

*Γνωστική ανάλυση διαδικασίας
εξέτασης Μαστού προς
βελτιστοποίηση διάγνωσης*

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



Τομέας: Βιομηχανικής Διοίκησης και Επιχειρησιακής Έρευνας

Επιβλέπων: Δημήτριος Ναθαναήλ, Αν. Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Φεβρουάριος 2023

Ευχαριστίες

Πρωτίστως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή και επιβλέποντα της εργασίας Δρ. Δ. Ναθαναήλ, καθώς η καθοδήγηση του αποτέλεσε καθοριστικό παράγοντα για τα θεμέλια, την κατάστρωση και το τελικό αποτέλεσμα της εργασίας. Η συνεργασία μαζί του μου έδωσε εφόδια τόσο σε επίπεδο γνώσεων όσο και τρόπου σκέψης, τα οποία θα με συνοδεύουν στην πορεία του βίου μου. Ευχαριστώ επίσης τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Κ. Γκίκα για τις πολύτιμες παρατηρήσεις και καθοδηγήσεις οι οποίες έδειξαν έμπρακτα έναν ανοιχτό τρόπο σκέψης.

Ευχαριστώ τους γονείς μου για την απλόχερη στήριξη και έμπρακτη εμπιστοσύνη που μου έχουν προσφέρει όλα αυτά τα χρόνια. Το έργο τους στον τομέα της υγείας αποτέλεσε την κύρια έμπνευση για την έρευνα της εργασίας και η καθοδήγηση του πατέρα μου σε όλη την πορεία σύνταξης της εργασίας ήταν ανεκτίμητη, αποδεικνύοντας την εμπειρία και τον ζήλο του για την ιατρική ακτινολογία.

Υπεύθυνη δήλωση για λογοκλοπή και για κλοπή πνευματικής ιδιοκτησίας:

Έχω διαβάσει και κατανοήσει τους κανόνες για τη λογοκλοπή και τον τρόπο σωστής αναφοράς των πηγών που περιέχονται στον οδηγό συγγραφής Διπλωματικών Εργασιών. Δηλώνω ότι, από όσα γνωρίζω, το περιεχόμενο της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι προϊόν δικής μου εργασίας και υπάρχουν αναφορές σε όλες τις πηγές που χρησιμοποίησα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή τη Διπλωματική εργασία είναι του συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών ή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Περικλής-Παύλος Θεοδοσίου

Περιεχόμενα

1.	Εισαγωγή	9
1.1	Καρκίνος Μαστού- Σημαντικότητα πρόληψης.....	9
1.2	Παράγοντες κινδύνου του καρκίνου του Μαστού.....	10
1.3	Ανατομία και φυσιολογία μαστού	11
1.4	Μορφή και φύση ευρημάτων	14
1.4.1	Μάζες.....	14
1.4.2	Μικροασβεστώσεις	16
1.4.3	Διαταραχή της Αρχιτεκτονικής του Μαστού	17
1.4.4	Συνοδά ευρήματα.....	18
1.5	Πρότυπο Διάγνωσης.....	19
2.	Βιβλιογραφική επισκόπηση Διάγνωσης Μαστού	20
2.1.	Μέθοδοι διάγνωσης μαστού.....	20
2.1.1	Μαστογραφία (Mammography)	20
2.1.2	Υπέρηχος (Ultrasound)	21
2.1.3	Μαγνητική τομογραφία (MRM)	21
2.1.4	Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET-Scan).....	22
2.1.5	Ψηλάφηση μαστού.....	23
2.2	Είδη Μαστογραφίας.....	23
2.3	Εξοπλισμός συστήματος εξέτασης.....	24
2.4	Λήψη αποφάσεων και πηγές λαθών.....	27
2.5	Αλγόριθμοι CAD.....	28
2.6	Σκοπός της εργασίας	29
3.	Μεθοδολογία.....	30
3.1	Συλλογή δεδομένων	30
3.2	Επεξεργασία δεδομένων- Ανάλυση περιεχομένου συνεντεύξεων (Content Analysis).....	31
3.3	Μέθοδοι και διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων	32
3.3.1	Ανάλυση σε επίπεδο συστήματος.....	32
3.3.2	Μοντέλο διαδικασίας.....	32
3.3.3	Πρωτοτυπικό μοντέλο διαδικασίας	32
3.3.4	Γνωσιακή ανάλυση της νοητικής διεργασίας	33
3.3.5	Παράγοντες κινδύνου και τρόποι αντιμετώπισης (FMECA Method)	33
3.3.6	Αντιπαραβολή δεδομένων με σύγχρονες πηγές βιβλιογραφίας.....	33
4.	Ανάλυση συστήματος (System Analysis).....	34
4.1	Αποδελτίωση συνεντεύξεων- Μοντέλο διαδικασίας.....	34
4.1.1	Version 1: Ψηφιοποιημένη μαστογραφίας.....	34
4.1.2	Version2: Κλασικής Μαστογραφίας (Film Screen Mammography).....	39
4.2	Σειριακή καταγραφή βημάτων ανά περίπτωση.....	40
4.3	Prototypical Flowchart.....	41
4.4	Παράγοντες Κινδύνων-Ευκαιριών.....	44

5.	Γνωστική ανάλυση και νοητική διεργασία του ιατρού ακτινοδιαγνώστη (διεπαφή ανθρώπου μηχανής- cognitive analysis)	50
5.1	Εισαγωγή	50
5.2	Εργαλεία επεξεργασίας εικόνας	50
5.3	Αξιολόγηση αποτελεσμάτων συνεντεύξεων	53
5.3.1	Επεξεργασία αναλογικής εικόνας	53
5.3.2	Επεξεργασία Ψηφιοποιημένης/Ψηφιακής εικόνας.....	53
5.3.3	Λήψη ιστορικού	53
5.3.4	Ορθή δράση τεχνολόγου	54
5.3.5	Χρήση πληροφοριών ψηλάφησης	55
5.3.6	Χρήση πληροφοριών υπερήχου	56
5.3.7	Χρήση πληροφοριών τομοσύνθεσης	57
5.3.8	Ειδικές ενδείξεις ύποπτων ευρημάτων	57
5.3.9	Χρήση πρωτοκόλλων και τυποποιήσεων	57
5.4	Ιεραρχικό μοντέλο Διάγνωσης Μαστού	58
5.5	Γνωστικές απαιτήσεις ανά τεχνολογία απεικόνισης.....	61
5.5.1	Μαστογραφία.....	61
5.5.2	Υπερηχογράφημα	62
5.5.3	Τομοσύνθεση.....	63
5.6	Παράγοντες κινδύνου και τρόποι αντιμετώπισης	63
6.	Αλγόριθμοι Υποβοήθησης Διάγνωσης και Ανίχνευσης (CADiagnosis/CADx, CADetection/CADe)	66
6.1	Εισαγωγή	66
6.2	Διαδικασία αλγορίθμων CAD	66
6.3	Ιστορική Αναδρομή.....	68
6.4	Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Αλγορίθμων CAD	70
6.5	Αξιολόγηση πληροφοριών από εμπειρία ιατρών	71
6.6	Σύγκριση χρησιμότητας CADx και CADe	72
6.7	Λύσεις για τον περιορισμό των ψευδώς θετικών και ψευδώς αρνητικών ευρημάτων	73
7.	Συζήτηση (Discussion)	74
8.	Συμπεράσματα	75
	Μελλοντική εργασία.....	77
9.	Κατάλογος Πινάκων.....	78
10.	Κατάλογος Σχημάτων	79
11.	Κατάλογος Εικόνων	80
12.	Κατάλογος Αναφορών	81
13.	Παράρτημα	86
	I. Σημειώσεις Συνεντεύξεων	86
	II. Ανάλυση περιεχομένου (Content Analysis)	92

Περίληψη

Στις μέρες μας, ο καρκίνος του Μαστού αποτελεί την κύρια μορφή καρκίνου στο γυναικείο φύλο παγκοσμίως, με μεγάλα ποσοστά νόσησης και θνησιμότητας του πληθυσμού. Η παρούσα εργασία πραγματεύεται την Γνωστική Ανάλυση του συστήματος της εξέτασης του Μαστού μέσω των προληπτικών εξετάσεων της Μαστογραφίας, του Υπερηχογραφήματος, της Τομοσύνθεσης και της Ψηλάφησης με σκοπό τη συστηματοποίηση και βελτίωση της ποιότητας της διάγνωσης. Έγινε βιβλιογραφική αναζήτηση για την φύση του καρκίνου του Μαστού και για τις μεθόδους και τα εργαλεία διάγνωσης. Για την υλοποίηση του σκοπού, συλλέχθηκαν πληροφορίες από 4 ιατρούς ακτινοδιαγνώστες, οι οποίες ταξινομήθηκαν σε 3 βασικά επίπεδα μελέτης: αυτά της ανάλυσης συστήματος εξέτασης, της γνωστικής ανάλυσης νοητικής διεργασίας του ιατρού και των συστημάτων υποβοηθούμενης διάγνωσης και ανίχνευσης (CAD). Στην Ανάλυση Συστήματος καταστρώθηκε ένα μοντέλο διαδικασίας που περιγράφει τις ενέργειες και τις πληροφορίες που απαιτούνται για την διεξαγωγή της εξέτασης και από την αποδελτίωση των συνεντεύξεων προέκυψε ένα τελικό Πρωτοτυπικό διάγραμμα διαδικασίας. Αναλύθηκαν οι κίνδυνοι και οι τρόποι αντιμετώπισης που μπορούν να υπάρξουν κατά την διαδικασία με την μέθοδο FMECA. Στο επίπεδο Γνωστικής Ανάλυσης η μελέτη επικεντρώθηκε στην συνεργασία ανθρώπου-μηχανής με τα διαθέσιμα εργαλεία εξετάσεων. Από την ανάλυση των πληροφοριών προέκυψε ότι η τελική ποιότητα της διάγνωσης εξαρτάται από την επεξεργασία εικόνας, την λήψη ιστορικού, την δράση του τεχνολόγου την διαδικασία λήψης της εξέτασης, την επιμέρους χρήση πληροφοριών των συμπληρωματικών εξετάσεων και την χρήση εξειδικευμένων γνώσεων και τυποποιήσεων. Καταστρώθηκε ένα ιεραρχικό μοντέλο καθηκόντων για τον τελικό στόχο της διάγνωσης, με κύρια καθήκοντα την προετοιμασία της εξέτασης, την απεικόνιση και την διάγνωση μέσω αξιολόγησης πληροφοριών. Οι γνωστικές απαιτήσεις για την χρήση των τεχνολογιών αφορούν την ορθή χρήση του εξοπλισμού και την γνώση των δυνατοτήτων του, ενώ εντοπίζονται κίνδυνοι στην νοητική διεργασία οι οποίοι οδηγούν σε πολλά ψευδώς θετικά και ψευδώς αρνητικά ευρήματα. Στο τρίτο επίπεδο μελέτης, έγινε μία ιστορική αναδρομή των αλγορίθμων υποβοήθησης διάγνωσης και αναλύθηκαν τα πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα τους στην διαδικασία και ο τρόπος λειτουργίας τους. Διαπιστώθηκε ότι αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για τους ιατρούς, στο οποίο όμως το σημερινό επίπεδο τεχνολογίας δεν επιτρέπει στους ιατρούς να βασιστούν για την εξαγωγή συμπεράσματος διάγνωσης. Συγκεκριμένα, οι αλγόριθμοι υποβοήθησης ανίχνευσης (CADe) ωφελούν τον εντοπισμό ανωμαλιών παρά τα ψευδώς θετικά ευρήματα, ενώ οι αλγόριθμοι υποβοήθησης διάγνωσης (CADx) δεν ενδείκνυνται για κλινική χρήση εξαιτίας της ανακριβούς αυτοματοποιημένης διάγνωσης. Τέλος, παρουσιάστηκαν οι παράγοντες κινδύνου και οι πιθανοί τρόποι αντιμετώπισης των ψευδών ευρημάτων τόσο σε επίπεδο δράσης ιατρού όσο και στην υποστηρικτική λειτουργία των αλγορίθμων CAD. Η αξία της εργασίας είναι αξιοσημείωτη καθώς προκύπτουν σημαντικά αποτελέσματα για την μελέτη της βελτίωσης της διαδικασίας εξέτασης και διάγνωσης του μαστού, τα οποία συμβάλλουν στην οργάνωση του ευρύτερου συστήματος πρόληψης.

Abstract

Nowadays, breast cancer is the leading type of cancer in women worldwide, with high rates of disease and mortality in the population. This paper deals with the Cognitive Analysis of the system of Breast Examination through the screening tests of Mammography, Ultrasound, Tomosynthesis and Palpation in order to systematize and improve the quality of diagnosis. A literature search was conducted on the nature of breast cancer and on the methods and tools of diagnosis. To achieve the aim, information was collected from 4 radiologists, which was classified into 3 main levels of study; System Analysis, Cognitive Analysis of the doctor's mental process and Computer Aided Diagnosis and Detection (CAD) systems. In System Analysis, a process model was devised describing the actions and information required to conduct the examination and interviews' analysis led to a final Prototype Flowchart. The risks and solutions that may exist during the process were analyzed using the FMECA method. At the Cognitive Analysis level, the study focused on human-machine relation and on the collaboration with the available testing tools. The content analysis revealed that the final quality of the diagnosis depends on image processing, history taking, the action technologist in the process of taking the examination, the individual use of information of complementary examinations and the use of specialized knowledge and standardizations. A hierarchical task model was established for the end goal of diagnosis with the main tasks being examination preparation, imaging and diagnosis through information evaluation. The cognitive requirements for the use of technologies are related to the correct use of the equipment and knowledge of its capabilities, and risks in the cognitive process are identified which lead to many false positive and false negative findings. In the third level of study, a historical review of Computer Aided Diagnosis algorithms was made and their advantages, disadvantages in the process and how they work were analyzed. It was found to be a useful tool for physicians, but the current level of technology is not reliable for diagnosis decision making. In particular, Computer Aided Detection algorithms (CADe) benefit the identification of abnormalities despite false positive findings, while Computer Aided Diagnosis algorithms (CADx) are not suitable for clinical use due to inaccurate automated diagnosis. Finally, the risk factors and solutions of false findings were presented, both at the level of physician 's action and in the supporting function of CAD algorithms. The value of the paper is noteworthy as it provides important results for the study of the optimization of the breast examination and diagnosis process, which contribute to organize the broader prevention system.

1. Εισαγωγή

1.1 Καρκίνος Μαστού- Σημαντικότητα πρόληψης

Ο Καρκίνος του μαστού, σύμφωνα με τα στοιχεία του 2020, έχει αντικαταστήσει τον καρκίνο του πνεύμονα στη λίστα των πιο συχνά διαγνωσμένων Καρκίνων σε άτομα ανεξαρτήτως φύλου παγκοσμίως, ενώ για τις γυναίκες ήταν με διαφορά η πιο συχνή μορφή καρκίνου καθώς μία στις 4 διαγνώσεις καρκίνου ήταν στον μαστό (Sung et al., 2021). Το ίδιο έτος από τα 2,3 εκατομμύρια κρούσματα καρκίνου μαστού, οι 685,000 κατέληξαν από την ασθένεια (Arnold et al., 2022), (ποσοστό 29,78%) με τα μεγαλύτερα ποσοστά να λαμβάνουν χώρα στην Νότια και Κεντροδυτική Ασία (38,8% συνολικά). Το ποσοστό κρουσμάτων στον αντρικό πληθυσμό είναι μικρότερο από 1% αυτού του γυναικείου, ενώ η θνησιμότητα είναι μικρότερη από το ένα τις χιλίους (*Johns Hopkins Medicine*, n.d.). Σύμφωνα με τα στοιχεία του 2022 οι θάνατοι ανδρών στις Ηνωμένες Πολιτείες ήταν 530, ενώ των γυναικών ξεπέρασαν τους 500.000 (*Male Breast Cancer*, n.d.).

Τα υψηλά επίπεδα νόσησης και θνησιμότητας, καθιστούν αναγκαίο ένα οργανωμένο σύστημα πρόληψης ώστε να μειωθούν τα περιστατικά και να υπάρχει έγκαιρος εντοπισμός και θεραπεία των νοσούντων. Μία έρευνα του Παγκόσμιου Οργανισμού για την έρευνα του Καρκίνου Μαστού και του Αμερικανικού Ινστιτούτου Ογκολογίας προβλέπει ότι μέχρι το 2040 θα αυξηθεί το ποσοστό περιστατικών κατά 40.8% παγκοσμίως ενώ η θνησιμότητα θα αυξηθεί κατά 51.9% (Arnold et al., 2022). Η πρόληψη περιλαμβάνει την ενημέρωση της κοινωνίας, την βελτίωση του συστήματος εξέτασης, τόσο σε επίπεδο εξοπλισμού όσο και σε επίπεδο οργάνωσης της ιατρικής έρευνας για νέες τεχνολογίες.

Η διαδικασία της εξέτασης αποτελεί τον κύριο πυλώνα της πρόληψης και μπορεί να μειώσει σημαντικά τους θανάτους στο μέλλον. Συγκεκριμένα, νέα προγράμματα στην απεικόνιση (screening) και βελτιωμένα μηχανήματα συμβάλουν στον περιορισμό των επιπτώσεων (Sung et al., 2021).

Ο απώτερος σκοπός της εργασίας είναι να συμβάλει στην έρευνα για την πρόληψη του Καρκίνου μαστού μέσω της συστηματοποίησης και βελτίωσης της ποιότητας διάγνωσης. Στόχος είναι η ανάλυση του συστήματος της εξέτασης και της διάγνωσης του Μαστού, τόσο σε επίπεδο διαδικασίας, όσο και σε επίπεδο γνωστικής διεργασίας με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί μία προτυποποίηση της διαδικασίας με βάση τα μέχρι σήμερα βιβλιογραφικά δεδομένα και μία διερεύνηση της εμπειρίας των γιατρών πάνω στο σύστημα εξέτασης και στη χρήση των εργαλείων και μέσων τα οποία διατίθενται.

1.2 Παράγοντες κινδύνου του καρκίνου του Μαστού

Με τη συστηματική έρευνα των περιπτώσεων καρκίνου μαστού, έχει παρατηρηθεί ότι ορισμένοι παράγοντες προδιαθέτουν την ανάπτυξη καρκίνου μαστού. Η κύρια αιτία είναι οι γονιδιακές μεταλλάξεις όπως BRCA 1/2, HER2, c-Myc και Ras (Sun et al., 2017). Οι κύριοι παράγοντες κινδύνου (risk factors), με βάση τον βαθμό σημαντικότητας είναι:

- **Ηλικία:** Η εμφάνιση του καρκίνου μαστού είναι άμεσα συνδεδεμένη με την ηλικία του ασθενούς. Η πιο συχνή ηλικία για εμφάνιση της νόσου είναι 40 με 60 έτη. Για αυτό τον λόγο συνιστάται η παρακολούθηση από τα 35 με 40 χρονών, με προληπτική εξέταση.
- **Οικογενειακό ιστορικό:** Περίπου το ένα τέταρτο των καρκίνων μαστού είναι συνδεδεμένο με παρόμοια ασθένεια συγγενούς. Συγκεκριμένα, γυναίκες με ασθενείς πρώτου βαθμού συγγένειας, έχουν συντελεστή κινδύνου 1,75 για εμφάνιση καρκίνου, ενώ αν υπάρχουν δύο ή περισσότεροι συγγενείς με ιστορικό ο συντελεστής αυξάνεται στο 2,5 (Brewer et al., 2017).
- **Παράγοντες αναπαραγωγικού συστήματος:** Γεγονότα όπως η πρόωγη έναρξη της έμμηνου ρήσης, ή καθυστερημένη έμμηνόπαυση και η εγκυμοσύνη σε μεγάλη ηλικία (>40 ετών) αυξάνουν τον κίνδυνο καρκίνου μαστού. Κάθε ένα έτος καθυστέρησης της έναρξης της έμμηνόπαυσης αυξάνει κατά 3% τον κίνδυνο, ενώ κάθε γέννα μειώνει κατά 5 έως 10% τον κίνδυνο (Horn & Vatten, 2017).
- **Οιστρογόνα:** Η ύπαρξη ενδογενών και εξωγενών οιστρογόνων μπορούν να αυξήσουν τον κίνδυνο καρκίνου μαστού. Τα ενδογενή οιστρογόνα συνδέονται με τον κύκλο της γυναίκας και τις ορμονικές μεταβολές. Τα εξωγενή οιστρογόνα λαμβάνονται από φαρμακευτικές ουσίες όπως τα αντισυλληπτικά (Key, 2013). Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει προσπάθειες από τις φαρμακευτικές εταιρίες για τον περιορισμό των παρενεργειών τους.
- **Τρόπος ζωής:** Συνήθειες όπως η κατανάλωση αλκοόλ, η οποία συνδέεται με την ύπαρξη οιστρογόνων και η πρόσληψη βάρους και λίπους επηρεάζουν τον κίνδυνο για την εμφάνιση της νόσου. Επιπλέον, το κάπνισμα κατά την εγκυμοσύνη φαίνεται να συνδέεται με την εμφάνιση του καρκίνου, ωστόσο επιστημονικά είναι αμφιλεγόμενο.

Σχηματική απεικόνιση των παραγόντων κινδύνου και αποφυγής του καρκίνου του μαστού φαίνεται στο **Σχήμα 1**.

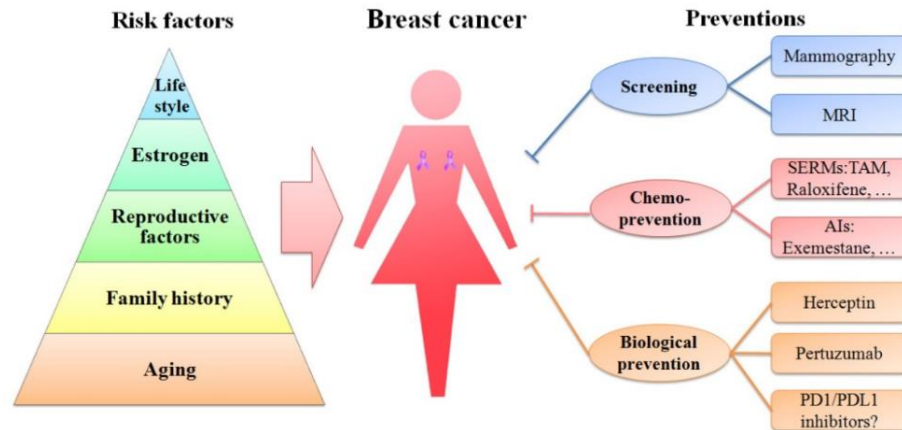


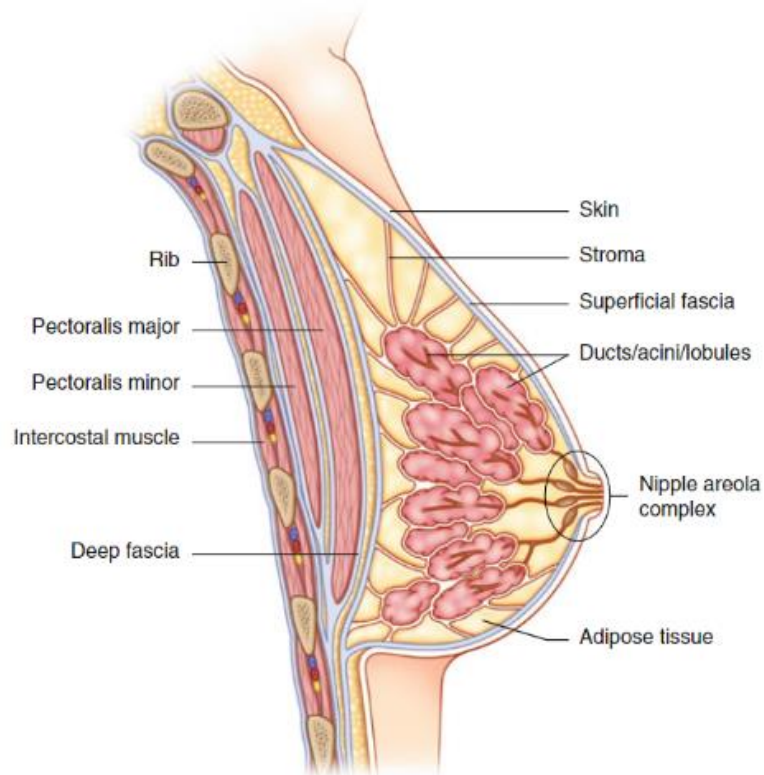
Figure 2. Schematic diagram of risk factors and preventions of breast cancer. Age, family history, reproductive factors, estrogen and life style are five important risk factors of breast cancer, represented in the pyramid chart. Screening (mammography and MRI), chemoprevention (with SERMs and Als) and biological prevention (using Herceptin and pertuzumab) are currently being used to prevent breast cancer. PDI/PDL1 inhibitors are immunotherapy drugs and might be promising strategies in treating TNBC.

Σχήμα 1. Παράγοντες κινδύνου του καρκίνου μαστού

1.3 Ανατομία και φυσιολογία μαστού

Ο γυναικείος μαστός αποτελείται από το δέρμα, την ενδιάμεση μεμβράνη και το παχύδερμα το οποίο αποτελείται από μύες, μαζικό αδένα και χιλιάδες σχηματισμένους πόρους που καταλήγουν περιμετρικά της θηλής, στην θηλαία άλω. Από την γέννηση μέχρι την εφηβεία, ο μαστός αποτελείται από γαλακτικούς αδένες οι οποίοι είναι κενοί, ενώ ο μαζικός αδένας δεν έχει δημιουργηθεί ακόμη. Κατά την εφηβεία, με την ύπαρξη ωθητικών ορμονών οι πόροι πολλαπλασιάζονται και αρχίζουν να σχηματίζονται συμπαγείς μάζες κυττάρων στους λοβούς του μαστού (Ellis & Mahadevan, n.d.). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο μαστός να αποκτήσει το ημισφαιρικό σχήμα. Ο μαστός περιλαμβάνει ακόμη λιπώδη ιστό ο οποίος αποθηκεύεται σε κυψέλες. Ο μυς ο οποίος βρίσκεται έξω την μασχαλιαίας χώρας ονομάζεται μείζων θωρακικός μυς. Σχηματική απεικόνιση της βασικής ανατομίας του μαστού φαίνεται στο **Σχήμα 2**. Επιπλέον ο μαστός αποτελείται από μυϊκές, νευρικές και λεμφικές δομές (Aydiner et al., n.d.).

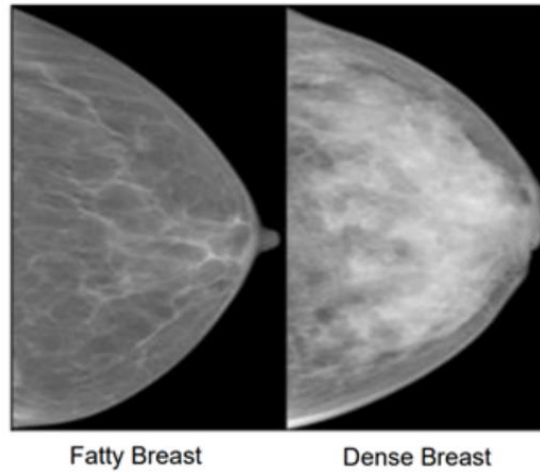
Fig. 1.2 Components of the breast



Σχήμα 2. Ανατομία του μαστού

Η φυσιολογική ανάπτυξη του μαστού ρυθμίζεται από ένα σύνολο ορμονών, με κύριες ορμόνες τα οιστρογόνα και την προγεστερόνη. Τα οιστρογόνα διεγείρουν την ανάπτυξη των πόρων, ενώ η προγεστερόνη διεγείρει την ανάπτυξη των λοβίων και του επιθήλιου. Αυτές οι βασικές ορμόνες δημιουργούνται από άλλες ορμόνες (λχ. Γοναδοτροπίνη GnRH, Ωχρινοτρόπος LH) οι οποίες παράγονται στην υπόφυση (Ellis & Mahadevan, n.d.).

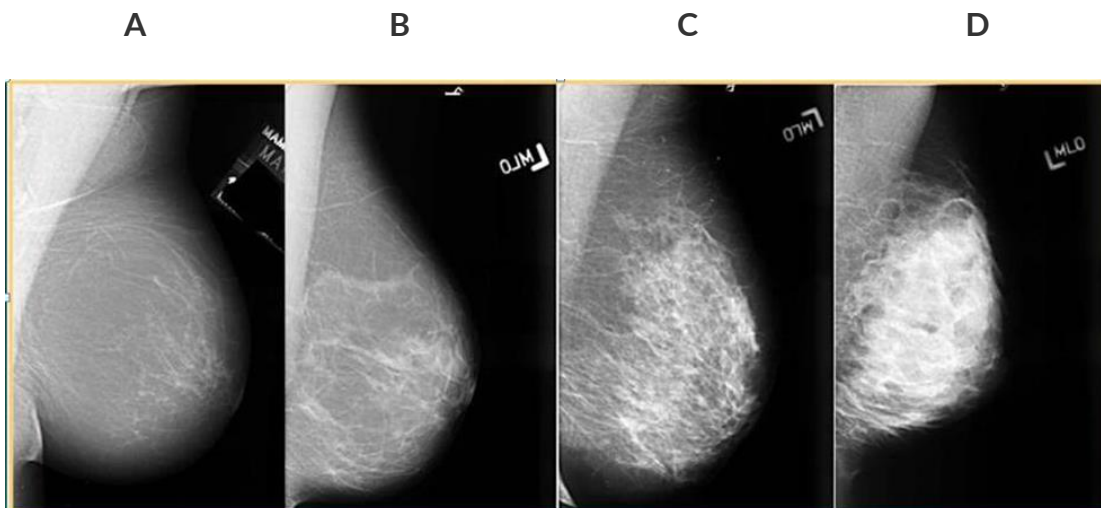
Η πυκνότητα του μαστού αποτελεί σημαντικό παράγοντα στη διάγνωση του καρκίνου του μαστού. Οι «πυκνοί» μαστοί αποτελούνται κυρίως από αδενικό ιστό, ενώ οι πιο «αραιοί» μαστοί από λιπώδη. Παραδείγματα σύγκρισης πυκνού και αραιού μαστού φαίνονται στην **Εικόνα 1 (Mammographic Density and Screening | Breast Health and Awareness - Breast Cancer Network Australia, n.d.)**. Για την χαρακτηρισμό της πυκνότητας του μαστού, στην εξέταση της μαστογραφίας χρησιμοποιείται η τυποποιημένη κλίμακα ACR (A, B, C, D) από το American College of Radiology, η οποία φαίνεται παρακάτω (**Σχήμα 3** και **Πίνακας 1**).



Εικόνα 1. Σύγκριση «πυκνού» και «αραιού» μαστού σε CC μαστογραφία

Πίνακας 1 Κλίμακα χαρακτηρισμού πυκνότητας ACR (A-D)

Τύπος	Περιγραφή	Ποσοστό χαρακτηριστικού στις γυναίκες (%)
A	Σχεδόν πλήρως λιπώδης, χαμηλότερη πυκνότητα	~10%
B	Διάσπαρτες περιοχές ινο-αδενικών σκιάσεων	~40%
C	Ανομοιογενώς πυκνοί	~40%
D	Πολύ πυκνοί	~10%



Σχήμα 3. Παραδείγματα κατηγοριών ACR (A, B, C, D) σε MLO Μαστογραφία

1.4 Μορφή και φύση ευρημάτων

Ο εντοπισμός του καρκίνου μαστού , βασίζεται στην αναγνώριση κάποιων ενδείξεων οι οποίες αποτελούν ανωμαλίες της μορφής, της χημικής σύστασης ή της φύσης του μαστού. Στην εξέταση της μαστογραφίας οι βασικές κατηγορίες ευρημάτων είναι οι εξής:

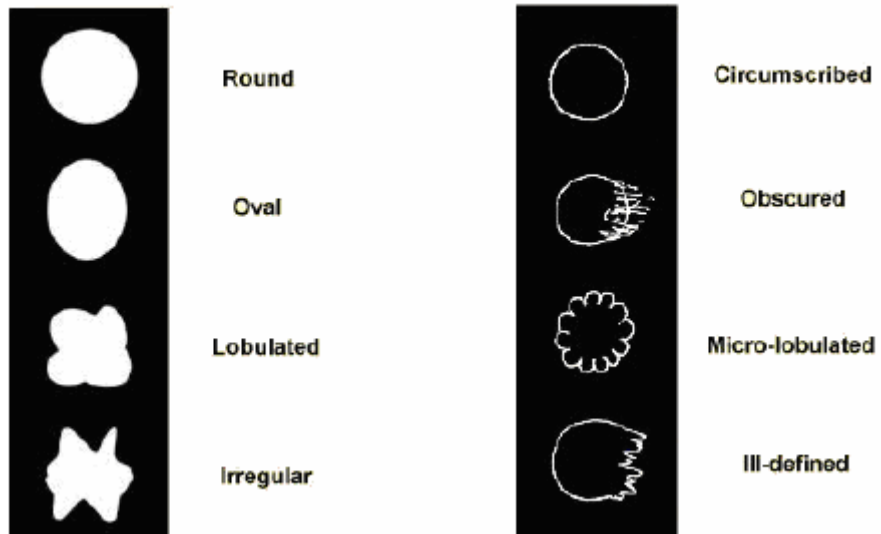
1. Μάζες
2. Μικροασβεστώσεις
3. Διαταραχή της αρχιτεκτονικής

Συχνά αυτές οι κατηγορίες συνδυάζονται και το πόρισμα διάγνωσης προκύπτει από τα εσωτερικά ευρήματα και τις εξωτερικές παραμορφώσεις ή αλλοιώσεις. Οι πιο συχνές κατηγορίες ευρημάτων είναι οι μάζες και οι μικροασβεστώσεις καθώς είναι ευκολότερα αναγνωρίσιμες από τον ιατρό ακτινοδιαγνώστη. Στη συνέχεια επεξηγούνται αναλυτικότερα οι παρακάτω μορφές, όπως αναλύονται στο πρότυπο BI- RADS του American College of Radiology (D’Orsi CJ, 2013).

