



ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΙΑΤΡΙΚΗΣ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

"Τεχνητή νοημοσύνη στον προληπτικό μαστογραφικό έλεγχο"
"Artificial intelligence in mammographic screening"

υπό

Παπακωνσταντίνου Στυλιανή

Υπεβλήθη για την εκπλήρωση μέρους των
απαιτήσεων για την απόκτηση του
Διπλώματος Μεταπτυχιακών Σπουδών

«Φυσικές Αρχές Βιοϊατρικής Απεικόνισης και Ακτινοπροστασία»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή
Τσούγκος Ιωάννης, Καθηγητής ΠΘ
Βάσιου Αικατερίνη, Καθηγήτρια ΠΘ
Βλυχού Μαριάννα, Καθηγήτρια ΠΘ

Λάρισα, 2023

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Λόγω του γεγονότος ότι ο καρκίνος του μαστού είναι η πιο διαδεδομένη μορφή καρκίνου στις γυναίκες σε όλο τον κόσμο, έχει σημειωθεί σημαντική αύξηση στη συχνότητα εμφάνισης της νόσου τα τελευταία χρόνια. Η ανάγκη για ανάπτυξη ευφών μοντέλων και μεθόδων για την έγκαιρη πρόβλεψη του καρκίνου του μαστού αποκαλύπτεται από τρία γεγονότα τα οποία συμβαδίζουν μεταξύ τους, την σοβαρότητα της νόσου, το μεγάλο αριθμός ασθενών και την ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση τέτοιων περιστατικών. Η έγκαιρη διάγνωση είναι μέγιστης σημασίας και αποτελεί τη βάση, σύμφωνα με την επιστημονική κοινότητα. Τις τελευταίες δεκαετίες μάλιστα, η τεχνολογία και η Σύγχρονη Φυσική μέσω της χρήσης διάφορων εργαλείων, συνεισφέρουν σημαντικά στην αξιολόγηση. Η τεχνητή νοημοσύνη συγκαταλέγεται στο πλαίσιο αυτό της επιτυχούς αξιολόγησης. Η πρακτική αυτή αναμένεται στο μέλλον ότι θα βελτιώσει την ακρίβεια της διάγνωσης στον τομέα της ιατρικής απεικόνισης, και στη συγκεκριμένη περίπτωση στο τομέα της μαστογραφίας. Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας αυτής είναι η καταγραφή του ρόλου της τεχνητής νοημοσύνης στη έγκαιρη διάγνωση του καρκίνου του μαστού και να περιγράψει τις προκλήσεις που καλείται να αντιμετωπίσει η επιστημονική κοινότητα σε αυτό το θέμα. Προκειμένου να διατηρηθεί αυτή η εργασία όσο το δυνατόν πιο ενημερωμένη, η ανασκόπηση βασίζεται στην αναζήτηση σε επιστημονικές βάσεις δεδομένων, όπως το PubMed και Google Scholar, με χρήση των κατάλληλων λέξεων κλειδιών. Σε αυτό το ερευνητικό πλαίσιο, με αναφορά στη σχετική απλότητα ιατρικών ερωτημάτων όπως η φυσιοπαθολογία και η τεχνολογία, αναλύονται μόνο εκείνα τα ερωτήματα που συμβάλλουν στην κατανόηση του αναπτυσσόμενου προβλήματος. Η εργασία καταλήγει δίνοντας έμφαση στη θετική συμβολή που αναμένεται να έχει η τεχνητή νοημοσύνη στους στόχους του θέματός της. Επίσης, σημειώνονται τυχόν εμπόδια και περιορισμούς στην εφαρμογή στο σύστημα υγειονομικής περίθαλψης.

Λέξεις Κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, Μηχανική Μάθηση, Καρκίνος του Μαστού, Διάγνωση, Μαστογραφία, Προληπτικός Έλεγχος

ABSTRACT

Due to the fact that breast cancer is the most common form of cancer in women around the world, there has been a significant increase in the incidence of the disease in recent years. The need for the development of intelligent models and methods for the early prediction of breast cancer is revealed from three events which go hand in hand with each other, the severity of the disease, the large number of patients and the need for continuous monitoring of such cases. Early diagnosis is of utmost importance and is the basis, according to the scientific community. In fact, in recent decades, technology and Modern Physics through the use of various tools, contribute significantly to the evaluation. Artificial intelligence is included in this framework of successful assessment. This practice is expected in the future to improve the accuracy of diagnosis in the field of medical imaging, and in this particular case in the field of mammography. The purpose of this thesis is to document the role of artificial intelligence in the early diagnosis of breast cancer and to describe the challenges that the scientific community must face in this matter. In order to keep this work as up-to-date as possible, the review is based on searching scientific databases, such as PubMed and Google Scholar, using the appropriate keywords. In this research framework, with reference to the relative simplicity of medical questions such as pathophysiology and technology, only those questions that contribute to the understanding of the developing problem are analyzed. The paper concludes by emphasizing the positive contribution that artificial intelligence is expected to make to the goals of its subject. Any barriers and limitations to implementation in the health care system are also noted.

Keywords: Artificial Intelligence, Machine Learning, Breast Cancer, Diagnosis, Mammography, Screening

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε το 2022-2023 κατά τη διάρκεια των δραστηριοτήτων Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας με τίτλο «Φυσικές Αρχές Βιοϊατρικής Απεικόνισης και Ακτινοπροστασία», υπό την επίβλεψη του κύριου Τσούγκο Ιωάννη, Διευθυντής του ΠΜΣ και Καθηγητής ΤΙ ΠΘ, στον οποίο θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη για την ευκαιρία αυτή.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την κ. Μαρία Αλεφραγκή, Τεχνολόγος-Ακτινολόγος Τ.Ε. στο ΓΝΑ «Αλεξάνδρα», της οποίας η υποστήριξη, η καθοδήγησή της και οι πολύτιμες συμβουλές της συνέβαλαν αποφασιστικά στην επιτυχία αυτής της εργασίας..

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την μητέρα μου Χρυσούλα και την αδερφή μου Ζωή, που με την αγάπη και την υποστήριξή τους με βοήθησαν να πραγματοποιήσω τους στόχους μου. στην πραγματοποίηση όλων μου των στόχων, τον αγαπημένο μου σύζυγο Κωνσταντίνο που είναι δίπλα μου σε κάθε βήμα της ζωής μου στηρίζοντας με, και πάνω απ' όλα τον μέμπη μου ο οποίος ακόμα δεν έχει κλείσει ενός έτους, για την υπομονή και την συνεργασία του που είχε κατά την διεκπεραίωση των υποχρεώσεων που είχα απέναντι στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα σπουδών όλους αυτούς τους μήνες.

ΠΑΠΑΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΥ ΣΤΥΛΙΑΝΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	2
ABSTRACT.....	3
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ.....	10
1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΜΑΣΤΟΥ.....	10
1.2 ΝΟΣΟΛΟΓΙΑ-ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ.....	12
1.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ.....	12
1.4 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ/ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ.....	13
1.5 ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ, ΣΤΑΔΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΚΟΗΘΕΙΑΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ.....	14
1.6 ΠΡΟΛΗΨΗ.....	17
1.7 ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΑ ΚΑΡΚΙΝΟ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ.....	19
1.8 ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ (ΣΗΜΑΣΙΑ, ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ, ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ, ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ, ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑΣ).....	19
1.9 ΠΡΟΓΝΩΣΗ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ.....	24
2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ.....	24
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.....	25
2.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.....	27
2.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ.....	27
2.5 ΒΑΘΙΑ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΝΕΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ.....	29
2.6 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ.....	33
3.1 ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΣΕ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	33
3.2 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ (COMPUTER AIDED	

DIAGNOSIS-CAD).....	34
3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ.....	35
ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	38
4.1 ΥΛΙΚΟ.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	40
5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ.....	41
6.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ/ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	41
6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ.....	42
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	45

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΕΙΚΟΝΑ 1. Μαστός. Οβελιαία άποψη.....	11
ΕΙΚΟΝΑ 2. Μαστός. Πρόσθια άποψη που αναδεικνύει τη σχέση μεταξύ θωρακικού τοιχώματος, αιματικής άρδευσης και λεμφικής απορροής.....	11
ΕΙΚΟΝΑ 3. Αρχιτεκτονική ενός τυπικού τεχνητού νευρωνικού δικτύου.....	29

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο επιπολασμός του καρκίνου του μαστού είναι μεγαλύτερος στη Βόρεια Αμερική, τη Δυτική και Βόρεια Ευρώπη και την Αυστραλία/Νέα Ζηλανδία, καθιστώντας τον την πιο διαδεδομένη μορφή καρκίνου μεταξύ των γυναικών σε όλο τον κόσμο. Το έτος 2020, αναφέρθηκε ότι υπήρξαν 685.000 θάνατοι που προκλήθηκαν από καρκίνο του μαστού και ότι 2,3 εκατομμύρια γυναίκες σε όλο τον κόσμο είχαν διαγνωστεί με τη νόσο. Επιπλέον, μέχρι το τέλος του έτους 2020, 7,8 εκατομμύρια γυναίκες θα έχουν διαγνωστεί με καρκίνο του μαστού τα προηγούμενα πέντε χρόνια, καθιστώντας τον την πιο συχνή μορφή καρκίνου σε ολόκληρο τον κόσμο. Μεταξύ της δεκαετίας του 1930 και της δεκαετίας του 1970, δεν υπήρχε μεγάλη διαφορά στο ποσοστό θνησιμότητας που προκαλείται από τον καρκίνο του μαστού. Στη δεκαετία του 1980, τα έθνη που εφάρμοσαν συστήματα έγκαιρης ανίχνευσης και χρησιμοποιούσαν ποικίλες θεραπευτικές στρατηγικές σε μια προσπάθεια να εξαλείψουν τις επεμβατικές ασθένειες άρχισαν να βλέπουν βελτιώσεις στα ποσοστά επιβίωσης των ασθενών τους. Μεταξύ της δεκαετίας του 1980 και του 2020, σημειώθηκε πτώση 40% στα τυποποιημένα ποσοστά θανάτου από καρκίνο του μαστού σε χώρες υψηλού εισοδήματος. Οι χώρες που κατόρθωσαν να μειώσουν το ποσοστό θνησιμότητας από καρκίνο του μαστού είχαν μείωση μεταξύ 2 και 4 τοις εκατό στο ετήσιο ποσοστό θνησιμότητας από καρκίνο του μαστού. Ο αριθμός των θανάτων που προκαλούνται από αυτή την ασθένεια μειώνεται με ρυθμό 2,5% ετησίως σε όλο τον κόσμο; Ως αποτέλεσμα, μεταξύ των ετών 2020 και 2040, θα σημειωθεί μείωση κατά 2,5 εκατομμύρια περιπτώσεις καρκίνου του μαστού. [1],[2]

