδη αναφερθει, CIRS digital breast tomosynthesis και με CIRS Accreditation phantom στο μαστογραφικό σύστημα SENOGRAPHE PRISTINA GE .

4.5.1 2D λήψεις



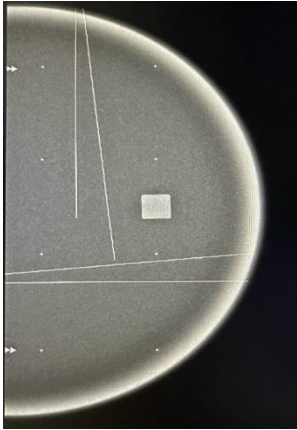
mAs	34.8
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	3
Thickness (mm)	54.8
ESE (mGy)	4.91
AGD (mGy)	1.44

Εικόνα 49 : 2D απεικόνιση του CIRS 3D ομοιώματος χρησιμοποιώντας την πλάκα 3 (γεωμετρική ακρίβεια).



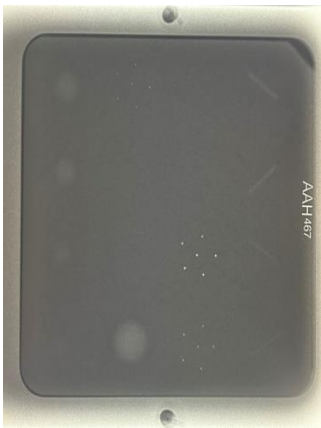
mAs	34.9
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	3
Thickness (mm)	54.8
ESE (mGy)	4.91
AGD (mGy)	1.44

Εικόνα 50 : 2D απεικόνιση του CIRS 3D ομοιώματος χρησιμοποιώντας την πλάκα 2 (κλίμακα αντίθεσης, χαμηλή διακριτικής ικανότητας, απεικόνιση αποτιτανώσεων και ινών).



mAs	34.9
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	3
Thickness (mm)	54.8
ESE (mGy)	4.91
AGD (mGy)	1.44

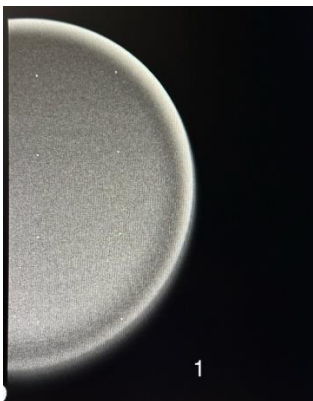
Εικόνα 51 : 2D απεικόνιση του CIRS 3D ομοιώματος χρησιμοποιώντας την πλάκα 1 (συνάρτησης μεταφοράς διαμόρφωσης (MTF), λόγου σήματος προς θόρυβο (SNR) και γεωμετρικής ακρίβειας).



mAs	26.7
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	5
Thickness (mm)	42.6
ESE (mGy)	3.68
AGD (mGy)	1.27

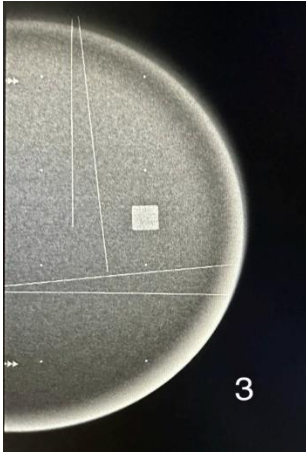
Εικόνα 52 : 2D απεικόνιση του ACR 2D ομοιώματος χρησιμοποιώντας.