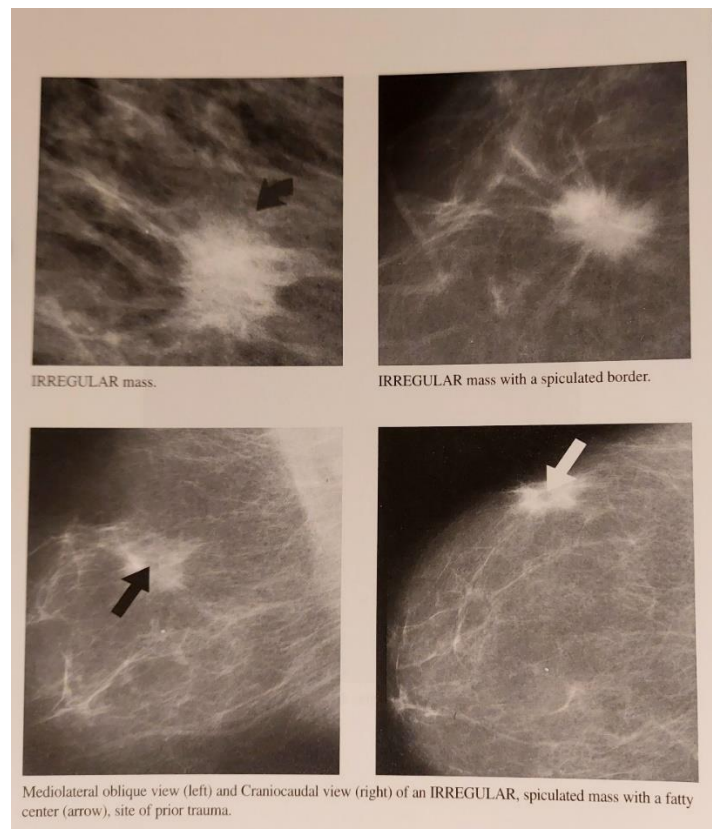
1.4.1 Μάζες

Ως μάζα ορίζεται μία τρισδιάστατη δομή στο εσωτερικό του μαστού που αποκαλύπτεται από τουλάχιστον δύο διαφορετικές προβολές στην μαστογραφία. Σε περίπτωση που μία τέτοια δομή απεικονίζεται μόνο σε μία προβολή και δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί η τρισδιάστατη δομή της χρησιμοποιείται για την περιγραφή της ο όρος ασυμμετρία. Μια μάζα είναι ένα σύμπλεγμα κυττάρων με μεγαλύτερη πυκνότητα από τον περιβάλλοντα ιστό, με αποτέλεσμα να είναι εύκολα αναγνωρίσιμη στις μαστογραφίες. Η ύπαρξη μιας μάζας αποτελεί ισχυρή ένδειξη για την εκδήλωση καρκίνου του μαστού, ωστόσο είναι δυνατόν η δημιουργία της να προέκυψε από καλοήθεις συνθήκες. Μια μάζα περιγράφεται και κατατάσσεται ως καλοήθης ή κακοήθης με βάση το σχήμα της, την μορφή των ορίων της και την πυκνότητά της. Τυχόν συνοδά ευρήματα, όπως μικροασβεστώσεις ή αρχιτεκτονικές διαστρεβλώσεις, πρέπει να συνυπολογίζονται πριν την τελική κατηγοριοποίησή της.

Σχετικά με το σχήμα των μαζών, ανώμαλες μάζες είναι μάλλον κακοήθεις, ενώ στρογγυλές ή ωοειδείς συνήθως αθρώνονται ως καλοήθεις. Κάτι ανάλογο ισχύει με τα όρια των μαζών τα οποία μπορούμε να τα διακρίνουμε σε συνεχή, ημιτελή ή κακώς ορισμένα . Κακώς ορισμένα όρια μαρτυρούν συνήθως κακοήθεια. Τέλος, όσον αφορά την πυκνότητα της μάζας, όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά με τον περιβάλλοντα ιστό, τόσο μεγαλύτερη είναι η πιθανότητα η μάζα να είναι κακοήθης. Στο **Σχήμα 4** διακρίνονται διάφοροι τύποι μαζών ανάλογα προς το σχήμα και τα όριά τους και στην **Εικόνα 2** παραδείγματα μαζών από μαστογραφίες.



Σχήμα 4. Περιγραφή σχήματος και ορίων μαζών



Εικόνα 2. Παραδείγματα ύποπτων μαζών σε απεικονίσεις μαστογραφίας

1.4.2 Μικροασβεστώσεις

Οι ασβεστώσεις αποτελούν το πιο διαδεδομένο αλλά και το πιο μικρό εύρημα που εμφανίζεται στις μαστογραφίες. Πρόκειται εν γένει για καλοήγη ευρήματα, που μπορεί να εντοπιστούν οπουδήποτε στον μαστό. Μπορούμε να τις διακρίνουμε σε δύο κατηγορίες, τις μακροασβεστώσεις και τις μικροασβεστώσεις, ανάλογα με το μέγεθός τους.

Οι μακροασβεστώσεις είναι συνήθως μεγαλύτερες από 0.5 mm και στρογγυλές, είναι πιο σπάνιες από τις μικροασβεστώσεις, ενώ η εμφάνισή τους αποδίδεται σε καλοήθεις συνθήκες.

Οι μικροασβεστώσεις, ή αλλιώς μικροαποτιτανώσεις, χρίζουν ιδιαίτερης ανάλυσης, καθώς οι ακτινολόγοι θεωρούν ότι η αξιολόγηση τους βοηθάει σημαντικά στην σωστή κατηγοριοποίηση των βλαβών και στην έγκαιρη διάγνωση του καρκίνου του μαστού. Μάλιστα, έχει αποδειχθεί ότι ένα ποσοστό 30-50% περιπτώσεων ασθενών που πάσχουν από την συγκεκριμένη ασθένεια έχει διαγνωστεί χάρη στην παρουσία μικροασβεστώσεων. Είναι μικροσκοπικές, μικρότερες από 0.5 mm όπως ήδη είπαμε, εμφανίζονται οπουδήποτε στον μαστό και η συχνότητα εμφάνισής τους αυξάνει με την ηλικία. Πρόκειται για άλατα ασβεστίου που εμφανίζονται είτε σε καλοήθεις είτε σε κακοήθεις περιοχές και δεν είναι συνήθως μεμονωμένες αλλά οργανωμένες σε συμπλέγματα.

Για την ταξινόμηση των μικροασβεστώσεων η μορφολογία τους και το μέγεθός τους παίζουν το βασικότερο ρόλο. Ωστόσο, επειδή όπως ήδη αναφέρθηκε συνήθως εντοπίζονται συμπλέγματα μικροασβεστώσεων, λαμβάνονται υπ' όψη και άλλοι παράγοντες όπως η πυκνότητα, ο αριθμός των μικροασβεστώσεων στο σύμπλεγμα, η κατανομή τους και η θέση τους στον μαστό.

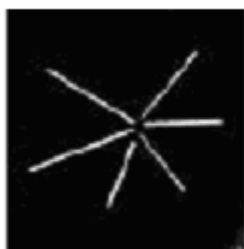
Για την ταξινόμηση των μικροασβεστώσεων σε καλοήθεις και κακοήθεις έχουν γίνει στο παρελθόν πολλές προσπάθειες, αξιοποιώντας κυρίως τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους. Στα πιο γνωστά σχήματα ταξινόμησης συγκαταλέγονται εκείνα των Le Gal και Lançó. Οι τρεις κατηγορίες στις οποίες ταξινομούνται οι μικροασβεστώσεις με βάση τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα (**Πίνακας 2**).

Πίνακας 2. Κατηγοριοποίηση μικροασβεστώσεων κατά BI-RADS

	Type of calcification	Characteristics
Typically benign	Skin	typical lucent center and polygonal shape
	Vascular	parallel tracks or linear tubular calcifications that run along a blood vessel
	Coarse or pop-corn like	Involuting fibroadenomas
	Rod-shaped	Large rod-like structures usually > 1mm
	Round	Smooth, round clusters
	Punctuate	Round or oval calcifications
	Spherical or lucent centered	Found in debris collected in ducts, in areas of fat necrosis
	Rim or egg-shell	Found in wall of cysts.
	Milk or calcium	Calcium precipitates
Intermediate concern	Dystrophic	Irregular in shape but usually large > 0.5mm in size
	Indistinct or amorphous	Appear round or flake shaped, small and hazy uncertain morphology
High risk	Pleomorphic or heterogenous	Cluster of these calcifications irregular in shape, size and < 0.5mm raises suspicion
	Fine, linear or branching	Thin, irregular that appear linear from a distance

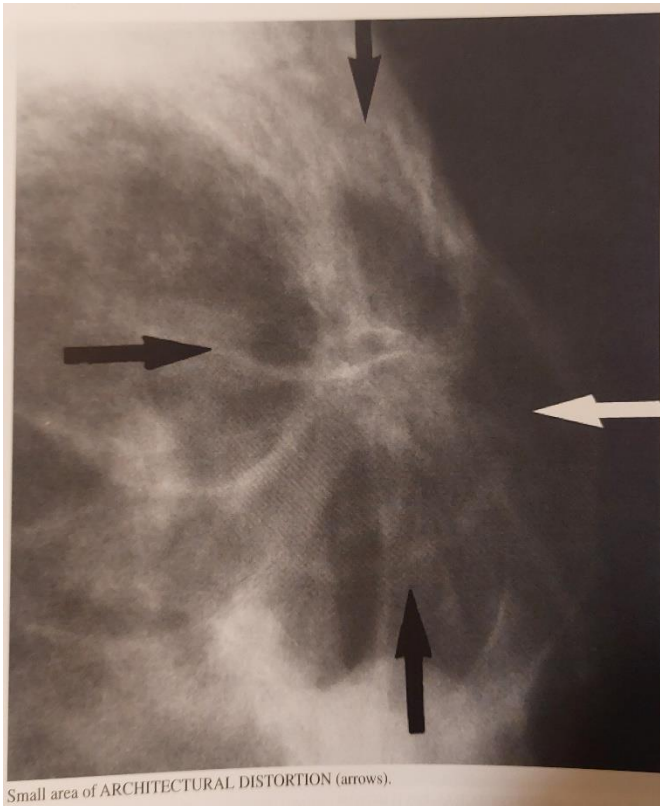
1.4.3 Διαταραχή της Αρχιτεκτονικής του Μαστού

Ως διαταραχή της αρχιτεκτονικής (architectural distortion) μπορεί να οριστεί ως μία σημαντική αλλαγή στην εσωτερική δομή του μαστού, χωρίς όμως η αλλαγή να οφείλεται σε μία ορατή μάζα. Η συνηθέστερη μορφή μιας διαστρέβλωσης είναι λεπτές γραμμές που ακτινοβολούνται από ένα σημείο στο μαστό, όπως φαίνεται στο **Σχήμα 5**. Οι διαταραχές αυτού του είδους εμφανίζονται συνήθως στην περιοχή του παρεγχύματος του μαστού, όπου και παρατηρείται ανώμαλη διάταξη των ιστών.



Σχήμα 5. Διαταραχή της αρχιτεκτονικής του μαστού

Οι διαστρεβλώσεις είναι πιθανόν να αποτελούν την πιο πρώιμη ένδειξη καρκίνου του μαστού. Είναι πολύ ύποπτες για κακοήθεια και απαιτείται βιοψία, ιδιαίτερα μάλιστα αν δεν υπάρχει ιστορικό τραύματος ή προηγούμενης χειρουργικής επέμβασης. Παράδειγμα αρχιτεκτονικής διαταραχής σε μαστογραφία φαίνεται στο **Σχήμα 6**.



Σχήμα 6. Παράδειγμα αρχιτεκτονικής διαταραχής σε μαστογραφία

1.4.4 Συνοδά ευρήματα

Πέρα από τις προηγούμενες ανωμαλίες που εξετάζονται για την ανίχνευση του καρκίνου, υπάρχουν κάποια λιγότερο συχνά εμφανιζόμενα ευρήματα που μπορεί και αυτά να αποτελέσουν ένδειξη κακοήθειας. Κάποια από τα ευρήματα αυτά δεν αποκαλύπτονται απαραίτητα μέσω της μεθόδου μαστογραφίας, αφού αφορούν εμφανείς αλλοιώσεις του γυναικείου μαστού και καταστάσεις αισθητές και παρατηρήσιμες από την ίδια την ασθενή. Τέτοιες περιπτώσεις απαιτούν άμεση ιατρική συμβουλή και παρακολούθηση. Αναφέρονται επιγραμματικά τα σημαντικότερα εξ' αυτών:

- Ασυμμετρία των δύο μαστών
- Εισολκή του δέρματος μαστού (Ζάρωμα επιδερμίδας)
- Εισολκή των θηλών, αλλαγή στο μέγεθος ή στο σχήμα των θηλών
- Έκκριση θηλής

- Αλλαγή στο σχήμα του μαστού
- Ερυθρότητα, πόνος, αυξημένη θερμοκρασία ή οίδημα σε οποιαδήποτε περιοχή των μαστών

1.5 Πρότυπο Διάγνωσης

Το παγκοσμίως αναγνωρισμένο και χρησιμοποιούμενο πρότυπο για την διάγνωση του καρκίνου μαστού είναι το BI-RADS (D’Orsi CJ, 2013). Η κατηγορίες εκτιμήσεων είναι 7 και αναλύονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 3. Κατηγορίες εκτίμησης BI-RADS

Κατηγορία BI-RADS	Περιγραφή
0	Χρειάζεται επιπλέον διερεύνηση και/ή σύγκριση με προηγούμενη μαστογραφία
1	Αρνητικός έλεγχος (Καλοήθεια)
2	Καλοήθη ευρήματα
3	Πιθανώς καλοήθες εύρημα αλλά απαιτείται επανεξέταση
4	Αρκετά ύποπτο εύρημα – Πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο βιοψίας
5	Εξαιρετικά ύποπτο εύρημα- Άμεση βιοψία και αντιμετώπιση
6	Γνωστή Βιοψία- Επιβεβαιωμένη Κακοήθεια -Άμεσες ενέργειες

Η κατηγορία 4 αποτελείται από τις εξής τρεις ειδικές υποκατηγορίες.

- BI-RADS 4A: μικρή υποψία για καρκίνο (2-9%)
- BI-RADS 4B: μέτρια υποψία για καρκίνο (10-49%)
- BI-RADS 4C: υψηλή υποψία για καρκίνο (50-95%)

Η παρούσα εργασία επικεντρώνεται στις μεθόδους διάγνωσης του Μαστού και στην συσχέτιση των πληροφοριών κάθε διάγνωσης με τους αρμόδιους ιατρούς. Στο πλαίσιο αυτό εξετάζονται τα επιμέρους στάδια της διαδικασίας, οι πόροι οι οποίοι επηρεάζουν την τελική ποιότητα της διάγνωσης, καθώς και πιθανές δυσκολίες.

2. Βιβλιογραφική επισκόπηση Διάγνωσης Μαστού

2.1. Μέθοδοι διάγνωσης μαστού

Κύριος πυλώνας της καταπολέμησης του καρκίνου μαστού πριν από την θεραπεία είναι η πρόληψη. Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται ιδιαίτερα στην εύρεση νέων τεχνολογιών για τον έγκαιρο εντοπισμό και διάγνωση του καρκίνου του μαστού. Οι βασικοί μέθοδοι εξέτασης είναι οι εξής:

1. Μαστογραφία (Mammography)
2. Υπέρηχος (Ultrasound)
3. Μαγνητική Τομογραφία (MRI)
4. Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων (PET)
5. Ψηλάφηση (Palpation)

2.1.1 Μαστογραφία (Mammography)

Η εξέταση της μαστογραφίας είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη και πιο αποδοτική μέθοδος (Wang, 2017).

Η Μαστογραφία είναι μία μέθοδος απεικόνισης με ακτινοβολίες Χ, ειδικά σχεδιασμένη για την ανίχνευση δομών του μαστού. Η μαστογραφία μπορεί να είναι προληπτική και διαγνωστική. Η προληπτική (Screening) αφορά τις περιπτώσεις που η εξεταζόμενη δεν έχει εμφανίσει συμπτώματα, ενώ η διαγνωστική αυτές που έχει γίνει αντιληπτό κάποιο εύρημα (πχ. Ψηλαφητό οζίδιο, έκκριση θηλής) ή αυτές που παραπέμπονται για Μαστογραφία μετά από την εύρεση υπόπτου ευρήματος σε άλλη εξέταση (πχ σε Υπερηχογράφημα Μαστού). Από τον επίσημο φορέα για τον καρκίνο του μαστού (ACR)(D’Orsi CJ, 2013), προτείνεται η πρώτη μαστογραφία να γίνει στην ηλικία των 40 ετών (μαστογραφία βάσης) και να ελέγχεται περίπου μία φορά τον χρόνο σε ηλικίες 40-74 χρονών.

Κατά την διάρκεια της εξέτασης, το στήθος μίας εξεταζόμενης τοποθετείται ανάμεσα από δύο παράλληλες πλάκες στήριξης και συμπιέζεται. Στον Μαστογράφο, από την ειδική λυχνία εκλύεται μία μικρή δόση ακτίνων Χ και τελικά σχηματίζεται μία εικόνα στην ειδική πλάκα που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά (Mammography, n.d.). Η πλάκα αυτή διαφέρει από μέθοδο σε μέθοδο (βλ. Παράγραφο 2.2 και 2.3).

Ειδική πρόσθετη κατηγορία της μαστογραφίας αποτελεί η τομοσύνθεση (Νοσοκομείο ΥΓΕΙΑ, n.d.). Η τομοσύνθεση είναι μία τρισδιάστατη απεικόνιση της μαστογραφίας, καθώς αποτελείται από διαδοχικές τομές μαστογραφίας σε παράλληλα επίπεδα. Η τεχνολογία της τομοσύνθεσης έχει προέλθει από την λογική και τα πρότυπα της αξονικής τομογραφίας. Ωστόσο, παρόλο που η τομοσύνθεση έχει μεγαλύτερη δόση ακτινοβολίας από την Film-Screen μαστογραφία, έχει σημαντικά χαμηλότερη δόση από την αξονική τομογραφία. Οι διαδοχικές τομές που παρέχει βοηθούν στην καλύτερη αντίληψη του χώρου και την μορφής

του ευρήματος με αποτέλεσμα να μειώνονται τα ψευδώς θετικά ευρήματα (FalsePositive - FP).

2.1.2 Υπέρηχος (Ultrasound)

Ο υπέρηχος είναι μία μη επεμβατική, ασφαλής και ανώδυνη ιατρική εξέταση για την διάγνωση ιατρικών παθήσεων. Χρησιμοποιεί ηχητικά κύματα υψηλής συχνότητας. Τοποθετείται από τον γιατρό μία κεφαλή με ένα ηχοβολέα στο δέρμα του εξεταζόμενου και μικρή ποσότητα ενός υδατοδιαλυτού τζελ το οποίο εξασφαλίζει την σωστή μετάδοση των υπερηχητικών κυμάτων. Ο αισθητήρας της κεφαλής συλλέγει τα κύματα που επιστρέφουν ανακλώμενα και με την επεξεργασία του υπολογιστή δημιουργείται η εικόνα σε πραγματικό χρόνο (Real Time Scanning).

Το υπερηχογράφημα Doppler είναι μια ειδική τεχνική υπερήχων η οποία χρησιμοποιώντας το Φαινόμενο Doppler, βοηθά στην αξιολόγηση της ροής αίματος στα αγγεία και την μελέτη υπόπτων μορφωμάτων στον εξεταζόμενο Μαστό (*Breast Ultrasound*, n.d.).

Η ελαστογραφία είναι μία πρόσθετη λειτουργία του υπερήχου η οποία βοηθά στην εκτίμηση της ελαστικότητας και της σκληρότητας των υπό εξέταση δομών ή μορφωμάτων στον Μαστό (*Elastography: What It Is, Purpose, Preparation & Types*, n.d.).

Η χρησιμότητα του υπερήχου είναι να αναγνωρίζει δομές και ιστούς σε πραγματικό χρόνο (Real Time), με μηδενική επίπτωση ακτινοβολίας στον ασθενή. Ο ιατρός μπορεί να διακρίνει εύκολα στερεές ή κυστικές μάζες, τα συστατικά και την συμπεριφορά τους. Ο υπέρηχος αυξάνει την ορθή διάγνωση του καρκίνου του μαστού, αλλά είναι λιγότερο αποδοτικός από την μαστογραφία (Wang, 2017). Ο λόγος είναι ότι ο αποτελεσματικός χειρισμός του υπερήχου απαιτεί εμπειρία, καθώς η απεικόνιση μαζών και ιστών που έχουν κακοήθεια εμφανίζουν μεγάλες ομοιότητες με αυτά που είναι καλοήγη, αλλά και το γεγονός ότι στην υπερηχογραφική μελέτη δεν είναι δυνατόν να απεικονιστούν οι ασβεστώσεις (αποτιτανώσεις) που μερικές φορές αποτελούν την μόνη ανιχνεύσιμη εκδήλωση Καρκίνου του Μαστού. Οι ασβεστώσεις αυτές αναδεικνύονται μόνο με την Μαστογραφία.

2.1.3 Μαγνητική τομογραφία (MRM)

Η Μαγνητική Τομογραφία (Magnetic Resonance Imaging & Magnetic Resonance Mammography) χρησιμοποιεί ένα ισχυρό μαγνητικό πεδίο, ραδιοκύματα και έναν υπολογιστή για να παράγει λεπτομερείς εικόνες των δομών του μαστού. Χρησιμοποιείται κυρίως ως συμπληρωματικό εργαλείο της μαστογραφίας ή του υπερηχογραφήματος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο γυναικών υψηλού κινδύνου (High Risk Group) για καρκίνο του μαστού, την αξιολόγηση της έκτασης του καρκίνου μετά τη διάγνωση ή για περαιτέρω αξιολόγηση αλλοιώσεων που παρατηρούνται στη Μαστογραφία ή στον Υπέρηχο. Η μαγνητική τομογραφία μαστού δεν χρησιμοποιεί ιονίζουσα ακτινοβολία και είναι ασφαλής μέθοδος (*Breast MRI*, n.d.).

Πλεονέκτημα της μαγνητικής τομογραφίας είναι ότι επιτρέπει την μορφολογική ανάλυση όγκου. Επιπλέον είναι η κατάλληλη μέθοδος για τον έλεγχο της ακεραιότητας των ενθεμάτων σιλικόνης. Διακρίνονται καλύτερα οι μεταστάσεις στους μασχαλιαίους αδένες και ασάφειες σε πυκνούς μαστούς. Προεγχειρητικά, διευκολύνει την διερεύνηση της έκτασης της νόσου επειδή διακρίνει αν υπάρχει διήθηση του θωρακικού τοιχώματος και μετεγχειρητικά εκτιμάται η ανταπόκριση της θεραπείας (χημειοθεραπείας ή χειρουργικής αφαίρεσης). Ακόμη, βοηθάει στην παρακολούθηση (screening) γυναικών με ιστορικό λεμφώματος ή γυναικών με υψηλό κίνδυνο (πχ. ιστορικό οικογένειας) (Saslow et al., 2007).

Ωστόσο η μέθοδος της μαγνητικής τομογραφίας έχει και κάποια μειονεκτήματα. Το χρηματικό κόστος είναι μεγάλο σε σχέση με άλλες μεθόδους διάγνωσης μαστού. Η διαδικασία της εξέτασης επιφυλάσσει κινδύνους για άτομα με κλειστοφοβία. Επιπρόσθετα, σύμφωνα με δεδομένα του 2009 (J Am Col Surg Oct 2009) η μαγνητική τομογραφία έχει αρκετά ψευδώς θετικά (FP) ευρήματα, γεγονός που την καθιστά μέθοδο με μέτρια ειδικότητα. Τέλος, αποτελεί χρονοβόρα διαδικασία και απαιτεί εμπείρους γιατρούς για την σωστή εκφορά συμπερασμάτων (Wang, 2017).

2.1.4 Τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET-Scan)

Το PET-Scan είναι εξέταση που χρησιμοποιείται δευτερευόντως στον μαστό και βασίζεται στην πυρηνική ιατρική. Πριν την εξέταση παρέχεται στην ασθενή η ουσία Fluorine-18 (FluoroDeoxyGlucose) η οποία αποτελείται από μία ποσότητα γλυκόζης και ραδιενεργού υλικού. Τα καρκινικά κύτταρα έχουν ιδιαίτερα μεγάλη απορροφητικότητα γλυκόζης. Έτσι, η ειδική διάταξη του μηχανήματος σαρώνει το σώμα και αναγνωρίζει τις περιοχές στις οποίες υπάρχει μεγαλύτερη απορρόφηση γλυκόζης. Αυτό βοηθά στον εντοπισμό πιθανής κακοήθειας (πρωτοπαθούς ή μεταστατικής) από τον ιατρό ακτινολόγο (PET Scans, n.d.).

Ένα παράδειγμα ειδικής συμπληρωματικής εξέτασης είναι το FDG PET/CT (CT/CAT Scans (Computerized Tomography), n.d.), ένα Υβριδικό σύστημα το οποίο συνδυάζει την εκπομπή ποζιτρονίων με την αξονική τομογραφία.

Η αξονική τομογραφία είναι μία εξέταση που γίνεται με ακτινοβολίες X και δίνει πληροφορίες για δυσδιάκριτες δομές. Για την εξέταση παρέχεται στην ασθενή σκιαγραφικό ενδοφλεβίως, ξαπλώνει σε ένα τραπέζι και εισέρχεται στο κυλινδρικό μηχάνημα Gantry από το οποίο λαμβάνονται οι τομές. Χρησιμοποιείται κυρίως στην εύρεση μεταστάσεων υψηλότερου κινδύνου (Wang, 2017) και στην περίπτωση του διηθητικού καρκίνου με εστιακή μάζα καθώς είναι ευδιάκριτη η εσωτερική αρχιτεκτονική και η μορφή των ορίων.

Αυτή η μέθοδος δεν ενδείκνυται για την ανίχνευση μικρών όγκων και αποτιτανώσεων. Χρησιμοποιείται κυρίως μετά την διάγνωση καρκίνου από άλλες μεθόδους, ώστε να διαπιστωθεί αν ο καρκίνος έχει εξαπλωθεί στους λεμφαδένες. Η εξέταση αυτή είναι κοστοβόρα και απαιτεί εξειδίκευση του γιατρού για την διάγνωση. Συνήθως χρησιμοποιείται όταν υπάρχει υποψία του γιατρού ότι η κακοήθεια έχει εξαπλωθεί ή όταν θέλει να παρακολουθήσει το αποτέλεσμα της θεραπείας της ασθενούς.

2.1.5 Ψηλάφηση μαστού

Η εξέταση της ψηλάφησης του μαστού πραγματοποιείται από έναν ιατρό χειρουργό με την εξειδίκευση του Χειρουργού Μαστολόγου. Ο ιατρός κατά την διάρκεια της εξέτασης μέσω της επαφής του μαστού και του οπτικού ελέγχου διαπιστώνει πιθανά ευρήματα προς διερεύνηση, την εικόνα της παθολογίας της εξεταζόμενης και πιθανά συμπτώματα αυτής. Η εξέταση αυτή είναι η μόνη εξέταση η οποία μπορεί να δώσει άμεσα πληροφορίες για την κλινική εικόνα του Μαστού. Οι πληροφορίες αυτές συνδυάζονται με τις απεικονίσεις του μαστού και αποτελούν σημαντικό στοιχείο για την τελική διάγνωση του Ακτινοδιαγνώστη.

Πιο συγκεκριμένα, κατά την ψηλάφηση ο εξεταστής λαμβάνει πληροφορίες για το ιστορικό της εξεταζόμενης, για πιθανές ενοχλήσεις ή συμπτώματα, επιφανειακές αλλοιώσεις όπως ουλές του δέρματος ή ερεθισμός της θηλής και για εσωτερικές μορφές ιστών όπως οζίδια, σκληρίες, οίδημα και ασυμμετρίες μεγέθους. Επιπλέον αξιολογεί τις φυσικές λειτουργίες του μαστού, όπως το κυκλοφοριακό σύστημα ή την δράση γαλακτικών αδένων του μαστού.

Τα σύγχρονα δεδομένα της ιατρικής επιστήμης υποδεικνύουν ότι η διαδικασία της ψηλάφησης πρέπει να γίνεται από την ίδια την εξεταζόμενη (Αυτό-ψηλάφηση) (*Αυτό-Εξέταση Μαστού: Χρήσιμες Συμβουλές*, n.d.). Η αυτό-ψηλάφηση εξυπηρετεί τον συχνότερο έλεγχο του μαστού και την έγκαιρη εύρεση πιθανών ενδείξεων καρκίνου. Προτείνεται να υπάρξει η κατάλληλη καθοδήγηση του ιατρού για τον τρόπο υλοποίησης και τις πληροφορίες για την ανατροφοδότησή του ιατρού. Οι πληροφορίες οι οποίες πρέπει να εξαχθούν από την διαδικασία της ψηλάφησης είναι οι εξής:

- Μόρφωμα στην μασχάλη μας
- Μόρφωμα στον μαστό
- Αλλαγές στην υφή του δέρματος, όπως για παράδειγμα ερυθρότητα, «τράβηγμα» ή ρίκνωση.
- Διόγκωση σε κάποιο σημείο του μαστού
- Εισολκή της θηλής, «τράβηγμα» δηλαδή προς τα μέσα
- Έκκριμα από την θηλή

Σημείωση: Στην παρούσα εργασία θα δοθεί βάση στην εξέταση της Μαστογραφίας καθώς αποτελεί την πιο βασική, αξιόπιστη και οικονομικά αποδοτική μέθοδο εξέτασης για τον εντοπισμό του καρκίνου του μαστού.

2.2 Είδη Μαστογραφίας

Τα είδη της μαστογραφίας ως προς την τεχνολογική φύση της εξέτασης είναι τα εξής:

1. Αναλογική Μαστογραφία (Film-screen Mammography)
2. Ψηφιοποιημένη Μαστογραφία (Digitalized Mammography)
3. Ψηφιακή Μαστογραφία (Digital Mammography)

Η κύρια διαφοροποίηση μεταξύ των ειδών μαστογραφίας είναι η τεχνολογία η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή της εικόνας της εξέτασης και ο εξοπλισμός ο οποίος χρησιμοποιείται για την απεικόνιση στον ιατρό. Ο τρόπος με τον οποίο διεξάγεται η εξέταση είναι πανομοιότυπος στις τρεις μεθόδους. Η εξέταση διενεργείται από τον τεχνολόγο. Ακολουθεί το στάδιο της εμφάνισης της εικόνας. Στην περίπτωση της Ψηφιακής μαστογραφίας αυτό γίνεται αυτόματα ενώ στην περίπτωση της Αναλογικής και Ψηφιοποιημένης ακολουθείται διαφορετική διαδικασία.

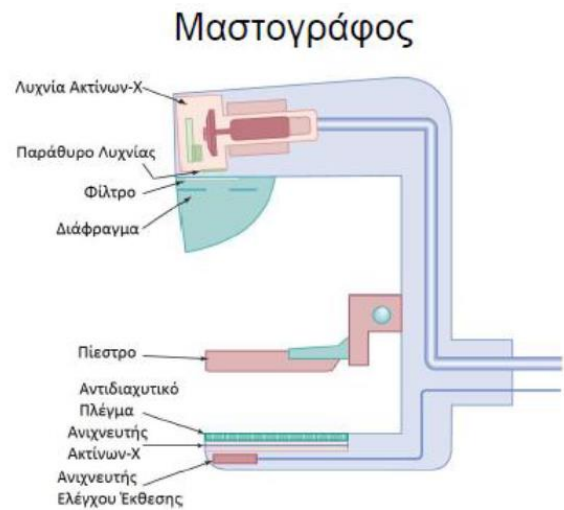
Στην περίπτωση της Ψηφιακής Μαστογραφίας ο χρόνος μειώνεται κατά 45% (Faridah, 2008). Επίσης τα εκτυπωμένα φιλμ στην Αναλογική Μαστογραφία είναι πιο ευαίσθητα σε φθορά με αποτέλεσμα να έχουν συχνά λανθασμένες ενδείξεις. Επιπλέον η ψηφιακή μαστογραφία προσφέρει ευκολία στην προσπέλαση και στην διατήρηση του αρχείου. Το βασικό αρνητικό της ψηφιακής μαστογραφίας είναι το υψηλότερο κόστος καθώς είναι 1.5 με 4 φορές ακριβότερη μέθοδος από αυτή της Αναλογικής Μαστογραφίας.