Οι προσπάθειες για την ανάπτυξη πιο αποτελεσματικών θεραπειών για τον καρκίνο του μαστού πρέπει πρώτα να επικεντρωθούν στην ενίσχυση της υποδομής υγειονομικής περίθαλψης της χώρας, έτσι ώστε οι κλινικοί γιατροί και οι ασθενείς να έχουν πρόσβαση στους πόρους που χρειάζονται. Αυτή η ενίσχυση μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, ένας από τους οποίους είναι η χρήση της προόδου της τεχνολογίας προκειμένου να μειωθούν τα ποσοστά θνησιμότητας. Αυτός είναι μόνο ένας από τους πολλούς τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει αυτή η ενίσχυση. Ως αποτέλεσμα, είναι πολύ απαραίτητη η διερεύνηση, η αγορά και η χρήση νέων τεχνολογιών που θα βοηθήσουν τους επαγγελματίες του ιατρικού τομέα στον αγώνα τους κατά της ασθένειας. Οι γιατροί θα είναι σε θέση να μειώσουν τον χρόνο που χρειάζεται για να κάνουν μια διάγνωση χρησιμοποιώντας εργαλεία που θα βελτιώσουν τις διαγνωστικές διαδικασίες. Ένα τέτοιο εργαλείο είναι το σύστημα μαστογραφίας, το οποίο δημιουργείται στο πλαίσιο της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ένας υποτομέας της επιστήμης των υπολογιστών, γνωστός ως τεχνητή νοημοσύνη, εστιάζει στη δημιουργία λογισμικού και υλικού ικανού να προσομοιώνει την ανθρώπινη διάνοια και συμπεριφορά. Η μηχανική μάθηση, η βαθιά μάθηση και τα νευρωνικά δίκτυα είναι όλες υποκατηγορίες της τεχνητής νοημοσύνης που ταιριάζουν μεταξύ τους ως ένα συνεκτικό σύνολο και μπορεί να θεωρηθούν ως ομόκεντροι κύκλοι. Η νοημοσύνη αναλύει δεδομένα για να παράγει τεχνητή νοημοσύνη και προβλέψεις

Στην τεχνητή νοημοσύνη, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης χρησιμοποιούνται όχι μόνο για να αναλύσουν αυτά τα δεδομένα, αλλά και για να τα χρησιμοποιήσουν για να μάθουν και να γίνουν πιο σοφοί, χωρίς να απαιτείται επιπλέον προγραμματισμός. Η τεχνητή νοημοσύνη (AI) είναι η γενική κατηγορία στην οποία εμπίπτουν όλες οι υποκατηγορίες μηχανικής μάθησης. Η μηχανική μάθηση συμπεριλήφθηκε στο πρώτο υποσύνολο, η βαθιά μάθηση περιέχονταν σε αυτό και τα νευρωνικά δίκτυα περιέχονταν σε αυτό. [3],[4]

Σήμερα, διατίθενται στο εμπόριο σύγχρονα, αποδοτικά συστήματα υποβοηθούμενης διάγνωσης CAD τα οποία εφαρμόζονται στην ανάλυση ψηφιακών εικόνων μαστογραφίας. Λόγω της πιθανότητας ψευδώς αρνητικής ή θετικής διάγνωσης μιας ιατρικής εικόνας μαστογραφίας, η ανάγνωσή αυτής από ένα δεύτερο ακτινολόγο φαίνεται αποδοτική λύση. Όμως έτσι θα επιβράδυνε τη διαδικασία λήψης αποφάσεων, ενώ η αμοιβή του πρόσθετου ιατρικού προσωπικού θα επιβάρυνε οικονομικά το εκάστοτε κέντρο. Γι' αυτό το τελικό πόρισμα ενός CAD συστήματος αξιολογείται ως η γνώμη που θα προσέφερε ένας δεύτερος ιατρός ακτινολόγος. Η ταχέως αναπτυσσόμενη τεχνητή νοημοσύνη και η εφαρμογή της στην ιατρική απεικόνιση, και συγκεκριμένα στη μαστογραφία, πέρα από την παραπάνω εφαρμογή CAD, αναμένεται να προωθήσει σημαντικά την πρακτική της έγκαιρης διάγνωσης του καρκίνου του μαστού.

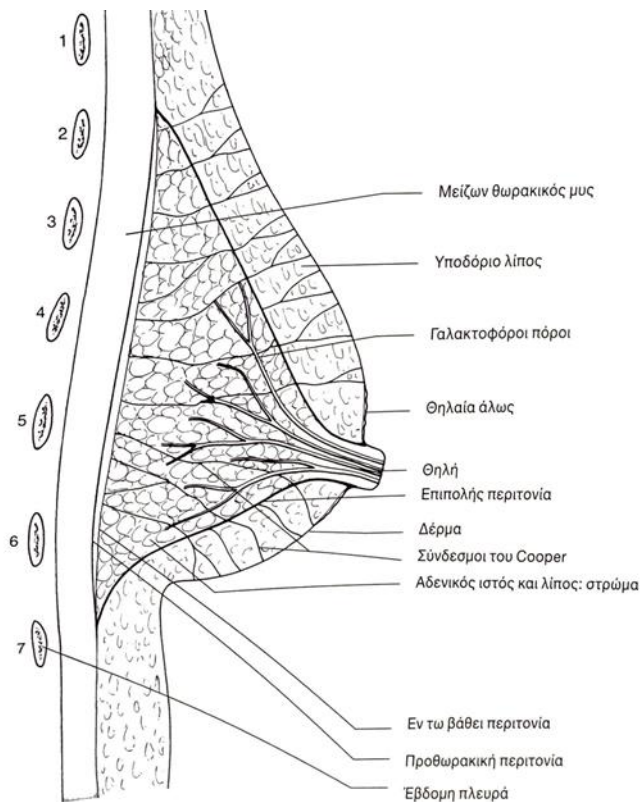
Στο πλαίσιο αυτό, σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετήσει την θέση που έχει η τεχνητή νοημοσύνη στον προληπτικό μαστογραφικό έλεγχο των γυναικών, καθώς και για το αν και πως μπορεί να συμβάλλει θετικά σε όλη αυτή την διαδικασία της έγκαιρης διάγνωσης του καρκίνου του μαστού. Το θέμα αναλύεται αρχικά στο γενικό μέρος θεωρητικά μέσα από την ανασκόπηση της ελληνικής και διεθνούς βιβλιογραφίας και αρθρογραφίας, και κατόπιν στο ειδικό μέρος εμπειρικά μέσω συγκριτικής μελέτης των αποτελεσμάτων αρθρογραφιών που σχετίζονται με τα σχετικά ερωτήματα που αναπτύσσονται γύρω από το θέμα.

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

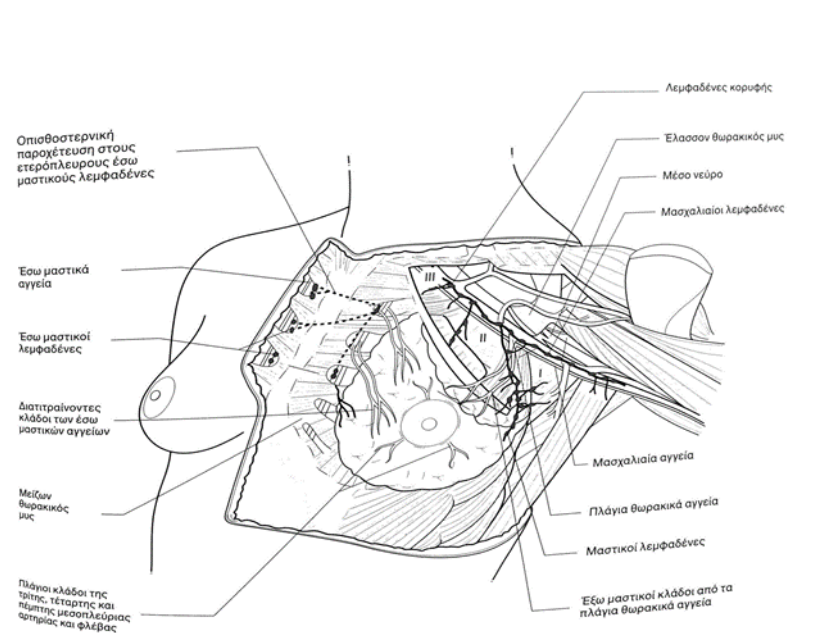
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ

1.1 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΤΟΜΙΑΣ ΜΑΣΤΟΥ

Ο μαστός βρίσκεται μπροστά από το θωρακικό τοίχωμα και εκτείνεται από την δεύτερη έως την έκτη πλευρά, έχει δισκοειδές σχήμα με μια προεξοχή (ουρά του Spence). Αποτελείται από αδενικό ιστό και λίπος, των οποίων η αναλογία διαφοροποιείται από άτομο σε άτομο αλλά και μεταξύ των διαφόρων σταδίων ζωής του ίδιου ατόμου, με ηλικιακά κριτήρια. Περιβάλλεται από την περιτονία του θωρακικού τοιχώματος η οποία σχηματίζει διαφράγματα που ονομάζονται σύνδεσμοι του Cooper, οι οποίοι εξασφαλίζουν την στήριξη και την επαφή του μαζικού αδένος με το δέρμα. Η μελαγχρωματική θηλή προβάλλει από την πρόσθια επιφάνεια του μαστού, σχεδόν έκκεντρα και συνήθως στο ύψος του τέταρτου μεσοπλεύριου διαστήματος, και περιβάλλεται από την θηλαία άλω. Η θηλαία άλως η οποία τις περιβάλλει έχει κυκλικό σχήμα, αποτελεί έγχρωμη περιοχή του δέρματος με τα κύτταρα να φέρουν υψηλά επίπεδα χρωστικής μελανίνης. Εσωτερικά του μαστού υπάρχουν περίπου 15-20 λοβοί οι οποίοι εκβάλλουν στη θηλή μέσω των γαλακτοφόρων πόρων και υποδιαιρείται ο καθένας σε 20-40 λοβία, ενώ κάθε λόβιο, αντίστοιχα, υποδιαιρείται σε πόρους και αδενικά λοβίδια (εκκρίνουν γάλα κατά τη διάρκεια της γαλουχίας), το σύνολο των οποίων αποτελεί το μαζικό παρέγχυμα. Η αιμάτωση του μαστού προέρχεται από τους κλάδους της έσω μαστικής (θωρακικής αρτηρίας) καλύπτοντας περίπου το 60% της αιμάτωσης, τον πλάγιο θωρακικό κλάδο της μασχαλιαίας αρτηρίας καλύπτοντας περίπου το 30% και από τους κλάδους των πρόσθιων μεσοπλεύριων αρτηριών. Οι φλεβικοί κλάδοι συμπορεύονται με τις αρτηρίες παροχετεύοντας το αίμα στην μασχαλιαία και υποκλείδιο φλέβα, καθώς και στο σύστημα της αζύγου. Επιφανειακά λεμφαγγεία βρίσκονται κάτω από το δέρμα του μαστού τα οποία σχηματίζουν το υποθηλαίο πλέγμα. Η λέμφος ρέει από την επιφάνεια προς το περιλοβιακό και υποδόριο πλέγμα, και από εκεί κατευθύνεται προς τη μασχαλιαία και έσω μαστική λεμφογάγγλια. [5], [6]