4.5.2 3D λήψεις



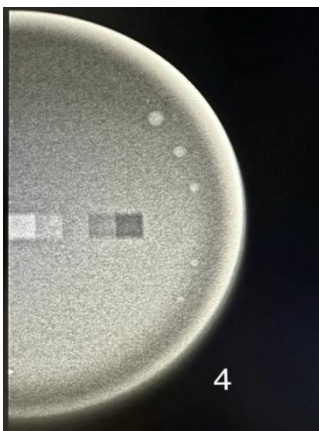
mAs	3.9 (ανά 2D)
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	3
Thickness (mm)	54,8
Rotation	11.8°
ESE (mGy)	0.52 / 4.68 (ολική)
AGD (mGy)	0.15 / 1.35 (ολική)

Εικόνα 53 : 3D λήψη του CIRS 3D ομοιώματος χρησιμοποιώντας την πλάκα ελέγχου γεωμετρικής ακρίβειας. Απεικόνιση μίας τομής του τρισδιάστατου όγκου απεικόνισης.



mAs	3.9 (ανά 2D)
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	3
Thickness (mm)	54,8
Rotation	11.8°
ESE (mGy)	0.52 / 4.68 (ολική)
AGD (mGy)	0.15 / 1.35 (ολική)

Εικόνα 54 : 3D λήψη του CIRS 3D ομοιώματος χρησιμοποιώντας την πλάκα ελέγχου γεωμετρικής ακρίβειας, συνάρτησης μεταφορά μεταμόρφωσης και λόγου σήματος προς θόρυβο. Απεικόνιση μίας τομής του τρισδιάστατου όγκου απεικόνισης.



mAs	3.9 (ανά 2D)
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	3
Thickness (mm)	54,8
Rotation	11.8°
ESE (mGy)	0.52 / 4.68 (ολική)
AGD (mGy)	0.15 / 1.35 (ολική)

Εικόνα 55 : 3D λήψη του CIRS 3D ομοιώματος χρησιμοποιώντας την πλάκα ελέγχου κλίμακας αντίθεσης, διακριτικής ικανότητας χαμηλής αντίθεσης. Απεικόνιση μίας τομής του τρισδιάστατου όγκου απεικόνισης.



mAs	3 (ανά 2D)
kVp	34
Target	Rh
Filter	Ag
Force (daN)	5
Thickness (mm)	43.1
Rotation	11.8°
ESE (mGy)	0.38 / 3.42 (ολική)
AGD (mGy)	0.13 / 1.17 (ολική)

Εικόνα 56 : 3D λήψη του ACR ομοιώματος. Απεικόνιση μίας τομής του τρισδιάστατου όγκου απεικόνισης.

4.6 Σύγκριση μεταξύ κλασσικής και ψηφιακά ανακατασκευασμένης 3D μαστογραφίας

Μετά την ολοκλήρωση των λήψεων που απαιτούνται για την τομοσύνθεση με την βοήθεια ειδικών αλγορίθμων επιτυγχάνεται η παράγωγή ψηφιακά ανακατασκευασμένης εικόνας από τα 3D δεδομένα. Η ανακατασκευασμένη εικόνα δεν προορίζεται για γνωμάτευση, για τους λόγους που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, αλλά κρίνεται απαραίτητη η δημιουργία της για τους λόγους που θα αναπτυχθούν παρακάτω.

Αρχικά η μαστογραφία πάντα απαιτείται να ελέγχεται συγκριτικά με τον προηγούμενο μαστογραφικό έλεγχο οπότε η δημιουργία της ανακατασκευασμένης εικόνας είναι μείζονος σημασίας, καθώς ο μαστός είναι ένα όργανο το οποίο μεταβάλλεται με την πάροδο του χρόνου, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει αποκτά παθολογία.

Η αποτύπωση της μαστογραφικής εικόνας σε film είναι πρακτική η οποία τείνει να εκλείψει στα περισσότερα modalities. Στη μαστογραφία, όμως, ακόμα, από τους περισσότερους γιατρούς θεωρείται απαραίτητη η εκτύπωση της για τον έλεγχο της εξέτασης.

Τέλος, η παρατήρηση των μαστογραφικών εικόνων γίνεται από γιατρούς άλλων ειδικοτήτων, όπως ο γυναικολόγος ή ο μαστολόγος, όπου πολλές φορές δεν είναι διαθέσιμα τα

υπολογιστικά συστήματα με τις προδιαγραφές που απαιτούνται για την ψηφιακή μελέτη των ψηφιακών αρχείων της τομοσύνθεσης.