2.3 Εξοπλισμός συστήματος εξέτασης

Η δομή του μηχανήματος του Μαστογράφου έχει κάποια κοινά χαρακτηριστικά και για τις τρεις μεθόδους μαστογραφίας στο **Σχήμα 7** φαίνεται η Κύρια διάταξη του Μαστογράφου.

Η δομή του μαστογράφου αποτελείται από τα εξής μέρη

- Κεφαλή
- Γεννήτρια Υψηλής Τάσης
- Έδρανο συμπίεσης
- Αντισκεδαστικό Διάφραγμα
- Ανιχνευτής
- Άξονας Στήριξης
- Τράπεζα Χειρισμού
- Σαρωτής και Οθόνες

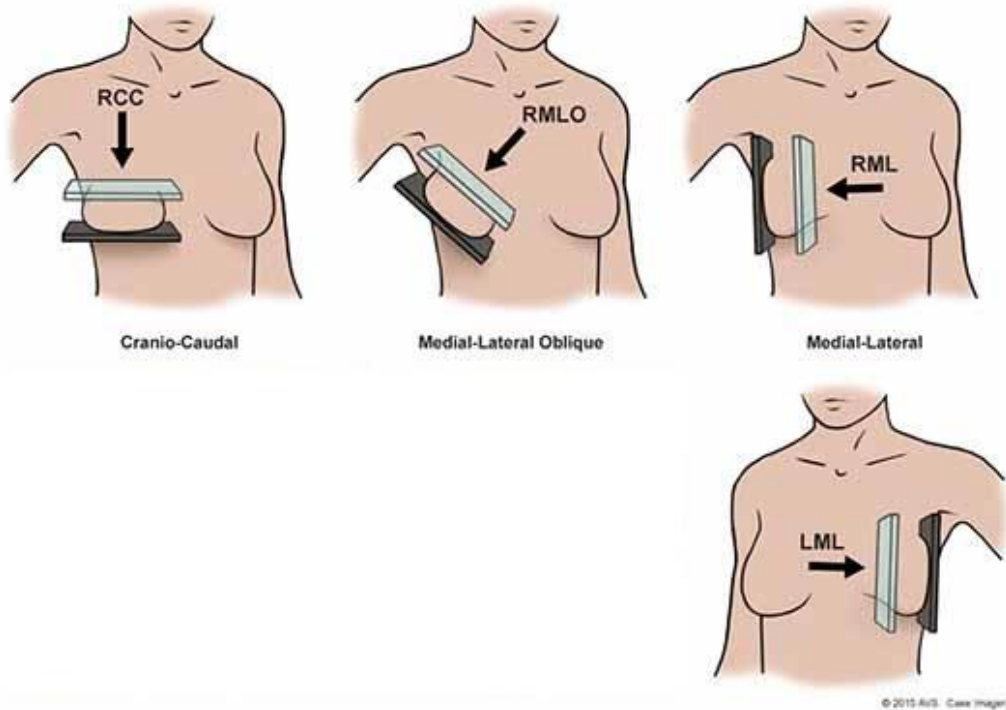


Σχήμα 7. Μηχάνημα και μέρη Μαστογράφου

Στην Αναλογική Μαστογραφία, το απεικονιστικό μέσο είναι το φιλμ. Η κεφαλή του μαστογράφου περιλαμβάνει την ακτινολογική λυχνία, το σύστημα συμπίεσης και το σύστημα καταγραφής. Τα φιλμ μονής επίστρωσης τοποθετούνται σε κασέτες με μία ενισχυτική πινακίδα (CaWO_4 ή σπάνιων γαιών). Οι κασέτες ειδικής κατασκευής 18x24 ή 24x30 cm εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή επαφή ενισχυτικής πινακίδας – φιλμ. Το φιλμ αποτελείται από κόκκους μικρής διάστασης (λεπτόκοκκο) και μονού φωτογραφικού γαλακτώματος (που αποδίδει μονοχρωματική ακτινοβολία).

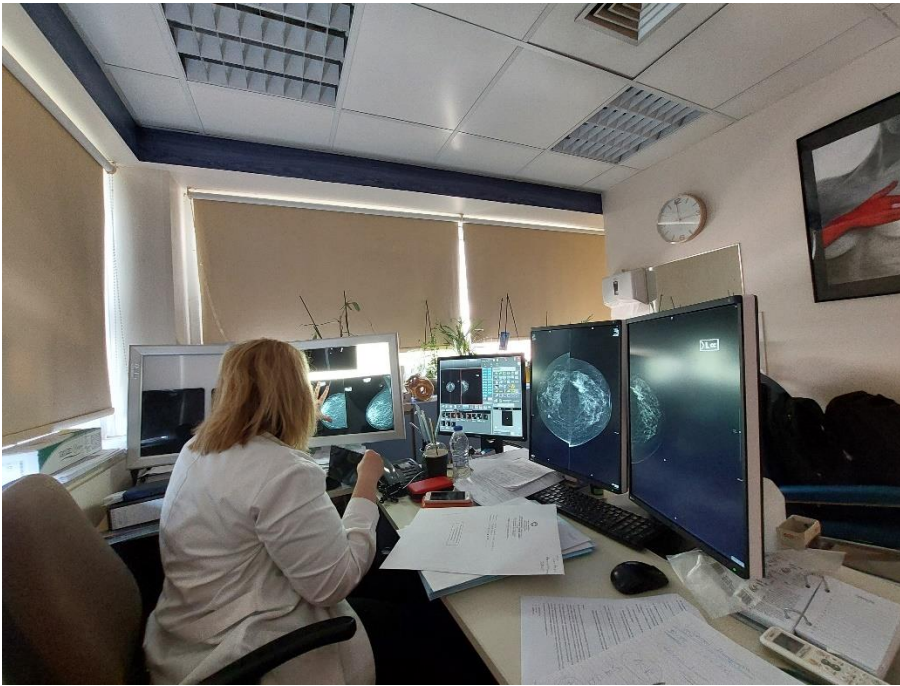
Η συνήθεις τυπικές προβολές είναι η Κεφαλουραία (Cranial caudal -CC) και η Μεσοπλάγια Λοξή (mediolateral oblique -MLO). Υπάρχουν πολλές λήψεις τις οποίες μπορεί να ζητήσει ο ακτινολόγος, ωστόσο οι 2 προαναφερθείσες είναι αυτές που δίνουν συνήθως την απαραίτητη πληροφορία και επιλέγονται ως βασικές λήψεις για την εξέταση της ασθενούς. Άλλες λήψεις είναι η Έσω- Έξω (ML) και η Έξω- Έσω (LM) , όπως φαίνεται στο παρακάτω **Σχήμα 8**.

Mammogram Views of the Breast



Σχήμα 8. Τυπικές λήψεις Μαστογραφίας

Στην Ψηφιοποιημένη και Ψηφιακή Μαστογραφία η απεικόνιση γίνεται σε ειδικές οθόνες υψηλής ανάλυσης στον σταθμό εργασίας. Ο σταθμός εργασίας είναι ένα δωμάτιο ανεξάρτητο από το μηχάνημα εξέτασης στο οποίο ο ιατρός κάνει την διάγνωση. Συνήθως έχει χαμηλό φωτισμό και έχει έναν υπολογιστή και δύο ή περισσότερες οθόνες υψηλής ανάλυσης (> 4 Mp) για την προβολή των ψηφιακών εικόνων της μαστογραφίας. Επίσης υπάρχει ένα διαφανοσκόπιο στο οποίο τοποθετούνται τα φιλμ. Στην **Εικόνα 3** φαίνεται ένα παράδειγμα σταθμού εργασίας ενός ιατρού ακτινοδιαγνώστη.



Εικόνα 3. Σταθμός εργασίας ιατρού ακτινοδιαγνώστη

2.4 Λήψη αποφάσεων και πηγές λαθών

Σύμφωνα με τους Ekro et al. (2018), οι γιατροί χάνουν περίπου το 30% των διαγνώσεων σε επίπεδο διάγνωσης καρκίνου. Το 80% των εξετασθέντων ανακαλείται για συμπληρωματικό έλεγχο, ενώ το 40% από τις βιοψίες χαρακτηρίζονται ως ψευδώς θετικές (false positive). Συχνά υπάρχει αβεβαιότητα σχετικά με την οπτική διάκριση του καρκίνου ή ψευδώς αρνητικές διαγνώσεις (false negative). Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διάγνωση μπορεί να σχετίζονται με την διαδικασία διερεύνησης, αντίληψης και λήψης αποφάσεων. Τεχνικά η ορθότητα του οπτικού αποτελέσματος εξαρτάται από την τοποθέτηση του μαστού στην εξέταση, την συμπίεση, το μέγεθος-βάρος της ασθενούς, την πυκνότητα του μαστού, την παρουσία επιθεμάτων, αλλά και χαρακτηριστικά της φύσης του καρκίνου όπως είναι η μορφολογική παραμόρφωση και οι τριπλά-αρνητικοί καρκίνοι.

Τα χαρακτηριστικά για το screening του πληθυσμού είναι τα φυσικά χαρακτηριστικά όπως το μέγεθος, βάρος, BMI εξεταζόμενης, πυκνότητα μαστού και ύπαρξη κύφωσης. Επίσης μεγάλη περιεκτικότητα λίπους αυξάνει την ευαισθησία της εικόνας (sensitivity) μειώνοντας την πιθανότητα λάθους. Η ηλικία αποτελεί σημαντικό παράγοντα με τις γυναίκες άνω των 50 να έχουν υψηλότερο κίνδυνο. Παράγοντες που αφορούν την λήψη της εξέτασης και την μορφή της ύποπτης μάζας είναι υπαίτιοι για το 52% των λαθών της διάγνωσης. Σημαντικό από την πλευρά του ασθενή είναι να υπάρχει μια συχνότητα στον έλεγχο γιατί προηγούμενες εξετάσεις βοηθούν τον γιατρό σε μεγαλύτερη εποπτικότητα σε βάθος χρόνου και πιθανές κακοήθειες αλλαγές.

Τεχνικοί παράγοντες είναι οι συνθήκες της εξέτασης (μηχανήματα, τοποθέτηση, συμπίεση μαστού) και η μέθοδος απεικόνισης. Η απεικόνιση σε αναλογικό φιλμ έχει καλύτερη ανάλυση αλλά χαμηλότερες δυνατότητες αντίθεσης σε σχέση με την ψηφιακή.

Από την πλευρά του γιατρού παίζει ρόλο η εμπειρία, η εξειδίκευση, ο αριθμός εξετάσεων που βλέπει τον χρόνο, καθώς είναι σε θέση να διακρίνει παρόμοιες επικίνδυνες καταστάσεις. Καθοριστικό ρόλο παίζει και οι συνθήκες που υπάρχουν στον χώρο εργασίας, όπως φωτισμός, εξοπλισμός προβολής καθώς και οι δυνατότητες επεξεργασίας της ψηφιακής προβολής των εικόνων.

Συχνά λάθη συμβαίνουν όταν ο γιατρός δεν μελετά περεταίρω ύποπτες ενδείξεις, ακόμα και αν αυτές φαίνονται επουσιώδεις. Επίσης συχνά λάθη είναι αυτά της απροσεξίας κυρίως λόγω έλλειψης εμπειρίας και αυτά που βασίζονται στη λήψη αποφάσεων λόγω χαμηλών προδιαγραφών εποπτικότητας ή ελλιπούς γνώσης.

Στρατηγικές μείωσης των λαθών είναι η βελτίωση των μέσων προβολής (οθόνες) και την παραμετροποίηση της εικόνας, διπλή ανάγνωση (από έναν ή περισσότερους γιατρούς), γνωστό και ως Double Reading, βοηθητικά συστήματα διάγνωσης (CAD) και η καταγραφή-δημοσίευση λαθών και κατευθύνσεων στην επιστημονική κοινότητα.

2.5 Αλγόριθμοι CAD

Η διπλή ανάγνωση της μαστογραφίας μπορεί να είναι από 2 ιατρούς ακτινοδιαγνώστες ή από έναν ιατρό και έναν υπολογιστή. Ιδιαίτερα στην Ψηφιακή μαστογραφία τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί Αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης οι οποίοι αναγνωρίζουν και εντοπίζουν περιοχές ενδιαφέροντος και περιοχές υψηλού κινδύνου. Οι αλγόριθμοι αυτοί είναι χωρισμένοι σε 2 κατηγορίες και ονομάζονται Αλγόριθμοι Υποβοηθούμενης Διάγνωσης (Computer Aided Diagnosis ή CADx) και Αλγόριθμοι Υποβοηθούμενης Ανίχνευσης (Computer Aided Detection ή CADe). Οι αλγόριθμοι CADe είναι σχεδιασμένοι για να βρίσκουν μη φυσιολογικές δομές και αλλοιώσεις με υποψία κακοήθειας σε μία μαστογραφία. Οι αλγόριθμοι CADx έχουν σχεδιαστεί για να εκτιμούν τη σημαντικότητα αυτής της μη φυσιολογικής δομής (Lee et al., 2017).

Έχει αποδειχθεί από τις αρχές του 21ου αιώνα ότι το CAD μειώνει την θνησιμότητα και τον χρόνο στον οποίο γίνεται η διάγνωση. Αποτελεί μία ασφαλή μέθοδο η οποία είναι μία καλή λύση στις περιπτώσεις που απαιτείται η διπλή ανάγνωση (Double Reading) (Malich et al., 2006).

2.6 Σκοπός της εργασίας

Από τη συστηματική βιβλιογραφική διερεύνηση γίνεται κατανοητό ότι η αλληλεπίδραση του εξοπλισμού με τις γνώσεις και δεξιότητες του ιατρού αποτελούν ένα πολύπλοκο σύστημα που έχει ένα σημαντικό στόχο, την έγκαιρη και αποτελεσματική διάγνωση. Υπάρχει βελτίωση στον τομέα του εξοπλισμού και των ιατρικών γνώσεων ξεχωριστά και ταυτόχρονα. Το σύστημα της διάγνωσης περιέχει πολλά στάδια τα οποία επηρεάζουν την τελική ποιότητα της διάγνωσης.

Σκοπός της εργασίας είναι να αναλύσει το σύστημα εξέτασης και διάγνωσης της μαστογραφίας τόσο σε επίπεδο συστήματος όσο και σε επίπεδο γνωστικής ανάλυσης της νοητικής διεργασίας του γιατρού.

3. Μεθοδολογία

3.1 Συλλογή δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων προς ανάλυση έγινε με την μορφή συνεντεύξεων και καταγραφής χειρόγραφων σημειώσεων με τις πληροφορίες που συλλέχθηκαν. Διενεργήθηκαν 3 συνεντεύξεις σε ιατρούς ακτινολόγους με ειδικότητα στην διάγνωση του Μαστού μέσω των εξετάσεων της μαστογραφίας, του υπερηχογραφήματος, της μαγνητικής τομογραφίας και της ψηλάφησης. Επίσης, καθ' όλη την διάρκεια της μελέτης υπήρχε επιστημονική καθοδήγηση από τον κ. Άγγελο Θεοδοσίου, ιατρός Ακτινολόγος ο οποίος έχει πολυετή εμπειρία στην διάγνωση μαστού. Η επιστημονική καθοδήγηση έγινε κυρίως με προφορική μορφή και με την υπόδειξη χρήσης βιβλιογραφίας. Και οι τέσσερις γιατροί εργάζονται σε δημόσια νοσοκομεία της Αθήνας ή της επαρχίας και έχουν πολυετή εμπειρία στον τομέα του Μαστού. Οι συνεντεύξεις δεν είχαν αυστηρή δομή ερωτήσεων, αλλά έγιναν σε μορφή συζήτησης με τις εξής κατευθύνσεις:

- την μελέτη της διαδικασίας εξέτασης και διάγνωσης
- την αναζήτηση παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την τελική ποιότητα της εικόνας και του αποτελέσματος εξέτασης
- την παρατήρηση των καθηκόντων κατά τα βήματα της διαδικασίας σε επίπεδο συνεργασίας ανθρώπου-μηχανής

Επιπλέον τέθηκαν ερωτήματα για τις μεθόδους και τεχνικές που χρησιμοποιούν σύμφωνα με την εμπειρία τους. Αυτό αποσκοπεί στην κατανόηση της μεθοδολογίας που χρησιμοποιούν για την λήψη αποφάσεων και των χαρακτηριστικών λειτουργιών του εξοπλισμού που καθιστούν ευκολότερη και αποδοτικότερη την διάγνωση. Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στις περιπτώσεις αβεβαιότητας και τους τρόπους αποσαφήνισης των αμφίσημων διαγνώσεων, κυρίως στην απεικόνιση της μαστογραφίας. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση των κινδύνων που μπορούν να υπάρχουν κατά την διαδικασία και οι απαιτήσεις της διαδικασία λειτουργίας ενός συστήματος εξέτασης σε μακροχρόνιο επίπεδο και ζητήθηκε η αξιολόγηση της συνέπειας, πιθανότητας και επικινδυνότητας αυτών μέσω τυποποιημένου φύλλου εργασίας. Τέλος, έγινε προσπάθεια να αντληθούν πληροφορίες σχετικά με την εμπειρία και τις γνώσεις των ιατρών για τα συστήματα υποβοηθούμενης διάγνωσης (CADiagnosis).

3.2 Επεξεργασία δεδομένων- Ανάλυση περιεχομένου συνεντεύξεων (Content Analysis)

Οι πληροφορίες που συλλέχτηκαν από τις συνεντεύξεις στους ιατρούς, οργανώθηκαν σε bullets με ξεχωριστές πληροφορίες τις οποίες υποστήριξαν οι ιατροί ακτινοδιαγνώστες. Υπήρξε ανάγκη αυτές οι πληροφορίες να ενταχθούν σε κατηγορίες για την διευκόλυνση της ανάλυσης. Έγινε μία ανάλυση του περιεχομένου (Content Analysis) των πληροφοριών των συνεντεύξεων. Τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιήθηκαν για την κατηγοριοποίηση των πληροφοριών είναι τα εξής:

0. Πηγή πληροφορίας (Όνομα ιατρού)

Κάθε πληροφορία είναι συνδεδεμένη με τον ιατρό τον οποίο την παρέιχε.

1. Στάδιο Εξέτασης

Η κατηγοριοποίηση με βάση το στάδιο της εξέτασης έγινε με βάση τα βήματα της διαδικασίας που προέκυψαν από την βιβλιογραφία και τις πληροφορίες των συνεντεύξεων. Κάθε πληροφορία αντιστοιχεί σε μία σειριακή ενέργεια για την εξέταση ή σε μία παράλληλη διεργασία η οποία αποτελεί μέρος της λειτουργίας του συστήματος. Οι ενέργειες απεικονίζονται παρακάτω (Πίνακας 4)

Πίνακας 4. Διακριτά στάδια εξέτασης

ΣΤΑΔΙΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ	
ΣΕΙΡΙΑΚΑ	
1	ΡΑΝΤΕΒΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ (ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ)
2	ΨΙΛΆΦΗΣΗ (ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΣ ΜΑΣΤΟΛΟΓΟΣ)
3	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ (ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ)
4	ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΑΠΌ ΣΤΑΘΜΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
5	ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ
6	ΥΠΕΡΗΧΟΣ
ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ	
7	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΕΙΩΝ -ΑΡΧΕΙΟ
8	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ
9	ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΣΘΕΝΟΥΣ

2. Αιτιολογία Θέσης

Σημαντικός ρόλος για τον χαρακτηρισμό της πληροφορίας είναι η μορφή τεκμηρίωσης που χρησιμοποιεί ο ιατρός για την πληροφορία . Οι περιπτώσεις αιτιολογίας θέσης είναι οι εξής

	ΑΙΤΟΛΟΓΙΑ ΘΕΣΗΣ
A	Βιβλιογραφία-Ιατρικά Πρωτόκολλα
B	Άποψη Γιατρού - Βολική συνήθεια
C	Ενδεικνύμενη χρήση Εξοπλισμού

3. Οργανωσιακό Επίπεδο Πληροφορίας

Οι πληροφορίες οι οποίες συλλέχτηκαν κατηγοριοποιήθηκαν με βάση το επίπεδο οργάνωσης στο οποίο αναφέρεται η θέση του ιατρού. Αυτές οι περιπτώσεις είναι οι εξής:

	ΟΡΓΑΝΩΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
K	SYSTEM LEVEL
L	COGNITIVE LEVEL
M	ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ CAD

3.3 Μέθοδοι και διαδικασία εξαγωγής συμπερασμάτων

3.3.1 Ανάλυση σε επίπεδο συστήματος

Από την επεξεργασία των δεδομένων για την εξέταση του μαστού έγινε προσπάθεια να αναλυθεί το σύστημα το οποίο ακολουθείται και τα επιμέρους βήματα τα οποία το αποτελούν. Η ανάλυση του συστήματος έδωσε αποτελέσματα και συμπεράσματα για τις ενέργειες που γίνονται ώστε να πραγματοποιηθεί η εξέταση , την σειρά των ενεργειών, τους πόρους που χρησιμοποιούνται και τις δυνατότητες ποικιλομορφίας και διαφοροποίησης της διαδικασίας.

3.3.2 Μοντέλο διαδικασίας

Η επεξεργασία των δεδομένων που αφορούσε τα βήματα της διαδικασίας οδήγησε στην κατάστρωση ενός μοντέλου διαδικασίας το οποίο να περιγράφει λεπτομερώς τις κινήσεις που γίνονται σε κάθε διαδικασία ανάλογα την διαθέσιμη τεχνολογία και τεχνογνωσία της εξέτασης και διάγνωσης του καρκίνου του μαστού.

3.3.3 Πρωτοτυπικό μοντέλο διαδικασίας

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα του μοντέλου διαδικασίας και των προτιμήσεων του τρόπου εργασίας των συνεντευξιζόμενων ιατρών, καταστρώθηκε ένα καθολικό διάγραμμα ροής το οποίο καλύπτει τις περιπτώσεις ακολουθίας βημάτων των ιατρών και

την επιστημονική ορθότητα με βάση την βιβλιογραφία. Το αποτέλεσμα του διαγράμματος προσεγγίζει μία προτυποποίηση της γενικής διαδικασίας και λειτουργίας του συστήματος.

3.3.4 Γνωσιακή ανάλυση της νοητικής διεργασίας

Η επεξεργασία των δεδομένων που αφορούν την διαδικασία παρατήρησης, συνδυασμού γνώσεων και αλληλεπίδραση με τον υπάρχον εξοπλισμό ομαδοποιήθηκε σε κατηγορίες νοητικών διεργασιών του γιατρού προς εξαγωγή των πληροφοριών της διάγνωσης. Στην διαδικασία γνωστικής ανάλυσης διερευνήθηκαν τεχνικές που προτιμούν να χρησιμοποιούν οι γιατροί, η σχέση που έχουν με την χρήση των μηχανημάτων και η σημαντικότητα συγκεκριμένων παρατηρήσεων για την τελική απόφαση της διάγνωσης.

3.3.5 Παράγοντες κινδύνου και τρόποι αντιμετώπισης (FMECA Method)

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την επεξεργασία των δεδομένων των κινδύνων ήταν η FMECA (Failure Modes, Effects and Criticality Analysis). Στο επίπεδο του συστήματος προέκυψαν συμπεράσματα για τους κινδύνους και τις ευκαιρίες που υπάρχουν στην διαδικασία και συγκεράστηκαν τα δεδομένα των ιατρών για την τελική εκτίμηση της συνέπειας, της πιθανότητας και την επικινδυνότητα των κινδύνων. Πραγματοποιήθηκε ανάλυση διαχείρισης ρίσκου (risk management) με αντίστοιχα διαγράμματα αποτελεσμάτων. Στο στάδιο της γνωσιακής ανάλυσης εξήχθη μία κριτική περιγραφή των κινδύνων κατά την νοητική διεργασία, έτσι όπως προέκυψε από την εμπειρία των ιατρών και τις πηγές βιβλιογραφίας.

3.3.6 Αντιπαραβολή δεδομένων με σύγχρονες πηγές βιβλιογραφίας

Πραγματοποιήθηκε εκτενής κατανόηση της βιβλιογραφίας που σχετίζεται με το αντικείμενο μελέτης της εργασίας. Οι πληροφορίες που συλλέχτηκαν από τις συνεντεύξεις συγκρίθηκαν με τις πηγές και το αποτέλεσμα ήταν να οργανωθούν οι πρακτικές που χρησιμοποιούνται σε επίπεδο συστήματος και σε γνωσιακό επίπεδο. Επίσης στην εργασία παρουσιάζεται η χρησιμότητα των αλγορίθμων CAD, πλεονεκτήματα, μειονεκτήματα και κίνδυνοι αυτών.

4. Ανάλυση συστήματος (System Analysis)

4.1 Αποδελτίωση συνεντεύξεων- Μοντέλο διαδικασίας

Οργανώνοντας τις πληροφορίες των συνεντεύξεων που αφορούν το οργανωσιακό επίπεδο του Συστήματος έγινε μία προσπάθεια να δημιουργηθεί ένα μοντέλο διαδικασίας το οποίο να περιγράφει τα βήματα τα οποία ακολουθούνται, οι τεχνικές λεπτομέρειες που περιλαμβάνουν οι ενέργειες, κανόνες και πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιούνται και οι περιπτώσεις οι οποίες καθορίζουν την σειρά των ενεργειών.

Παρατηρήθηκε ότι τα βήματα της διαδικασίας διαφοροποιούνται με βάση την τεχνολογία της μαστογραφίας που χρησιμοποιείται. Έτσι καταστρώθηκαν αρχικά δύο διαφορετικές εκδοχές του μοντέλου διαδικασίας για τις περιπτώσεις της Ψηφιοποιημένης και της Αναλογικής Μαστογραφίας. Η διαδικασία της Ψηφιακής Μαστογραφίας αποτελεί μία απλοποιημένη περίπτωση της Ψηφιοποιημένης καθώς η διαδικασία είναι η ίδια. Το μόνο βήμα το οποίο παραλείπεται είναι η διαδικασία της ψηφιοποίησης της εικόνας.

-Αρχή μοντέλου διαδικασίας-

Μοντέλο διαδικασίας εξέτασης και διάγνωσης μαστογραφίας

4.1.1 Version 1: Ψηφιοποιημένη μαστογραφίας

Βήμα 0: Ραντεβού- Προγραμματισμός εξέτασης

0.1. Τηλεφωνική ή δια ζώσης επικοινωνία (γραμματεία)

0.2. Ερώτηση ιστορικού εξέτασης-προηγούμενη μαστογραφία- καταγραφή

0.3. Λήψη απόφασης για εξέταση ή όχι, σύμφωνα με πρωτόκολλο *1*

 1 Απόφαση για λήψη εξέτασης ή όχι σύμφωνα με Guidline American College of Radiology
 (Διάγραμμα ροής)

Συνθήκη: ύπαρξη οικογενειακού ιστορικού (1ου βαθμού συγγένειας)

Αν ναι -> πρέπει να γίνει εξέταση, 10 χρόνια νωρίτερα από την ηλικία που η συγγενής 1ου βαθμού εμφάνισε καρκίνο μαστού (πχ Αν η μητέρα εμφάνισε στα 35 ,η εξέταση πρέπει να γίνει από τα 25 έτη και μετά)

Αν όχι -> Ηλικίες <35 -> όχι άμεσα εξέταση ,παραπομπή σε ψηλάφηση* , 35-40 -> NAI ,1 Μαστογραφία βάσης , >40 NAI Μαστογραφία σε ετήσια βάση.

*στην περίπτωση που ζητηθεί διερεύνηση από χειρουργό μαστού, γίνεται υπέρηχος

Παρατήρηση: Σημαντικοί παράγοντες για την εξέταση είναι

-προτείνεται για τις νέες γυναίκες (σε αναπαραγωγική ηλικία) να γίνει μαστογραφία σε χρονική στιγμή που ο μαστός δεν είναι διογκωμένος, 5η-7η μέρα κύκλου περιόδου

-40 ημέρες μετά από τον εμβολιασμό covid-19

0.4. Αποστολή ενημερωτικού φυλλαδίου για εξέταση και ενημέρωση στοιχείων διαδικασίας

Βήμα 1 : Ψηλάφηση μαστού από χειρουργό ιατρό

1.1. Διασταύρωση στοιχείων ραντεβού από την γραμματεία και παραπομπή στο εξωτερικό ιατρείο μαστού - χειρουργικής κλινικής

1.2. Ψηλάφηση μαστού από χειρουργό ιατρό -διερεύνηση ευρημάτων

1.3. Συγγραφή εγγράφου ψηλάφησης - διάγνωση ---> (ΕΓΓΡΑΦΟ ΔΙΑΓΝΩΣΗΣ ΨΗΛΑΦΗΣΗΣ) Επισήμανση ευρημάτων και παρατηρήσεων

Βήμα 2: Λήψη εξέτασης από τεχνολόγο

2.1. Καταγραφή εντύπου τυποποιημένου ιστορικού ασθενούς από τεχνολόγο

2.2 Setup μηχανήματος- Προδιαγραφές εξέτασης (συνήθως παραμετροποίηση ανάλογα με το μέγεθος μαστού)

2.3. Λαμβάνει 4 διαδοχικές λήψεις στο μηχάνημα μαστογράφου με 4 πλάκες φωσφόρου (ειδικό για το μηχάνημα και την εμφάνιση), 2 για κάθε μαστό σε λήψεις face (CC) και profile (MLO) (R & L)

2 Διαδικασία και κανόνες εξέτασης , διαχείρισης ασθενούς -πρωτόκολλο και γνωστικό αντικείμενο των τεχνολόγων

2.4. Μεταφορά κασετών φωσφόρου στο μηχάνημα ψηφιοποιητή

- Ανάγνωση μίας εικόνας -> μετατροπή αναλογικής σε ψηφιακή πληροφορία
- Δυνατότητα επεξεργασίας εικόνας από τεχνολόγο στο μηχάνημα

! Υπάρχει άτυπη σύμβαση ο τεχνολόγος να μην επεξεργάζεται την εικόνα αλλά η επεξεργασία να γίνεται μόνο από τον ιατρό.

- Εκτύπωση εξέτασης σε φιλμ με στοιχεία ασθενούς και ημερομηνία-ώρα

---> (ΕΚΤΥΠΩΜΕΝΟ ΦΙΛΜ)

- Αποστολή με ηλεκτρονικό τρόπο στο PACS (*3*) για αρχειοθέτηση και αποθήκευση εξέτασης. ----> (ΕΞΕΤΑΣΗ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΜΟΡΦΗ)

3 PACS: Picture Archiving & Communication System :Ηλεκτρονικό σύστημα αρχειοθέτησης εξετάσεων, οργάνωσης λίστας ασθενών, εξετάσεων, διαγνώσεων και ιστορικού.

-
- Τοποθέτηση εξέτασης σε φάκελο, αρχειοθέτηση εγγράφου σε χώρο τμήματος (περίπτωση εσωτερικού ασθενούς) και προτροπή αναμονής ασθενούς στον χώρο του νοσοκομείου

Βήμα 3

3.1. Ανάκληση εικόνων εξέτασης στον σταθμό εργασίας (*4*) από τον ιατρό Ακτινολόγο μέσω του PACS .

4 Ο σταθμός εργασίας είναι ένα δωμάτιο με προσαρμοσμένο χαμηλό φωτισμό , 3 οθόνες εκ των οποίων οι 2 υψηλής ανάλυσης 5 MP και 1 κανονικής ανάλυσης για υπόλοιπες λειτουργίες. Υπάρχει calibration στην φωτεινότητα της οθόνης , στα χρώματα και στο contrast ανάλογα τις συνθήκες χώρου.

! Παρατήρηση: Κανόνας στην ψηφιακή εικόνα είναι ότι δεν πρέπει να γίνεται η διάγνωση μέσω εκτυπωμένου film και διαφανοσκόπιου (αλλά μόνο μέσω της ειδικής οθόνης υψηλής ανάλυσης)

3.2. Επεξεργασία- παραμετροποίηση εικόνων εξέτασης, μία μία ξεχωριστά ή/και όλες μαζί με βάση την κριτική ικανότητα του γιατρού με σκοπό να είναι ευκρινή σημεία ενδιαφέροντος (αποτιτανώσεις, μάζες, μικροασβεστώσεις, διαταραχές αρχιτεκτονικής)

Οι παράμετροι που μπορεί να επεξεργαστεί είναι:

- φωτεινότητα
- contrast

- μεγέθυνση
- θετικό -αρνητικό
- μέτρηση διάστασης
- συμπλήρωση στοιχείων

3.3. Εκτύπωση εξέτασης σε DVD από PACS --> (DVD)

3.4. Λήψη απόφασης ιατρού με βάση την κρίση του ιατρού και χαρακτηρισμός με βάση το σύστημα BIRADS . Συγγραφή απάντησης διάγνωσης- παραπομπή πιθανά σε άλλη εξέταση - --> (ηλεκτρονικό έγγραφο διάγνωσης ακτινολόγου στο PACS) και (εκτυπωμένο έγγραφο διάγνωσης)

5 Σύστημα BIRADS-Διάγνωση (0-6)

(Διάγραμμα ροής)

Λήψη εξέτασης

Αν απαιτείται επιπλέον λήψη NAI--> BIRADS 0: Ζητείται στον τεχνολόγο επιπλέον λήψη με διαφορετική τοποθέτηση του μαστού (υπάρχουν περίπου 70 εναλλακτικές λήψεων) ή εξέταση από άλλο ιατρό (πχ. υπέρηχος, μαγνητική τομογραφία)

Αν ΟΧΙ-->

Περίπτωση 1 Καλοήθειας: Αν ο ιατρός δεν έχει κάτι προς σχολιασμό--> BIRADS 1

Αν αποφαίνεται καλοήθεια και έχει να σχολιάσει κάτι (μόνο καλοήθειες) --> BIRADS 2

Περίπτωση 2 Ενδιάμεσης κατάστασης: BIRADS 3- Υπάρχουν αλλοιώσεις για τις οποίες χρειάζεται η πάροδος χρόνου για απόφαση διάγνωσης (συνήθως 4 εξάμηνα) . Επανελέγχος σε 6 μήνες ή 1 έτος. Χαρακτηρισμός συνήθως μετά από 2 έτη (σε BIRADS 2 ή 4,5,6 ανάλογα τα ευρήματα).