Εικόνα 1. Μαστός. Οβελιαία άποψη



Εικόνα 2. Μαστός. Πρόσθια άποψη που αναδεικνύει τη σχέση μεταξύ θωρακικού τοιχώματος, αιματικής άρδευσης και λεμφικής απορροής.

Πηγή: Απεικονιστική Ανατομική (2013)

1.2 ΝΟΣΟΛΟΓΙΑ-ΠΑΘΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ

Στην ουσία, όλοι οι καρκίνοι του μαστού είναι αδενοκαρκινώματα αφού προέρχονται από το επιθήλιο των μαστικών αγωγών (70% των περιπτώσεων) ή αδενοκαρκίνωμα (30% των περιπτώσεων), παρά το γεγονός ότι έχει υποστηριχθεί ότι οι καρκίνοι του μαστού πολύ σπάνια αναπτύσσονται κακοήγη από muscularis. Το άνω έξω τεταρτημόριο του μαστού είναι ο πρωταρχικός στόχος αυτής της πάθησης. Η ανάπτυξη ενός καρκινικού όγκου είναι η τελική συνέπεια ενός ανεξέλεγκτου πολλαπλασιασμού νοσούντων ή καρκινικών κυττάρων, που είναι η υποκείμενη αιτία της ασθένειας. Αυτά τα δυνητικά κακοήγη κύτταρα έχουν την ικανότητα να μεταναστεύουν σε γειτονικούς ιστούς, η οποία αναφέρεται ως εξάπλωση ιστού. Αυτή η μετανάστευση μπορεί να συμβεί είτε με αιματογενή είτε με λεμφογενή (μασχαλιαία λεμφαδένα) διάδοση σε μακρινά όργανα, η οποία τελικά οδηγεί σε μεταστάσεις. Αφού οι καρκινογόνοι παράγοντες έχουν τον αντίκτυπό τους, το πρώτο βήμα στην εξέλιξη της νόσου είναι η απομάκρυνση των φυσιολογικών κυττάρων από την προβλεπόμενη πορεία τους, η οποία περιλαμβάνει την εξειδικευμένη λειτουργία τους, τον πολλαπλασιασμό τους και τελικά την απόπτωση τους, που είναι άλλη μια λέξη για τον θάνατό τους. Αυτό συμβαίνει αφού τα φυσιολογικά κύτταρα έχουν επηρεαστεί από καρκινογόνους παράγοντες. Αυτό το πρόγραμμα διασφαλίζει ότι το στήθος θα συνεχίσει να λειτουργεί με ακριβή και συνεπή τρόπο.

Καθώς συμβαίνουν αλλαγές στο γενετικό τους υλικό, ανάπτυξη του όγκου προϋποθέτει τα κύτταρα να αναπτύξουν λειτουργικές δυνατότητες, όπως απεριόριστη δυνατότητα πολλαπλασιασμού, διαφυγή από τους μηχανισμούς απόπτωσης κ.α. Η πρόωπη διάγνωση και θεραπεία πριν την ανάπτυξη του καρκίνου δύναται να μεταβάλλει την φυσική εξέλιξη της νόσου. [6],[7]

1.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ

Παρά το γεγονός ότι υπάρχουν πολλά πράγματα που μπορεί να θέσουν ένα άτομο σε κίνδυνο για καρκίνο του μαστού, πολύ λίγα είναι κατανοητά για τις βαθύτερες αιτίες του. Οι παρακάτω είναι μερικοί γνωστοί παράγοντες κινδύνου που σχετίζονται με αυτό:

- Πρόωμη εμμηνόπαυση

- Άτυπες βλάβες ιστού του μαστού ή λοβιακό μη διηθητικό
- Προηγούμενος καρκίνος σε έναν μαστό στο παρελθόν
- Προηγούμενη ακτινοθεραπεία στο στήθος για άλλη ασθένεια

Παιδική ηλικία

- Πρώτη εγκυμοσύνη σε ηλικία άνω των 35 ετών
- Μακροχρόνια χρήση θεραπείας ορμονικής υποκατάστασης
 - Θηλασμός, απουσία θηλασμού ή θηλασμός για λιγότερο από έξι μήνες (Μια συστηματική μελέτη που έγινε για να αποσαφηνιστούν οι λόγοι για τους οποίους ο θηλασμός μειώνει μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του μαστού) μέσω της ωρίμανσης του ιστού του μαστού και της μείωσης της συχνότητας των κύκλων ωορρηξίας [7]
 - Μεγάλη κατανάλωση αλκοόλ
 - Παχυσαρκία
 - Καθιστική ζωή
 - Παρατεταμένη ψυχική ένταση

[9]

1.4 ΚΛΙΝΙΚΗ ΕΙΚΟΝΑ/ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ

Ο καρκίνος του μαστού στα αρχικά στάδια είναι ασυμπτωματικός ενώ οι περισσότεροι καρκίνοι του μαστού ανιχνεύονται όταν είναι διηθητικοί. Κλινικά συνήθως (αρχικά) διαπιστώνεται ψηλαφητή ανώδυνη μάζα (70%), σκληρή, στερεά που δύσκολα διαχωρίζεται από τον υπόλοιπο μαστό, καθώς μπορεί να είναι και σχετικά ευκίνητη που δύσκολα να ξεχωρίζει από άλλες καλοήθεις παθήσεις του μαστού. Βεβαίως, όσο πιο προχωρημένο είναι το στάδιο του καρκίνου, η κλινική του εικόνα διαφέρει. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η παρουσία εκκρίματος από τον μαστό (10%) είναι το δεύτερο πιο κοινό κλινικό σύμπτωμα του καρκίνου του μαστού. Άλλα κλινικά σημεία προχωρημένου καρκίνου του μαστού περιλαμβάνουν τράβηγμα του δέρματος του μαστού μακριά από τον όγκο, βράχυνση των συνδέσμων του Cooper ως αποτέλεσμα του όγκου, εισβολή στη θηλή (όταν ο όγκος βρίσκεται κάτω από τη θηλή), πρήξιμο του δέρματος με τη μορφή φλοιού πορτοκαλιού λόγω

απόφραξης των λεμφαγγείων από καρκινικά κύτταρα, ερυθρότητας, εξέλκωσης, αιμορραγίας, στερέωσης του όγκου στο θωρακικό τοίχωμα ή συρρίκνωσης και πάχυνσης του δέρματος από τον όγκο. Η θερμότητα και η ερυθρότητα του μαστού, ο πόνος στα οστά και η διεύρυνση των μασχαλιαίων λεμφαδένων είναι όλα συμπτώματα που συνάδουν με την κλινική εικόνα μιας κακοήθειας που έχει αγνοηθεί. [7], [10]

Η πραγματικότητα είναι ότι η πλειοψηφία των ασθενών βρίσκει μόνη της τη μεγέθυνση του προσβεβλημένου μαστού, γι' αυτό προτείνεται για την έγκαιρη ανίχνευση ο μηνιαίος προληπτικός έλεγχος των μαστών από την ίδια τη γυναίκα (γνωστός και ως αυτοεξέταση) του καρκίνου στις γυναίκες. Ωστόσο, η έρευνα και η βιβλιογραφία που θεωρείται ότι είναι η πιο ενημερωμένη δεν δίνει έμφαση στη σημασία και την αποτελεσματικότητα της εν λόγω πρακτικής, ούτε η ιατρική τη χρησιμοποιεί. [7],[10]

1.5 ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ, ΣΤΑΔΙΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΚΟΗΘΕΙΑΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ

ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ: Αυτή η κατηγοριοποίηση του καρκίνου του μαστού είναι σημαντική επειδή οι διακριτές βιολογικές συμπεριφορές που επιδεικνύονται από τους πολλούς ιστολογικούς τύπους καρκίνου του μαστού επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο αναμένεται να εξελιχθεί η ασθένεια. Όταν σχηματίζεται στο επιθήλιο των πόρων του αδένα, αναφέρεται ως πορογόνος, όταν σχηματίζεται στο επιθήλιο των λοβών του αδένα, αναφέρεται ως λοβώδης. Για να είμαστε πιο ακριβείς, όταν σχηματίζεται στο επιθήλιο των πόρων του αδένα, ονομάζεται πορογόνος. Όταν τα καρκινικά κύτταρα διεισδύουν στη βασική μεμβράνη των πόρων, η ασθένεια αναφέρεται ως πορογόνος διηθητικός καρκίνος ή κατά συνέπεια λοβιακός διηθητικός καρκίνος. Από την άλλη πλευρά, πορογενές καρκίνωμα *in situ* και λοβιακό καρκίνωμα *in situ* είναι οι όροι που χρησιμοποιούνται όταν η βασική μεμβράνη των πόρων ή των λοβών δεν διεισδύεται από καρκινικά κύτταρα.