Εικόνα 57 : Σύγκριση εικόνων 2D και 3D ανακατασκευασμένη εικόνα από 2D δεδομένα

5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η τομοσύνθεση είναι μία σχετικά καινούργια τεχνική απεικόνισης του μαστού, η οποία προσφέρει πάρα πολλά πλεονεκτήματα τα οποία είναι τα εξής:

Το βασικότερο πλεονέκτημα είναι η μείωση των ανακλήσεων το οποίο μπορεί να σημαίνει αρχικά την ακτινοπροστασία της εξεταζόμενης, αφού δεν θα είναι απαραίτητη η επιπλέον εντοπιστική-μεγεθυντική λήψη.

- Η μη διενέργεια μιας ενδεχόμενης ανάγκης για απεικονιστικό έλεγχο με MRI (μαγνητική τομογραφία) μαστών, που αυτό μπορεί να μην έχει ακτινική επιβάρυνση αλλά έχει περιορισμένη διαθεσιμότητα, μεγαλύτερο χρόνο και κόστος εξέτασης, και περιορισμούς διενέργειας της εξέτασης(αποτιτανώσεις-μεταλλικά αντικείμενα).
- Η ψυχολογική κατάσταση της εξεταζόμενης όταν δεν είναι ξεκάθαρο το αποτέλεσμα, σίγουρα είναι επιβαρυνμένη, οπότε όσο πιο σύντομα λάβει το αποτέλεσμα τόσο καλύτερα είναι για εκείνη.
- Η διάγνωση η οποία μπορεί να προσφερθεί από την τομοσύνθεση, καθώς δεν είναι απαραίτητες οι επιπλέον εξετάσεις, σαφώς και μπορεί να μην οδηγήσει σε επιπρόσθετη οικονομική επιβάρυνση της εξεταζόμενης.

Ωστόσο όμως, θα πρέπει να αναφερθούν και οι περιορισμοί της τεχνικής αυτής, οι οποίοι είναι το κόστος αγοράς και συντήρησης του απαιτούμενου εξοπλισμού, η συνολική χωρητικότητα που απαιτείται για την αποθήκευση των αρχείων της εξέτασης, το κόστος εξέτασης που επιβαρύνει την εξεταζόμενη και σαφώς η παραπάνω ακτινική επιβάρυνση της.

Πάντα στην χρήση ιοντίζουσας ακτινοβολίας κρίνεται απαραίτητη η αρχή της αιτιολόγησης έτσι ώστε να εκτιμηθεί το όφελος της εξέτασης σε σχέση με πιθανό κίνδυνο, έτσι το ερώτημα που μου γεννιέται στην ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι αν μπορεί να γίνει η αντικατάσταση της συμβατικής ψηφιακής μαστογραφίας με την τομοσύνθεση μαστών στον προληπτικό έλεγχο της κακοήθειας μαστών.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1.«Μελέτη της μεταβολής των καρκινικών αντιγόνων TPA και CA 15-3 στον ορό ασθενών του μαστού με την ραδιοανοσολογική μέθοδο IRMA» ΖΕΚΕΡΙΕ ΟΓΛΟΥ ΓΚΙΖΕΜ

[ZekerieoglouG_2015.pdf \(duth.gr\)](#)

2.Ε Μάμπα - 2022 - polynoe.lib.uniwa.grΑπεικόνιση Μαστού: Τεχνικές Μαστογραφίας

3.Deep learning reconstruction of digital breast tomosynthesis images for accurate breast density and patient-specific radiation dose estimation Jonas Teuwen , Nikita Moriakov , Christian Fedon, Marco Caballo, Ingrid Reise, Pedrag Bakic, Eloy García, Oliver Diaz, Koen Michielsen, Ioannis Sechopoulos