Περίπτωση 3 Κακοήθειας:

BIRADS 4- Πιθανότητα κακοήθειας 2-94% (4a:2-49% ,4b:50%, 4c: 51-94%)

BIRADS 5- Εντόνως ύποπτο εύρημα 95-100%

BIRADS 6- Ειδική κατηγορία: Εξέταση μαστογραφίας με δεδομένη ιστολογική επιβεβαίωση κακοήθειας υπό χημειοθεραπεία μέχρι να οδηγηθεί σε χειρουργό.

3.5. Στην περίπτωση BIRADS 0 γίνεται επιπλέον εξέταση. Αν χρειάζεται μαστογραφία επαναλαμβάνεται το βήμα 2 και 3 .

3.6. Η ασθενής λαμβάνει τα εξής και μετά μπορεί να αποχωρήσει :

- έγγραφο διάγνωσης ακτινολόγου
- εκτυπωμένα φιλμ
- DVD εξέτασης

Παρατηρήσεις

1. Ο ποιοτικός έλεγχος μηχανημάτων γίνεται προληπτικά τουλάχιστον 1-2 φορές ανά έτος σύμφωνα με τις οδηγίες ISO και εκτάκτως κατά την κρίση του ακτινοφυσικού.
2. Υπάρχει σύστημα αρχειοθέτησης και αποθήκευσης εντύπων και ηλεκτρονικών στοιχείων για την διάγνωση και τις εξετάσεις-εικόνες.
3. Οι συμπληρωματικές λήψεις γίνονται αφού ολοκληρωθεί ο κύκλος της μίας εξέτασης και αν κρίνεται σκόπιμο γίνονται την ίδια μέρα. Στην περίπτωση που δεν παρευρίσκεται στο κατάλληλο προσωπικό (ιατρός, τεχνολόγος) , η λήψη γίνεται άλλη μέρα με ανάκληση του ασθενούς.
4. Εκπαίδευση προσωπικού για χρήση, συντήρηση μηχανημάτων και εκπαίδευση τεχνολόγου.
5. Σε περιπτώσεις επικινδύνων /κρίσιμων καταστάσεων (πχ. απώλεια αισθήσεων, επιληπτική κρίση, κρίση πανικού ασθενή με άνοια, ο ιατρός πρέπει να βρίσκεται σε συνεχή ενημέρωση και εγρήγορση για την αντιμετώπισή της. Υπάρχον καθαρισμένες ευθύνες σε ανεπιθύμητες εκβάσεις της διαδικασίας (FMECA).

4.1.2 Version2: Κλασικής Μαστογραφίας (Film Screen Mammography)

Βήμα 0 : (ίδιο με ψηφιοποιημένη)

Βήμα 1: (ίδιο με ψηφιοποιημένη)

Βήμα 2:

2.1. (ίδιο)

2.2 (ίδιο)

2.3. (ίδιο)

Διαφοροποίηση: Οι κασέτες είναι διαφορετικές από την ψηφιοποιημένη μαστογραφία. Τα φιλμ εμφανίζονται σε dedicated εμφανιστήριο.

Σημείωση: Το μηχάνημα μαστογράφου είναι το ίδιο στις δύο περιπτώσεις.

2.4. Μεταφορά κασετών στο εμφανιστήριο χημικών. Είναι ειδικά προσαρμοσμένο σκοτεινό δωμάτιο με κόκκινο φωτισμό στο οποίο ακολουθείται χημική διαδικασία για να εμφανιστεί η πληροφορία της λήψης στο φιλμ.

2.5. Τοποθέτηση εξέτασης στον φάκελο και μεταφορά στον ιατρό ακτινολόγο.

Βήμα 3:

3.1. Τοποθέτηση φιλμ εξέτασης στο διαφανοσκόπιο.

Το διαφανοσκόπιο είναι επιτοίχιος πίνακας με λευκό φως. Διαθέτει πετάσματα για την αποφυγή ενόχλησης ιατρού στα μάτια από το φως, ενώ περιορίζεται η εικόνα στο πλαίσιο της. Ο ιατρός χρησιμοποιεί μεγεθυντικό φακό (x4) για να διακρίνει καλύτερη λεπτομέρεια σε σημεία.

3.2. (ίδιο με βήμα 3.4.ψηφιοποιημένης μαστογραφίας ,βλ. σελ 3) ---> (Αρχειοθέτηση εμφανισμένου φιλμ)

3.3. (ίδιο με βήμα 3.5.ψηφιοποιημένης μαστογραφίας ,βλ. σελ 3)

3.4. Η ασθενής λαμβάνει τα εξής και μετά μπορεί να αποχωρήσει:

- έγγραφο διάγνωσης ακτινολόγου
- φιλμ μαστογραφίας

Παρατηρήσεις:

1. Μία διαφορά μεταξύ ψηφιοποιημένης και κλασικής μαστογραφίας σε θέμα αποτελέσματος διάγνωσης, σύμφωνα με μετρήσεις και παρατηρήσεις έμπειρων

γιατρών είναι ότι υπάρχει καλύτερη διακριτική ικανότητα σε ύποπτα σημεία της ιατρικής εικόνας.

Επίσημη μέτρηση: Digital--> 5-13 line pairs/mm (μέσω των συνθηκών διάγνωσης, δηλ. οθόνη) και Film Screen Mammography 20 line pairs/mm

2. Η διάγνωση στην περίπτωση ψηφιοποιημένης μαστογραφίας δεν πρέπει να γίνεται από το εκτυπωμένο φιλμ διότι μειώνεται η ποιότητα και η πληροφορία που υπάρχει, σε αντίθεση με την κλασική μαστογραφία.

-Τέλος μοντέλου διαδικασίας-

4.2 Σειριακή καταγραφή βημάτων ανά περίπτωση

Από την μελέτη των πληροφοριών των συνεντεύξεων με βάση το System Level (K) και τον συνδυασμό αιτιολογίας Βιβλιογραφίας-Ιατρικών Πρωτοκόλλων (A) και Προσωπικής Άποψης του ιατρού (B) προέκυψε ότι κάθε ιατρός επιλέγει διαφορετικά βήματα για την ιατρική αξιολόγηση της εξεταζόμενης. Έγινε η καταγραφή των βημάτων της διαδικασίας της εξέτασης όπως περιεγράφηκε από κάθε συνεντευξιζόμενο. Η σειριακή καταγραφή των βημάτων και κάποια σχόλια που δικαιολογούν την επιλογή αυτή απεικονίζονται παρακάτω στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5. Σειρά βημάτων εξέτασης ανά περίπτωση συνεντευξιζόμενου ιατρού Ακτινοδιαγνώστη

	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο
Γεωργίου Ειρήνη	0	1	2	3	4	6

Σχόλια: Αυτοματοποιημένα σημαντική πληροφορία προαιρετικά

	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο	7ο
Βλαχάκος Ευστάθιος	0	1	2	3	5	4	6

Σχόλια: ευθυνή χειρουργού σημαντικό απόφαση χειρουργού

	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο
Μητράκος Ιωάννης	0	2	3 και 5	4	1	6

Σχόλια: δύο βασικές εξετάσεις προαιρετικά και σπάνια

	1ο	2ο	3ο	4ο	5ο	6ο
Θεοδοσίου Άγγελος	0	1	2	3	4	6

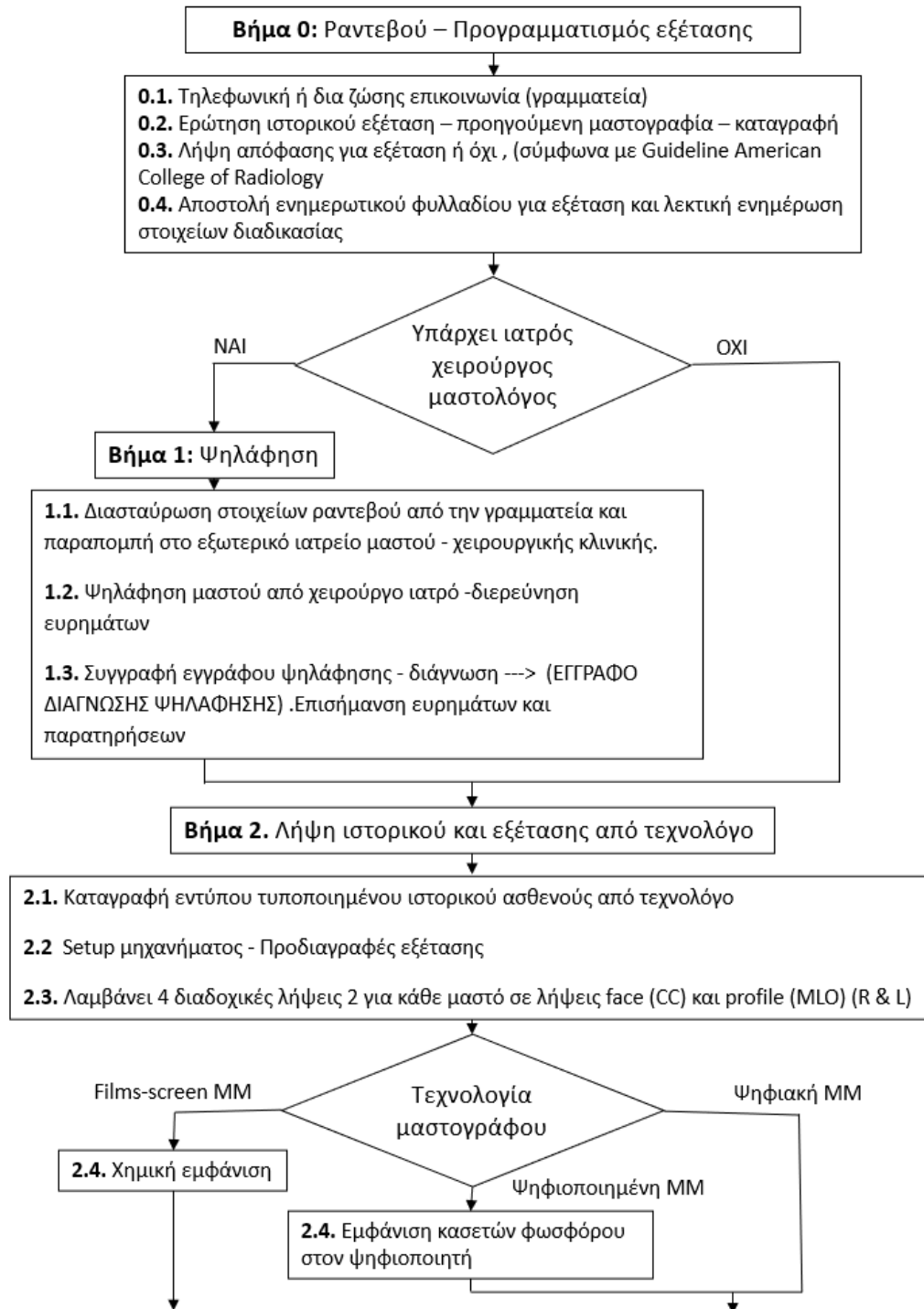
Σχόλια:

A/A	Στάδιο
0	Ραντεβού - Προγραμματισμός Εξέτασης
1	Ψηλάφηση μαστού από χειρουργό μαστολόγο
2	Λήψη ιστορικού και μαστογραφίας από τεχνολόγο
3	Διάγνωση μαστογραφίας από ιατρό Ακτινολόγο
4	Συμπληρωματική εξέταση προς διευκρίνιση ύποπτου ευρήματος
5	Υπέρηχος ως βασική εξέταση
6	Αποδέσμευση ασθενούς ή παραπομπή σε παρακέντηση/νοσηλεία

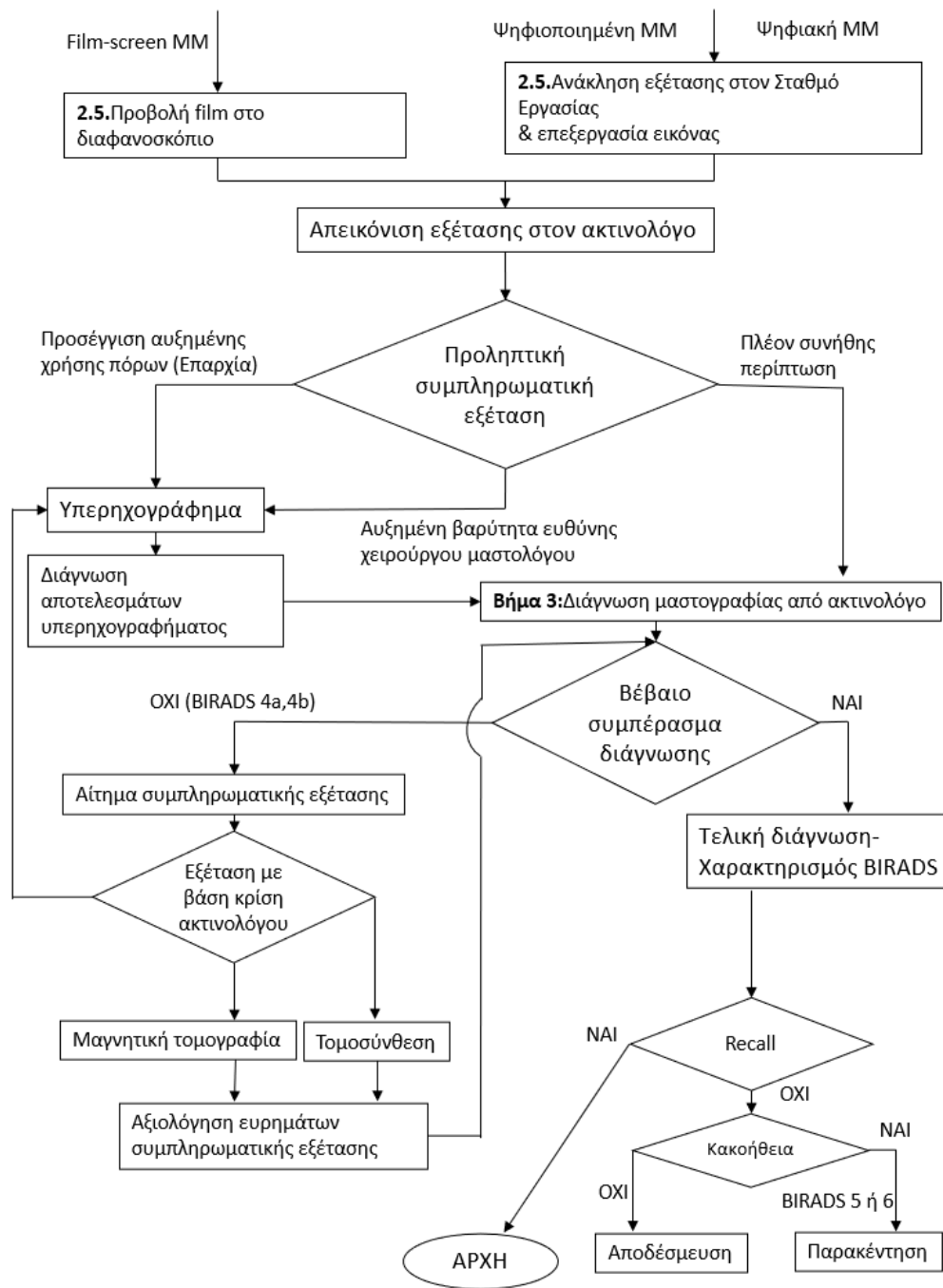
4.3 Prototypical Flowchart

Τα επιμέρους βήματα και η επιλογή της σειράς των ενεργειών από τους ιατρούς μπορούν να συνδυαστούν σε ένα ενιαίο διάγραμμα ροής. Οι κύριες αρχές στις οποίες βασίζεται η εξαγωγή διαγράμματος ροής είναι η τήρηση των πρωτοκόλλων, η καθολική ισχύς και συμφωνία με τις θέσεις των 4 συνεντευξιζόμενων και η εύστοχη περιγραφή των βημάτων. Το Prototypical Flowchart φαίνεται παρακάτω στο **Σχήμα 9**.

Prototypical flowchart



(Συνέχεια σχήματος στην επόμενη σελίδα)



Σχήμα 9. Πρωτοτυπικό διάγραμμα ροής διαδικασίας συστήματος εξέτασης μαστογραφίας (Prototypical flowchart)

4.4 Παράγοντες Κινδύνων-Ευκαιριών

Σύμφωνα με την βιβλιογραφία, μία έρευνα πιθανών παραγόντων κινδύνου στην εξέταση της Μαστογραφίας (Davey, 2007) αναφέρει ότι οι κατηγορίες των πιθανών κινδύνων είναι οι εξής:

- Βιολογικής φύσεως κίνδυνοι
- Κίνδυνοι Φυσιολογίας
- Κίνδυνοι που σχετίζονται με το προσωπικό

Με βάση την βιβλιογραφία και τις πληροφορίες των συνεντεύξεων καταγράφηκαν 22 διαφορετικοί κίνδυνοι που μπορούν να συμβούν κατά την διαδικασία. Η εκτίμηση Πιθανότητας (P), Συνέπειας (H) έγινε από τους 4 συνεντευξιζόμενους ιατρούς σε κλίμακα (1-10) και η Επικινδυνότητα (R) προέκυψε από το γινόμενο των δύο προηγούμενων. Οι τιμές του τελικού πίνακα προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων τιμών. Στον **Πίνακας 6** παρουσιάζονται αναλυτικά οι κίνδυνοι συνοδευόμενοι με τις εκτιμήσεις των 3 παραμέτρων της FMECA Method), ενώ στον **Πίνακας 7** παρουσιάζονται οι υφιστάμενες διορθωτικές ενέργειες για κάθε κίνδυνο, το υπεύθυνο πρόσωπο για την αντιμετώπιση του κινδύνου και το σημείο της διαδικασίας στο οποίο υπάρχει ο κίνδυνος (Σύμφωνα με το μοντέλο διαδικασίας).

Πίνακας 6. Περιγραφή κινδύνων διαδικασίας και εκτίμηση Πιθανότητας, Συνέπειας και Επικινδυνότητας

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ - ΕΥΚΑΙΡΙΩΝ				
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑ (P)	ΣΥΝΕΠΕΙΑ (H)	ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ (R)
1	Απουσία προηγούμενης μαστογραφίας ή υπερηχογραφήματος για σύγκριση	2	2	4
2	Να μην δοθεί ή να μην δεχθεί η ασθενής την απαιτούμενη πίεση στον μαστό με συνέπεια την αύξηση της δόσης της ακτινοβολίας και την μείωση της ανάλυσης στην τελική εικόνα	2	2	4
3	Χρήση αποσμητικών ή κρεμών στην περιοχή του μαστού ή της μασχάλης με αποτέλεσμα την εμφάνιση λευκών κηλίδων ή ψευδώς θετική απεικόνιση συρροής αποτιτανώσεων	2	3	6

4	Προγραμματισμός της εξέτασης σε ημέρες που ο μαστός είναι ευαίσθητος	3	2	6
5	Πιθανή εγκυμοσύνη	2	3	6
6	Ελλιπής καθαρισμός ή κακή χρήση ενισχυτικών πινακίδων	1	4	4
7	Κακή συντήρηση μαστογράφου (π.χ. έλεγχος λυχνίας, γεωμετρικά χαρακτηριστικά δέσμης, μέτρηση δόσης ακτινοβολίας κατά την εξέταση, ποιότητα εικόνας)	1	4	4
8	Μη εκπαιδευμένο προσωπικό (για την χρήση του μαστογράφου ή την διάγνωση της μαστογραφίας)	1	5	5
9	Ελλιπής έλεγχος σωστής λειτουργίας του εμφανιστηρίου (ποσότητα και ποιότητα εμφάνισης - στερέωσης, βαθμός ομίχλωσης, θερμοκρασία κ.α.)	1	4	4
10	Λανθασμένη - κακή τοποθέτηση του εξεταζόμενου μαστού	2	3	6
11	Λανθασμένη τεχνική εξέτασης (αναδίπλωση δέρματος, artifacts κίνησης, παρεμβολή αντικειμένου όπως ώμος ή κοσμήματος)	2	2	4
12	Λανθασμένη χρήση θαλάμων ιονισμού	2	2	4
13	Λανθασμένη ρύθμιση KV ή mAs κατά την εξέταση μαστών με σιλίκονη όπου απαιτείται η χρήση χειροκίνητων στοιχείων	1	3	3
14	Λανθασμένη τεχνική εμφάνισης των films	1	4	4
15	Μη συμμετρικές εικόνες	2	2	4

16	Διακοπή ρεύματος κατά την διάρκεια συμπίεσης του μαστού ή της εμφάνιση της μαστογραφίας	1	2	2
17	Μη τήρηση των κανόνων ορθής διατήρησης αρχείου με αποτέλεσμα τα σφάλματα στα προσωπικά στοιχεία ή στα ιατρικά αρχεία των εξεταζόμενων	1	3	3
18	Απώλεια των αισθήσεων ή επιληπτική κρίση κατά την διάρκεια της μαστογραφίας	1	4	4
19	Ανοϊκή ασθενής ή άτομο με νοητικά προβλήματα	1	3	3
20	Ελλιπής λήψη ιστορικού της εξεταζόμενης	1	3	3
21	Ψευδώς θετικά ή ύποπτα ευρήματα λόγω ελλιπούς σήμανσης σπύλων ή ουλών	1	4	4
22	Κρίση πανικού της εξεταζόμενης	1	3	3

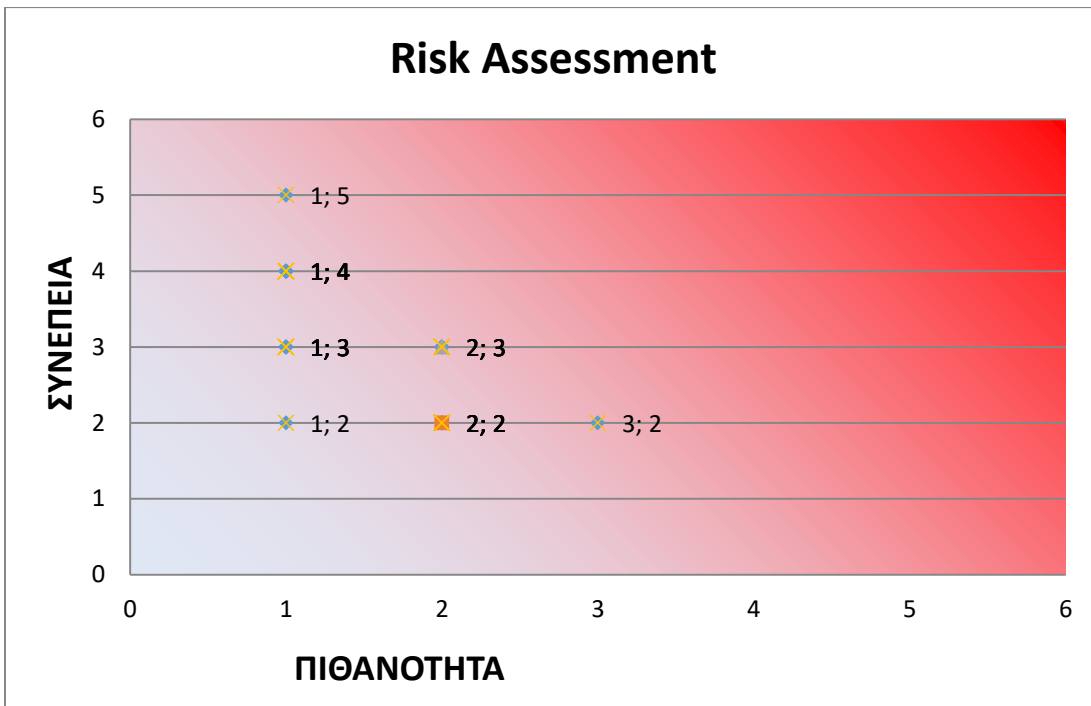
Πίνακας 7. Κίνδυνοι , Διορθωτικές ενέργειες, Υπεύθυνο πρόσωπο και Σημείο διαδικασίας

ΜΕΛΕΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΩΝ - ΕΥΚΑΙΡΙΩΝ				
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΙΝΔΥΝΟΥ	ΔΙΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ	ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ	ΣΗΜΕΙΟ
1	Απουσία προηγούμενης μαστογραφίας ή υπερηχογραφήματος για σύγκριση	Σωστή ενημέρωση	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	0,3
2	Να μην δοθεί ή να μην δεχθεί η ασθενής την απαιτούμενη πίεση στον μαστό με συνέπεια την αύξηση της δόσης της ακτινοβολίας και την μείωση της ανάλυσης στην τελική εικόνα	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.3

3	Χρήση αποσμητικών ή κρεμών στην περιοχή του μαστού ή της μασχάλης με αποτέλεσμα την εμφάνιση λευκών κηλίδων ή ψευδώς θετική απεικόνιση συρροής αποτιτανώσεων	Εκπαίδευση Τεχνολόγου Σωστή ενημέρωση	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	0.1,2.1
4	Προγραμματισμός της εξέτασης σε ημέρες που ο μαστός είναι ευαίσθητος	Σωστή ενημέρωση	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ	0.3,1.1
5	Πιθανή εγκυμοσύνη	Ερώτημα στην Λήψη Ιστορικού Σωστή ενημέρωση	ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	0.2,2.3
6	Ελλιπής καθαρισμός ή κακή χρήση ενισχυτικών πινακίδων	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.2
7	Κακή συντήρηση μαστογράφου (π.χ. έλεγχος λυχνίας, γεωμετρικά χαρακτηριστικά δέσμης, μέτρηση δόσης ακτινοβολίας κατά την εξέταση, ποιότητα εικόνας)	Προληπτικές συντηρήσεις και Έλεγχος από Ακτινοφυσικό	ΥΔΠ	Π1
8	Μη εκπαιδευμένο προσωπικό (για την χρήση του μαστογράφου ή την διάγνωση της μαστογραφίας)	Επιλογή & Εκπαίδευση Τεχνολόγου	Υ.Δ.Π.	Π4
9	Ελλιπής έλεγχος σωστής λειτουργίας του εμφανιστηρίου (ποσότητα και ποιότητα εμφάνισης - στερέωσης, βαθμός ομιχλώδης, θερμοκρασία κ.α.)	Μη εκτέλεση Μαστογραφιών Έλεγχος από Ακτινοφυσικό	Υ.Δ.Π.	Π4
10	Λανθασμένη - κακή τοποθέτηση του εξεταζόμενου μαστού	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.3
11	Λανθασμένη τεχνική εξέτασης (αναδίπλωση δέρματος, artifacts κίνησης, παρεμβολή αντικειμένου όπως ώμος ή κοσμήματος)	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.3
12	Λανθασμένη χρήση θαλάμων ιονισμού	Εκπαίδευση Τεχνολόγου και Έλεγχος από Ακτινοφυσικό	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.4

13	Λανθασμένη ρύθμιση KV ή mAs κατά την εξέταση μαστών με σιλικόνη όπου απαιτείται η χρήση χειροκίνητων στοιχείων	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.2
14	Λανθασμένη τεχνική εμφάνισης των films	Εκπαίδευση Τεχνολόγου και Έλεγχος από Ακτινοφυσικό	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.4
15	Μη συμμετρικές εικόνες	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	2.3
16	Διακοπή ρεύματος κατά την διάρκεια συμπίεσης του μαστού ή της εμφάνισης της μαστογραφίας	Ενημέρωση για διακοπές τάσης	T.Y.	
17	Μη τήρηση των κανόνων ορθής διατήρησης αρχείου με αποτέλεσμα τα σφάλματα στα προσωπικά στοιχεία ή στα ιατρικά αρχεία των εξεταζόμενων	Εκπαίδευση Γραμματείας Τεχνολόγων και Ιατρού	ΥΔΠ	Π2,2.4,3.1,3.4
18	Απώλεια των αισθήσεων ή επιληπτική κρίση κατά την διάρκεια της μαστογραφίας	Χρήση ειδικής Καρέκλας Μαστογραφίας Παρουσία Ιατρού	ΙΑΤΡΟΣ	Π5
19	Ανοϊκή ασθενής ή άτομο με νοητικά προβλήματα	Παρουσία Συνοδού ή Ιατρού	ΙΑΤΡΟΣ	Π5
20	Ελλιπής λήψη ιστορικού της εξεταζόμενης	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΙΑΤΡΟΣ	2.1
21	Ψευδώς θετικά ή ύποπτα ευρήματα λόγω ελλιπούς σήμανσης σπλών ή ουλών	Εκπαίδευση Τεχνολόγου	ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ	3,4
22	Κρίση πανικού της εξεταζόμενης	Παρουσία Συνοδού ή Ιατρού	ΙΑΤΡΟΣ	Π5

Παρακάτω στο **Σχήμα 10** φαίνεται το διάγραμμα που αφορά την ανάλυση επικινδυνότητας ως συνάρτηση της συνέπειας και την πιθανότητας των κινδύνων της διαδικασίας του συστήματος εξέτασης της Μαστογραφίας.



Σχήμα 10. Εκτίμηση Επικινδυνότητας ως συνάρτηση Συνέπειας-Πιθανότητας

Οι κίνδυνοι οι οποίοι εξήχθησαν από την βιβλιογραφία και την διαδικασία συνεντεύξεων αφορούν τα στάδια της διαδικασίας που ακολουθείται στο σύστημα και το πως μπορούν να διαταράξουν την τελική απόδοση του συστήματος. Επισημαίνεται πως η διαδικασία η οποία ακολουθείται στο σύστημα είναι απαραίτητη για την διασφάλιση την ποιότητας του τελικού αποτελέσματος της διάγνωσης.

5. Γνωστική ανάλυση και νοητική διεργασία του ιατρού ακτινοδιαγνώστη (διεπαφή ανθρώπου μηχανής- cognitive analysis)

5.1 Εισαγωγή

Στο προηγούμενο κεφάλαιο μελετήθηκε το πώς η οργάνωση του συστήματος επηρεάζει την λήψη της ορθής απόφασης για την διάγνωση του μαστού. Ωστόσο, αναλύοντας το σύστημα της εξέτασης μπορούμε να διαπιστώσουμε ότι η βαρύτητα στην τελική διάγνωση έχει η σχέση του ιατρού με τον εξοπλισμό που έχει στην διάθεσή του. Για την κατανόηση αυτής της σχέσης υπάρχει ανάγκη να γίνει μία γνωστική ανάλυση στον τρόπο που ο ιατρός σκέφτεται και αλληλεπιδρά με τον υπάρχον εξοπλισμό. Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας θα δοθεί βάση στην αξιολόγηση της μαστογραφίας από τον ιατρό ακτινολόγο, καθώς αποτελεί την πιο συχνή πηγή εύρεσης καρκίνου του μαστού (Ekro et al., 2018). Επίσης θα διερευνηθεί η χρησιμότητα των υπόλοιπων μεθόδων εξέτασης και γνωστικά εργαλεία και τεχνάσματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την διάγνωση.

5.2 Εργαλεία επεξεργασίας εικόνας

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα της απεικόνισης της μαστογραφίας οφείλεται στην δυνατότητα που παρέχεται στον ιατρό ακτινολόγο να επεξεργαστεί την εικόνα και να την παραμετροποιήσει με τον τρόπο που έχει μάθει. Αυτό εξυπηρετεί την αναγνώριση μοτίβων και την νοητική σύνδεση με τις υπάρχουσες κατηγορίες ευρημάτων. Για παράδειγμα στην **Εικόνα 4** ο ιατρός εντοπίζει μία ανωμαλία δομής καθώς μία υπάρχει μία συσσωρευμένη πύκνωση σε ένα σημείο με ορισμένες προεξοχές. Το χαρακτηρίζει ως ύποπτο εύρημα διότι το οπτικό μοτίβο το έχει συνδέσει με πιθανό εύρημα καρκίνου.