Το μη διηθητικό πορογενές καρκίνωμα είναι συχνότερο από το λοβιακό καρκίνωμα *in situ*. Άλλοι ειδικοί τύποι καρκινωμάτων του μαστού είναι οι εξής:

- Σωληνώδες καρκίνωμα
- Διηθητικό ηθμοειδές καρκίνωμα
- Διηθητικό θηλώδες καρκίνωμα
- Μικροθηλώδες καρκίνωμα

- Βλεννώδεις (κολλοειδείς) καρκίνωμα
- Μυελοειδές καρκίνωμα
- Άτυπο μυελοειδές καρκίνωμα
- • Σπάνια είδη, περιλαμβάνουν καρκίνωμα με μεταπλασία υψηλού βαθμού, αποκρινές καρκίνωμα, αδενοκυστικό καρκίνωμα χαμηλού βαθμού, εκκριτικό ή νεανικό καρκίνωμα ως αποτέλεσμα της εμφάνισής του σε νεαρά άτομα και λιποεκκριτικό καρκίνωμα με υψηλό βαθμό.

Άλλοι τύπο καρκίνου με ειδική κλινική εικόνα είναι οι εξής:

- Νόσος του Paget (της θηλής)
- Φλεγμονώδες καρκίνωμα
- Κακοήγη μεσεγχυματογενή νεοπλάσματα (σαρκώματα)

[11]

ΣΤΑΔΙΟΠΟΙΗΣΗ . Μια ακριβής πρόγνωση και, σε πολλές περιπτώσεις, η επιλογή της θεραπείας μπορεί να γίνει με βάση μόνο το σωστό στάδιο της νόσου. Το σύστημα TNM χρησιμοποιείται για τη σταδιοποίηση του καρκίνου του μαστού. Αυτή η προσέγγιση χρησιμοποιεί τρεις παράγοντες για να αξιολογήσει την έκταση της νόσου: το μέγεθος του κύριου όγκου (T), την παρουσία ή απουσία περιφερειακών λεμφαδένων μεταστάσεων (N) και την παρουσία ή απουσία απομακρυσμένων μεταστάσεων (M). Ο καρκίνος του μαστού σταδιοποιείται σύμφωνα με αυτό το σύστημα. Ο καρκίνος του μαστού εξελίσσεται σε τέσσερα διακριτά στάδια:

- Στάδιο 0: Ο καρκίνος in situ εντοπίζεται στον τόπο προέλευσής του και δεν έχει αρχίσει να εντοπίζεται στους περιβάλλοντες ιστούς ή να εξαπλώνεται. Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει in situ λοβιακά καρκινώματα και in situ πόρων καρκινώματα του μαστού. Στάδιο 1: Ο καρκίνος έχει αρχίσει να λέει στους περιβάλλοντες ιστούς ή να εξαπλώνεται. Στάδιο 2: Ο καρκίνος έχει αρχίσει να λέει στους περιβάλλοντες ιστούς ή να εξαπλώνεται.
- Στάδιο 1: Ο καρκίνος είναι άμεσα εμφανής στο Στάδιο 1 (T1NOMO), αλλά εμφανίζεται μόνο στην πρωτογενή περιοχή, η οποία είναι η θέση όπου τα ανώμαλα κύτταρα άρχισαν να πολλαπλασιάζονται για πρώτη φορά. Ανακαλύπτεται σε πολύ πρώιμο στάδιο και ως εκ

τούτου ανταποκρίνεται καλά στη θεραπεία. Ο όγκος έχει μέγεθος λίγο περισσότερο από 2 εκατοστά.

- **ΣΤΑΔΙΟ 2:** Σε αυτό το στάδιο, ο καρκίνος έχει προχωρήσει μόνο σε μερικούς λεμφαδένες στην περιοχή γύρω από το στήθος, υποδεικνύοντας ότι εξακολουθεί να περιέχεται κυρίως στο στήθος. Αυτό χωρίζεται στο στάδιο 2A και στο στάδιο 2B. Το μέγεθος του όγκου και το αν ο καρκίνος έχει εξαπλωθεί ή όχι στους λεμφαδένες είναι οι κύριοι παράγοντες που τους διαφοροποιούν μεταξύ τους. Για να είμαστε πιο ακριβείς, οι κατηγορίες T0N1M0 και T2N0M0 περιλαμβάνονται στο στάδιο 2A, ενώ το στάδιο 2B περιέχει τις κατηγορίες T2N1M0, με όγκο μεγέθους μεταξύ 2 και 5 εκατοστών, και T3N0M0.

- **ΣΤΑΔΙΟ 3:** Σε αυτό το στάδιο, ο καρκίνος έχει μεταναστεύσει από την περιοχή που πρωτοεμφανίστηκε ο όγκος και είναι πλέον ικανός να εισέλθει σε λεμφαδένες και σε μύες, αλλά δεν έχει ακόμη μετακινηθεί στα γύρω όργανα. Ο καρκίνος του μαστού σταδίου 3 μπορεί να εισέλθει στους λεμφαδένες και στους μύες. Παρόλο που αυτό θεωρείται προχωρημένο στάδιο, υπάρχουν θεραπείες που είναι αρκετά επιτυχημένες που χρησιμοποιούνται. Αναλύεται σε φάσεις 3A, 3B και 3Γ αντίστοιχα. Το μέγεθος του όγκου και το αν ο καρκίνος έχει προχωρήσει ή όχι στους λεμφαδένες και στους ιστούς που βρίσκονται κοντά είναι οι κύριοι παράγοντες που διαφοροποιούν τα δύο. Πιο αναλυτικά, το στάδιο 3A αποτελείται από τις υποκατηγορίες T0N2M0, T1N2M0, T2N2M0, T3N1M0 και T3N2M0, ενώ το στάδιο 3B αποτελείται από οποιοδήποτε N M0 από το T4 και το στάδιο 3C αποτελείται από οποιοδήποτε T N3 M0.

- **ΣΤΑΔΙΟ 4:** Το Στάδιο 4 περιλαμβάνει κατηγορίες με όγκους οποιουδήποτε μεγέθους που έχουν εξαπλωθεί στους λεμφαδένες αλλά έχουν επίσης και απομακρυσμένες μεταστάσεις ή έχουν προσβάλλει του δέρμα και το θωρακικό τοίχωμα πέρα από την περιοχή που ανευρίσκεται ο μαστός.

[12]

ΒΑΘΜΟΣ ΚΑΚΟΗΘΕΙΑΣ: Η εκτίμηση του βαθμού κακοήθειας της μορφής, λαμβάνοντας υπόψη τις παθοανατομικές πτυχές, είναι μια άλλη μέθοδος για την πρόβλεψη της βιολογικής συμπεριφοράς του καρκίνου του μαστού. Αυτή η μέθοδος συμβάλλει στο προγνωστικό δυναμικό και είναι υπεύθυνη για την ενίσχυση αυτού του δυναμικού. Παραλλαγές στις βιολογικές διεργασίες που είναι χαρακτηριστικές για κάθε ξεχωριστή μορφή όγκου. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα καρκινώματα του ίδιου τύπου μπορεί να εμφανίζουν ένα ευρύ φάσμα βαθμών κακοήθειας ενώ μοιράζονται τον ίδιο τύπο. Κατά τη διαδικασία βαθμονόμησης, θα

αξιολογήσετε τη μορφή των καρκινικών κυττάρων σε σύγκριση με αυτά των κυττάρων φυσιολογικού ιστού. Έτσι, ο όγκος ταξινομείται ως καλά διαφοροποιημένος (τα κύτταρά του μοιάζουν με αυτά του φυσιολογικού ιστού), μετά ο όγκος χαρακτηρίζεται ως "χαμηλού βαθμού" (χαμηλού βαθμού), μέτρια διαφοροποιημένος (τα κύτταρά του μοιάζουν μετρίως με εκείνα του φυσιολογικού ιστού), μετά ο όγκος χαρακτηρίζεται ως «μέτριου βαθμού» (ενδιάμεσου βαθμού), και σε κακώς διαφοροποιημένο (τα κύτταρά του δεν μοιάζουν με αυτά του φυσιολογικού βαθμού), τότε ο όγκος χαρακτηρίζεται ως «υψηλού βαθμού» (υψηλού βαθμού). μοιάζουν με αυτά του φυσιολογικού ιστού, πράγμα που σημαίνει ότι η πρόγνωση είναι καλύτερη όσο πιο πολύ μοιάζει ο όγκος με τον φυσιολογικό ιστό και όσο μεγαλύτερος είναι[13]

1.6 ΠΡΟΛΗΨΗ

Πρωταρχικός στόχος της ιατρικής υψηλής ποιότητας στη σύγχρονη εποχή δεν είναι μόνο η θεραπεία των καρκινικών δεικτών αλλά και η διατήρηση της ατομικής ζωής και η προαγωγή της συνολικής υγείας των ασθενών. Ως εκ τούτου, η πρόληψη είναι υψίστης σημασίας και αυτό μπορεί να λάβει τη μορφή είτε πρωτογενών είτε δευτερογενών μέτρων. Η πρωτογενής πρόληψη περιγράφεται ως η υιοθέτηση προσπαθειών που είτε περιορίζουν την έκθεση ενός ατόμου σε μεταβλητές που αυξάνουν τον κίνδυνο καρκίνου του μαστού είτε αποφεύγουν τις επιπτώσεις της έκθεσης ενός ατόμου σε τέτοιους παράγοντες. Η πρωτογενής πρόληψη είναι επίσης γνωστή ως προληπτική πρόληψη. Επιδημιολογικές μελέτες έχουν δείξει συσχέτιση μεταξύ αυτών των παραγόντων και του επιπολασμού του καρκίνου του μαστού; Ωστόσο, αυτή η συσχέτιση δεν έχει απαραίτητα μια σαφώς επιβεβαιωμένη σχέση αιτίου-αποτελέσματος. Η δευτερογενής πρόληψη περιγράφεται ως η πρακτική των επαγγελματιών υγείας που υιοθετούν κατάλληλες ενέργειες που έχουν ως αποτέλεσμα είτε την πρώτη ανίχνευση προκαρκινικών ασθενειών είτε τη διάγνωση του καρκίνου στα αρχικά του στάδια. Πρέπει να τονιστεί ότι ο όρος «τρίτογενής πρόληψη» αναφέρεται στην πρώτη και έγκαιρη ανίχνευση υποτροπών της νόσου, η οποία λαμβάνει χώρα στο πλαίσιο της παρακολούθησης μετά την πρώτη διάγνωση και θεραπεία της πάθησης.