4. Progress in diagnosis of breast cancer: Advances in radiology technology

Progress in diagnosis of breast cancer: Advances in radiology technology

J M Linder, Alan D Schiska

doi:10.4103/2347-5625.158017

5.ΒΑΣΣΙΟΥ ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΠΑΘΗΣΕΙΣ ΜΑΣΤΟΥ

<http://195.251.240.227/jspui/handle/123456789/11753>

6.Μελέτη Ομοιωμάτων για την Αξιολόγηση Εικόνας Απεικονιστικών Συστημάτων

Απεικόνισης Μαστού ΜΑΡΙΑ ΔΙΟΝΥΣΙΑ ΑΡΝΑΟΥΤΟΓΛΟΥ

<http://dx.doi.org/10.26265/polynoe-1713>

7. Pacifici S, Murphy A, Niknejad M, et al. Digital breast tomosynthesis. Reference article, Radiopaedia.org (Accessed on 05 Nov 2023) <https://doi.org/10.53347/rID-15235>

DOI: <https://doi.org/10.53347/rID-15235>

Permalink: <https://radiopaedia.org/articles/15235>

8. Digital tomosynthesis in breast imaging

L T Niklason¹, B T Christian, L E Niklason, D B Kopans, D E Castleberry, B H Opsahl-Ong, C E Landberg, P J Slanetz, A A Giardino, R Moore, D Albagli, M C DeJule, P F Fitzgerald, D F Fobare, B W Giambattista, R F Kwasnick, J Liu, S J Lubowski, G E Possin, J F Richotte, C Y Wei, R F WirthDOI: 10.1148/radiology.205.2.9356620

9. Digital Mammography Imaging: Breast Tomosynthesis and Advanced Applications

Radiol Clin North Am. Author manuscript; available in PMC 2011 Sep 1.

Published in final edited form as: Radiol Clin North Am. 2010 Sep; 48(5): 917–929.

doi: 10.1016/j.rcl.2010.06.009 Mark A. Helvie, M.D.

10. Progress in diagnosis of breast cancer: Advances in radiology technology

Author links open overlay panel J M Linder, Alan D Schiska

<https://doi.org/10.4103/2347-5625.158017>

10. Τρισδιάστατη Μαστογραφία – Έλεγχος Ποιότητας Εικόνας ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ Βιργινία Δόβα <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/3554>
<http://dx.doi.org/10.26265/polynoe-3394>

11. Αριστέα Μπούτου, Φοιτήτρια, Πτυχιακή Εργασία «Καρκίνος Του Μαστού Μετεγχειρητική Αποκατάσταση»,

Τ.Ε.Ι Δυτικής Ελλάδας, ΣΕΥΠ, Τμήμα Νοσηλευτικής, Πάτρα 2015 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ ΜΕΤΕΓΧΕΙΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ.pdf

12. Ελληνική Γυναικολογική Εταιρία Παθήσεων ΕΓΕΠΑΜ <https://www.egepam.gr>

13. ΒΑΣΙΛΕΙΑΔΗ, Ε. - ΔΡΑΚΩΤΟΥ MD PhD -3D. Μαστογραφία , Ακτινοδιαγνώστης, Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Αθηνών. <https://3dmastografia.gr/>

14. Λιάκου Παρασκευή, MD, PhD, FEBS, Χειρουργός Μαστού, Breastpedia, Ανατομία Μαστού <https://www.liakouparaskevi.gr/anatomia-mastoy/>

15. Γιάννης Π. Φύσσας MD, PhD, Ειδικός Χειρουργός Μαστού- Μαστολόγος, Διδάκτωρ Πανεπιστημίου Αθηνών Ο Μαστός Και Οι Παθήσεις του, Ανατομία Του Μαστού <https://fyssas.gr/anatomia-mastou/>

16. ΕΕΑΕ Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας

<https://eeae.gr>

17. Ανδριάννα Καρόνια, Διπλωματική Εργασία, « Διάγνωση Του Καρκίνου Του Μαστού Και Ο Ποιοτικός Έλεγχος Του Μαστογράφου», Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Θετικών Επιστημών, Τμήμα Φυσικής, 05/2013

18. Perry Sprawls, PhD, Mammography Physics and Technology for effective clinical imaging,

19. Breast Imaging: Mammography Radiology Key Breast Imaging: Mammography | Radiology Key

20. Vajuhudeen, Z., Bell, D. K-absorption edge. Reference article, 07/2020 Radiopaedia.org
<https://doi.org/10.53347/rID-79625>