Εικόνα 4. Εντοπισμός ανωμαλίας μάζας, χαρακτηρισμός ως ύποπτο εύρημα

Η μέθοδος της Αναλογικής Μαστογραφίας (Film-screen Mammography) δεν παρέχει καμία δυνατότητα επεξεργασίας της εικόνας καθώς το φιλμ μετά την εμφάνιση είναι καθορισμένο. Η ανάλυση του φιλμ μετριέται σε line pairs/mm καθώς δεν αποτελεί αναλογικό τρόπο απεικόνισης (*Resolution Measurement and Its Units*, n.d.). Σύμφωνα με την αναλογική μονάδα μέτρησης η Αναλογική μαστογραφία έχει 15-20 LP/mm ενώ η ψηφιοποιημένη 5-13 LP/mm (*Spatial Resolution in Digital Mammography.5*, n.d.). Ωστόσο, οι δυνατότητες επεξεργασίας εικόνας αυξάνουν την ευκολία ανάγνωσης για τους περισσότερους ιατρούς ακτινοδιαγνώστες.

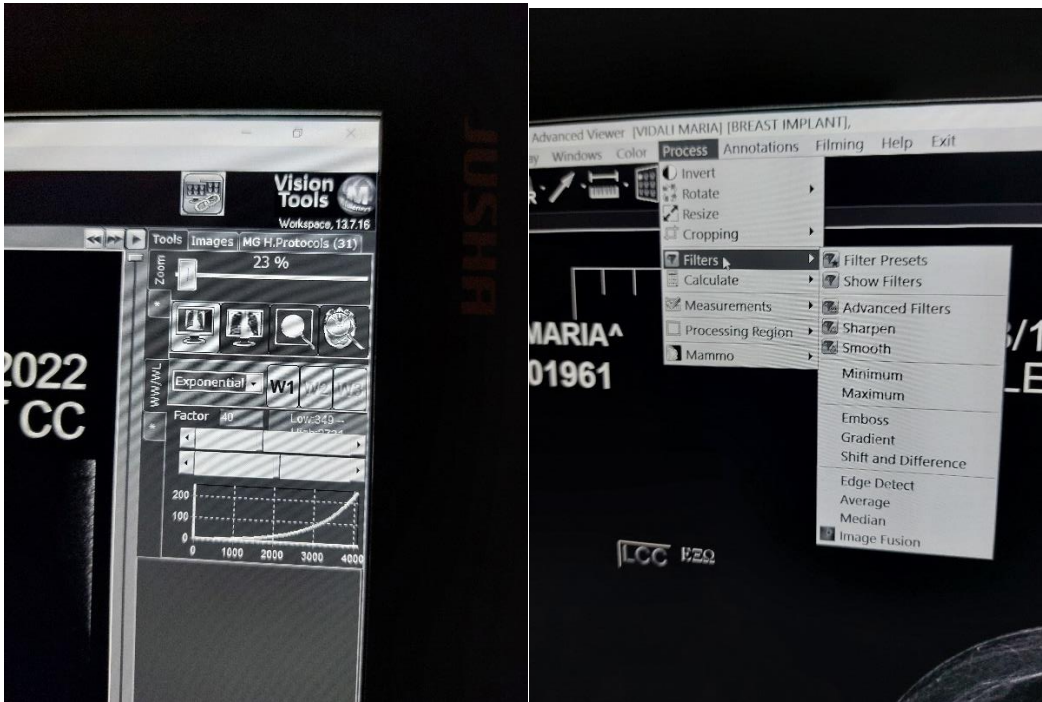
Στην Ψηφιοποιημένη και Ψηφιακή Μαστογραφία (Digitalized and Digital Mammography) μετά την διενέργεια της εξέτασης μέσω του συστήματος PACS (Picture Archiving and Communication System) παράγεται μία ψηφιακή εικόνα η οποία περνά από το στάδιο της επεξεργασίας του μηχανήματος. Αυτό το στάδιο αποτελεί μελέτη του κατασκευαστή του μηχανήματος του Μαστογράφου και γίνεται με βάση τυποποιημένο αλγόριθμο επεξεργασίας εικόνας. Η μέθοδος της Ψηφιακής Μαστογραφίας, ως πιο σύγχρονη μέθοδος παρέχει ακριβέστερη εικόνα για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον, η εικόνα η οποία λαμβάνεται από την εξέταση είναι ψηφιακή και παραλείπεται το στάδιο της ψηφιοποίησης, το οποίο μειώνει την ανάλυση (resolution) της ψηφιακής εικόνας. Δεύτερον, τα σύγχρονα μηχανήματα ψηφιακής μαστογραφίας έχουν ενσωματωμένη το πρώτο στάδιο της επεξεργασίας, ενώ στην ψηφιοποιημένη μαστογραφία αυτό το στάδιο γίνεται χειροκίνητα κατά την διάρκεια της ψηφιοποίησης.

Παράμετροι επεξεργασίας εικόνας

Οι κατασκευαστές επιλέγουν τον σχεδιασμό της διεπαφής (interface) και των εργαλείων επεξεργασίας με διαφορετικό τρόπο. Ωστόσο η επεξεργασία εικόνας βασίζεται σε ορισμένες παραμέτρους οι οποίες διαφοροποιούνται για να επιτευχθεί η τελική εικόνα διάγνωσης. Αυτές οι παράμετροι είναι οι εξής:

- Φωτεινότητα
- Contrast
- Μέγεθος -Εστίαση
- Ισορροπία λευκού-μαύρου
- Θετικό αρνητικό
- Επιπλέον τυποποιημένα σύμβολα και πλαίσια εστίασης
- Επιλογή παράλληλης προβολής διαφορετικών λήψεων

Παρακάτω, στην **Εικόνα 5** παρουσιάζεται μία τυπική διεπαφή (interface) επεξεργασίας Ψηφιοποιημένης μαστογραφίας ενώ στην **Εικόνα 6** φαίνεται μία διεπαφή (interface) Ψηφιακής μαστογραφίας.



Εικόνα 5. Παράδειγμα ενός Interface επεξεργασίας εικόνας Ψηφιοποιημένης Μαστογραφίας



Εικόνα 6. Παράδειγμα ενός Interface επεξεργασίας εικόνας Ψηφιακής Μαστογραφίας

5.3 Αξιολόγηση αποτελεσμάτων συνεντεύξεων

Οι συνεντεύξεις παρείχαν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο που εργάζονται και σκέφτονται οι ιατροί ακτινοδιαγνώστες. Παρακάτω παρουσιάζονται οι περιοχές ενδιαφέροντος των αποτελεσμάτων των συνεντεύξεων που σχετίζονται με την γνωστική διεργασία του γιατρού.

5.3.1 Επεξεργασία αναλογικής εικόνας

Όλοι οι ιατροί είχαν επαρκή εμπειρία με την διάγνωση μαστογραφιών εμφανισμένων σε φιλμ μέσω διαφανοσκόπιου. Οι 3 από τους 4 ιατρούς είχαν μεγαλύτερη εμπειρία. Υπήρχε συμφωνία στο ότι οι δυνατότητες επεξεργασίας στις άλλες μεθόδους καθιστούν την διαδικασία διάγνωσης ευκολότερη και ότι δεν υπάρχουν πολλές δυνατότητες παραμετροποίησης στο φιλμ. Ο κ. Βλαχάκος υποστήριξε ότι αλλάζοντας την γωνία θέασης σε σχέση με το μάτι και τον φωτισμό του διαφανοσκόπιου μπορεί να βοηθήσει στην αναγνώριση ευρημάτων. Επιπλέον υπήρχε συμφωνία στο ότι κατά την ψηλάφηση η ύπαρξη φιλμ στον χειρουργό μαστολόγο βοηθάει τον εντοπισμό ευρημάτων μέσω της ψηλάφησης. Ένα κοινό πρόβλημα που ανέφεραν 3 στους 4 ήταν ότι η ύπαρξη φιλμ αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την διαχείριση του αρχείου καθώς αυξάνεται η πολυπλοκότητα της διαδικασίας.

5.3.2 Επεξεργασία Ψηφιοποιημένης/Ψηφιακής εικόνας

Μετά το στάδιο της λήψης εξέτασης από τον τεχνολόγο και οι 4 συνεντευξιζόμενοι ανέφεραν ότι υπάρχει άτυπη σύμβαση με τον/την τεχνολόγο υπηρεσίας να μην επεξεργάζεται την αρχική εικόνα που παρέχεται από το μηχάνημα. Αυτό σημαίνει ότι στον σταθμό εργασίας λαμβάνεται η ανεπεξέργαστη εικόνα της μαστογραφίας και ο ιατρός Ακτινολόγος μπορεί να την επεξεργαστεί με την κρίση του. Δύο από τους 4 ιατρούς προτιμούν να επεξεργαστούν την εικόνα ως προς το contrast, την φωτεινότητα και την ισορροπία λευκού-μαύρου, ενώ οι υπόλοιποι επεξεργάζονται ελαφρώς έως καθόλου τις λήψεις της εξέτασης. Δύο από τους 4 ιατρούς συνηθίζουν να προσθέτουν σύμβολα, σχόλια και επισήμανση περιοχών από τα εργαλεία που διαθέτουν. Αυτό βοηθά στην καλύτερη εποπτικότητα του ευρήματος και στην αναγνωσιμότητα στο μέλλον. Υπάρχει συμφωνία στην χρησιμότητα της επιλογής κατάλληλων λήψεων και στη σύγκριση αυτών. Οι σύγχρονες οθόνες υψηλής ανάλυσης σε συνδυασμό με το λογισμικό έχουν παρέχουν την δυνατότητα παράλληλης τοποθέτηση λήψεων μαστογραφίας προς σύγκριση. Η σύγκριση μπορεί να είναι μεταξύ κάθετης και μεσοπλάγιας λήψης (CC και MLO) ή μεταξύ μίας παλαιάς και μίας πρόσφατης λήψης του ίδιου μαστού. Με αυτή την τεχνική συγκρίνεται συνήθως μία περιοχή ενδιαφέροντος από διαφορετικές οπτικές ή η εξέλιξη της στην πορεία του χρόνου.

5.3.3 Λήψη ιστορικού

Η διαδικασία λήψης ιστορικού είναι ένα απαραίτητο στάδιο για την τελική διάγνωση της εξεταζόμενης. Οι 3 από τους 4 γιατρούς ανέφεραν ότι η πρώτη λήψη στοιχείων για το

ιστορικό γίνεται εν συντομία από την γραμματεία για να αποφασιστεί η ανάγκη πραγματοποίησης της εξέτασης μέσω του πρωτοκόλλου του ACR (American College of Radiology). Σημαντικά δεδομένα λαμβάνονται από τον τεχνολόγο πριν την διενέργεια της εξέτασης και συνήθως οι πληροφορίες είναι τυποποιημένες. Ένα παράδειγμα φύλου λήψης ιστορικού από τον τεχνολόγο φαίνεται στην **Εικόνα 7**. Συμπληρωματικά ο ακτινολόγος μπορεί να λάβει σχετικές πληροφορίες για παλαιότερη εικόνα της εξεταζόμενης ή επιπλέον πληροφορίες για αυτή.

ΤΜΗΜΑ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗΣ ΜΑΣΤΟΥ ΑΓΙΟΥ ΣΑΒΒΑ

ΑΤΟΜΙΚΟ ΦΥΛΛΟ ΕΞΕΤΑΣΕΩΝ ΜΑΣΤΩΝ

ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΠΑΤΡΩΝΥΜΟ

ΑΜΚΑ ΕΤΟΣ ΓΕΝΝΗΣΗΣ

ΤΗΛ: ΣΤΑΘΕΡΟ ΚΙΝΗΤΟ

Email

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗΣ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑΣ

Η ΕΞΕΤΑΣΗ ΠΙΝΕΤΑΙ ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΑ ΕΠΑΝΕΛΕΓΧΟΣ ΨΗΛΑΦΗΤΟ-ΝΕΟ ΕΥΡΗΜΑ

ΑΤΟΜΙΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

ΤΕΛΕΥΤΑΙΑ ΕΜΜΗΝΟΣ ΡΥΣΗ ΕΤΗ ΣΕ ΕΜΜΗΝΟΠΑΥΣΗ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΕΚΝΩΝ: ΕΚΤΡΩΣΗ: ΑΠΟΒΟΛΗ:

ΘΗΛΑΣΜΟΣ: ΝΑΙ ΟΧΙ

ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΘΗΛΑΣΜΟΥ: ΜΗΝΕΣ ΕΤΗ

ΕΚΚΡΙΣΗ ΘΗΛΑΣ: ΝΑΙ ΟΧΙ ΔΕ ΑΡ ΧΡΩΜΑ

ΕΧΕΤΕ ΧΕΙΡΟΥΡΓΗΘΕΙ ΣΤΟΝ ΜΑΣΤΟ: ΝΑΙ: ΟΧΙ: ΣΤΕΡΕΟΤΑΚΤΙΚΗ ΒΙΨΙΑ

ΔΕΞΙΟΣ: ΕΤΟΣ ΚΑΛΟΘΕΙΑ ΚΑΚΟΘΕΙΑ

ΑΡΙΣΤΕΡΟΣ: ΕΤΟΣ ΚΑΛΟΘΕΙΑ ΚΑΚΟΘΕΙΑ

ΕΧΕΤΕ ΚΑΝΕΙ ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΘΕΡΑΠΕΙΑ:

ΧΗΜΕΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: ΝΑΙ ΟΧΙ

ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ: ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΡΜΟΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑ (ΧΑΠΙ): ΝΑΙ ΟΧΙ

ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΟ ΙΣΤΟΡΙΚΟ

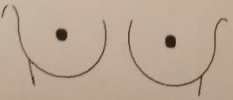
ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΤΕΝΟΣ ΣΥΓΓΕΝΗΣ ΜΕ ΚΑΚΟΘΕΙΑ ΜΑΣΤΟΥ: ΝΑΙ ΟΧΙ

ΠΑΠΑ ΜΗΤΕΡΑ ΑΔΕΛΦΗ ΘΕΙΑ ΚΟΡΗ ΑΛΛΟΣ

ΕΧΕΤΕ ΣΥΓΓΕΝΗ ΜΕ ΓΥΝΑΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΚΟΘΕΙΑ: ΜΗΤΕΡΑ ΠΑΠΑ ΑΛΛΟΣ

ΦΑΡΜΑΚΑ ΠΟΥ ΕΧΕΤΕ ΠΑΡΕΙ: ΑΝΤΙΣΥΛΛΗΠΤΙΚΑ ΟΡΜΟΝΕΣ

ΘΥΡΕΟΙΔΗ ΑΥΤΟΑΝΟΣΑ ΝΟΣΗΜΑΤΑ:



ΣΧΟΛΙΑ ΧΕΙΡΙΣΤΗ

Εικόνα 7. Παράδειγμα φόρμας λήψης ιστορικού για εξέταση μαστού

5.3.4 Ορθή δράση τεχνολόγου

Δύο από τους 4 ιατρούς υποστήριξαν ότι καθοδηγούν τον/την τεχνολόγο για την ορθή εκτέλεση της εξέτασης, ενώ και οι 4 έχουν εξηγήσει στο παρελθόν τεχνικές και παραμέτρους που εξυπηρετούν τους ίδιους τους ιατρούς στην διάγνωση της

μαστογραφίας. Οι τεχνικές που αναφέρθηκαν είναι ότι ο μαστός πρέπει να πιέζεται στο πίεστρο, να μην υπάρχουν αναδιπλώσεις, να δοθεί μεγαλύτερη δόση ακτινοβολίας στους πυκνούς μαστούς για τον καλύτερο διαχωρισμό φωτεινών περιοχών και σκιάσεων. Επιπλέον δόθηκε σημασία από τους 2 πιο έμπειρους γιατρούς ότι πρέπει η νοητή γραμμή του μείζονος θωρακικού μυ να είναι κάθετη με τον νοητό άξονα συμμετρίας του μαστού που διέρχεται από την θηλή (**Εικόνα 8**). Αναφέρθηκε επίσης ότι η κατάλληλη καθοδήγηση του τεχνολόγου σε περίπτωση συμπληρωματικής εξέτασης είναι η επιλογή της κατάλληλης γωνίας πίεσης του μαστού στο μηχάνημα και η υπόδειξη της συγκεκριμένης περιοχής στην οποία ο ιατρός θέλει να έχει καλύτερη εικόνα. Οι περισσότερες παρατηρήσεις των ιατρών επιβεβαιώθηκαν από βιβλιογραφικές πηγές όπως αναφέρονται στο Κεφάλαιο 2 και σε έρευνα για την αποφυγή ανεπιθύμητων ενεργειών των τεχνολόγων κατά τη διάρκεια της εξέτασης (Davey, 2007).



Εικόνα 8. Κανόνας καθετότητας στην MLO προβολή της μαστογραφίας

5.3.5 Χρήση πληροφοριών ψηλάφησης

Η διαδικασία της ψηλάφησης του μαστού αποτελεί έναν τρόπο εξέτασης του μαστού που πραγματοποιείται από τον χειρουργό ιατρό μαστολόγο. Αποτελεί την μοναδική εξέταση που επιτρέπει την ύπαρξη κλινικής εικόνας της εξεταζόμενης (McDonald et al., 2004). Κατά την ψηλάφηση του μαστού ο χειρουργός ιατρός εντοπίζει διά της επαφής πιθανές σκληρίες οζίδια, αλλοιώσεις του δέρματος, παραμορφώσεις και ασυμμετρίες. Επιπλέον, στη

διαδικασία της ψηλάφησης ο χειρουργός μαστολόγος αξιολογεί τυχόν συμπτώματα και την παθολογία της εξεταζόμενης. Υπήρχε συμφωνία από τους 4 ιατρούς ότι η διαδικασία της ψηλάφησης αποτελεί πολύ σημαντικό μέρος της διαδικασίας εξέτασης, δίνει επαρκή πληροφορία στον ιατρό ακτινολόγο για την κλινική εικόνα και συχνά είναι η κύρια πηγή εύρεσης ύποπτων ευρημάτων ή κακοήθειας. Στην περίπτωση του κ. Μητράκου, όταν το νοσοκομείο δεν έχει το κατάλληλο προσωπικό για το στάδιο αυτό η πληροφορία της εξέτασης γίνεται από γενικό χειρουργό ως συμπληρωματική εξέταση κατόπιν αιτήματος. Αντίθετα, στην περίπτωση του κ. Βλαχάκου η ψηλάφηση αποτελεί την κύρια εξέταση της διαδικασίας και ανάλογα την κλινική εικόνα ο χειρουργός μαστολόγος είναι υπεύθυνος για την διενέργεια των υπόλοιπων εξετάσεων (μαστογραφία, υπερηχογράφημα). Οι 3 από τους 4 ιατρούς ανέφεραν ότι η παλαιότερη ή πιο πρόσφατη μαστογραφία εμφανισμένη σε φιλμ είναι ένα εργαλείο για τον ιατρό που εκτελεί την ψηλάφηση ώστε να έχει μία καθοδήγηση για περιοχές τις οποίες πρέπει να εξετάσει.

Από τις πληροφορίες των συνεντεύξεων διαπιστώθηκε ότι οι πιθανές πληροφορίες τις οποίες μπορεί να λάβει ο ιατρός ακτινολόγος από το έγγραφο διάγνωσης ψηλάφησης είναι:

- Ψηλαφητά ευρήματα όπως οζίδια, σκληρίες, ασύμμετρες μάζες
- Ερεθισμός ή αμυχές του δέρματος ή της θηλής
- Συμπτωματολογία ασθενούς
- Υποπτο εύρημα ή κακοήθεια
- Συμβουλές για την διενέργεια των επόμενων εξετάσεων (πχ όταν ο μαστός είναι πυκνός)
- Εντοπισμό συγκεκριμένης περιοχής προς επιπλέον εξέταση
- Παραπομπή απευθείας σε παρακέντηση

Να σημειωθεί ότι στην σύγχρονη ιατρική υπάρχει η προτροπή στους ιατρούς να εκπαιδεύσουν τις εξεταζόμενες προς αυτό-ψηλάφηση. Αυτό περιλαμβάνει την επίδειξη τεχνικών και την κατάλληλη ενημέρωση για την ψηλάφηση του μαστού κατά την διάρκεια όλου του κύκλου της εμμήνου ρήσης και την παρακολούθηση χαρακτηριστικών των μαζών που ενδιαφέρουν ιατρικά τον διαγνώστη

5.3.6 Χρήση πληροφοριών υπερήχου

Το υπερηχογράφημα είναι μία από τις βασικότερες εξετάσεις. Οι 3 από τους 4 ιατρούς υποστήριξαν ότι μαζί με την μαστογραφία είναι η κύρια απεικονιστική μέθοδος για τον εντοπισμό καλοθών ή κακοθών ευρημάτων. Συγκεκριμένα ο κ. Μητράκος χρησιμοποιεί ως καθορισμένη διαδικασία την διενέργεια των εξετάσεων του υπερήχου και της μαστογραφίας, επειδή το θεωρεί ως τον κατάλληλο συνδυασμό για να εξάγει το συμπέρασμα διάγνωσης και για να γίνει εξοικονόμηση πόρων μετακίνηση της εξεταζόμενης λόγω των μακρινών αποστάσεων. Υπήρχε συμφωνία στο γεγονός ότι υπάρχει ευελιξία στην απεικόνιση σημείων του μαστού και η διαδικασία να γίνει σε πραγματικό χρόνο. Οι πιθανές

λήψεις στην μαστογραφία είναι καθορισμένες και δύσκολα διαφοροποιείται η οπτική συγκεκριμένων σημείων. Στην περίπτωση του υπέρηχου, ο ιατρός ακτινολόγος έχει την δυνατότητα μέσω του εργαλείου να έχει πρόσβαση σε συγκεκριμένα σημεία ενδιαφέροντος και να εντοπίσει αλλοιώσεις, μάζες και γενικότερα την μορφολογία των ιστών. Επιπλέον οι 3 από τους 4 ιατρούς ανέφεραν την χρησιμότητα της ελαστογραφίας στην αναγνώριση της φυσιολογίας και την σύστασης των ευρημάτων, μία πληροφορία που δεν είναι προσβάσιμη από τις υπόλοιπες εξετάσεις του μαστού.

5.3.7 Χρήση πληροφοριών τομοσύνθεσης

Η τομοσύνθεση αποτελεί την πιο σύγχρονη εξέταση για την διάγνωση του Μαστού. Οι 3 από τους 4 ιατρούς είχαν πρακτική εμπειρία με την τομοσύνθεση ενώ ο τέταρτος ιατρός έχει μόνο εμπειρία από πηγές βιβλιογραφίας. Η δυνατότητα της τομοσύνθεσης συμπληρώνει την εξέταση της μαστογραφίας και δίνει μία τρισδιάστατη αίσθηση του μαστού χρησιμοποιώντας πολλές παράλληλες διαδοχικές τομές μαστογραφίας. Υπήρχε συμφωνία από τους συνεντευξιαζόμενους ιατρούς οι οποίοι το χρησιμοποιούν στο ότι η τομοσύνθεση μπορεί να κάνει ευδιάκριτες περιοχές υψηλής υποψίας κακοήθειας, ιδιαίτερα στο χαρακτηριστικό των προεξοχών, των αρχιτεκτονικών διαστρεβλώσεων και στις αποτιτανώσεις. Επιπλέον δόθηκε η πληροφορία ότι οι πυκνοί μαστοί, όταν δεν έχουν σαφείς ενδείξεις στην απλή λήψη μαστογραφίας, η τομοσύνθεση είναι η καλύτερη λύση για την κατανόηση της μορφής των ευρημάτων.

5.3.8 Ειδικές ενδείξεις ύποπτων ευρημάτων

Οι πληροφορίες των συνεντεύξεων περιείχαν αρκετά δεδομένα για πιθανές ενδείξεις κακοήθειας. Συγκεκριμένα, οι μικροασβεστώσεις ή αποτιτανώσεις είναι μία ειδική κατηγορία ευρημάτων οι οποίες προκαλούν συχνότερα την αβεβαιότητα στην λήψη της τελικής απόφαση. Για τον εντοπισμό και την αξιολόγηση των αποτιτανώσεων συχνά χρειάζεται η χρήση παραπάνω από μία μεθόδων. Κύριος σκοπός για την διάγνωση ως καλοήθες ή κακοήθες εύρημα είναι η αξιολόγηση του αριθμού των κουκίδων που απεικονίζονται στη μαστογραφία και το την συγκέντρωσή του σε μία συγκεκριμένη περιοχή. Επιπλέον ο εντοπισμός του αδενικού ιστού με προεξοχές αποτελεί μία περίπτωση στην οποία η απεικόνιση της μαστογραφίας είναι αμφίσημη. Σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιείται η εντοπιστική λήψη ή μέθοδοι όπως ο υπέρηχος και η τομοσύνθεση.

5.3.9 Χρήση πρωτοκόλλων και τυποποιήσεων

Παρά το γεγονός ότι υπήρχε υψηλό επίπεδο εμπειρίας στους συνεντευξιαζόμενους παρατηρήθηκε μεγάλη διαφοροποίηση στα διεθνή πρωτόκολλα και στις τυποποιημένες πρακτικές τις οποίες ακολουθούν. Εξαίρεση αυτής της παρατήρησης αποτελεί το διεθνώς αναγνωρισμένο σύστημα BIRADS από το American College of Radiology. Η κ. Γεωργίου αναφέρει ότι σε κάθε διάγνωση αναφέρει τον χαρακτηρισμό πυκνότητας (ACR A-D) και την τελική απόφαση για την επικινδυνότητα των ευρημάτων. Οι 2 από τους 4 ιατρούς ανέφεραν ότι χρησιμοποιούν την σύμβαση της χειρουργικής ώρας για την περιγραφή του σημείου

που βρίσκεται το εύρημα. Επιπλέον, υπήρχε διαφοροποίηση στον βαθμό επιστημονικής ορθότητας της σύγκρισης παράλληλων λήψεων από οθόνη και από το διαφανοσκόπιο.

5.4 Ιεραρχικό μοντέλο Διάγνωσης Μαστού

Η ανάλυση των πληροφοριών που λήφθηκαν από τις συνεντεύξεις έδωσε σημαντικά συμπεράσματα για τον τρόπο που οι ιατροί ακτινοδιαγνώστες σκέφτονται, αποφασίζουν και δρουν. Στο προηγούμενο κεφάλαιο δόθηκε έμφαση στην λειτουργία του συστήματος και στην αλληλουχία των βημάτων που ακολουθούνται. Ωστόσο, υπάρχει η ανάγκη να περιγραφούν οι ενέργειες και ο λειτουργικός σκοπός και οι αλληλεπιδράσεις αυτών στο επίπεδο την γνωσιακής σχέσης του ιατρού με τα εργαλεία του. Για την εξυπηρέτηση αυτού του σκοπού καταστρώνεται ένα ιεραρχικό μοντέλο πέντε επιπέδων.

Ως κυρίαρχο επίπεδο έχει την εξέταση και διάγνωση του μαστού της εξεταζόμενης. Παρατηρήθηκε ότι για την ικανοποίηση του τελικού σκοπού της διάγνωσης απαιτεί 3 μεγάλες κατηγορίες καθηκόντων και ενεργειών. Αυτές είναι:

- η Προετοιμασία της εξέτασης,
- η Απεικόνιση της εξέτασης και
- η Διάγνωση της εξέτασης.

Η ακολουθία αυτών είναι σειριακή, ενώ σπάνια παραλείπεται η ενέργεια της απεικόνισης (στις περιπτώσεις που δεν καλείται η εξεταζόμενη προς εξέταση λόγω τεκμηριωμένης έλλειψης επαρκούς επικινδυνότητας ή πιθανότητας ασθένειας).

Το τρίτο επίπεδο του ιεραρχικού μοντέλου περιέχει τις απαιτούμενες ενέργειες για να επιτευχθούν τα 3 κύρια καθήκοντα της διάγνωσης. Το πρώτο στάδιο της Προετοιμασίας της εξέτασης απαιτεί την πραγματοποίηση των παρακάτω ενεργειών

- Προγραμματισμός ραντεβού
- Ενημέρωση ασθενούς
- Λήψη ιστορικού
- Ψηλάφηση
- Τεκμηρίωση ασθενούς- Αρχαιοθέτηση

Από τις πληροφορίες των συνεντεύξεων τις περισσότερες φορές τα τέσσερα πρώτα στάδια εκτελούνται σειριακά ενώ το καθήκον της τεκμηρίωσης της ασθενούς γίνεται παράλληλα σε όλες τις ενέργειες της προετοιμασίας της εξέτασης. Φυσικά, ανάλογα την περίπτωση της εξέτασης με βάση την κρίση των ανθρώπων που διενεργούν στο σύστημα κάποια καθήκοντα μπορούν να παραλειφθούν ή να γίνουν με διαφορετικό τρόπο.

Το καθήκον της Απεικόνισης της εξέτασης περιέχει τις εξής πιθανές ενέργειες:

- Μαστογραφία
- Υπερηχογράφημα
- Μαγνητική τομογραφία
- Τομοσύνθεση

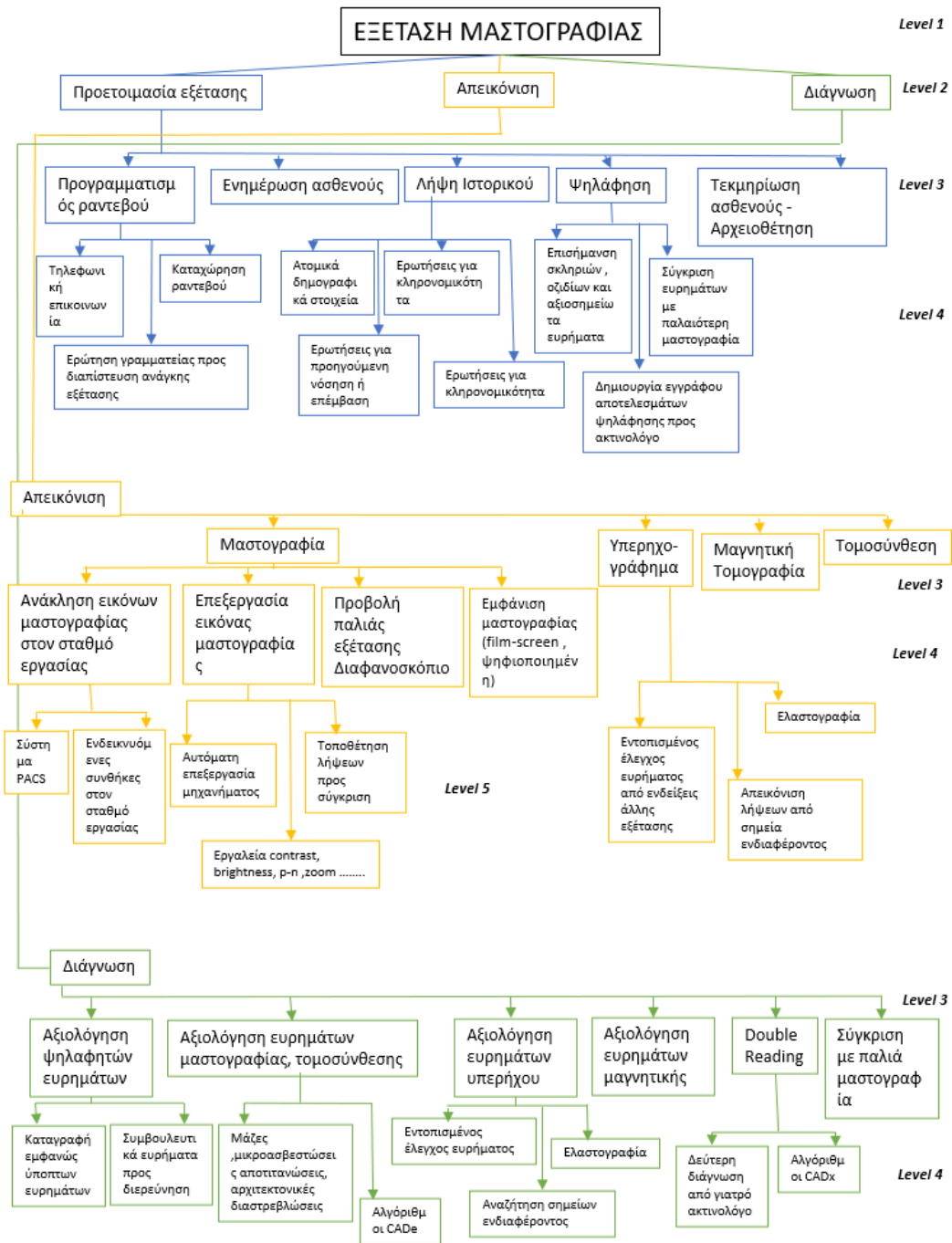
Σε αυτό το καθήκον οι πιθανές ενέργειες δεν γίνονται με αυστηρά σειρά καθορισμένη και η διενέργεια αυτών αφήνεται στην κρίση των ατόμων που είναι υπεύθυνα για την λήψη αποφάσεων κατά την διαδικασία.