Η εφαρμογή της πρωτογενούς πρόληψης θεωρείται καίριας και αναγκαίας σημασίας για την πρόληψη του καρκίνου του μαστού, τη μείωσή του. ωστόσο, φαίνεται πως δεν αναπτύσσεται ευρέως. Μάλιστα μέχρι τις ημέρες μας υπάρχει εντοπισμός πολυάριθμων παραγόντων κινδύνου που έχουν άμεση σχέση με τον κίνδυνο της νόσου του καρκίνου του μαστού αλλά

και τη διαδικασία της πρωτογενούς πρόληψης του. Πολλοί από τους παράγοντες αυτούς επιδέχονται τροποποίηση ή άλλοι μη τροποποιήσιμη. Μερικοί από τους τροποποιήσιμους παράγοντες κινδύνου είναι οι ακόλουθοι:

- Η υπεριώδης ακτινοβολία
- Το αλκοόλ
- Η παχυσαρκία
- Η θεραπεία ορμονικής υποκατάστασης
- Η διατροφή
- Η άσκηση
- Ο θηλασμός
- Η κύηση σε μικρή ηλικία.

Από την άλλη, στους μη τροποποιήσιμους εντάσσονται οι ακόλουθοι:

- Η κληρονομική ευπάθεια
- Το οικογενειακό ιστορικό για τον καρκίνο του μαστού
- Η ηλικιακή φάση
- Το φύλο
- Η παρουσία καλοήθους ασθένειας στο μαστό
- Η πυκνότητα του μαστού

Ως προς την ανάπτυξη δευτερογενούς πρόληψης έχουν διεξαχθεί και διάφορες άλλες ενέργειες και διαδικασίες πρόληψης. Όλες αυτές συνυφαίνουν προτού αποτιμηθούν τα συμπτώματα και ταυτίζονται με την πρόληψη της ανάπτυξης και της εμφάνισης ενός κακοήθους όγκου. Συγκεκριμένες, αποτελεσματικές ενέργειες και διαδικασίες είναι η χρήση των κλινικών και ιατρικών εξετάσεων, όπως για παράδειγμα “Clinical Exams of Breasts”, ECM και μαστογραφίες. Παράλληλα, έχει επισημανθεί πως σημαντική είναι η χρήση της φαρμακευτικής θεραπείας. Στη φαρμακευτική αυτή θεραπεία γίνεται η χρήση των αντιοιστρογόνων, όπως για παράδειγμα είναι η ταμοξιφαίνη και η ραλοξιφαίνη. Η χρήση αυτή ενδείκνυται σε σημαντικό βαθμό σε γυναίκες με προδιάθεση εμφάνισης. Σημαντική είναι και η εφαρμογή της χειρουργική εκτομής και των δύο μαστών ως ένα μέσο πρόληψης. Κομβικής σημασίας είναι και η χρήση του τακτικού ελέγχου με τις μαστογραφίες ως προς τις ομάδες αναφορές που είναι σε υψηλό κίνδυνο.[14]

1.7 ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ ΚΑΙ ΑΛΛΟΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΑ ΚΑΡΚΙΝΟ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ

Το «κλειδί» για την αποτελεσματική θεραπεία και τη διαχείριση της νόσου είναι η έγκαιρη και ακριβής διάγνωση της εν λόγω πάθησης. Ο καρκίνος του μαστού μπορεί να διαγνωστεί χρησιμοποιώντας μια ποικιλία προσεγγίσεων, όπως η αυτοεξέταση, η κλινική εξέταση και οι τεχνικές απεικόνισης. Η μαστογραφία είναι η πιο δημοφιλής προσέγγιση για τον προσυμπτωματικό έλεγχο για καρκίνο του μαστού. Εκτός από τη μαστογραφία, μπορούν να πραγματοποιηθούν πρόσθετες επεμβατικές ή μη ακτινολογικές εξετάσεις για τον προσδιορισμό ψηλαφητών ή μη ψηλαφητών ανωμαλιών του μαστού. Η μαστογραφία, το υπερηχογράφημα και η μαγνητική μαστογραφία είναι μεταξύ των αναγνωρισμένων απεικονιστικών μεθόδων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη λεπτομερή εξέταση των βλαβών του μαστού. Επιπλέον, έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνικές απεικόνισης όπως η ελαστογραφία και η τομοσύνθεση. Ο προληπτικός έλεγχος με μαστογραφία είναι ιδιαίτερα απαραίτητος αφού η εμφάνιση καρκίνου του μαστού και ο κίνδυνος θανάτου από τη νόσο μπορεί να μειωθεί με συχνή μαστογραφία. Αυτό συμβαίνει επειδή ο προσυμπτωματικός έλεγχος συχνά ανακαλύπτει όγκους σε πρώιμα στάδια, γεγονός που οδηγεί σε έγκαιρη θεραπεία και, κατά συνέπεια, μεγαλύτερη πιθανότητα επιτυχίας της θεραπείας. Επιπλέον, ο κίνδυνος θανάτου από καρκίνο του μαστού μπορεί να μειωθεί. [15]

1.8 ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ (ΣΗΜΑΣΙΑ, ΠΡΟΛΗΠΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ, ΑΚΤΙΝΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ, ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ, ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑΣ)

Η μαστογραφία όπως δηλώνει και η ίδια η λέξη είναι η εξέταση που λαμβάνει χώρα μέσω της χρήσης ακτινολογικών μηχανημάτων και παραπέμπει στην εξέταση του μαστού. Έχει έναν προληπτικό και διαγνωστικό ρόλο. Συγκεκριμένα, ο προληπτικός χαρακτήρας αφορά ομάδες αναφοράς (γυναίκες κυρίως) που δεν έχουν παρουσιάσει κάποιο σύμπτωμα. Δεν υπάρχει κάποια ανάπτυξη κλινικού ευρήματος. Εν συνέχεια, ο διαγνωστικός χαρακτήρας της μαστογραφίας γίνεται όταν υπάρχει κάποια ένδειξη κλινικού ευρήματος ή σύμπτωμα. Όλα αυτά μάλιστα είναι άμεσα συνδεδεμένα με την ανάπτυξη της πιθανούς κακοήθειας. Βέβαια, αξίζει να αναφερθεί πως ο ρόλος της διαγνωστικής μαστογραφίας αφορά και την

ανάπτυξη συμπληρωματικών, εξειδικευμένων και μαστογραφικών λήψεων, με σκοπό τη διενέργεια και διερεύνηση μεταβολών και διάφορων ευρημάτων των μαστών και που έχουν προκύψει στο πλαίσιο των προληπτικών των μαστογραφιών. [16], [17]

Η διαφορά στην ποσότητα των ακτίνων X που απορροφώνται από τους διαφορετικούς τύπους ιστών συμβάλλει στον σχηματισμό εικόνων ακτίνων X. Λόγω της ομοιότητας στην πυκνότητα, είναι συχνά αδύνατο να γίνει διάκριση μεταξύ φυσιολογικών και κακοήθων ιστών με σαφή και διακριτό τρόπο. Ο λιπώδης ιστός, ο οποίος γενικά περιβάλλει τον ενεργό αδένα μάζας ακόμη και σε άτομα που είναι λεπτά, μπορεί να διαχωριστεί τόσο από ιστούς φυσιολογικής λειτουργίας όσο και από νεοπλασματικούς. Αυτό είναι δυνατό ακόμη και αν υπάρχει κανονικά λιπώδης ιστός. Αυτό συμβαίνει επειδή το λίπος έχει μικρότερη πυκνότητα από άλλες ουσίες. Σε τέτοια περιστατικά η μαστογραφία θεωρείται εξέταση εκλογής διότι πολύ μικροί καρκίνοι παρατηρούνται ξεχωριστά πολύ καλά από τον περιβάλλοντα λιπώδη ιστό, ενώ ωστόσο οι εναποθέσεις ασβεστίου φαίνονται εύκολα στη μαστογραφία. Στις γυναίκες μεγαλύτερης ηλικίας ο λειτουργικός αδένας μάζας μειώνεται, με αποτέλεσμα να παρατηρούνται στην εικόνα λεπτοί συνδετικοί ιστοί. Σε γυναίκες άνω των 40 ετών, η ευαισθησία της τεχνικής, που είναι η ικανότητα αναγνώρισης παθολογικών εστιών, προσεγγίζει ποσοστά έως και 92%, ενώ η ιδιαιτερότητα της μεθόδου, που είναι η ικανότητα διαχωρισμού καρκινικών εστιών από καλοήθεις εστίες, τρέχει σε χαμηλότερα αλλά επαρκή επίπεδα, γύρω στο 70%.

Όσον αφορά τον έλεγχο με μαστογραφία, η Εταιρεία Απεικόνισης Μαστού και το Αμερικανικό Κολλέγιο Ακτινολογίας έχουν επινοήσει ένα πρόγραμμα σύμφωνα με τις γενετικές και κληρονομικές μεταβλητές που ενισχύουν την πιθανότητα εμφάνισης καρκίνου του μαστού. Αυτό το χρονοδιάγραμμα καθορίζει την ηλικία στην οποία πρέπει να ξεκινήσει η προληπτική μαστογραφία καθώς και τον αριθμό των φορών που πρέπει να εκτελεστεί. συμφωνήθηκαν τα ακόλουθα από όλα τα μέρη:

Συνιστάται στις γυναίκες να κάνουν την πρώτη τους μαστογραφία μεταξύ 35 και 40 ετών.

- Είναι απαραίτητο για τις γυναίκες που γνωρίζουν μια μετάλλαξη είτε στο γονίδιο BRCA1 είτε στο γονίδιο BRCA2 να κάνουν χρήση αυτών των προϊόντων. Επιπλέον, σε γυναίκες που έχουν κληρονομική ευαισθησία για την πάθηση

- Σε γυναίκες που έχουν ιστορικό καρκίνου του μαστού είτε στις ίδιες είτε σε κάποιο μέλος της οικογένειάς τους
- Γυναίκες των οποίων οι μητέρες ή οι αδερφές τους είχαν προεμμηνοπαυσιακό καρκίνο θα πρέπει να αρχίσουν να κάνουν ετήσιες μαστογραφίες στην ηλικία των 30 ετών ή 10 χρόνια πριν από την ηλικία στην οποία ο πρόσφατα προσβεβλημένος συγγενής διαγνώστηκε με τη νόσο.
- Οι γυναίκες με ιστορικό καρκίνου των ωοθηκών πρέπει να κάνουν ετήσια μαστογραφία. • Γυναίκες με αποδεδειγμένη με βιοψία λοβιακή νεοπλασία, άτυπη υπερπλασία του πόρου (ADH), ενδοεπιθηλιακό καρκίνωμα του πόρου (DCIS) ή διηθητικό καρκίνο του μαστού θα πρέπει να υποβάλλονται σε μαστογραφία που αρχίζει τη στιγμή της διάγνωσης και αυξάνεται με την ηλικία. διάγνωση
- Η μαστογραφία σε συνδυασμό με κλινική αξιολόγηση θα πρέπει να διεξάγεται μία φορά κάθε ένα έως δύο χρόνια σε γυναίκες ηλικίας 40 έως 49 ετών
- Η προληπτική μαστογραφία πρέπει να γίνεται σε ετήσια βάση σε γυναίκες ηλικίας 50 ετών και άνω [16].