21. Savini, A., Feliciani, G., Amadori, M., Rivetti, S., Cremonesi, M., Cesarini, F., ... Falcini, F The Role of Acquisition Angle in Digital Breast Tomosynthesis: A Texture Analysis Study. 2020 Applied Sciences, 10(17),

6047. doi:10.3390/app1017604710.3390/app10176047

- 22.** Niklason, L. T., Christian, B. T., Niklason, L. E., Kopans, D. B., Castleberry, D. E., Opsahl-Ong, B. H., Wirth, R. F. Digital tomosynthesis in breast imaging. 1997, *Radiology*, 205(2), 399-406. doi:10.1148/radiology.205.2.935662010.1148/radiology.205.2.9356620
- 23.** Li B, Avinash GB, Uppaluri R, Eberhard JW, Claus BEH (2004). The impact of acquisition angular range on the z-resolution of radiographic tomosynthesis. *Proc. CARS 1268*, 13–1, <https://www.openaccessjournals.com/articles/digital-breast-tomosynthesis-a-concise-overview.html>
- 24.** Tirada, N., Li, G., Dreizin, D., Robinson, L., Khorjekar, G., Dromi, S., & Ernst, T. Digital Breast Tomosynthesis: Physics, Artifacts, and Quality Control Considerations. *RadioGraphics*, 39(2), 2019, 413426. doi:10.1148/rg.201918004610.1148/rg.2019180046
- 25.** Kai Zeng, MS, Hengyong Yu, PhD, Shiyong Zhao, PhD, Laurie Lee Fajardo, MD, Christopher Ruth, PhD, Zhenxue Jing, PhD, and Ge Wang, PhD Digital Tomosynthesis Aided by Low-Resolution Exact Computed Tomography. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 2007 doi:10.1097/rct.0b013e31803e8c1f 10.1097/rct.0b013e31803e8c1f
- 26.** Yaffe, M. J., & Mainprize, J. G. Digital Tomosynthesis. *Radiologic Clinics of North America*, (2014) 52(3), 489–497. doi:10.1016/j.rcl.2014.01.00310.1016/j.rcl.2014.01.003
- 27.** Kiarashi, N., & Samei, E. Digital breast tomosynthesis: a concise overview. *Imaging in Medicine*, 5(5), 467 (2013) doi:10.2217/iim.13.5210.2217/iim.13.52
- 28.** Butler, R., & Hooley, R. J Tomosynthesis in Diagnostic Mammography. *Breast Tomosynthesis*, (2018) 3955. doi:10.1016/b978-0-323-35827-9.00006-x10.1016/B978-0-323-35827-9.00006-X
- 29.** Liberatore, M., Cucchi, J.-M., Fighiera, M., Binet, A., Missana, M. C., Brunner, P., ... Iannessi, A. Interest of systematic tomosynthesis (3D mammography) with synthetic 2D mammography in breast cancer screening. (2017)
- 30.** ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ « ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ » ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ « ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ » ΧΑΤΖΗΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ ΜΑΡΚΕΛΑ.
https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/11400/2410/chatziefstratiou_1919.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 31.** ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ « ΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΝΟΣΟΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΛΙΝΙΚΟΠΑΘΟΛΟΓΟΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ » ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ « ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΡΚΙΝΩΜΑΤΩΝ ΜΑΣΤΟΥ »
ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ
<https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/file/lib/default/data/1312795/theFile>

32. 2D Mammography or synthesized mammography in the evaluation of microcalcifications: can we change? M. A. Pinochet, A. V. Altamirano S. , M. Uchida, E. Horvath, K. Ponce, M. F. PIZZOLON; Santiago/CL

DOI-Link: <https://dx.doi.org/10.1594/ecr2017/C-1675>

33. Interest of systematic tomosynthesis (3D mammography) with synthetic 2D mammography in breast cancer screening

DOI:10.1515/hmbci-2017-0024

M. Liberatore, J. Cucchi, M. Fighiera, A. Binet, M. Missana, P. Brunner, M. Mourou, A. Iannessi less

Published in Hormone Molecular Biology and... 16 December 2017

34. Microsoft word - Diatrivi -Final modified_gog_edit_4.doc (auth.gr)

<https://ikee.lib.auth.gr/record/113542/files/AGGELOPOULOS.pdf>

35. Ποιότητα και Περιεχόμενο Ιατρικής Εικόνας (upatras.gr)