Το τελευταίο από τα βασικά καθήκοντα για την εξέταση είναι το επίπεδο της διάγνωσης, δηλαδή της αξιολόγησης των δεδομένων για την εξαγωγή του τελικού συμπεράσματος/αποτελέσματος για την εξεταζόμενη. Τα καθήκοντα για αυτό το στάδιο είναι τα εξής:

- Αξιολόγηση ψηλαφητών ευρημάτων
- Αξιολόγηση ευρημάτων μαστογραφίας, τομοσύνθεσης
- Αξιολόγηση ευρημάτων υπερήχου
- Αξιολόγηση ευρημάτων μαγνητικής
- Διπλή ανάγνωση (Double Reading)
- Σύγκριση με παλαιά μαστογραφία

Όπως και στο καθήκον της απεικόνισης, έτσι και στο επίπεδο της διάγνωσης τα καθήκοντα δεν έχουν καθορισμένη σειρά και η επιλογή αυτών γίνεται από το προσωπικό, κυρίως από τον ιατρό ακτινοδιαγνώστη. Πολλές φορές απαιτούνται ορισμένες ενέργειες για την εκπλήρωση του τελικού καθήκοντος ενώ σε άλλες απαιτείται η χρήση όλων των ενεργειών. Αυτό το στάδιο αποτελεί το καθήκον με την μεγαλύτερη βαρύτητα καθώς επηρεάζει άμεσα το τελικό αποτέλεσμα.

Το τέταρτο και πέμπτο ιεραρχικό επίπεδο περιγράφουν τις ενέργειες, τα εργαλεία και τα καθήκοντα για να πραγματοποιηθούν οι επιμέρους ενέργειες των τριών βασικών καθηκόντων. Στο Διάγραμμα (**Σχήμα 11**) απεικονίζεται η τελική μορφή του ιεραρχικού μοντέλου καθηκόντων το οποίο κατασκευάστηκε.



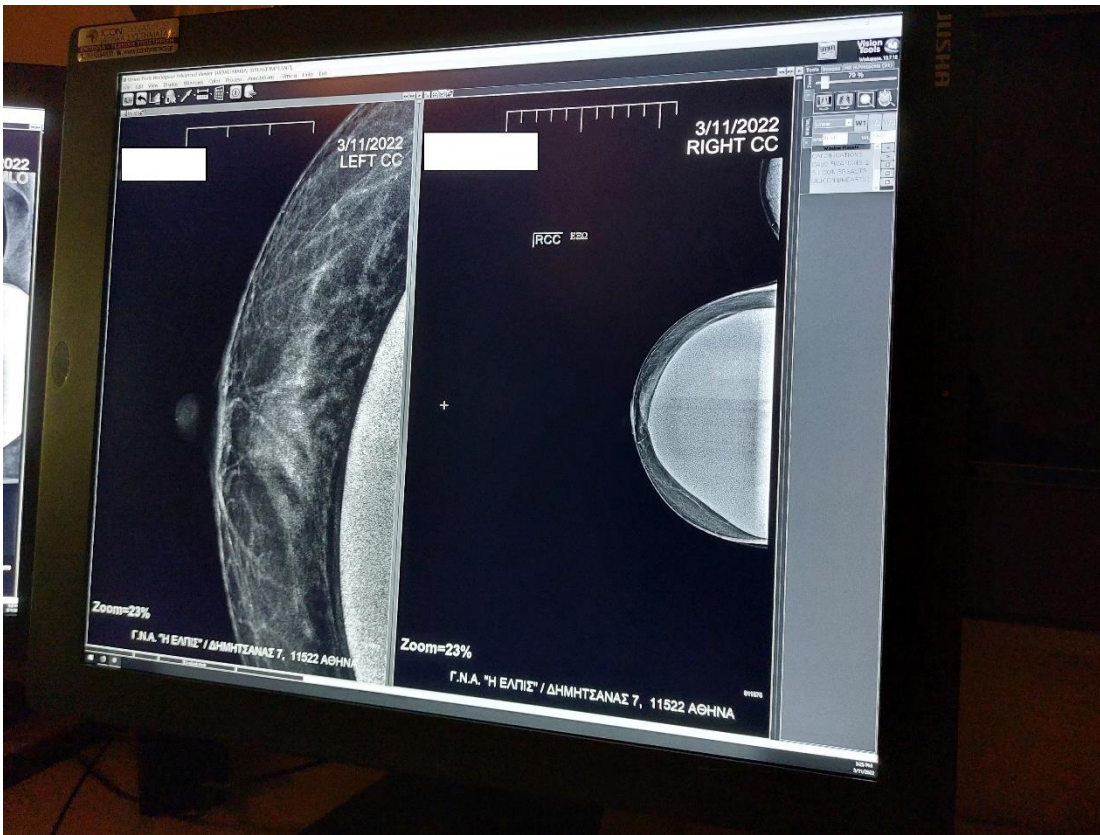
Σχήμα 11. Ιεραρχικό Μοντέλο Διάγνωσης Μαστογραφίας

5.5 Γνωστικές απαιτήσεις ανά τεχνολογία απεικόνισης

Η διάγνωση είναι μία σύνθετη διαδικασία εξαιτίας της ποικιλομορφίας της ανθρώπινης φύσης και της φύσης της ασθένειας του καρκίνου. Ο εξοπλισμός αναπτύσσεται με βάση την ανάδραση (feedback) που υπάρχει από την σημερινή χρήση του αλλά και με καινοτόμες ιδέες κατασκευαστών και ερευνητών. Παρακάτω παρουσιάζονται τα δεδομένα που συλλέχτηκαν από τις συνεντεύξεις των έμπειρων ιατρών ακτινοδιαγνωστών και από την βιβλιογραφία για τις απαιτήσεις που έχει η χρήση των μηχανημάτων και εξοπλισμού για την τελική διάγνωση. Δόθηκε βάση στις κυριότερες εξετάσεις που βοηθούν την διάγνωση το μαστού σύμφωνα με τα δεδομένα εύρεσης καρκίνου του μαστού. Αυτές είναι η μαστογραφία, η τομοσύνθεση και το υπερηχογράφημα.

5.5.1 Μαστογραφία

Στην εξέταση της μαστογραφίας ο ιατρός ακτινολόγος θα πρέπει να έχει πλήρη γνώση της ανατομίας, της φυσιολογίας και της παθολογίας του μαστού. Για την αναγνώριση δομών του οργάνου του μαστού όπως ο αδενικός και ο λιπώδης ιστός ή επιμέρους λειτουργιών όπως σύστημα αγγείων και οι αδένες, απαιτείται μία σφαιρική γνώση του περιεχομένου και της αλληλεπίδρασης των συστατικών με βάση την ιατρική επιστήμη. Η εμπειρία και διάγνωση μεγάλου αριθμού μαστογραφιών είναι κύριος παράγοντας για την ορθότητα νοητικής επεξεργασίας της εικόνας και για την αξιολόγηση. Η εμπειρία θα πρέπει να συνοδεύεται με την συνεχή ενημέρωση για τις επιστημονικές εξελίξεις μέσω συνεδρίων ή επικαιροποιημένων πηγών βιβλιογραφίας. Στους νέους ιατρούς παρατηρείται συχνά η εύρεση ψευδώς θετικών ευρημάτων, καθώς υπάρχει έλλειψη εμπειρίας και αδυναμία σύνδεσης εικόνων με την πραγματική κατάσταση της πιθανής νόσου. Κατά την εξέταση, ο ιατρός ακτινοδιαγνώστης απαιτείται να γνωρίζει τις δυνατότητες που υπάρχουν στην λήψη, ώστε να συμβουλέψουν κατάλληλα τον τεχνολόγο και η εικόνα να έχει τις επιθυμητές ενδείξεις. Συχνά μία περιστροφή του μαστού μπορεί να απεικονίσει στην μαστογραφία ευρήματα τα οποία δεν είναι εμφανή στις λήψεις CC και MLO. Κατά την επεξεργασία της εικόνας απαιτείται ο ιατρός να γνωρίζει την κλινική εικόνα η οποία παρέχεται από την ψηλάφηση και να χρησιμοποιήσει τα κατάλληλα εργαλεία για την αξιολόγηση των περιοχών ενδιαφέροντος. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι όταν υπάρχουν ενθέματα σιλικόνης και πρέπει να μειωθεί η φωτεινότητα ώστε να ισορροπηθεί η μεγάλη περιοχή του λευκού, σχετικά με την περιοχή του φυσικού στήθους η οποία πρέπει να διαγνωστεί (**Εικόνα 9**). Ο ιατρός ακτινολόγος είναι υποχρεωμένος να γνωρίζει τις δυνατότητες του μηχανήματος του μαστογράφου, των εργαλεία που χρησιμοποιεί στο σταθμό εργασίας και τις απαραίτητες προδιαγραφές που πρέπει να τηρούνται σε αυτά (πχ. Συνθήκες φωτισμού, ρύθμιση παραμέτρων οθόνης, συντήρηση μηχανημάτων). Τέλος απαιτείται η γνώση των κινδύνων που περιέχει η διαδικασία και οι μέθοδοι αντιμετώπισης τους.



Εικόνα 9. Παράδειγμα επεξεργασίας εικόνας με ύπαρξη ενθέματος σιλικόνης

5.5.2 Υπερηχογράφημα

Η χρήση του μηχανήματος του υπερήχου απαιτεί, όπως και στην μαστογραφία, την ευρεία γνώση της ανατομίας και της φυσιολογίας αφού υπάρχει ανάγκη να συνδέσει νοητικά τις ενδείξεις της οθόνης του μηχανήματος με την ύπαρξη μαζών, ιστών και κυτταρικών δομών. Επίσης ο ιατρός που διενεργεί την εξέταση πρέπει να γνωρίζει το όργανο το οποίο εξετάζει και τις ρυθμίσεις των παραμέτρων οι οποίες απαιτούνται για την κάθε περίπτωση μαστού. Η προδιαγραφές της εκπεμπόμενης δέσμης του μηχανήματος εξαρτάται από την πυκνότητα του εξεταζόμενου σημείου, την φύση των ενδείξεων που αναζητούνται και από τις δυνατότητες που παρέχει το μηχάνημα. Πρέπει να σημειωθεί ότι το υπερηχογράφημα αποτελεί μία εξέταση άμεσα εξαρτώμενη από τον χειριστή ιατρό ακτινολόγο (Operator Depended Examination). Αυτό σημαίνει ότι ακόμη και όταν ακολουθηθούν οι ίδιες πρακτικές ως προς το εξεταζόμενο σημείο, την γωνία της κεφαλής ή την πίεση που ασκείται ο χειριστής βλέπει διαφορετική εικόνα και μπορεί να την ερμηνεύσει με διαφορετικό τρόπο. Τέλος, κατά την διαδικασία της εξέτασης ο χειριστής οφείλει να γνωρίζει τους κινδύνους οι οποίοι υπάρχουν και τις μεθόδους αντιμετώπισης πιθανών προβλημάτων.

5.5.3 Τομοσύνθεση

Η τομοσύνθεση αποτελεί μία σύγχρονη εξέταση και οι μέθοδοι λειτουργίας των αντίστοιχων μηχανημάτων βελτιώνονται διαρκώς. Οι ειδικές γνώσεις που αναφέρθηκαν από την εμπειρία των ιατρών εντοπίστηκαν στην διάγνωση από τον σταθμό εργασίας. Διαπιστώθηκε ότι ο χειρισμός των εργαλείων τομοσύνθεσης είναι απλός καθώς μπορεί με την ροδέλα του mouse να προβάλλει και να εναλλάσσει τις διαδοχικές τομές. Η γνώση των τρισδιάστατων μορφών των ευρημάτων και η επαρκής εμπειρία διάγνωσης στην απλή μαστογραφία είναι βοηθητικοί παράγοντες για την χρήση της τομοσύνθεσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι η τομοσύνθεση έχει υψηλότερη ακτινοβολία από την απλή εξέταση της μαστογραφίας και ο ιατρός οφείλει να διερευνήσει την επικινδυνότητα και πραγματική ανάγκη πρόσδοσης υψηλής ποσότητας ακτινοβολίας.

5.6 Παράγοντες κινδύνου και τρόποι αντιμετώπισης

Η διαδικασία της νοητικής διεργασίας η οποία γίνεται για την εξαγωγή συμπερασμάτων διάγνωσης έχει πολλούς παράγοντες οι οποίοι οδηγούν σε αστοχίες. Οι παράγοντες αυτοί μπορεί να οφείλονται σε λογικά λάθη που ακολουθούν οι ιατροί ακτινοδιαγνώστες ή σε παράγοντες της φυσικής κατάστασης τους (π.χ. συνθήκες κούρασης, άγχους ή αυξημένου φόρτου εργασίας). Οι αστάθμητοι παράγοντες που οδηγούν σε αστοχία της νοητικής διεργασίας, δεν είναι εύκολο να προβλεφθούν καθώς αποτελούν στοιχεία επίδρασης της ατέλειας της ανθρώπινης φύσης. Οι κίνδυνοι που ακολουθούν διαχωρίζονται στις περιπτώσεις στις οποίες η διάγνωση εξάγει ένα ψευδώς θετικό αποτέλεσμα (False Positive) ή ένα ψευδώς αρνητικό αποτέλεσμα (False Negative), όταν δεν βρίσκεται μία πραγματική κακοήθεια.

Οι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να οδηγήσουν σε μία ψευδώς θετική (False Positive) διάγνωση είναι οι εξής:

- Έλλειψη εμπειρίας ιατρού: Έχει παρατηρηθεί στους εκπαιδευόμενους ιατρούς ότι η πληροφορίες που λαμβάνουν για την εύρεση κακοήθειας τους οδηγούν να υπερεκτιμούν μία ένδειξη της μαστογραφίας και να την χαρακτηρίζουν λανθασμένα ως θετικό εύρημα.
- Λανθασμένες συνθήκες θέασης στον σταθμό εργασίας: Κατά την διάγνωση στον σταθμό εργασίας πρέπει να τηρούνται όλοι οι κανόνες για τον φωτισμό, το καλιμπράρισμα (calibration) της διαγνωστικής οθόνης και ο τακτικός ποιοτικός έλεγχος του εξοπλισμού.
- Δυσκολία διαχωρισμού μορφής μαζών στους πυκνούς μαστούς: Οι πυκνοί μαστοί έχουν ιδιαίτερες δυσκολίες στην αντίληψη του γιατρού για τα όρια του ευρήματος. Το ίδιο ισχύει για τις περιπτώσεις των ενθεμάτων σιλικόνης τα οποία επηρεάζουν σημαντικά την ισορροπία λευκού μαύρου στην

μαστογραφία. Αυτό το χαρακτηριστικό συχνά οδηγεί στην παρερμηνεία καλοηθών ευρημάτων.

- Έλλειψη απαραίτητων πόρων: Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις ιατρικών κέντρων, στις οποίες υπάρχει έλλειψη προσωπικού ή μηχανήματα χαμηλότερων δυνατοτήτων από τις απαιτήσεις.
- Ελεύθερη γραφή διαγνώσεων και παρερμηνευση στοιχείων: Παλαιότερες διαγνώσεις μπορούν να αναφέρουν ευρήματα προς διερεύνηση με έναν συγκεκριμένο κώδικα έκφρασης του ιατρού. Η πληροφορία της διάγνωσης μπορεί να ερμηνευτεί διαφορετικά από έναν άλλο ιατρό και αυτός να είναι με αυτόν τον τρόπο επιρρεπής στο να διαγνώσει κακοήθεια.
- Αποπροσανατολισμός από υπερευαίσθησια ηλεκτρονικά υποβοηθούμενης διάγνωσης (CADx): Οι αλγόριθμοι υποβοηθούμενης διάγνωσης συχνά βρίσκουν ψευδώς θετικά ευρήματα τα οποία μπορεί να αποτελέσουν ατυχής βάση τεκμηρίωσης του ιατρού ακτινοδιαγνώστη. Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται εκτενέστερη ανάλυση για την επίδραση των αλγορίθμων.

Οι παράγοντες οι οποίοι μπορούν να οδηγήσουν σε μία ψευδώς αρνητική (False Negative) διάγνωση είναι:

- Ανεπιτυχής επιλογής λήψης μαστογραφίας από τον τεχνολόγο: Συχνά οι δύο καθορισμένες λήψεις (CC και MLO) δεν έχουν όλες τις ενδείξεις τις οποίες απαιτούνται για το θετικό εύρημα. Αυτό συμβαίνει όταν αποκρύπτεται μία περιοχή του μαστού (συνήθως κοντά στην μασχαλιαία περιοχή) ή όταν η γωνία λήψης δεν αποκαλύπτει ευδιάκριτα τα σημεία ενδιαφέροντος.
- Φύση ευρήματος: Πολλές φορές τα σημεία κακοήθειας έχουν μικρό μέγεθος ή βρίσκονται σε σημεία που είναι επικαλυπτόμενα από αδενικό ιστό. Ιδιαίτερα στην περίπτωση των αποτιτανώσεων είναι δυσδιάκριτα τα όρια καλοήθειας και κακοήθειας εξαιτίας της ποικιλότητας του αριθμού και της συγκέντρωσης των λευκών κουκίδων.
- Ατυχής επεξεργασία εικόνας: Όταν ο ιατρός αλλοιώνει την αρχική λήψη χρησιμοποιώντας εργαλεία επεξεργασίας της εικόνας υπάρχει περίπτωση να αποκρυφθούν ενδείξεις κακοήθειας και να δοθεί σημασία σε λιγότερο ύποπτα σημεία.
- Τρισδιάστατη εικόνα μαστού: Η επιθυμητές μορφές εκτείνονται στις τρεις διαστάσεις, ενώ η απεικόνιση γίνεται στις 2 διαστάσεις. Αυτό το γεγονός περιορίζει την ορθή έλλειψη του χώρου και περιέχει επικαλύψεις οι οποίες εμποδίζουν την εύρεση του υπάρχοντος καρκίνου
- Συνθήκες σταθμού εργασίας
- Δυσδιάκριτα όρια ευρημάτων στους πυκνούς μαστού

- Έλλειψη πόρων εξέτασης
- Υπερευαισθησία αλγορίθμων CAD: Αντίθετα με την περίπτωση των ψευδώς θετικών ευρημάτων, οι υπερβολικές ενδείξεις της υποβοηθούμενης διάγνωσης οδηγούν στην έλλειψη εμπιστοσύνης των γιατρών στην καθοδήγηση του αλγορίθμου και «αθρώνουν» ένα κακοήθες εύρημα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι περιπτώσεις των ψευδώς θετικών ευρημάτων (FP findings) οφείλονται στην λογική της αμυντικής ιατρικής. Αμυντική ιατρική είναι η υπερδιάγνωση αρνητικών ενδείξεων εξαιτίας του φόβου μη εύρεσης κακοήθειας και την νομικής αυτοπροστασίας του ιατρού. Η αμυντική ιατρική έχει σημαντικούς κινδύνους για τους εξεταζόμενους διότι με καθοδήγηση του ιατρού υποβάλλονται σε εξετάσεις με ακτινοβολία και χορήγηση φαρμάκων, τα οποία μπορεί να έχουν αρνητική επίπτωση στην υγεία, χωρίς αξιοσημείωτο κίνδυνο.

Στην αναζήτηση της βιβλιογραφίας (Jacobs et al., 2018), εντοπίστηκαν τα πιο συχνά αίτια κινδύνου λανθασμένης διάγνωσης. Το συχνότερο εύρημα στο οποίο υπάρχουν ψευδώς θετικές διαγνώσεις (False Positive) είναι οι αποτιτανώσεις. Επίσης, η τοπική διαταραχή του παρεγχύματος του οργάνου μπορεί να δημιουργήσει σκιάσεις ιστών οι οποίες να οδηγήσουν λανθασμένα σε κακοήθη χαρακτηρισμό. Μία καλοήθης αλλοίωση με καθορισμένα όρια μπορεί να ερμηνευτεί ως κακοήθεια εξαιτίας του ακανόνιστου περιγράμματος ή έλλειψης της ένδειξης θηλαίας άλω (halo sign).

Σύμφωνα με τα στοιχεία του Breast Cancer Detection Demonstration Project (BCDDP) το ψευδώς αρνητικό (FN) ποσοστό στη μαστογραφία είναι περίπου 8-10%. Περίπου το 1-3% των γυναικών με μία κλινικά ύποπτη ανωμαλία, μπορεί να έχουν καρκίνο του μαστού ακόμα και όταν η μαστογραφία και το υπερηχογράφημα έχουν αρνητικό αποτέλεσμα. Οι πιθανές αιτίες για τους καρκίνους που δεν βρέθηκαν, κυρίως σε πυκνούς μαστούς είναι:

- Κακή τοποθέτηση του μαστού ή τεχνική λήψης
- Λάθος που οφείλεται στην αντίληψη του διαγνώστη
- Εσφαλμένη ερμηνεία ύποπτου ευρήματος
- Δυσδιάκριτα χαρακτηριστικά κακοήθειας
- Αργή ανάπτυξη της κακοήθειας

Μία εκτενής έρευνα (Giess et al., 2014) για του χαμένους καρκίνους (False Negative) έδειξε ότι το 30% από τις 115 βλάβες ήταν αποτιτανώσεις, με το 49% αυτών (17 από 35) να είναι ομαδοποιημένες, ενώ οι άλλες διάσπαρτες. Περίπου το 70% ήταν αλλοιώσεις μαζών, με το 40% με κηλίδες ή ακανόνιστες. Για τις ασβεστώσεις και τις μάζες, οι πιο συχνά προτεινόμενοι λόγοι για πιθανή απώλεια ήταν οι πυκνοί μαστοί (34%) και οι βλάβες που αποσπούν την προσοχή από τα πραγματικά σημεία κακοήθειας (44%).

6. Αλγόριθμοι Υποβοήθησης Διάγνωσης και Ανίχνευσης (CADiagnosis/CADx, CADetection/CADe)

6.1 Εισαγωγή

Οι Αλγόριθμοι Υποβοήθησης Διάγνωσης και Ανίχνευσης (CADx και CADe) είναι μία σύγχρονη εξέλιξη της τεχνολογίας που συνεργάζεται με την διαδικασία διάγνωσης της Μαστογραφίας με σκοπό την βοήθεια του ιατρού Ακτινολόγου κατά την προβολή της εξέτασης. Οι αλγόριθμοι αυτοί βασίζονται στην λογική της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence) και τα τελευταία χρόνια υπάρχει συνεχής βελτίωση και ανάπτυξη των αλγορίθμων αυτών. Πρέπει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα υπάρχει εφαρμογή των συστημάτων CAD σε υγειονομικούς χώρους εξέτασης Μαστού, ωστόσο η έλλειψη εμπειρίας των ιατρών σε συνδυασμό με το επίπεδο ποιότητας των αλγορίθμων δεν το καθιστούν το κυρίαρχο εργαλείο για την τελική διάγνωση. Το παρόν Κεφάλαιο επικεντρώνεται στην εξέλιξη των αλγορίθμων στην πορεία του χρόνου, στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τα οποία έχουν οι αλγόριθμοι CAD, στην αξιολόγηση των πληροφοριών που συλλέχθηκαν από τους συνεντευξιαζόμενους ιατρούς σχετικά με τους αλγορίθμους, στους κινδύνους που έχουν και στους τρόπους αντιμετώπισης αυτών. Τα ελλιπή δεδομένα από της συνεντεύξεις, εξαιτίας της έλλειψης υποδομών και πρακτικής εμπειρίας οδήγησαν τις πηγές τις έρευνας σε σύγχρονες έρευνες που έχουν γίνει στην παγκόσμια επιστημονική κοινότητα.

6.2 Διαδικασία αλγορίθμων CAD

Η λειτουργία της υπολογιστικής διαδικασίας των αλγορίθμων CAD αποτελείται τα εξής βασικά στάδια :

1. Είσοδος ψηφιακής εικόνας
2. Παραμετροποίηση ανάλογα με τα όρια του οργάνου του Μαστού
3. Προ-επεξεργασία (π.χ. ενίσχυση σήματος)
4. Εξαγωγή λήψης (παραμετροποίηση λήψης)
5. Εξαγωγή παραμέτρων (μαθηματικά μοντέλα της πιθανής ανωμαλίας)
6. Ανάλυση παραγόντων, κατηγοριοποίηση και χαρακτηρισμός (θετικά/αρνητικά ευρήματα)
7. Έξοδος υπολογιστή (Τοποθεσία ευρήματος, χαρακτηριστικά, εκτίμηση βαθμού κακοήθειας και πληροφορίες διαχείρισης ρίσκου)

Στη συνέχεια, η τελική πληροφορία της διάγνωσης προκύπτει από τον συγκερασμό των δεδομένων του αλγορίθμου CAD και της κριτικής ικανότητας του ιατρού ακτινοδιαγνώστη (Giger et al., 2008).

Παρακάτω στο **Σχήμα 12** και στο **Σχήμα 13** φαίνεται μία σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας της οποίας περιεγράφηκε.

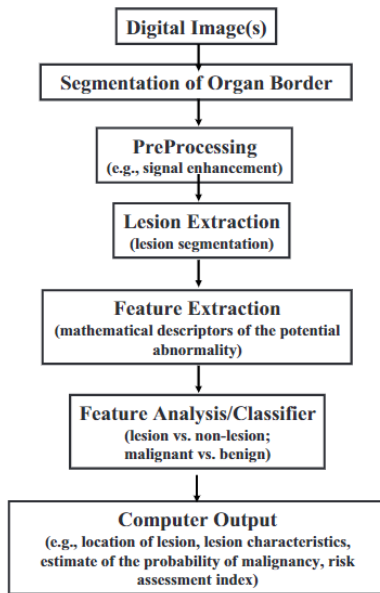


FIG. 3. Components within the "black box" of a CAD system.

Σχήμα 12. Σχηματική απεικόνιση διαδικασίας συστήματος CAD

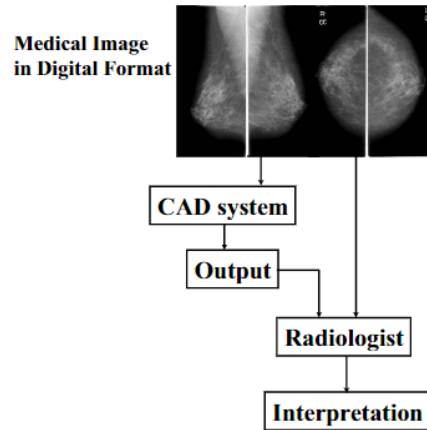


FIG. 1. Schematic diagram of a CAD system for medical image interpretation.

Σχήμα 13. Σχηματική απεικόνιση ιατρικής ερμηνείας της εικόνας ενός συστήματος CAD

6.3 Ιστορική Αναδρομή

Η υποβοήθηση της διάγνωσης μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή έχει εφαρμοστεί από την δεκαετία του 1960-1970 και έχει δημοσιευτεί μεγάλος αριθμός επιστημονικών άρθρων για το θέμα αυτό. Τα πρώτα χρόνια η υποβοήθηση είχε την μορφή αυτοματοποιημένης διάγνωσης. Ωστόσο, στην πορεία του χρόνου υπήρχε μεγάλη αστοχία στην ιατρική ορθότητα και η υποβοήθηση πήρε την μορφή της καθοδηγούμενης διάγνωσης (Uchiyama, 2010). Έπειτα στην εποχή της βιομηχανικής επανάστασης, μία αμερικάνικη εταιρία, η «R2 Technology» κατασκεύασε πρώτη ένα σύστημα CAD για την Μαστογραφία, του οποίου η χρήση αναγνωρίστηκε από την Αμερικάνικη αρχή Τροφής και Φαρμάκων (FDA) με το όνομα «ImageChecker CAD». Τον Απρίλιο του 2001, στις Ηνωμένες Πολιτείες επεκτάθηκε η εφαρμογή των αλγορίθμων, χρεώνοντας στους εξεταζόμενους 15 δολάρια ανά περίπτωση. Τον Νοέμβριο του 2004 αναγνωρίστηκαν από τον ίδιο επίσημο Φορέα (FDA) οι όροι CADi και CADx, τους οποίους εισήγαγε η «Carestream Health» ως μεθόδους «Δεύτερης Ματιάς» (Second Look). Στην Ευρώπη, τον Απρίλιο ο Fenton et al. (2007) αναφέρει στο επιστημονικό περιοδικό «New England Journal of Medicine (NEJM)» παρατήρησε ότι τα ισχύοντα συστήματα CAD δεν περιλαμβάνουν την βελτίωση της ανίχνευσης του καρκίνου του Μαστού. Το συγκεκριμένο άρθρο, κινητοποίησε την επιστημονική κοινότητα και στις Ηνωμένες Πολιτείες άρχισαν να κατασκευάζονται συστήματα που να ανιχνεύουν ύποπτες περιοχές καρκίνου, ως συμβουλευτικό μέσο για τους ιατρούς Ακτινοδιαγνώστες.

Από το 2010 μέχρι και σήμερα έχει καθιερωθεί η χρήση του CADx ως το κύριο μέσο για την διαδικασία του Double Reading, ενώ το CADe ως κύριο εργαλείο στην διάγνωση του Μαστού. Παγκόσμια οι κύριες εταιρίες που συμβάλουν στην έρευνα και στην παραγωγή αντίστοιχης τεχνολογίας είναι η Fujifilm, η Kodak Digital Mammography και η MammoCAD. Υποστηρικτικά στην έρευνα, δρουν φορείς και οι αντίστοιχες δομές για την οργάνωση της έρευνας, των πληροφοριών των διαγνώσεων και της πιστοποίησης των διαδικασιών. Οι κυριότεροι φορείς και δομές είναι οι εξής:

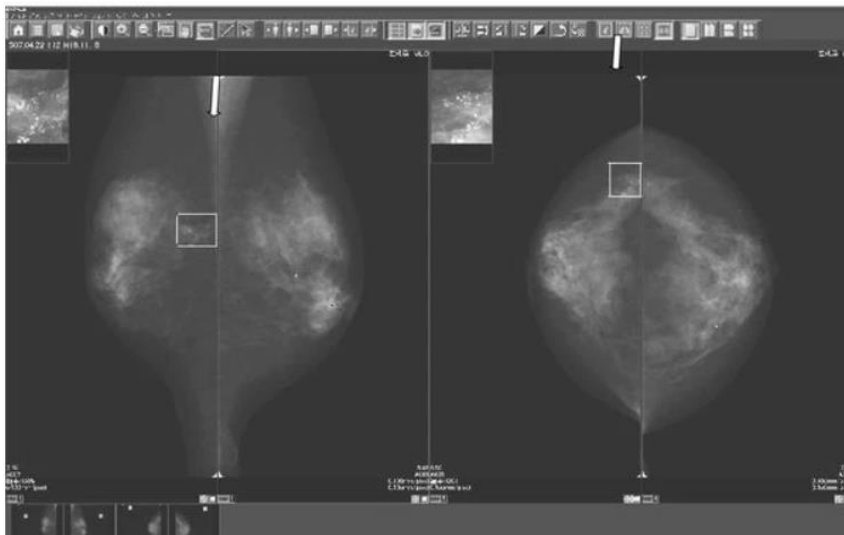
- DDSM (Digital Database for Screening Mammography)
- IRM (Image Retrieval Medical)
- FCR (American Food and Drug Administration)
- ACR (American College of Radiology)
- MIAS Database (Mammographic Image Analysis Society)

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ραγδαία ανάπτυξη των Αλγορίθμων Υποβοηθούμενης Διάγνωσης, καθώς υπάρχει εξέλιξη στο Deep Learning και στην εκπαίδευση Νευρωνικών Δικτύων. Έρευνα του 2019 (Bahl, 2019) αναφέρει ότι η παραδοσιακή οπτική των αλγορίθμων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) απέτυχε γιατί εστίαζε σε μαθηματικά μοντέλα και την τεχνική αναγνώριση των ευρημάτων του καρκίνου του Μαστού. Αντίθετα, οι νέες πρακτικές συνδυάζουν τις τεχνικές ανάλυσης εικόνας με τα δεδομένα που έχουν συλλεχθεί για περιστατικά του παρελθόντος και λαμβάνουν υπόψη τις ανάγκες των χρηστών (ιατρών

Ακτινολόγων) τις οποίες αφορούν τον χρόνο διάγνωσης, τον βαθμό ανίχνευσης και την αποφυγή ψευδών διαγνώσεων. Επιπροσθέτως, ιαπωνική έρευνα του 2022 (Kim et al., 2020) έδειξε ότι η σχέση του ιατρού του οποίου χρησιμοποιεί τα συστήματα CAD με τους αλγόριθμους τεχνητής Νοημοσύνης είναι το κύριο κλειδί βελτίωσης των ψευδώς θετικών (FP) και ψευδώς αρνητικών (FN) διαγνώσεων.



Εικόνα 10. Αποτελέσματα CAD από το σύστημα της Siemens (syngo MammCAD) στο οποίο είναι κυκλωμένο ένα θετικό εύρημα μάζας—Courtesy of Siemens



Εικόνα 11. Αποτελέσματα CAD από το σύστημα της Fujifilm (MVSR657) στο οποίο είναι επισημασμένο με ορθογώνιο παραλληλόγραμμο ένα θετικό εύρημα αποιτανώσεων—Courtesy of Fujifilm

6.4 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Αλγορίθμων CAD

Οι αλγόριθμοι υποβοηθούμενης ανίχνευσης και διάγνωσης έχει διαπιστωθεί ότι έχουν πολυάριθμα οφέλη για τον ιατρό που διενεργεί την εξέταση, καθώς τον βοηθά να εντοπίσει τα σημεία στα οποία είναι πιθανό να υπάρχει κακοήθεια.