Προκειμένου να ληφθεί μια εικόνα των εσωτερικών δομών του μαστού χρησιμοποιώντας ακτινοβολία, ο μαστός υποβάλλεται σε μια μέτρια δόση ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της διαδικασίας.

Η δόση ακτινοβολίας στο μαστό κατά τη μαστογραφία με χρήση σύγχρονων συστημάτων είναι της τάξης των 5mGy (προσπίπτουσα ακτινοβολία) και η συνολική «επιβάρυνση» της τάξης των 0,2mSv. Οι αντίστοιχες τιμές για μια ακτινογραφία θώρακα είναι 0,1mGy και 0,04mSv. Μετά την εξέταση δεν παραμένει ακτινοβολία στο σώμα. Τα βιολογικά αποτελέσματα, τα οποία αφορούν αλλαγές στο κύτταρο, τα θεμελιώδη δομική και λειτουργική μονάδα ζωής, σχετίζονται άμεσα με την ποσότητα της πρωτογενούς ακτινοβολίας η οποία απορροφήθηκε από το μαζικό ιστό ενώ η δοσολογία που χρησιμοποιείται εξαρτάται από παράγοντες όπως η ηλικία, η πυκνότητα του αδένα και τα ορμονικά επίπεδα. Οι σημερινοί Κανονισμοί Ακτινοπροστασίας διαμορφώθηκαν σύμφωνα με τα ισχύοντα ευρωπαϊκά Βασικά Πρότυπα Ασφάλειας, όπως περιγράφονται στην Ευρωπαϊκή Οδηγία 2013/59/Ευρατόμ της 5^{ης} Δεκεμβρίου 2013. Εθνική αρμόδια αρχή για τον κανονιστικό έλεγχο και την άσκηση ρυθμίσεων ακτινοπροστασίας αποτελεί η Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας (ΕΕΑΕ). Οδηγό κάθε εφαρμογής η οποία χρησιμοποιεί

ιονίζουσα ακτινοβολία αποτελεί η αρχή ALARA (As Low As Reasonably Achievable), κατά την οποία η διατήρηση της έκθεσης του ασθενή σε επιτρεπτά και ασφαλή επίπεδα απαιτεί την εξισορρόπηση μεταξύ απορροφούμενης δόσης ακτινοβολίας και ποιότητα εικόνας. Ωστόσο, η διατήρηση αυτή προϋποθέτει την εκπαίδευση και την χρήση ορθής τεχνικής από το προσωπικό που χειρίζεται το μαστογράφο αλλά και τον έλεγχο σε τακτά χρονικά διαστήματα της λειτουργίας και απόδοσης του εξοπλισμού. Η ΕΕΑΕ έχει ορίσει τις απαιτήσεις και τη συχνότητα των ελέγχων ενώ κάθε ακτινοδιαγνωστικό κέντρο, σεβόμενο τον εξεταζόμενο αλλά και το προσωπικό του, είναι σημαντικό να ακολουθεί τις οδηγίες. [18]

Σύμφωνα με το σύστημα BI-RADS (= Breast Imaging Reporting and Data System) του Αμερικανικού Κολεγίου Ακτινολογίας, πραγματοποιείται η περιγραφή των απεικονιστικών ευρημάτων στη μαστογραφία από τους ακτινολόγους, τα οποία ταξινομούνται ως εξής:

- BI-RADS Κατηγορίας 0: Ατελής εξέταση
- BI-RADS Κατηγορίας 1: Φυσιολογικό
- BI-RADS Κατηγορίας 2: Καλόηθες
- BI-RADS Κατηγορίας 3: Μη ειδικό
- BI-RADS Κατηγορίας 4: Ύποπτο
- BI-RADS Κατηγορίας 5: Κακόηθες

Η παρουσία μάζας που έχει ανομοιόμορφα όρια, ανομοιογενής ηχητική δομή και διαταραχή της αρχιτεκτονικής του αδένα, που συχνά συνοδεύεται από ακουστική σκιά, είναι ένα εύρημα που αυξάνει την πιθανότητα η μάζα να είναι κακοήθης. Σε περίπτωση που γίνουν αποτελέσματα BI-RADS 4 ή 5, συνιστάται περαιτέρω έλεγχος με βιοψία; Ωστόσο, σε περίπτωση που εντοπιστούν βλάβες BI-RADS 3, συνιστάται η παρακολούθηση.[19]

Κατά τη διάρκεια μιας μαστογραφίας, ο μαστός συγκρατείται στη θέση του μεταξύ της λάμπας ακτίνων X, η οποία εκπέμπει τη δέσμη ακτίνων X, και της ραδιοευαίσθητης πλάκας, η οποία θα καταγράψει την τελική εικόνα. Αυτό επιτρέπει στην ακτίνα X να περάσει τόσο από τον μαστό όσο και από την ακτινοευαίσθητη πλάκα. Λόγω του γεγονότος ότι ο μαζικός αδένας είναι ένα όργανο που υπάρχει σε τρεις διαστάσεις, η απεικόνισή του σε δύο μόνο διαστάσεις είναι ανεπαρκής. Εξαιτίας αυτού, η πρακτική της χρήσης δύο ξεχωριστών αποκτημάτων στήθους έγινε συνήθης. Η απεικόνιση CranioCaudal (CC) ονομάζεται έτσι

επειδή η δέσμη ακτίνων X παρέχεται ταυτόχρονα με κατακόρυφο τρόπο, ξεκινώντας από το κεφάλι και κατευθύνοντας μέχρι τα πόδια. Το δεύτερο είδος ακτινοθεραπείας αναφέρεται ως έσω πλάγια λοξή (Medio Lateral Oblique, ή Mlo) και προέρχεται από την έσω πλευρά του μαστού και κατευθύνεται λοξά προς τη μασχάλη. Σε αυτό το είδος θεραπείας, η περιοχή στόχος είναι η μασχάλη. Ως αποτέλεσμα, συνεργαζόμαστε για να αξιολογήσουμε και τις τέσσερις περιοχές κάθε στήθους—το επάνω εσωτερικό, το άνω εξωτερικό, το κάτω εσωτερικό και το κάτω εξωτερικό— προκειμένου να παρέχουμε έναν πιο ακριβή χάρτη όλων των τύπων μαστών. Η σωστή τοποθέτηση του μαστού στην ακτινογραφική πλάκα κατά τη διάρκεια μιας μαστογραφίας είναι απαραίτητη για την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας, διότι διασφαλίζει ότι όσο το δυνατόν μεγαλύτερο μέρος του παρεγχύματος του μαστού αποτυπώνεται στην εικόνα. Επιπλέον, απαιτείται συμπίεση του μαστού προκειμένου να μειωθεί το πάχος του ιστού από τον οποίο θα περάσει η ακτινοβολία. Ωστόσο, η ικανότητα της εξέτασης δεν κάνει καμία διάκριση. Για να πάρει τη συμμετοχή της γυναίκας, ωστόσο, η πίεση που χρησιμοποιείται θα πρέπει να αυξηθεί μέχρι να φτάσει στο σημείο της ενόχλησης.

1.9 ΠΡΟΓΝΩΣΗ

Γενικά, η μέση πενταετής επιβίωση είναι 70%, δηλαδή κατά μέσο όρο 70% των γυναικών όλων των σταδίων, θα ζουν σε 5 χρόνια. Επίσης, οι γυναίκες με καρκίνο σταδίου 0 και 1 θα ζουν σε 5 χρόνια, πενταετής επιβίωση 100%, ενώ στους καρκίνους του 4^{ου} σταδίου μόνο 20%. Αντιστοίχως η πενταετής επιβίωση είναι 93% για το στάδιο 2 και 73% για το στάδιο 3.

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η θνησιμότητα και η νοσηρότητα, ο προσυμπτωματικός έλεγχος, όταν συνδυάζεται με την παρακολούθηση και την κατάλληλη θεραπεία, είναι χρήσιμος. Η σταδιοποίηση και η κατηγοριοποίηση του καρκίνου του μαστού είναι οι μόνοι αξιόπιστοι δείκτες πρόγνωσης, επιβίωσης και έκβασης. Το αποτέλεσμα κάθε τύπου καρκίνου είναι ποικίλο και η πιθανότητα επιβίωσης ποικίλλει από τη μια γυναίκα στην άλλη.[21], [22]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ

2.1 ΟΡΙΣΜΟΣ

Ο όρος «τεχνητή νοημοσύνη» (AI) έκανε το ντεμπούτο του μέχρι το 1950, όταν ο Άλαν Τούρινγκ (1912-1954), ένας Άγγλος μαθηματικός, έθεσε το ερώτημα: «Μπορούν οι μηχανές να σκεφτούν;» σε ερευνητική εργασία. Αυτό σηματοδότησε την αρχή του πεδίου της «τεχνητής νοημοσύνης». Προφανώς, δεν υπάρχει επί του παρόντος τρόπος να δοθεί μια οριστική απάντηση στο ερώτημα του Turing. Οι ερευνητές στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης παρέχουν μια μεγάλη ποικιλία απαντήσεων στο ερώτημα, "Τι είναι η Τεχνητή Νοημοσύνη;" Αυτό έρχεται σε αντίθεση με τις απαντήσεις που δίνουν ερευνητές σε άλλα επιστημονικά πεδία, όπως η φυσική, η χημεία, η ιατρική κ.λπ. Παρόλα αυτά, υπάρχει ευρεία συναίνεση ότι η τεχνητή νοημοσύνη πρέπει να κατηγοριοποιηθεί ως επιστήμη και όχι ως απλό υποπεδίο της μηχανικής λογισμικού. Υπάρχει μεγάλη διαφωνία μεταξύ των μελετητών ως προς το ποια είναι η ακριβής σημασία του. Σύμφωνα με τον Patrick Winston (1992), ο οποίος είναι διευθυντής του Εργαστηρίου Τεχνητής Νοημοσύνης στο MIT, ο πρωταρχικός σκοπός της τεχνητής νοημοσύνης είναι «να κάνει τις μηχανές έξυπνότερες», κάτι που η πλειοψηφία των ερευνητών αντιμετωπίζουν την τεχνητή νοημοσύνη ως μέθοδο αναζήτησης. Συμφωνείτε με. από τους πιο έξυπνους. που κάνουν τους υπολογιστές πιο έξυπνους. [23]

Τόσο ο Russell όσο και ο Norvig χωρίζουν τις έννοιες της τεχνητής νοημοσύνης σε τέσσερις διακριτές κατηγορίες και προσεγγίζουν το θέμα από διάφορες οπτικές γωνίες στην έρευνά τους.