<https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/PHY1916/>

36. Ιωάννης Κανδαράκης Φυσικές και τεχνολογικές αρχές ακτινοδιαγνωστικής

37. Σταμάτης Μερκούρης Ακτινοδιαγνώστης Διευθυντής Κέντρου Μαστού Γιατί μια γυναίκα να κάνει τομοσύνθεση αντί μαστογραφίας; - ΑΠΕ-ΜΠΕ (amna.gr)

38. digital-breast-tomosynthesis-a-concise-overview.pdf (openaccessjournals.com)

39. Τύποι Καρκίνου Μαστού - Φροντίδα Μαστού (frontidamastou.gr)

<https://www.frontidamastou.gr/iatrika-themata/typi-karkinou-mastou/>

5.2 ΠΗΓΕΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1. Madonna Litta. Leonardo da Vinci

https://en.wikipedia.org/wiki/Madonna_Litta

Εικόνα 2. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ « ΠΡΟΗΓΜΕΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΤΗ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ » ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ « ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ » ΧΑΤΖΗΕΥΣΤΡΑΤΙΟΥ ΤΡΙΑΝΤΑΦΥΛΛΙΑ ΜΑΡΚΕΛΑ.

https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/11400/2410/chatziefstratiou_1919.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Εικόνα 3. Ε Μάμπα - 2022 - polynoe.lib.uniwa.gr [Απεικόνιση Μαστού: Τεχνικές Μαστογραφίας](#)

https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/11400/1961/%ce%9c%ce%91%ce%9c%ce%a0%ce%91%ce%95%ce%99%ce%a1%ce%97%ce%9d%ce%97_%ce%93%ce%9f.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Εικόνα 4. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ « ΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΝΟΣΟΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΛΙΝΙΚΟΠΑΘΟΛΟΓΟΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ » ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ « ΜΟΡΙΑΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΡΚΙΝΩΜΑΤΩΝ ΜΑΣΤΟΥ »

ΑΝΤΩΝΙΑΔΟΥ ΦΩΤΕΙΝΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ

<https://pergamos.lib.uoa.gr/uoa/dl/frontend/file/lib/default/data/1312795/theFile>

Εικόνα 5. ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ: ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ CONE BEAM CT ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ ΓΟΥΔΟΥΣΗΣ Σελ 11.

https://ikee.lib.auth.gr/record/303510/files/Thesis_goudousis.pdf

Εικόνα 6. ΜΠΣ : « ΝΕΟΠΛΑΣΜΑΤΙΚΗ ΝΟΣΟΣ ΣΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΚΛΙΝΙΚΟΠΑΘΟΛΟΓΟΑΝΑΤΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΑ » ΒΛΕΝΝΩΔΕΙΣ ΑΛΛΟΙΩΣΕΙΣ

Εικόνα 7. <https://www.i-zouridakis.gr> καλοήθεις παθήσεις μαστού/ινοκυστικές αλλοιώσεις.

Εικόνα 8. Παθήσεις μαστού, Βασίλειος Καλλές MD, MSc, PhD, FEBS

Γενικός Χειρουργός/Χειρουργός Μαστού

<https://www.mastologos-korinthos.gr/pathiseis-mastou/inoadenoma/>

Εικόνα 9. File:Phyllodes tumour - very low mag.jpg

https://en.m.wikipedia.org/wiki/File:Phyllodes_tumour_-_very_low_mag.jpg

Εικόνα 10. Α) Παθήσεις μαστού, Βασίλειος Καλλές MD, MSc, PhD, FEBS

Γενικός Χειρουργός/Χειρουργός Μαστού <https://www.mastologos-korinthos.gr/kysteis-mastou/>