Έρευνα με σκοπό την διερεύνηση της επίδρασης των αλγορίθμων (Freer & Ulissey, 2001) έδειξε ότι αυξάνεται η έγκαιρη εύρεση ανωμαλιών πρώιμου σταδίου καρκίνου του Μαστού, χωρίς επίδραση στα ποσοστά ανάκλησης της εξεταζόμενης ή στα ποσοστά πρόβλεψης θετικού αποτελέσματος στην βιοψία. Επιπροσθέτως, έρευνα πανεπιστημιακού νοσοκομείου (Birdwell et al., 2005) έδειξε η κλινική χρήση των συστημάτων CAD αυξάνει κατά 7,4% τον αληθή εντοπισμό καρκίνου του μαστού, ιδιαίτερα στην περίπτωση των μαζών. Οι Morton et al. (2006) διαπίστωσαν ότι οι αλγόριθμοι CAD βελτιώνουν την ανίχνευση καρκίνου, με αποδεκτά σημαντική αύξηση στην ανάκληση εξεταζόμενων, αλλά με μείωση των θετικών αποτελεσμάτων στις βιοψίες. Τέλος, οι Ko et al. (2006) έδωσαν βάση στην συστηματική χρήση των συστημάτων CAD και διαπιστώθηκε ότι αυξάνουν κατά 4,7% την ικανότητα του ιατρού να εντοπίσει θετικό εύρημα, σε επιβεβαιωμένες κακοήθειες από τον εργαστηριακό έλεγχο.

Αναλυτικότερα, τα πλεονεκτήματα των αλγορίθμων CAD, σύμφωνα με πορίσματα ερευνών, τις βιβλιογραφικές πηγές και την εμπειρία των ιατρών είναι τα εξής:

- Αύξηση ερεθισμάτων πιθανών θετικών ευρημάτων
- Πρόβλεψη αποτελέσματος διάγνωσης για την εξέταση της βιοψίας
- Ευκολότερος εντοπισμός καρκίνων που χαρακτηρίζονται από τις αποτιτανώσεις
- Βοηθητικό εργαλείο για χρήση σε συνθήκες υψηλού φόρτου εργασίας
- Μείωση χρόνου διάγνωσης
- Αξιολόγηση διαταραχών της αρχιτεκτονικής τα οποία δεν είναι εύκολα ερμηνεύσιμα από τον ιατρό
- Δυνατότητα παράλειψης σταδίου Επεξεργασίας εικόνας
- Εξοικονόμηση ανθρώπινων πόρων για τις ανάγκες της Διπλής Ανάγνωσης (Double Reading)

Παρά τα οφέλη που έχουν οι αλγόριθμοι CAD για την διαδικασία της διάγνωσης, υπάρχουν παράγοντες που αυξάνουν την δυσκολία της διάγνωσης ή μειώνουν την ακρίβεια και την αποτελεσματικότητα αυτής. Επιβεβαιωμένη έρευνα (Fenton et al., 2007) η οποία αφορούσε την επίδραση αλγορίθμων CAD στον εντοπισμό ύποπτων ευρημάτων από τους ιατρούς, έδειξε ότι η χρήση τους μειώνει σημαντικά το ποσοστό επιτυχημένης ερμηνείας των ενδείξεων. Επίσης το αυξημένο ποσοστό βιοψιών με την χρήση των αλγορίθμων δεν συνοδεύεται με την βελτίωση της ανίχνευσης των «επιθετικών» καρκίνων μαστού. Επιπρόσθετα, στις περιπτώσεις αυξημένου φόρτου εργασίας μειώνεται η αντιληπτική

ικανότητα του ιατρού και δεν υπάρχει σημαντική βελτίωση στις σκόπιμες ανακλήσεις εξεταζόμενων ή στην εύρεση κακοήθειας (Gur et al., 2004).

Από την μελέτη της βιβλιογραφίας και την εμπειρία των ιατρών προέκυψαν τα παρακάτω μειονεκτήματα των αλγορίθμων CAD:

- Χαμηλά ποσοστά εύρεσης στις ανωμαλίες μάζας (Malich et al., 2006)
- Υψηλές απαιτήσεις εκπαίδευσης του χρήστη
- Παροχή περισσότερης πληροφορίας στην μαστογραφική εικόνα σε σχέση με τις ανάγκες του ιατρού
- Υψηλά ποσοστά ψευδώς θετικών (FP) ευρημάτων στους πυκνούς μαστούς
- Υψηλά ποσοστά ψευδώς αρνητικών (FN) ευρημάτων στις περιπτώσεις κόπωσης των ιατρών
- Αύξηση αριθμού βιοψιών και ανάκλησης εξεταζόμενων
- Δεν υπάρχει άμεση ανατροφοδότηση των περιπτώσεων καρκίνου για την «εκπαίδευση» των αλγορίθμων Μηχανικής Μάθησης
- Δυσκολία στον χαρακτηρισμό των διαταραχών αρχιτεκτονικής
- Υψηλό κόστος έρευνας και παραγωγής

6.5 Αξιολόγηση πληροφοριών από εμπειρία ιατρών

Από τους 4 συνεντευξιαζόμενους ιατρούς, μόνο ο κ. Μητράκος χρησιμοποιεί συστηματικά το διαθέσιμο σύστημα CAD, καθώς στις περιπτώσεις των άλλων ιατρών δεν παρέχεται αυτή η δυνατότητα. Η κύρια αιτία στην οποία χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος CAD στην περίπτωση αυτή, είναι η ύπαρξη μίας δεύτερης διάγνωσης από αυτή του ιατρού για την Διπλή Ανάγνωση (Double Reading). Η γενική εμπειρία του κ. Μητράκου είναι ότι σε πολλές περιπτώσεις είναι βοηθητικό, αλλά δεν αποτελεί εργαλείο διάγνωσης στο οποίο μπορεί να εμπιστευτεί και να βασιστεί για το τελικό πόρισμα. Η πτυχή του αλγορίθμου η οποία περιλαμβάνει την ανίχνευση ευρημάτων (CADe), παρά την ύπαρξη πολλών ψευδώς θετικών ευρημάτων αποτελεί βοηθητικό εργαλείο όταν υπάρχουν συνθήκες σωματικής και νοητικής κόπωσης. Επιπλέον, το γεγονός ότι δεν υπάρχει άλλο άτομο εξειδικευμένο στο Μαστό στο συγκεκριμένο νοσοκομείο της επαρχίας, προσδίδει στους αλγορίθμους CAD μία χρησιμότητα δίνοντας αίσθηση ασφάλειας στον ιατρό ακτινοδιαγνώστη. Αντίθετα η λειτουργία της αυτοματοποιημένης διάγνωσης δεν προσδίδει ιδιαίτερα χρήσιμες πληροφορίες για την ιατρική αξιολόγηση των ευρημάτων και συχνά δημιουργεί σύγχυση στην διαδικασία εξαγωγής πορίσματος. Στην **Εικόνα 12** φαίνεται ένα παράδειγμα θετικού ευρήματος το οποίο δεν έγινε αντιληπτό από το διαθέσιμο σύστημα CADe. Όσον αφορά τους υπόλοιπους συνεντευξιαζόμενους, υπήρχε γνώση ότι η χρήση των αλγορίθμων

εξελίσσεται, έχει θετικό ρόλο για την διαδικασία αλλά δεν είναι εργαλείο στο οποίο μπορεί να στηριχθεί ο ιατρός.



Εικόνα 12. Θετικό εύρημα διαταραχής της αρχιτεκτονικής το οποίο δεν επισημάνθηκε από το σύστημα CAD

Πρέπει να σημειωθεί ότι η εμπειρία του κ. Μητράκου περιγράφει την προσωπική του γνώμη για την χρήση των αλγορίθμων CAD και οι πληροφορίες οι οποίες μεταδόθηκαν επιβεβαιώνονται από την αναζήτηση βιβλιογραφικών πηγών που έγινε. Στο σημείο αυτό κρίνεται σκόπιμο να συγκριθεί η χρήση των Αλγορίθμων Υποβοήθησης Διάγνωσης (CADx) και Ανίχνευσης (CADE), ώστε να υπάρξει ολοκληρωμένη εικόνα της επίδρασης του CAD στην τελική ποιότητα της διάγνωσης.

6.6 Σύγκριση χρησιμότητας CADx και CADE

Οι δύο βασικές κατηγορίες αλγορίθμων Υποβοήθησης Διάγνωσης και Υποβοήθησης Ανίχνευσης προϋποθέτουν την ίδια λειτουργία, αυτή του εντοπισμού πιθανών κακοηθειών, ωστόσο ο ρόλος στη διαδικασία της διάγνωσης διαφέρει. Το CADE ανιχνεύει πιθανές ένδειξης κακοήθειας, δρώντας βοηθητικά στο έργο του ακτινολόγου, ενώ το CADx είναι σχεδιασμένο για την αξιολόγηση της σοβαρότητας των ευρημάτων. Σύμφωνα με έρευνα του 2017 (Lee et al., 2017b), η χρήση του CADE αυξάνει την ορθή διάγνωση καρκίνων

μαστού, παρά τα υψηλά ποσοστά ψευδώς θετικών ευρημάτων (FP). Αντίθετα οι σύγχρονες πρακτικές της ιατρικής δεν προτείνουν το CADx ως πηγή ισάξιας βαρύτητας με την γνώμη του ιατρού επειδή δεν έχει επιβεβαιωθεί για κλινική χρήση. Επιπλέον εντοπίζονται πολλά ψευδώς αρνητικά ευρήματα (FN) σε πυκνούς μαστούς, ακόμα και αν είναι ασυμπτωματικοί. Έρευνα του 2019 (Wu et al., 2019) αναφέρει ότι οι αλγόριθμοι CADx έχουν αρνητική επίδραση στην διάγνωση, εξαιτίας του υψηλού ποσοστού ψευδώς θετικών (FP-55,2%) ενώ η χρήση CADe μειώνει τα ψευδώς αρνητικά ευρήματα κατά 12% (FN από 31% στο 19%). Συνεπώς οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι υπάρχει λόγος ύπαρξης και των 2 μεθόδων. Με τα σημερινά δεδομένα οι αλγόριθμοι CADe έχουν θετικές επιδράσεις, αλλά μπορούν να βελτιωθούν στο ποσοστό των ψευδώς θετικών, ενώ η χρησιμότητα των αλγορίθμων CADx δεν έχει επιβεβαιωθεί για κλινική χρήση.

6.7 Λύσεις για τον περιορισμό των ψευδώς θετικών και ψευδώς αρνητικών ευρημάτων

Οι τρόποι οι οποίοι είναι ικανοί να βελτιώσουν την ποιότητα των αλγορίθμων CAD και κατ' επέκταση την ποιότητα της διάγνωσης, σύμφωνα με τις βιβλιογραφικές πηγές και την κριτική επεξεργασία είναι οι εξής:

- Εκπαίδευση ιατρών για την χρήση των αλγορίθμων CAD
- Ολοκληρωμένο σύστημα ανατροφοδότησης για τις περιπτώσεις ψευδών διαγνώσεων
- «Εκπαίδευση» αλγορίθμων μηχανικής μάθησης από τις περιπτώσεις κακοήθειας
- Βελτίωση αποτελεσμάτων Υποβοηθούμενης Διάγνωσης (CADx) ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες των ιατρών
- Παραμετροποίηση αλγορίθμου ανάλογα με τα χαρακτηριστικά μαστού (π.χ. πυκνότητα, μέγεθος)

7. Συζήτηση (Discussion)

Στην παρούσα εργασία, έγινε προσπάθεια να διερευνηθούν όλοι οι παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την τελική ποιότητα της διάγνωσης του Μαστού, με σκοπό τη συστηματική παρατήρηση της διαδικασίας εξέτασης και την βελτίωση της ορθότητας των αποτελεσμάτων της διάγνωσης. Πρέπει να σημειωθεί ότι η έρευνα επικεντρώθηκε στην χρήση του υπάρχοντος εξοπλισμού από τα πρόσωπα τα οποία δρουν στην διαδικασία και στην αξιολόγηση της επικοινωνίας των ανθρώπων με τον εξοπλισμό μέσω αντίστοιχων ερεθισμάτων. Η βιβλιογραφική επισκόπηση, βοήθησε να γίνει κατανοητή η σημαντικότητα της πρόληψης και θεραπείας του καρκίνου του μαστού, να παρουσιαστούν τα βασικά γνωστικά και υλικά εργαλεία των ιατρών για την εξέταση του Μαστού και να διερευνηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν θετικά ή αρνητικά την διαδικασία της εξέτασης και διάγνωσης.

Τα δεδομένα τα οποία συλλέχτηκαν από τις συνεντεύξεις αποτελούν σημαντικά στοιχεία τεκμηρίωσης των συμπερασμάτων της εργασίας καθώς οι συνεντευξιζόμενοι έχουν στην διάθεσή τους ικανό εξοπλισμό για την διάγνωση και έχουν πολυετή εμπειρία στον Μαστό, με πάνω από 1000 διαγνώσεις ανά έτος. Ωστόσο, οι χρονικοί περιορισμοί της διπλωματικής εργασίας δεν επιτρέπουν την συλλογή ικανού δείγματος ώστε να επιβεβαιωθεί η ορθή χρήση του εξοπλισμού για όλο τον πληθυσμό. Τα προφίλ υποψηφίων επιλέχθηκε να γίνουν σε δημόσια νοσοκομεία και να υπάρχει ποικιλία στις μεθόδους και πρακτικές οι οποίες χρησιμοποιούνται. Επιπλέον δόθηκε έμφαση στην συλλογή πληροφοριών για την προσωπική προτίμηση στον τρόπο εργασίας ώστε να διαπιστωθούν επιπλέον πρακτικές για την βελτιστοποίηση της εξέτασης και διάγνωσης Μαστού. Προφανώς, στα πλαίσια της ανθρώπινης ατέλειας, αναγνωρίστηκαν πρακτικές οι οποίες οι οποίες δεν συμφωνούν με τους ενδεικνυόμενους οδηγούς διάγνωσης, ωστόσο η επικινδυνότητα των πρακτικών αυτών δεν κρίθηκε σημαντική.

Παράλληλα με τα δεδομένα τα οποία συλλέχτηκαν, έγινε σύγκριση με τα ευρήματα σύγχρονων βιβλιογραφικών πηγών. Η διερεύνηση αυτή επιβεβαίωσε τις περισσότερες πληροφορίες τις οποίες συλλέχθηκαν από τις συνεντεύξεις και έδωσε επιπρόσθετη πληροφορία για την κατανόηση του συστήματος διάγνωσης και την εξαγωγή ενδιάμεσων πορισμάτων.

Πρέπει να σημειωθεί ότι στην αναζήτηση της βιβλιογραφίας δεν βρέθηκαν αρκετές πληροφορίες σχετικά με την γνωστική ανάλυση της διαδικασίας, καθώς οι μελέτες επικεντρώνονται στην ιατρική ερμηνεία της εικόνας και όχι σε όλα τα στάδια τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την τελική ποιότητα της εξέτασης. Αυτά τα στάδια μπορούν να αφορούν τον υπάρχον εξοπλισμό (πχ. μηχανήματα εξέτασης, λογισμικό), την γνωστική κατάρτιση των ιατρών και του παραϊατρικού προσωπικού, το σύστημα διαδικασιών το οποίο υπάρχει ή τεχνικές για περιορισμό των κινδύνων στην διαδικασία. Έτσι, ανοίγεται ένα πεδίο έρευνας στα πλαίσια της γνωστικής εργονομίας των ιατρικών μηχανημάτων προς βελτίωση του συστήματος πρόληψης υγείας.

8. Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, η εργασία έχει σκοπό την βελτίωση της πρόληψης του καρκίνου του Μαστού μέσω της παρατήρησης και βελτίωσης της της διαδικασίας εξέτασης και διάγνωσης του Μαστού. Με κύριο στόχο την γνωστική διερεύνηση του συστήματος διάγνωσης, αρχικά έγινε μία βιβλιογραφική αναζήτηση για τον καρκίνο του Μαστού στην οποία βρέθηκε ότι παράγοντες κινδύνου είναι η ηλικία, το οικογενειακό ιστορικό, οι ανωμαλίες του αναπαραγωγικού συστήματος, τα οιστρογόνα και ο τρόπος ζωής. Κρίθηκε η σημαντικότητα της ανατομίας και φυσιολογίας μαστού και η γνώση χαρακτηριστικών όπως η πυκνότητα και η μορφή και φύση των ευρημάτων. Οι κύριες μορφές ευρημάτων είναι οι μάζες, οι μικροασβεστώσεις/αποτιτανώσεις και η διαταραχή της αρχιτεκτονικής του Μαστού. Το διεθνές πρότυπο διάγνωσης είναι το BIRADS από το American College of Radiology (ACR). Έπειτα, βρέθηκε ότι οι εξετάσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά κόρον για την εξέταση μαστού είναι η Μαστογραφία, το Υπερηχογράφημα, η Μαγνητική Τομογραφία, το PET-Scan και η Ψηλάφηση μαστού με τα περισσότερα θετικά ευρήματα να βρίσκονται στην εξέταση της Μαστογραφίας. Έγινε παρουσίαση του εξοπλισμού εξέτασης, των διαδικασιών λήψης αποφάσεων από τον ιατρό Ακτινοδιαγνώστη και των παραγόντων που οδηγούν σε λάθη κατά την διαδικασία αυτή.

Οι πληροφορίες οι οποίες συλλέχθηκαν από έμπειρους ιατρούς Ακτινολόγους εστιάζονται στην εξέταση της μαστογραφίας και η χρησιμότητα των υπόλοιπων μεθόδων εξέτασης διερευνήθηκαν υποστηρικτικά. Τα δεδομένα από την διενέργεια συνεντεύξεων ομαδοποιήθηκαν με την τεχνική της ανάλυσης περιεχομένου (Content Analysis) σε τρεις βασικές ομάδες μελέτης, οι οποίες κρίθηκαν ως βασικές κατηγορίες για την τελική ποιότητα, αυτές είναι:

- Ανάλυση συστήματος (System Analysis)
- Γνωστική ανάλυση νοητικής διεργασίας του ιατρού (Cognitive Analysis)
- Αλγόριθμοι υποβοήθησης Διάγνωσης και Ανίχνευσης (CADx, CADe)

Από την πρώτη κατηγορία της Ανάλυσης Συστήματος, καταστρώθηκε ένα μοντέλο διαδικασίας το οποίο δείχνει τις ενέργειες οι οποίες εκτελούνται στην διαδικασία της εξέτασης του Μαστού ανάλογα την χρησιμοποιούμενη τεχνολογία. Η παρατήρηση των βημάτων του μοντέλου διαδικασίας σε συνδυασμό με την σειρά προτιμήσεων τρόπου εργασίας των συνεντευξιαζόμενων ιατρών οδήγησε στην κατασκευή ενός πρωτοτυπικού μοντέλου διαδικασίας το οποίο έχει καθολική ισχύ για την σειρά και το περιεχόμενο των ενεργειών σύμφωνα με τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν. Εξήχθη το συμπέρασμα ότι το πρώτο στάδιο είναι ο προγραμματισμός της εξέτασης και ακολουθεί η ψηλάφηση της εξεταζόμενης εφόσον υπάρχει εξειδικευμένος χειρουργός. Έπειτα ακολουθεί η λήψη ιστορικού και η εξέταση της Μαστογραφίας από τον τεχνολόγο για την δημιουργία απεικόνισης, η οποία διαφοροποιείται ανάλογα την τεχνολογία μαστογράφου. Στη

συνέχεια ακολουθούν οι συμπληρωματικές εξετάσεις ανάλογα την κρίση του Ακτινολόγου ή του Χειρουργού Μαστολόγου και τελικά σύμφωνα με τα υπάρχοντα πρότυπα προκύπτει η τελική διάγνωση ή ανάκληση της εξεταζόμενης. Τέλος, σε επίπεδο συστήματος έγινε αναλυτική καταγραφή των κινδύνων των οποίων μπορούν να υπάρξουν κατά την διαδικασία και έγινε εκτίμηση της πιθανότητας, της συνέπειας και της επικινδυνότητας από τον συγκερασμό πληροφοριών των τεσσάρων ιατρών.

Στο επίπεδο Γνωστικής Ανάλυσης νοητικής διεργασίας του ιατρού (Cognitive Analysis) έγινε αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των συνεντεύξεων και προέκυψε ότι η τελική ποιότητα της διάγνωσης επηρεάζεται άμεσα από την επεξεργασία που υφίσταται στην υπάρχουσα απεικόνιση, την λήψη ιστορικού, την ορθή δράση του τεχνολόγου, την χρήση πληροφοριών ψηλάφησης, υπερήχου, τομοσύνθεσης και από ειδικές τεχνικές που αφορούν ενδείξεις ευρημάτων και χρήση πρωτοκόλλων. Από την ανάλυση της σημαντικότητας των ενεργειών και πληροφοριών προέκυψε ένα ιεραρχικό μοντέλο καθηκόντων με κύριο επίπεδο την εξέταση Μαστογραφίας, στο οποίο περιγράφονται σε 5 επίπεδα σημαντικότητας τα καθήκοντα και οι πληροφορίες που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή του συμπεράσματος διάγνωσης. Από το ιεραρχικό μοντέλο συμπεραίνουμε ότι οι βασικές κατηγορίες καθηκόντων είναι η προετοιμασία της εξέτασης, η διαδικασία και τα μέσα απεικονιστικής διαδικασίας και η τελική αξιολόγηση των ενδείξεων του ιατρού Ακτινολόγου. Παρουσιάστηκαν συνοπτικά οι γνωστικές απαιτήσεις για την μέθοδο της Μαστογραφίας, του Υπερηχογραφήματος και της Τομοσύνθεσης δείχνοντας ότι ο Ακτινοδιαγνώστης πρέπει να έχει επαρκή γνώση χειρισμού των μηχανημάτων, εμπειρία, επίγνωση των πιθανών κινδύνων και ικανότητα εύρεση τεχνικών για την αποφυγή τους. Συμπληρωματικά, βρέθηκαν οι κίνδυνοι και οι παράγοντες που οδηγούν στις ψευδώς θετικές (FP) και ψευδώς αρνητικές (FN) διαγνώσεις.

Η τρίτη βασική κατηγορία που επηρεάζει την ποιότητα της διάγνωσης, η οποία αποτελεί την πιο εξελισσόμενη τεχνολογία βελτιστοποίησης της διαδικασίας, είναι οι Αλγόριθμοι CAD. Σε αυτό το Κεφάλαιο υπήρξαν περιορισμοί στην βιβλιογραφική μελέτη καθώς οι πληροφορίες από την εμπειρία των ιατρών δεν ήταν επαρκείς. Περιγράφηκε η διαδικασία που ακολουθούν οι συγκεκριμένοι αλγόριθμοι και μία ιστορική αναδρομή των συστημάτων που αναπτυχθήκαν για την διάγνωση του μαστού από την δεκαετία του 1960 μέχρι σήμερα. Διαπιστώθηκε ότι η χρήση των αλγορίθμων CAD έχει πλεονεκτήματα για τους ιατρούς όπως η παροχή αυξημένης πληροφορίας για τον εντοπισμό των αποτιτανώσεων και η εξοικονόμηση χρόνου και πόρων κατά την διαδικασία της διάγνωσης. Ωστόσο μειονεκτούν στην εύρεση ανωμαλιών μάζας και έχουν μεγάλα ποσοστά ψευδώς θετικών ευρημάτων τα οποία δρουν αρνητικά στην νοητική διεργασία του ιατρού. Από την αξιολόγηση των πληροφοριών του κ. Μητράκου προέκυψε ότι αποτελεί θετικό εργαλείο που εξυπηρετεί την διπλή ανάγνωση αλλά δεν είναι μέσο το οποίο μπορεί να εμπιστευτεί χωρίς την επιπλέον αξιολόγηση. Από τη σύγκριση στις κατηγορίες Υποβοήθησης Διάγνωσης και Υποβοήθησης Ανίχνευσης (CADx, CADe) η οποία έγινε με βάση την βιβλιογραφία συμπεραίνουμε ότι στη σημερινή κατάσταση, οι αλγόριθμοι CADe έχουν σημαντικά οφέλη για την διαδικασία, ενώ

το CADx οδηγεί σε ανεπιθύμητα αποτελέσματα και οι σύγχρονες μελέτες δεν το καθιστούν ενδεικνυόμενη τεχνική για κλινική χρήση. Τέλος, αναφέρθηκαν προτεινόμενες λύσεις για τον περιορισμό ψευδώς θετικών και ψευδώς αρνητικών ενδείξεων στα συστήματα CAD με κύριο αποτέλεσμα την ανάγκη ύπαρξης οργανωμένου συστήματος τροφοδότησης των Νευρωνικών δικτύων που χρησιμοποιεί ο αλγόριθμος.

Μελλοντική εργασία

Με βάση την παρούσα έρευνα και τις βιβλιογραφικές πηγές που μελετήθηκαν, υπάρχει ανάγκη να προταθούν κάποιες ιδέες και μελλοντικές κατευθύνσεις προς έρευνα για βελτιστοποίηση της διάγνωσης του καρκίνου του Μαστού. Μία πρόταση είναι να υπάρξει εκτενέστερη έρευνα στο πώς αλληλεπιδρά ο ιατρός που πραγματοποιεί την διάγνωση με τις διεπαφές (interfaces) των μηχανημάτων που χρησιμοποιεί. Επιπλέον υπάρχει ανάγκη προτυποποίησης της διαδικασίας εξέτασης, με βάση τις ενδείξεις των εξετάσεων και τις διαθέσιμες ενέργειες των ιατρών. Η δημιουργία αυτού του προτύπου απαιτεί συλλογή μεγάλης πληροφορίας από την εμπειρία των ιατρών και από την αξιολόγηση των διαγνώσεων που έχουν πραγματοποιηθεί. Κλειδί σε αυτήν την βελτίωση είναι η εντοπισμένη βελτιστοποίηση των συστημάτων CAD, διότι είναι το σύγχρονο εργαλείο για την αυτοματοποίηση της διαδικασίας της διάγνωσης.

9. Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Κλίμακα χαρακτηρισμού πυκνότητας ACR (A-D).....	13
Πίνακας 2. Κατηγοριοποίηση μικροασβεστώσεων κατά BI-RADS	17
Πίνακας 3. Κατηγορίες εκτίμησης BI-RADS.....	19
Πίνακας 4. Διακριτά στάδια εξέτασης	31
Πίνακας 5. Σειρά βημάτων εξέτασης ανά περίπτωση συνεντευξιζόμενου ιατρού Ακτινοδιαγνώστη.....	40
Πίνακας 6. Περιγραφή κινδύνων διαδικασίας και εκτίμηση Πιθανότητας, Συνέπειας και Επικινδυνότητας.....	44
Πίνακας 7. Κίνδυνοι , Διορθωτικές ενέργειες, Υπεύθυνο πρόσωπο και Σημείο διαδικασίας	46

10. Κατάλογος Σχημάτων

Σχήμα 1. Παράγοντες κινδύνου του καρκίνου μαστού	11
Σχήμα 2. Ανατομία του μαστού	12
Σχήμα 3. Παραδείγματα κατηγοριών ACR (A, B, C, D) σε MLO Μαστογραφία	13
Σχήμα 4. Περιγραφή σχήματος και ορίων μαζών	15
Σχήμα 5. Διαταραχή της αρχιτεκτονικής του μαστού	17
Σχήμα 6. Παράδειγμα αρχιτεκτονικής διαταραχής σε μαστογραφία	18
Σχήμα 7. Μηχάνημα και μέρη Μαστογράφου	25
Σχήμα 8. Τυπικές λήψεις Μαστογραφίας	26
Σχήμα 9. Πρωτοτυπικό διάγραμμα ροής διαδικασίας συστήματος εξέτασης μαστογραφίας (Prototypical flowchart)	43
Σχήμα 10. Εκτίμηση Επικινδυνότητας ως συνάρτηση Συνέπειας-Πιθανότητας	49
Σχήμα 11. Ιεραρχικό Μοντέλο Διάγνωσης Μαστογραφίας.....	60
Σχήμα 12. Σχηματική απεικόνιση διαδικασίας συστήματος CAD	67
Σχήμα 13. Σχηματική απεικόνιση ιατρικής ερμηνείας της εικόνας ενός συστήματος CAD .	67

11. Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1. Σύγκριση «πυκνού» και «αραιού» μαστού σε CC μαστογραφία	13
Εικόνα 2. Παραδείγματα ύποπτων μαζών σε απεικονίσεις μαστογραφίας	15
Εικόνα 3. Σταθμός εργασίας ιατρού ακτινοδιαγνώστη	27
Εικόνα 4. Εντοπισμός ανωμαλίας μάζας, χαρακτηρισμός ως ύποπτο εύρημα.....	50
Εικόνα 5. Παράδειγμα ενός Interface επεξεργασίας εικόνας Ψηφιοποιημένης Μαστογραφίας.....	52
Εικόνα 6. Παράδειγμα ενός Interface επεξεργασίας εικόνας Ψηφιακής Μαστογραφίας ..	52
Εικόνα 7. Παράδειγμα φόρμας λήψης ιστορικού για εξέταση μαστού	54
Εικόνα 8. Κανόνας καθετότητας στην MLO προβολή της μαστογραφίας.....	55
Εικόνα 9. Παράδειγμα επεξεργασίας εικόνας με ύπαρξη ενθέματος σιλκόνης	62
Εικόνα 10. Αποτελέσματα CAD από το σύστημα της Siemens (syngo MammCAD) στο οποίο είναι κυκλωμένο ένα θετικό εύρημα μάζας—Courtesy of Siemens	69
Εικόνα 11. Αποτελέσματα CAD από το σύστημα της Fujifilm (MVSR657) στο οποίο είναι επισημασμένο με ορθογώνιο παραλληλόγραμμο ένα θετικό εύρημα αποτιτανώσεων- Courtesy of Fujifilm	69
Εικόνα 12. Θετικό εύρημα διαταραχής της αρχιτεκτονικής το οποίο δεν επισημάνθηκε από το σύστημα CAD	72

12. Κατάλογος Αναφορών

- About Breast Cancer in Men | Johns Hopkins Medicine. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/breast-cancer/about-breast-cancer-in-men>
- Arnold, M., Morgan, E., Rumgay, H., Mafra, A., Singh, D., Laversanne, M., Vignat, J., Gralow, J. R., Cardoso, F., Siesling, S., & Soerjomataram, I. (2022). Current and future burden of breast cancer: Global statistics for 2020 and 2040. *Breast*, 66, 15–23. <https://doi.org/10.1016/j.breast.2022.08.010>
- Aydiner, A., İğci, A., & Soran, A. (n.d.). Breast Disease 123 Diagnosis and Pathology.
- Bahl, M. (2019). Detecting breast cancers with mammography: Will AI succeed where traditional CAD failed? In *Radiology* (Vol. 290, Issue 2, pp. 315–316). Radiological Society of North America Inc. <https://doi.org/10.1148/radiol.2018182404>
- Birdwell, R. L., Bandodkar, P., & Ikeda, D. M. (2005). Computer-aided detection with screening mammography in a university hospital setting. *Radiology*, 236(2), 451–457. <https://doi.org/10.1148/radiol.2362040864>
- Breast MRI. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.radiologyinfo.org/en/info/breastmr>
- Breast Ultrasound. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.radiologyinfo.org/en/info/breastus>
- Brewer, H. R., Jones, M. E., Schoemaker, M. J., Ashworth, A., & Swerdlow, A. J. (2017). Family history and risk of breast cancer: an analysis accounting for family structure. *Breast Cancer Research and Treatment*, 165(1), 193–200. <https://doi.org/10.1007/s10549-017-4325-2>
- CT/CAT Scans (Computerized Tomography). (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.breastcancer.org/screening-testing/ct-scan>
- Davey, B. (2007). Pain during mammography: Possible risk factors and ways to alleviate pain. In *Radiography* (Vol. 13, Issue 3, pp. 229–234). <https://doi.org/10.1016/j.radi.2006.03.001>
- D’Orsi CJ, S. E. M. E. M. E. et al. (2013). American College of Radiology Committee on BI-RADS® (5th ed.).
- Ekpo, E. U., Alakhras, M., & Brennan, P. (2018). Errors in mammography cannot be solved through technology alone. In *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention* (Vol. 19, Issue 2, pp. 291–301). Asian Pacific Organization for Cancer Prevention. <https://doi.org/10.22034/APJCP.2018.19.2.291>

- Elastography: What It Is, Purpose, Preparation & Types. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://my.clevelandclinic.org/health/diagnostics/23335-elastography>
- Ellis, H., & Mahadevan, V. (n.d.). Anatomy and physiology of the breast.
- Faridah, Y. (2008). Digital versus screen film mammography: A clinical comparison. In *Biomedical Imaging and Intervention Journal* (Vol. 4, Issue 4). <https://doi.org/10.2349/bij.4.4.e31>
- Fenton, J. J., Taplin, S. H., Carney, P. A., Abraham, L., Sickles, E. A., Orsi, C. D. ', Berns, E. A., Cutter, G., Hendrick, R. E., Barlow, W. E., Elmore, J. G., Bs, M. P. H. A., & Ac, T. R. (2007). 356;14 www.nejm.org april 5. In *n engl j med* (Vol. 356). www.nejm.org
- Freer, T. W., & Ulisse, M. J. (2001). Screening mammography with computer-aided detection: Prospective study of 12,860 patients in a community breast center. *Radiology*, 220(3), 781–786. <https://doi.org/10.1148/radiol.2203001282>
- Giess, C. S., Yeh, E. D., Raza, S., & Birdwell, R. L. (2014). Background parenchymal enhancement at breast MR imaging: Normal patterns, diagnostic challenges, and potential for false-positive and false-negative interpretation. In *Radiographics* (Vol. 34, Issue 1, pp. 234–247). <https://doi.org/10.1148/rg.341135034>
- Giger, M. L., Chan, H. P., & Boone, J. (2008). Anniversary paper: History and status of CAD and quantitative image analysis: The role of Medical Physics and AAPM. In *Medical Physics* (Vol. 35, Issue 12, pp. 5799–5820). John Wiley and Sons Ltd. <https://doi.org/10.1118/1.3013555>
- Gur, D., Sumkin, J. H., Rockette, H. E., Ganott, M., Hakim, C., Hardesty, L., Poller, W. R., Shah, R., & Wallace, L. (2004). Changes in breast cancer detection and mammography recall rates after the introduction of a Computer-aided detection system. *Journal of the National Cancer Institute*, 96(3), 185–190. <https://doi.org/10.1093/jnci/djh067>
- Horn, J., & Vatten, L. J. (2017). Reproductive and hormonal risk factors of breast cancer: A historical perspective. In *International Journal of Women's Health* (Vol. 9, pp. 265–272). Dove Medical Press Ltd. <https://doi.org/10.2147/IJWH.S129017>
- Jacobs, L., Bevers, T. B., Helvie, M., Lehman, C. D., Bonaccio, E., Monsees, B., Calhoun, K. E., Niell, B. L., Daly, M. B., Parker, C. C., Farrar, W. B., Pearlman, M., Garber, J. E., Philpotts, L., Gray, R., Shepardson, L. B., Greenberg, C. C., Greenup, R., Smith, M. lou, ... Hoyt, T. L. (2018). Breast cancer screening and diagnosis, version 3.2018. *JNCCN Journal of the National Comprehensive Cancer Network*, 16(11). <https://doi.org/10.6004/jnccn.2018.0083>
- Key, T. (2013). Sex hormones and risk of breast cancer in premenopausal women: A collaborative reanalysis of individual participant data from seven prospective studies.