- Αν σκέφτεται σαν άνθρωπος (Μηχανισμός, γνωστική επιστήμη)
- Αν ενεργεί σαν άνθρωπος (Συμπεριφορά, Turing test)
- Αν σκέφτεται ορθολογικά (Μηχανισμός, νόμοι ορθής σκέψης)
- Αν ενεργεί ορθολογικά (Συμπεριφορά, ορθολογικοί πράκτορες)

[24]

Από τις παραπάνω κατηγορίες προκύπτει ένας γενικότερος ορισμός για την τεχνητή νοημοσύνη:

Το υποπεδίο της επιστήμης των υπολογιστών γνωστό ως τεχνητή νοημοσύνη εστιάζει στη δημιουργία και εφαρμογή προγραμμάτων υπολογιστών που μπορούν να μιμηθούν γνωστές

ανθρώπινες ικανότητες. Αυτό επιτρέπει στα προγράμματα να επιδεικνύουν συμπεριφορές που συνδέονται συνήθως με τα ανθρώπινα όντα, όπως η ικανότητα μάθησης, επίλυσης προβλημάτων, κατανόησης της φυσικής γλώσσας και ούτω καθεξής. Η τεχνητή νοημοσύνη είναι υποτομέας της επιστήμης των υπολογιστών. [25]

2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Οι συλλογισμοί του Αριστοτέλη (384-322 π.Χ.) μπορούν να αναχθούν στις απαρχές της Τεχνητής Νοημοσύνης (Α.Ι.). Αυτοί οι συλλογισμοί καθιέρωσαν μοτίβα εκφράσεων που πάντα απέδιδαν ακριβή συμπεράσματα από σωστές υποθέσεις βασισμένες στον Αριστοτελικό Συλλογισμό. Αυτά τα πρότυπα ήταν η βάση για την ανάπτυξη της τεχνητής νοημοσύνης. Αυτά είναι τα είδη ταλέντων που είναι απολύτως απαραίτητα για τους ερευνητικούς τομείς που μελετούν την τεχνητή νοημοσύνη. Ακολουθεί μια λίστα με τα κυριότερα σημεία:

- 1943-56: Η γέννηση της Τεχνητής Νοημοσύνης
- 1943: Οι McCulloch και Pitts προτείνουν ένα μοντέλο τεχνητών νευρώνων που έχει τη δυνατότητα να μαθαίνει και να υπολογίζει κάθε υπολογίσιμη συνάρτηση.
- 1950: Ο Alan Turing (1913-1954), που θεωρείται ο πατέρας της ΤΝ, εμπνέεται το τεστ της μίμησης (γνωστό ως Turing test) για την αναγνώριση ευφυών μηχανών.
- 1951: Οι Minsky και Edmonds υλοποιούν το πρώτο νευρωνικό δίκτυο, το SNARC (Stochastic Neural Analog Reinforcement Calculator), το οποίο έχει 40 νευρώνες και χρησιμοποιεί 3000 λυχνίες.
- 1956-70: Πρώτη Φάση ανάπτυξης της Τεχνητής Νοημοσύνης
- 1956: Διοργάνωση συνεδρίου στο Dartmouth College ερευνητών από το χώρο των Μαθηματικών, της Ηλεκτρονικής και Ψυχολογίας (McCarthy, Allen Newell, Herbert Simon, Marvin Minsky) αφορούσε τη θεωρία αυτομάτων, νευρωνικά δίκτυα και μελέτη της ευφυΐας.
- 1958: Δημιουργία της γλώσσας Lisp από τον McCarthy.
- 1958: Ο Friedberg έκανε αναφορά στη χρήση της τεχνικής, μηχανικής εξέλιξης

(machine evolution) και σήμερα αναφέρεται ως γενετικούς αλγόριθμους (genetic algorithms).

- Το 1966, αφού έκανε έρευνα για την κατανόηση των γλωσσών και την αντίληψη των μηχανών, ο Weizenbaum δημιούργησε το ELIZA.
- Στις δεκαετίες του 1970 και του 1980 άρχισε η ανάπτυξη συμβολικών και υπολογιστικών μορφών τεχνητής νοημοσύνης.
- Το 1977 αναπτύχθηκαν τα πρώτα εμπειρικά συστήματα. Αυτά ήταν τα DENDRAL (1971), MYCIN (1975) και Prospector (1977).
- Οι Colmerauer και Roussel από το Πανεπιστήμιο της Μασσαλίας, μαζί με τον R. Kowalski από το Πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου, είναι τελικά υπεύθυνοι για την ανάπτυξη της γλώσσας λογικού προγραμματισμού PROLOG το έτος 1972. Επιπλέον, το Winograd ερευνά την κατανόηση φυσικής γλώσσας.
- Μεταξύ των ετών 1975 και 1977, τα κεφάλαια του M. Minsky για την αναπαράσταση της γνώσης δημοσιεύτηκαν σε βιβλία.
- Ο Νιούελ και ο Σάιμον παρείχαν στοιχεία για την ιδέα ότι ένα φυσικό συμβολικό είχε τις απαραίτητες ιδιότητες για ευφυείς πράξεις το έτος 1976.
- Οι πρώτοι εξελικτικοί αλγόριθμοι αναπτύχθηκαν τη δεκαετία του 1970. Υπάρχουν δημοσιευμένα βιβλία που περιλαμβάνουν μελέτες:
- 1973: μια εργασία που γράφτηκε από τον Rechenberg σχετικά με τις έννοιες της βιολογικής εξέλιξης και τη βελτιστοποίηση των τεχνολογικών συστημάτων.
- 1975: μελέτη για την προσαρμογή σε φυσικά και τεχνητά συστήματα, που διεξήχθη από την Holland.
- 1992: μελέτη για τον γενετικό προγραμματισμό που διεξήγαγε η Koza.
- 1995: μια εργασία που γράφτηκε από τον Fogel σχετικά με το θέμα του εξελικτικού υπολογισμού.
- Η δεκαετία του 1980 και του 1990 σηματοδότησε την αρχή της Αναγέννησης των Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων.
- Το έτος 1986, οι Rumelhart και McClelland περιγράφουν λεπτομερώς τη διαδικασία δημιουργίας προσομοιώσεων υπολογιστών αντιληπτικών διαδικασιών.

- Το πρώτο Διεθνές Συνέδριο για τα Νευρωνικά Δίκτυα πραγματοποιήθηκε το 1987 από το IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers).
- Ο Sugeno παρουσιάζει την «Ασαφή Θεωρία» του το έτος 1983.
- Το πρώτο συνέδριο IEEE για τα ασαφή σύνολα πραγματοποιήθηκε το 1992.
- 1990 - : Δημιουργία αφενός υπολογιστικών συστημάτων και μηχανών που βασίζονται σε αρχές της τεχνητής νοημοσύνης και τα οποία παρουσιάζουν τάσεις προσαρμογής στο περιβάλλον τους (π.χ. ρομπότ) και αφετέρου εφαρμογών που τείνουν να «μαθαίνουν» από την εμπειρία τους: νοήμονες πράκτορες, μηχανές αναζήτησης στο διαδίκτυο, περιρρέουσα νοημοσύνη.

[23]

2.3 ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ

Τα τελευταία χρόνια οι απαιτήσεις των εφαρμογών γίνονται όλο και πιο σύνθετες και δύσκολα θα υπάρξουν μεμονωμένες κατηγορίες μεθόδων της τεχνητής νοημοσύνης, επειδή αποκτούν την συνεργασία πολλών μεθόδων και αντικειμένων. Κάποιες από τις περιοχές που καλύπτει είναι οι εξής:

- Ρομποτική (Robotics)
- Έμπειρα συστήματα (Expert Systems)
- Ασαφής Λογική (Fuzzy Logic)
- Επεξεργασία φυσικής γλώσσας (Natural Language Processing)
- Σχεδιασμός νευρωνικών δικτύων (Neural Network Design)
- Μηχανική μάθηση (Machine Learning)
- κ.α.

[26]

2.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΜΑΘΗΣΗ

Η ικανότητα του ανθρώπου να τροποποιεί τη συμπεριφορά του ως απάντηση σε νέες εμπειρίες και νέες πληροφορίες του επιτρέπει να προσαρμοστεί σε ένα ευρύ φάσμα

περιβαλλοντικών καταστάσεων. Η μηχανική μάθηση είναι ένα σημαντικό αντικείμενο έρευνας στο πλαίσιο της τεχνητής νοημοσύνης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η ικανότητα μάθησης που διαθέτουν οι άνθρωποι είναι πολύ πιο προηγμένη από αυτή των υπολογιστών. Ο ορισμός της μηχανικής μάθησης με βάση τον Tom Mitchell (1997) είναι η εξής: “ Ένα υπολογιστικό πρόγραμμα λέμε ότι μαθαίνει από κάποια εμπειρική γνώση Γ που σχετίζεται με ένα πρόβλημα Π και μια μετρική απόδοσης M , εάν η απόδοσή του στο Π , όπως μετριέται από την M , βελτιώνεται από την γνώση Γ . ”. Η προαναφερόμενη εμπειρία μπορεί να είναι του συστήματος που μαθαίνει ή μπορεί να παρέχεται εξωτερικά με τη μορφή δεδομένων από τα οποία μαθαίνει το σύστημα, δεν θεωρείτε όμως η μόνη διαθέσιμη μορφή μάθησης. Τα αποτελέσματα της μηχανικής μάθησης αντιπροσωπεύουν ό,τι έχει μάθει το σύστημα και χρησιμοποιούνται συχνότερα για τις μελλοντικές προβλέψεις. Σημαντικό σκέλος για την δημιουργία συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης είναι οι μέθοδοι μηχανικής μάθησης. Η μηχανική μάθηση χρησιμοποιεί μία σειρά από αλγόριθμους για να αναλύσει και να ερμηνεύσει τα δεδομένα, να μάθει από αυτά, και βάσει όλων αυτών που έμαθε να λάβει τις πιο πιθανές αποφάσεις, με λίγα λόγια ο αλγόριθμος προβλέπει την τιμή εξόδου του y δεδομένης της εισόδου x . [26], [27], [28]