Β) Κύστεις Μαστού – Materna Care

Εικόνα 11. Μαστίτιδα και απόστημα του μαστού. Δρ Γεώργιος Μαρκίδης

<https://drmarkides.com/el/pathiseis-apostima-toy-mastoy/>

Εικόνα 12. Γεώργιος Ανθιμίδης Γενικός Χειρουργός

<https://anthimidis.gr/ypiresies/mastos/ekkrima-thilis/>

Εικόνα 13. Α) Καρκίνος του Μαστού - Dr. Δημήτριος Φιλίππου Γενικός Χειρουργός Αθήνα (filippou-surgery.gr) β) <https://fyssas.gr/karkinos-ogkos-mastou/>

Εικόνα 14. <https://freader.ekt.gr/eadd/index.php?doc=40399&lang=el#p=26>

<https://www.didaktorika.gr/eadd/>

Εικόνα 15. <https://www.gehealthcare.com/products/mammography/senographe-pristina>

Εικόνα 16. <https://www.iatronet.gr/eidiseis-nea/perithalpsi-asfalisi/news/40338/antidraseis-gia-tin-asfalistiki-timi-stin-psifiaki-mastografia-60-ews-100-evrw-i-timi-tis.html>

Εικόνα 17. [gehealthcare.com](https://www.gehealthcare.com) Pristina™

<https://www.gehealthcare.co.uk/products/mammography/senographe-pristina>

Εικόνα 18. <https://www.gehealthcare.co.uk/products/mammography/senographe-pristina>

Εικόνα 19. <https://www.gehealthcare.co.uk/products/mammography/senographe-pristina>

Εικόνα 20. Προληπτικός Απεικονιστικός Έλεγχος Μαστών και Αισθητικές Επεμβάσεις.

Βασίλειος Καλλές MD, MSc, PhD, FEBS <https://mybreast.gr/proleptikos-apeikonistikos-elegkhos-maston-kai-aisthetikes-epembaseis/>

Εικόνα 21. GE pristina manual

Εικόνα 22. Digital Breast Tomosynthesis: Physics, Artifacts, and Quality Control

Considerations <https://pubs.rsna.org/doi/full/10.1148/rg.2019180046>

Εικόνα 23. 2D Mammography or synthesized mammography in the evaluation of microcalcifications: can we change? M. A. Pinochet, A. V. Altamirano S., M. Uchida, E. Horvath, K. Ponce, M. F. PIZZOLON; Santiago/CL

DOI-Link: <https://dx.doi.org/10.1594/ecr2017/C-1675>

Εικόνα 24. Υπερηχογράφημα Μαστού. Αντικαθιστά τη μαστογραφία; Κάθε πότε πρέπει να γίνεται;

Πηγή: medlabnews.gr

iatrikanea <https://medlabgr.blogspot.com/2011/02/y.html#ixzz8MkyHequ9>

Εικόνα 25. α) <https://mammography.gr/service/yperichografima-maston-kai-elastografia/>

β) Υπερηχογράφημα Μαστού (vvenizelos.gr)

<https://www.vvenizelos.gr/%CF%85%CF%80%CE%B5%CF%81%CE%B7%CF%87%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%AC%CF%86%CE%B7%CE%BC%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%8D>

Εικόνα 26. Τρόποι απεικόνισης μαστού. Ελληνική Εταιρεία Απεικόνισης Μαστού

https://www.hbis.gr/?page_id=9222

Εικόνα 27. α) Μαγνητική Μαστογραφία - Φροντίδα Μαστού (frontidamastou.gr)

<https://www.frontidamastou.gr/iatrika-themata/magnitiki-mastografia/>

β) Μαγνητική Μαστογραφία (anastasakou.gr) <https://www.anastasakou.gr/el/>

Εικόνα 28. Interest of systematic tomosynthesis (3D mammography) with synthetic 2D mammography in breast cancer screening

DOI:10.1515/hmbci-2017-0024

M. Liberatore, J. Cucchi, M. Fighiera, A. Binet, M. Missana, P. Brunner, M. Mourou, A. Iannessi less

Εικόνα 29: ΜΗΤΕΡΑ: Νέο πρόγραμμα τεχνητής νοημοσύνης για την ανίχνευση υπόπτων αλλοιώσεων στην εξέταση του μαστού με την μέθοδο της τομοσύνθεσης gynecology-today-tomosunthesi