- The Lancet Oncology, 14(10), 1009–1019. [https://doi.org/10.1016/S1470-2045\(13\)70301-2](https://doi.org/10.1016/S1470-2045(13)70301-2)
- Kim, H. E., Kim, H. H., Han, B. K., Kim, K. H., Han, K., Nam, H., Lee, E. H., & Kim, E. K. (2020). Changes in cancer detection and false-positive recall in mammography using artificial intelligence: a retrospective, multireader study. *The Lancet Digital Health*, 2(3), e138–e148. [https://doi.org/10.1016/S2589-7500\(20\)30003-0](https://doi.org/10.1016/S2589-7500(20)30003-0)
- Ko, J. M., Nicholas, M. J., Mendel, J. B., & Slanetz, P. J. (2006). Prospective assessment of computer-aided detection in interpretation of screening mammography. *American Journal of Roentgenology*, 187(6), 1483–1491. <https://doi.org/10.2214/AJR.05.1582>
- Lee, R. S., Gimenez, F., Hoogi, A., Miyake, K. K., Gorovoy, M., & Rubin, D. L. (2017a). Data Descriptor: A curated mammography data set for use in computer-aided detection and diagnosis research. *Scientific Data*, 4. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.177>
- Lee, R. S., Gimenez, F., Hoogi, A., Miyake, K. K., Gorovoy, M., & Rubin, D. L. (2017b). Data Descriptor: A curated mammography data set for use in computer-aided detection and diagnosis research. *Scientific Data*, 4. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.177>
- Male Breast Cancer. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.breastcancer.org/types/male-breast-cancer>
- Malich, A., Fischer, D. R., & Böttcher, J. (2006). CAD for mammography: The technique, results, current role and further developments. In *European Radiology* (Vol. 16, Issue 7, pp. 1449–1460). <https://doi.org/10.1007/s00330-005-0089-x>
- Mammographic density and screening | Breast health and awareness - Breast Cancer Network Australia. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.bcna.org.au/breast-health-awareness/mammographic-density-and-screening/>
- Mammography. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.nibib.nih.gov/science-education/science-topics/mammography>
- McDonald, S., Saslow, D., & Alciati, M. H. (2004). Performance and Reporting of Clinical Breast Examination: A Review of the Literature. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 54(6), 345–361. <https://doi.org/10.3322/canjclin.54.6.345>
- Morton, M. J., Whaley, D. H., Brandt, K. R., & Amrami, K. K. (2006). Screening mammograms: Interpretation with computer-aided detection-prospective evaluation. In *Radiology* (Vol. 239, Issue 2, pp. 375–383). <https://doi.org/10.1148/radiol.2392042121>
- PET Scans. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.breastcancer.org/screening-testing/pet-scans>

- Rausand, M. (2005). Chapter 3 System Analysis Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis. Wiley.
- Resolution measurement and its units. (n.d.). Retrieved January 17, 2023, from <https://www.image-engineering.de/library/technotes/761-resolution-measurement-and-its-units>
- Saslow, D., Boetes, C., Burke, W., Harms, S., Leach, M. O., Lehman, C. D., Morris, E., Pisano, E., Schnall, M., Sener, S., Smith, R. A., Warner, E., Yaffe, M., Andrews, K. S., & Russell, C. A. (2007). American Cancer Society Guidelines for Breast Screening with MRI as an Adjunct to Mammography. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 57(2), 75–89. <https://doi.org/10.3322/canjclin.57.2.75>
- Spatial_Resolution_in_Digital_Mammography.5. (n.d.).
- Sun, Y. S., Zhao, Z., Yang, Z. N., Xu, F., Lu, H. J., Zhu, Z. Y., Shi, W., Jiang, J., Yao, P. P., & Zhu, H. P. (2017). Risk factors and preventions of breast cancer. In *International Journal of Biological Sciences* (Vol. 13, Issue 11, pp. 1387–1397). Ivyspring International Publisher. <https://doi.org/10.7150/ijbs.21635>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Turkbey B, Rosenkrantz AB, Haider MA, et al. Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2.1: 2019 Update of Prostate Imaging Reporting and Data System Version 2. *Eur Urol*. 2019;76(3):340-351. doi:10.1016/j.eururo.2019.02.033
- Uchiyama, N. (2010). Current status of CAD utilizing digital mammography in Japan. In *Breast Cancer* (Vol. 17, Issue 3, pp. 169–179). <https://doi.org/10.1007/s12282-010-0202-0>
- Wang, L. (2017). Early diagnosis of breast cancer. *Sensors (Switzerland)*, 17(7). <https://doi.org/10.3390/s17071572>
- Wu, J. yi, Zhao, Z. zhuo, Zhang, W. yue, Liang, M., Ou, B., Yang, H. yun, & Luo, B. ming. (2019). Computer-Aided Diagnosis of Solid Breast Lesions With Ultrasound: Factors Associated With False-negative and False-positive Results. *Journal of Ultrasound in Medicine*, 38(12), 3193–3202. <https://doi.org/10.1002/jum.15020>
- Αυτό-εξέταση μαστού: Χρήσιμες Συμβουλές. (n.d.). Retrieved January 21, 2023, from <https://mnikolaidou.gr/autoexetasi-mastou/>
- Διπλωματική εργασία Σοφίας Στούμπου- Εντοπισμός περιοχών ενδιαφέροντος σε Μαστογραφίες Ακτίνων Χ- Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας υπολογιστών. (n.d.).

Ιατρικής, Φ., & Καθηγήτρια, Ε. (n.d.). ΦΥΣΙΚΗ ΤΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΣΤΗΝ ΙΑΤΡΙΚΗ της Σοφίας Κόττου.

Μαρμαράς, Ν., Συγγραφέας, Κ., Ναθαναήλ, Δ., Κοντογιάννης, Θ., Έκδοσης, Σ., Εξωφύλλου /, Μ., Επιμέλεια, Γ., Επεξεργασία, Τ., Γκίκας, Κ., & Πολυτεχνείο, Ε. Μ. (n.d.). Εισαγωγή στην Εργονομία / 2η έκδοση Συγγραφή Κριτικός αναγνώστης ΣΥΝΔΕΣΜΟΣ ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΩΝ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΩΝ. www.kallipros.gr

Ποιες είναι οι απεικονιστικές εξετάσεις για τον καρκίνο του μαστού; | Νοσοκομείο ΥΓΕΙΑ. (n.d.). Retrieved January 9, 2023, from <https://www.hygeia.gr/poies-einai-oi-apeikonistikes-exetaseis-gia-ton-karkino-toy-mastoy/>

Σχεδιασμός και Υλοποίηση Σχήματος Ταξινόμησης για τη Διάγνωση του Καρκίνου του Μαστού ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ- ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ- ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ. (n.d.).

13. Παράρτημα

I. Σημειώσεις Συνεντεύξεων

ΣΥΝΕΝΤΕΥΞΕΙΣ ΙΑΤΡΩΝ ΑΚΤΙΝΟΔΙΑΓΝΩΣΤΩΝ		ΠΗΓΗ
A/A	ΔΕΔΟΜΕΝΟ-ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑ-ΑΠΟΨΗ	ΓΙΑΤΡΟΣ
1	Στο εξωτερικό υπάρχει πιο οργανωμένο σύστημα επανελέγχου. Σύμφωνα με συγκεκριμένους κανονισμούς και αυτοματοποιημένο σύστημα η ασθενής ανακαλείται σε εξέταση την κατάλληλη χρονική στιγμή.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
2	Στην ηλικία των 40 ετών συστήνεται να γίνει μία μαστογραφία βάσης 50-73 έτη ηλικίας γίνεται 1 μαστογραφία κάθε χρόνο.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
3	Η ψηλάφηση από τον χειρουργό μαστολόγο, μπορεί να δώσει στον ακτινοδιαγνώστη σημαντική πληροφορία όσον αφορά ψηλαφητές σκληρίες, οζίδια, την γενική αίσθηση πυκνότητας του μαστού ή παραμορφώσεις/ ασυμμετρίες	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
4	Σημαντική πληροφορία στον κλινικό έλεγχο είναι η διαμόρφωση άποψης για την συμπτωματολογία της ασθενούς (πιθανοί πόνοι -ενοχλήσεις, μαστωδυνία ρήση από τη θηλή, ερεθισμός του δέρματος)	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
5	Μέθοδος εξέτασης- Ψηφιακή μαστογραφία- flat panel- Απευθείας απεικόνιση της μαστογραφίας, παραμετροποίηση και μεταφορά με ηλεκτρονικό τρόπο (PACS) στον σταθμό εργασίας	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
6	Ξεχωριστό στοιχείο στην αρχειοθέτηση ασθενή είναι το AMKA	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
7	Φυλλάδιο συμπλήρωσης ιστορικού ασθενή με βοήθεια τεχνολόγου (δημιουργήθηκε σε περίοδο covid) για την μείωση άμεσης επαφής τεχνολόγου-ασθενή	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
8	Επίσημη και διεθνής κατηγοριοποίηση για την πυκνότητα του μαστού είναι η ACR (A,B,C,D) η οποία χρησιμοποιείται μαζί με το BIRADS στο τελικό έγγραφο της διάγνωσης μαστογραφίας	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
9	ACR A : λιπώδης μαστός, ACR B : λίγα αδενικά στοιχεία, ACR C: ικανός αδενικός ιστός, ACR D : πολύ πυκνός μαστός	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
10	Παλαιότερα υπήρχε το όριο του 50% στην πυκνότητα του μαστού για τον χαρακτηρισμό ACR, το οποίο προέκυπτε από καθαρά το ποσοστό φωτεινών σημείων στην απεικόνιση. Όμως, στη συνέχεια αντικαταστάθηκε με την αίσθηση του ιατρού ακτινολόγου, διότι υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που οι πυκνώσεις ή τα σημεία ενδιαφέροντος για ευρήματα εντοπίζονται σε συγκεκριμένη περιοχή του μαστού.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
11	Κατά την διάγνωση στον σταθμό εργασίας η γιατρός έχει την δυνατότητα να επεξεργαστεί την εικόνα ως προς: Μεγέθυνση, contrast, φωτεινότητα, μέτρηση μήκους, τοποθέτηση παράλληλων εικόνων για σύγκριση (μεταξύ δεξιού αριστερού και όψεων CC, MLO).	ΓΕΩΡΓΙΟΥ

12	Η παράλληλη σύγκριση μεταξύ 2 διαφορετικών όψεων του ίδιου μαστού, ή μιας παρελθοντικής και μιας παροντικής εικόνας ή μεταξύ των 2 μαστών είναι βοηθητική τακτική για την αντικειμενικότερη και αποτελεσματικότερη διάγνωση	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
13	Συχνά όταν δεν υπάρχουν αρκετές ενδείξεις για τον χαρακτηρισμό ενός ευρήματος ζητούνται από τον ακτινοδιαγνώστη συμπληρωματικές λήψεις με κατάλληλη καθοδήγηση στον τεχνολόγο ή άλλες εξετάσεις όπως το υπερηχογράφημα, η τομοσύνθεση, η μαγνητική τομογραφία μαστού.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
14	επίδειξη εικόνων τομοσύνθεση και εντοπισμός σε συγκεκριμένη περιοχή την ομάδα αποτιτανώσεων	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
15	Η εξέταση της τομοσύνθεσης δίνει την δυνατότητα προβολής διαδοχικές τομές του μαστού με βήμα 1mm σε περιοχή περίπου 35mm (δλδ. 35 τομές).	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
16	Στην ψηφιακή μαστογραφία το μηχάνημα ρυθμίζει με συγκεκριμένο αλγόριθμο τα kV της ακτινοβολήσης και ρυθμίζει τις παραμέτρους της ιατρικής εικόνας της μαστογραφίας ώστε να είναι σωστότερα αναγνώσιμη από τον ακτινοδιαγνώστη. Κύριος παράγοντας σε αυτή την αυτοματοποιημένη ρύθμιση είναι το πάχος του μαστού και το ποσοστό αδενικού ιστού.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
17	Σύμφωνα με την εμπειρία της ιατρού η απεικόνιση της ψηφιακής μαστογραφίας σε ειδικές οθόνες με δυνατότητα επεξεργασίας είναι πιο εύχρηστη μέθοδος και δίνει περισσότερη πληροφορία στην διαδικασία της διάγνωσης. Σε αντίθετη περίπτωση στο φιλμ η πληροφορία που δίνεται είναι συγκεκριμένη και χάνεις πληροφορία που μπορείς να δεις ψηφιακά. Το μόνο πλεονέκτημα στο φιλμ εκτός από τη μεταφορά του είναι η διαφορετική πληροφορία που δίνεται όταν αλλάξει η γωνία θέασης από τον ιατρό.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
18	Η τελική ποιότητα της απεικόνισης μπορεί να επηρεαστεί από την ελαττωματική λειτουργία του μηχανήματος, λόγω κακής συντήρησης, αρχικού προγραμματισμού ή ρύθμισης του ακτινοφυσικού. Ωστόσο αυτό δεν συμβαίνει συχνά.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
19	Το συχνότερο αίτιο για ελαττωματική απεικόνιση μαστογραφίας είναι η υποβέλτιστη τοποθέτηση του μαστού από τον τεχνολόγο. (πχ. αναδίπλωση δέρματος, απώλεια απεικόνισης μέρους μαστού ή μασχάλης, έλλειψη συμμετρίας, απουσία νοητής καθετότητας στον μείζονα θωρακικό σε σχέση με την θυλή, μη επαρκές τράβηγμα μαστού).	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
20	Η υψηλή ανάλυση της εικόνας απαιτεί ειδικό τύπο αρχείου (DICOM) αντί τυπικές μορφές (πχ jpeg, png)	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
21	Πιο συχνά προβλήματα κατά τη διάρκεια της εξέτασης είναι η αίσθηση πόνου της ασθενούς από την πίεση του μαστού	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
22	Η δυσκολία στην διάγνωση από άπειρους γιατρούς σε σχέση με τους πιο έμπειρους έγκειται στο χαρακτηριστικό της ύπαρξης τόνων του γκρι.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ

23	Το AI στην διάγνωση θα μπορούσε να λειτουργήσει πολύ βοηθητικά με συμβουλευτικό τρόπο αλλά όχι αποκλειστικά στη λήψη αποφάσεων. Έχουν παρατηρηθεί περιπτώσεις που αλγόριθμος εξάγει συμπέρασμα διάγνωσης σε συνδυασμό με έναν γιατρό για μεγαλύτερη αξιοπιστία (double reading)	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
24	Αναζήτηση για tabar--> (πατριάρχης μαστογραφίας) σύγκριση λήψεων για την διάγνωση.	ΓΕΩΡΓΙΟΥ
25	Στο στάδιο της τηλεφωνικής επικοινωνίας με την γραμματεία για καθορισμό ραντεβού, δίνονται σχετικές οδηγίες σχετικά με τη κατάλληλη μέρα που πρέπει να γίνει η εξέταση σχετικά με τον κύκλο περιόδου και η ασθενής προτρέπει στην προσκόμιση παλαιάς εξέτασης (μαστογραφίας, υπερήχου, MRI)	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
26	Για την παραπομπή σε μαστογραφία ή υπέρηχο υπεύθυνος είναι ο κλινικός γιατρός (χειρουργός μαστολόγος) ,ο οποίος βάσει των κλινικών ευρημάτων συστήνει σχετικό έλεγχο.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
27	Με το ιατρικό σημείωμα του κλινικού ιατρού ή σχετικό παραπεμπτικό ταμείου κλείνεται τηλεφωνικά ραντεβού με την γραμματεία του τμήματος μαστού του νοσοκομείου . Συνήθως ο προγραμματισμός του ραντεβού γίνεται την ίδια μέρα με την εξέταση.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
28	Κατά την ψηλάφηση καταγράφονται στοιχεία όπως ψηλαφητά οζίδια, σκληρίες , ευαίσθητες περιοχές , και ανάλογα αξιολογείται εάν θα γίνει η μαστογραφία	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
29	Ο κλινικός γιατρός (χειρουργός μαστολόγος) είναι ο υπεύθυνος να αξιολογήσει τα ευρήματα της ψηλάφησης σε συνδυασμό με την διάγνωση του ακτινολόγου για το αν χρειάζεται, επιπλέον εξέταση ,βιοψία ή χειρουργική αφαίρεση. Επίσης συνιστά περιοδικό επανέλεγχο ανάλογα την ηλικία και την αξιολόγηση των ευρημάτων.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
30	Κατά τη διαδικασία λήψης της εικόνας από τον τεχνολόγο γίνεται αυτόματη επεξεργασία της εικόνας από το μηχάνημα και ο τεχνολόγος δεν παρεμβαίνει σε αυτήν με επιπλέον επεξεργασία.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
31	Η πιο σημαντική αιτία για μία κακή τελική εικόνα μαστογραφίας είναι η λανθασμένη τοποθέτηση του μαστού κατά την λήψη της εξέτασης. Σημαντικό είναι να περιέχεται όλη η περιοχή της μασχαλιαίας χώρας και να μην χάνεται πληροφορία από τον μαζικό αδένα.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
32	Ο ιατρός ακτινολόγος στην απάντηση της διάγνωσης αναφέρει την θέση του ευρήματος με την σύμβαση της "χειρουργικής ώρας" (πχ 3 η ώρα αναφέρεται στο δεξιό κομμάτι του μαστού στο ύψος της θηλής).	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
33	Πληροφορίες που μπορούν να περιέχονται στον χαρακτηρισμό καλοήθους ευρήματος είναι το ομαλό περίγραμμα , όχι διόγκωση των αγγείων, συμμετρία μεγέθους μαστών.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ

	Ειδική συμπληρωματική εξέταση είναι ή ελαστογραφία μέσω υπερήχων που εξυπηρετεί την ορατότητα της σκληρότητας του μαστού και την εύρεση βλαβών στη φυσιολογική σύσταση. Μέσω του δείκτη shearwave elastography ο	
34	ιατρός μπορεί να κατευθυνθεί σχετικά με τα σημεία που υπάρχουν ύποπτες σκληρίες	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
35	Συμπληρωματικές εξετάσεις που αποφασίζονται από τον χειρουργό μαστολόγο είναι το MRI , τομοσύνθεση, παρακέντηση και υπερηχογράφημα	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
36	Όσον αφορά τις μικροασβεστώσεις, το χαρακτηριστικό που δείχνει κακοήθεια είναι όταν υπάρχουν πολλές "κουκίδες" σε ένα σημείο (ομάδες αποτιτανώσεων) ,ασαφές περίγραμμα (συρρέουσες) και ακτινωτή παρυφή. Υπάρχει ειδική βιοψία για τις αποτιτανώσεις . Αν το αποτέλεσμα είναι θετικό πρέπει να γίνει χειρουργείο αφαίρεσης αυτών.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
37	Στον σταθμό εργασίας μπορεί ο γιατρός να επεξεργαστεί την φωτεινότητα και το contrast, να κάνει μεγέθυνση, μέτρηση μήκους και την προσθήκη σχημάτων και πληροφοριών.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
38	Στο συγκεκριμένο νοσοκομείο δεν τυπώνονται φιλμ σε όλες τις εξετάσεις παρά μόνο όταν το χρειάζεται ο γιατρός ή το ζητήσει η ασθενής. Για οικονομικούς λόγους δίνεται μόνο το cd , το οποίο συχνά έχει τεχνικά προβλήματα ανάγνωσης.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
39	Το φιλμ ,ως απεικονιστικό μέσω είναι πιο βολικό σε σχέση την ψηφιακή απεικόνιση σε οθόνη γιατί υπάρχουν ορισμένα τρικ , με αλλαγή της κλίσης ή απομάκρυνση από το διαφανοσκόπιο , που μπορούν να δώσουν σημαντική πληροφορία. Τα φιλμ εξυπηρετούν καλύτερα και τους κλινικούς γιατρούς για τον άμεσο εντοπισμό του σημείου ενδιαφέροντος (οζίδιο, σκληρία)	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
40	Στην ψηφιοποίηση της εικόνας από την κασέτα χάνεται πληροφορία στις αποτιτανώσεις	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
41	Με την ψηφιακή μέθοδο υπάρχει δυνατότητα καλύτερου εντοπισμού ευρημάτων (και μέσω τομοσύνθεσης) και ευκολότερη σύγκριση εικόνων.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
42	Περιπτώσεις επικινδυνότητας είναι η συχνή περίπτωση πόνου της ασθενούς κατά τη λήψη και η απόκρυψη πληροφοριών στην λεκτική επικοινωνία με τον γιατρό. Παρατηρείται καχυποψία και έλλειψη εμπιστοσύνης στην μεταφορά πληροφοριών ιστορικού από την ασθενή στον ιατρό.	ΒΛΑΧΑΚΟΣ
43	Υπάρχει εμπειρία από ψηφιοποιημένη και από ψηφιακή μαστογραφία. Τώρα εργάζεται στο δημόσιο νοσοκομείο του Άργους.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
44	Στην ψηφιακή μαστογραφία η δυνατότητα της εξέτασης της τομοσύνθεσης παρέχει καλύτερη τρισδιάστατη αντίληψη του ευρήματος και έχει βοηθήσει στον εύστοχο εντοπισμό κακοήθειας.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
45	Μετά την λήψη της τομοσύνθεσης παρέχονται 40 -60 τομές κατά την 3 ^η διάσταση απεικόνισης.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ

46	<p>Η τομοσύνθεση βοηθάει ιδιαίτερα στην διάγνωση πυκνών μαστών διότι συγκριτικά η μία λήψη την οποία παρέχει η ψηφιοποιημένη μαστογραφία δυσκολεύει την απεικόνιση και τον εντοπισμό μορφών από μάζες, αδένες και σκληρίες, οι οποίες φαίνονται πιο καθαρά στην κατάλληλη τομή της τομοσύνθεσης.</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
47	<p>Ο σταθμός εργασίας είναι σε σκοτεινό δωμάτιο και έχει 2 ειδικές οθόνες υψηλής ανάλυσης και μία οθόνη υπολογιστή ή οποία λειτουργεί ως βοηθητική (συνθήκες παρόμοιες με περίπτωση Γεωργίου, Βλαχάκος)</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
48	<p>Στο λογισμικό της ψηφιακής απεικόνισης υπάρχει επιπλέον το CAD (Computer Aided Detection) , ένα σύστημα το οποίο διαβάζοντας την εικόνα της εξέτασης εντοπίζει τα σημεία στα οποία υπάρχει υποψία για κακοήθεια (σύμφωνα με τον αλγόριθμο) . Με κύκλο επισημαίνονται τα σημεία με ύποπτες μάζες . Με τετράγωνο, οι ύποπτες αποτιτανώσεις και με διακεκομμένες οι ασύμμετρες σκιάσεις. Τα σχήματα έχουν άσπρο χρώμα και συγκεκριμένο μέγεθος (σημειακή ένδειξη) .</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
49	<p>Η εμπειρία του κ. Μητράκου δείχνει ότι είναι σίγουρα βοηθητικό αλλά δεν έχει φτάσει την αξιοπιστία που έχει η διάγνωση ενός γιατρού ,έστω και με μικρότερη εμπειρία. Σε περιπτώσεις κούρασης, πνευματικής συμφόρησης ή στην περίπτωση που δεν υπάρχει δυνατότητα για δεύτερη διάγνωση από ανθρώπινο μάτι (όπως στο νοσοκομείο επαρχίας) είναι βοηθητικό και υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες βρέθηκε η κακοήθεια.</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
50	<p>Το κύριο αρνητικό του CAD είναι ότι εντοπίζει πολλά ψευδώς θετικά ευρήματα (FP) και συχνά δεν εντοπίζει τα θετικά ευρήματα τα οποία είναι διακριτά από το ανθρώπινο μάτι.</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
51	<p>Υπάρχουν τα εργαλεία επεξεργασίας εικόνας στην τελική οθόνη. Αυτό που χρησιμοποιείται κατά βάση είναι η μεγέθυνση περιοχών ενδιαφέροντος και η μείωση της έκθεσης φωτός (πιο σκούρα εικόνα) ιδιαίτερα στην περίπτωση πυκνού μαστού.</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
52	<p>Συνήθων χρειάζονται συμπληρωματικές εξετάσεις με συνηθέστερο τον υπέρηχο και ίσως συμπληρωματική λήψη μαστογραφίας ή τομοσύνθεση. Στις περιπτώσεις ύποπτων ευρημάτων και αμφίσημων ενδείξεων χρησιμοποιείται και η μαγνητική τομογραφία ως συμπληρωματική εξέταση. Στην επαρχία ,λόγω των μεγαλύτερων αποστάσεων μέχρι το νοσοκομείο προγραμματίζεται μαστογραφία και υπέρηχος την ίδια μέρα και στην περίπτωση που η μαστογραφία δείξει εμφανώς καλοήθεια, η εξέταση του υπερήχου δεν γίνεται.</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
53	<p>Σημαντικό ρόλο παίζει η γνώση του ιστορικού της ασθενούς και η ύπαρξη προηγούμενης εξέτασης. Σε περιπτώσεις που κάποιος συγγενής έχει ιστορικό με καρκίνο προτιμάται να γίνει κανονική μαστογραφία με τομοσύνθεση και επιπλέον υπέρηχος για πλήρη εικόνα της κατάστασης.</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
54	<p>Το ιστορικό λαμβάνεται από τον τεχνολόγο πριν την έναρξη της εξέτασης</p>	ΜΗΤΡΑΚΟΣ

55	Υπάρχει λεκτική σύμβαση μεταξύ γιατρού και τεχνολόγου για τον τρόπο με τον οποίο πρέπει να τοποθετείται ο μαστός , ώστε η απεικόνιση να είναι καλύτερη και οι λήψεις που βλέπει ο γιατρός να έχουν ένα κοινή όψη προς ευκολία του. Οι βασικές οδηγίες είναι να πιέζεται ελαφρώς ο μαστός, να μην υπάρχει αναδίπλωση, να τοποθετείται κεντρικά της επιφάνειας ακτινοβολήσης και σε περιπτώσεις συμπληρωματικής λήψης δίνονται πιθανώς οδηγίες συστροφής και πλάγιας διαγώνιας λήψης.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
56	Στο συγκεκριμένο νοσοκομείο κρατείται και φυσικό αρχείο από τις εξετάσεις που έγιναν με ψηφιοποιημένη μαστογραφία και ηλεκτρονικό αρχείο αυτών με ψηφιακή. Η ασθενής κατά το τέλος της εξέτασης λαμβάνει εκτυπωμένο φιλμ, cd και το χαρτί της απάντησης.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
57	Η διάγνωση γίνεται από τον σταθμό εργασίας μέσω των οθονών , ενώ μόνο στην περίπτωση διάγνωσης φιλμ από παλαιότερη τεχνολογία ή από εξωτερική μονάδα , χρησιμοποιείται το διαφανοσκόπιο.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
58	Η μικρή εμπειρία με την κλασική μέθοδο δείχνει ότι η διάγνωση είναι δυσκολότερη και με πολύ μικρότερες δυνατότητες επεξεργασίας εικόνας .	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
59	Η ψηλάφηση του μαστού από τον χειρουργό μαστολόγο είναι βοηθητική στην εύρεση μορφολογικών διαστρεβλώσεων , οζιδίων και σκληριών σε περιοχές που τα πολλαπλά στρώματα αδένων δεν επιτρέπουν να φανεί η μορφολογία του ευρήματος. Στην επαρχία δεν υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό με αποτέλεσμα αυτό το βήμα στην διαδικασία εξέτασης να παραλείπεται ή να γίνεται μόνο συμβουλευτικά κατόπιν αιτήματος του ακτινολόγου από γενικό χειρουργό ιατρό.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
60	Ο υπέρηχος βοηθάει στην εξέταση συγκεκριμένων περιοχών στις οποίες έχει παρατηρηθεί ύποπτο εύρημα. Συχνά στον υπέρηχο διακρίνονται κακοήθειες που δεν είναι ξεκάθαρες στην μαστογραφία.	ΜΗΤΡΑΚΟΣ
61	Η συντήρηση του μηχανήματος γίνεται από τον κατασκευαστή στο προβλεπόμενο διάστημα και γίνονται επισκευές σε περίπτωση βλάβης (πχ. φθορά καλωδίων από μηχάνημα σε σταθμό εργασίας από εξωτερικούς παράγοντες)	ΜΗΤΡΑΚΟΣ

II. Ανάλυση περιεχομένου (Content Analysis)

	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2	ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3
A/A	ΣΤΑΔΙΟ	ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ	ΕΠΙΠΕΔΟ ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ
1	1	B	K
2	1	A	K
3	2	B	L
4	2	A	L
5	4	C	L
6	7	A	K
7	3	A	K
8	4	A	L
9	4	A	L
10	4	A	L
11	4	C	L
12	4	B	L
13	5	B	L
14	4	B	L
15	5	C	L
16	8	C	L
17	4	B	L
18	8	C	K
19	3	B	L
20	7	C	K
21	9	B	L
22	4	B	L
23	4	B	M
24	4	A	L
25	1	A	K
26	5	B	K
27	1	A	K
28	2	A	L
29	2	B	K
30	3	B	L
31	3	B	L
32	4	A	L
33	4	A	L
34	6	C	L
35	5	A	K
36	4	B	L

37	4	C	L
38	7	B	K
39	2	B	L
40	4	B	L
41	4	B	L
42	9	B	K
43	4	B	K
44	4	B	L
45	5	A	
46	4	B	L
47	4	C	L
48	4	C	M
49	4	B	M
50	4	B	M
51	4	C	L
52	5	B	K
53	4	A	L
54	3	A	K
55	3	B	K
56	7	B	K
57	4	B	L
58	4	B	L
59	2	B	L
60	6	B	L
61	8	C	K

Παρακάτω ακολουθεί το υπόμνημα το οποίο επεξηγεί τα κριτήρια και τα σύμβολα που χρησιμοποιούνται.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ 1		ΣΤΑΔΙΟ ΕΞΕΤΑΣΗΣ
	ΣΕΙΡΙΑΚΑ	
	1	ΡΑΝΤΕΒΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ ΕΞΕΤΑΣΗΣ (ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ)
	2	ΨΙΛΆΦΗΣΗ (ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΧΕΙΡΟΥΡΓΟΣ ΜΑΣΤΟΛΟΓΟΣ)
	3	ΙΣΤΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΛΗΨΗ ΕΞΕΤΑΣΗΣ (ΤΕΧΝΟΛΟΓΟΣ)
	4	ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΑΠΌ ΣΤΑΘΜΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ
	5	ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΕΞΕΤΑΣΗ
	6	ΥΠΕΡΗΧΟΣ
	ΠΑΡΑΛΛΗΛΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ	
	7	ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ ΠΛΗΡΟΦΟΡΕΙΩΝ -ΑΡΧΕΙΟ
	8	ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ
	9	ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΑΣΘΕΝΟΥΣ
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 2		ΑΙΤΟΛΟΓΙΑ ΘΕΣΗΣ
	A	Βιβλιογραφία-Ιατρικά Πρωτόκολλα
	B	Άποψη Γιατρού - Βολική συνήθεια
	C	Ενδεικνυόμενη χρήση Εξοπλισμού
ΚΡΙΤΗΡΙΟ 3		ΟΡΓΑΝΩΣΙΚΟ ΕΠΙΠΕΔΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΣ
	K	SYSTEM LEVEL
	L	COGNITIVE LEVEL
	M	ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΙ CAD