<https://iatro.gr/mitera-neo-programma-technitis-noimosynis-gia-tinanichneysi-ypopton-alloioseon-stin-exetasi-toy-mastoy-me-tin-methodo-tis-tomosynthesis/gynecology-today-tomosunthesi/>

Εικόνα 30. GE PRISTINA tm manual

Εικόνα 31. GE PRISTINA tm manual

Εικόνα 32. Ε Μάμπα - 2022 - polynoe.lib.uniwa.gr [Απεικόνιση Μαστού: Τεχνικές Μαστογραφίας](#)

https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/bitstream/handle/11400/1961/%ce%9c%ce%91%ce%9c%ce%a0%ce%91%ce%95%ce%99%ce%a1%ce%97%ce%9d%ce%97_%ce%93%ce%9f.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Εικόνα 33. Πυκνός Μαστός – BreastAware Μητρούσιας Απόστολος – Χειρουργός Μαστού – Μαστολόγος – Στρατιωτικός Ιατρός Αθήνα – Τρίκαλα – Λάρισα (breast-glyfada.gr)

Εικόνα 34. What Does ALARA Mean and Why Is It So Important? | LANDAUER

Εικόνα 35. <https://www.gehealthcare.co.uk/products/mammography/senographe-pristina>

Εικόνα 36 <https://link.springer.com/article/10.1007/s00330-018-5978-x> Comparing two visualization protocols for tomosynthesis in screening: specificity and sensitivity of slabs versus planes plus slabs

Εικόνα 37.(contrast resolution): https://www.researchgate.net/figure/Low-contrast-resolution-flat-panel-volume-CT-image-of-a-cone-beam-phantom-120-kV-35-mA_fig3_23466137

Εικόνα 38. A plot of the high contrast resolution section of Catphan[®] 500 phantom... | Download Scientific Diagram (researchgate.net)

Εικόνα 39. https://www.researchgate.net/figure/a-Example-of-a-phantom-for-evaluation-of-geometric-distortion-The-phantom-consists-of-a_fig3_276202841

Εικόνα 40. <https://www.medicalexpo.com/medical-manufacturer/general-purpose-test-phantom-32763.html>

Εικόνα 41. MAMMOGRAPHY ACCREDITATION PHANTOM MODEL

<https://www.cirsinc.com/wp-content/uploads/2020/12/015-UG-071620.pdf>

Εικόνα 42. MAMMOGRAPHY ACCREDITATION PHANTOM MODEL

<https://www.cirsinc.com/wp-content/uploads/2020/12/015-UG-071620.pdf>

Εικόνα 43. MAMMOGRAPHY ACCREDITATION PHANTOM MODEL

<https://www.cirsinc.com/wp-content/uploads/2020/12/015-UG-071620.pdf>

Εικόνα 44. Digital Breast Tomosynthesis QC Phantom

<https://www.sunnuclear.com/products/digital-breast-tomosynthesis-qc-phantom>

Εικόνα 45. (πλάκα στόχος 1)

https://www.sunnuclear.com/uploads/documents/datasheets/Diagnostic/DBTQCphantom_072822.pdf

Εικόνα 46. (πλάκα στόχος 2)

https://www.sunnuclear.com/uploads/documents/datasheets/Diagnostic/DBTQCphantom_072822.pdf DBTQCphantom_072822.pdf (sunnuclear.com)

Εικόνα 47. (πλάκα στόχος 2)

https://www.sunnuclear.com/uploads/documents/datasheets/Diagnostic/DBTQCphantom_072822.pdf DBTQCphantom_072822.pdf (sunnuclear.com)

Εικόνα 48. (πλάκα στόχος 3)

https://www.sunnuclear.com/uploads/documents/datasheets/Diagnostic/DBTQCphantom_072822.pdf DBTQCphantom_072822.pdf (sunnuclear.com)