Η μηχανική μάθηση αποτελείται από δύο υποκατηγορίες, όπως είναι η μάθηση με επίβλεψη (Supervised Learning), κατά την οποία το σύστημα καλείται να μάθει από ένα σύνολο δεδομένων και η μάθηση χωρίς επίβλεψη (Unsupervised Learning), κατά την οποία το σύστημα πρέπει να μάθει από τη δημιουργία προτύπων. [25]

Πιο αναλυτικά, όσον αφορά στην μάθηση με επίβλεψη (Supervised Learning) παρέχονται δεδομένα με μεταβλητές εισόδου και εξόδου. Περιλαμβάνει την διαδικασία κατά την οποία ένα σύνολο εικόνων ή δεδομένων εκπαιδεύουν έναν αλγόριθμο, στην οποία όμως οι ετικέτες εξόδου είναι γνωστές. Το μοντέλο αυτό μπορεί να εκτιμήσει την ακρίβεια της διαδικασίας της «επίβλεψης» των αλγόριθμων κατά την ταξινόμηση των δεδομένων, καθώς και της διαδικασίας της πρόβλεψης του παραγόμενου αποτελέσματος και να μάθει με την πάροδο του χρόνου. Η επιβλεπόμενη μάθηση χρησιμοποιεί αλγόριθμους με εφαρμογή σε προβλήματα ταξινόμησης (classification) και παρεμβολής (regression). Η επιβλεπόμενη μάθηση είναι ο πιο κοινός τύπος αλγόριθμου μηχανικής μάθησης που χρησιμοποιείται στην ακτινολογία και την ιατρική απεικόνιση. Η μηχανική μάθηση στην ιατρική απεικόνιση ασχολείται κυρίως με την ταξινόμηση εικόνων. [27]

Όταν πρόκειται για μάθηση χωρίς επίβλεψη, δεν προσδιορίζεται το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα; Αντίθετα, το μοντέλο λειτουργεί απλώς για να καθορίσει τις σχέσεις που υπάρχουν μεταξύ των μεταβλητών που τροφοδοτούνται σε αυτό και, στη διαδικασία, δημιουργεί μια ακριβή αναπαράσταση αυτών των μεταβλητών. Αυτοί οι αλγόριθμοι εξαλείφουν την ανάγκη για ανθρώπινη αλληλεπίδραση στη διαδικασία ανακάλυψης προτύπων συλλέγοντας και αναλύοντας δεδομένα με τρόπο που αποκαλύπτει μοτίβα που δεν είχαν δει προηγουμένως. Οι τομείς της ομαδοποίησης και της ανάλυσης συσχέτισης είναι καλοί υποψήφιοι για τη χρήση της μάθησης χωρίς επίβλεψη. Η αναγνώριση διαφόρων ειδών ιστού και η διαφοροποίηση μεταξύ άρρωστου και φυσιολογικού ιστού μπορεί να επιτευχθεί μέσω της χρήσης ομαδοποίησης, η οποία καθίσταται δυνατή από αλγόριθμους μηχανικής μάθησης και έχει αποδειχθεί αποτελεσματική στην ακτινολογία. [27]

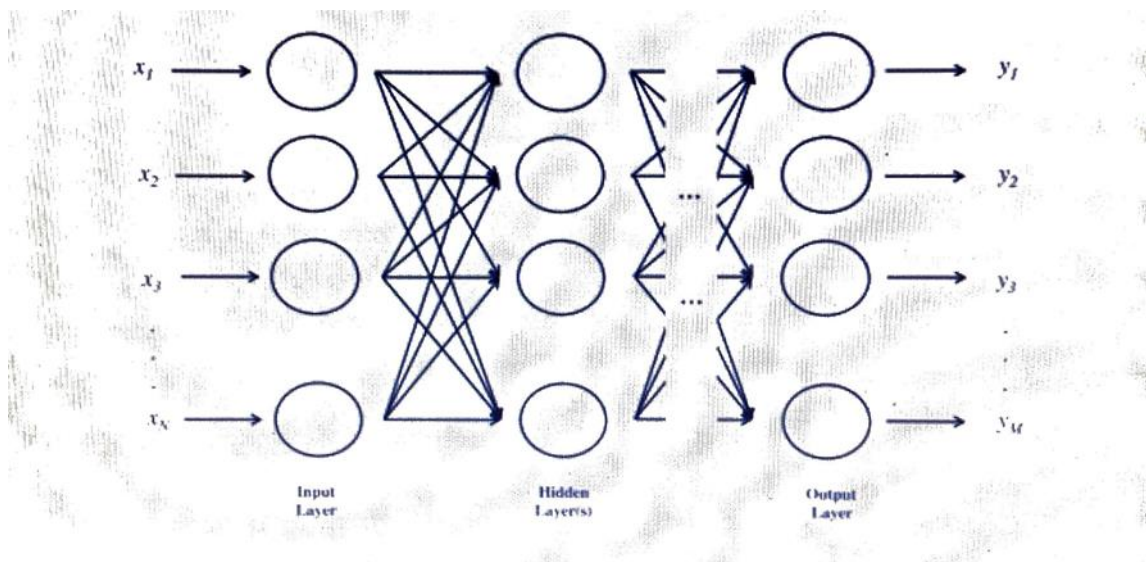
2.5 ΒΑΘΙΑ ΜΑΘΗΣΗ ΚΑΙ ΝΕΥΡΩΝΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ

Το πεδίο της μηχανικής μάθησης περιλαμβάνει ένα υποπεδίο γνωστό ως βαθιά μάθηση. Με άλλα λόγια, είναι η μελέτη προγραμμάτων ή αλγορίθμων υπολογιστών που μπορούν να μάθουν και να γίνουν καλύτεροι. Είναι ένας άλλος τρόπος χαρακτηρισμού των ογκωδών νευρωνικών δικτύων, μιας τεχνολογίας με την οποία ερχόμαστε σε επαφή καθημερινά όταν χρησιμοποιούμε το διαδίκτυο ή ακόμα και τα κινητά μας τηλέφωνα.

Για να είμαστε πιο ακριβείς, τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα είναι ένα στοιχείο συστημάτων υπολογιστών που υποτίθεται ότι μιμούνται τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος ενός ανθρώπου επεξεργάζεται και ερμηνεύει πληροφορίες.

Η δομή του εγκεφάλου είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την παράλληλη επεξεργασία δεδομένων και τη δυνατότητα συνεχούς μάθησης μέσω της αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον. Αυτά τα βασικά χαρακτηριστικά συμβάλλουν στην ικανότητα για την επίλυση προβλημάτων μη γραμμικού τύπου, στην ανακατασκευή κανόνων για την βέλτιστη λύση αυτών των προβλημάτων, να εξελίσσεται συνεχώς μαθαίνοντας από το περιβάλλον του κατά την αλληλεπίδρασή του με αυτό. Τα τεχνητά νευρωνικά δίκτυα αποτελούνται από διασυνδεδεμένα υπολογιστικά στοιχεία που περιλαμβάνουν τους νευρώνες εισόδου, εξόδου και ενδιάμεσα τους υπολογιστικούς νευρώνες. Οι νευρώνες εισόδου εισάγουν τις πληροφορίες που λαμβάνουν και το τεχνητό νευρωνικό δίκτυο επεξεργάζεται αυτά τα στοιχεία για να προκύψει η αναφορά του αποτελέσματος. Ο βαθμός αλληλεπίδρασης με το περιβάλλον καθορίζεται από τα λεγόμενα συναπτικά βάρη (synaptic weights). Προκειμένου να λυθεί ένα πρόβλημα, ένα νευρωνικό δίκτυο θα τροποποιήσει τα βάρη των συνδέσεων

μεταξύ των μεμονωμένων νευρώνων. Η αλλαγή των βαρών γίνεται με σκοπό την τροποποίηση της υπολογιστικής συνάρτησης με τέτοιο τρόπο ώστε οι προβλέψεις που λαμβάνονται από τις επόμενες επαναλήψεις να είναι πιο ακριβείς. Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα των νευρωνικών δικτύων είναι η ικανότητά τους να αποκτούν και να διατηρούν πληροφορίες και εμπειρία από το περιβάλλον τους, τα οποία και τα δύο μπορούν αργότερα να ανακτηθούν. Κάθε νευρώνας σε ένα τεχνητό νευρωνικό δίκτυο λαμβάνει μια είσοδο από το στρώμα κάτω από αυτό, εφαρμόζει τη συνάρτηση ενεργοποίησης σε αυτήν την είσοδο και στη συνέχεια στέλνει ένα σήμα προς τα εμπρός στο στρώμα από πάνω του. Η αρχιτεκτονική των τεχνητών νευρωνικών δικτύων είναι οργανωμένη με τη μορφή στρωμάτων που συνδέονται μεταξύ τους. Τα βάρη και η συνάρτηση ενεργοποίησης χρησιμοποιούνται σε κάθε επίπεδο για να καθοριστεί ο τρόπος επεξεργασίας της εισόδου προτού σταλεί στο επόμενο επίπεδο του δικτύου. Τελευταίο αλλά εξίσου σημαντικό, η συνάρτηση που προβλέπει την έξοδο ενεργοποιείται από το επίπεδο εξόδου.



Εικόνα 3. Αρχιτεκτονική ενός τυπικού τεχνητού νευρωνικού δικτύου

Πηγή: Guarascio (2018)

[27], [28]

2.6 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Ως αποτέλεσμα της ταχείας ανάπτυξης της τεχνητής νοημοσύνης, νέα δεδομένα έχουν εισαχθεί σε κάθε τομέα δικαίου και έχει εξελιχθεί η ανάγκη προστασίας των προσωπικών δεδομένων των ανθρώπων. Ως αποτέλεσμα της έγκρισης του Γενικού Κανονισμού για την Προστασία των Δεδομένων Προσωπικού Χαρακτήρα (ΕΕ) 679/2016 από το Ευρωπαϊκό

Κοινοβούλιο, έχουν θεσπιστεί επικαιροποιημένες κατευθυντήριες γραμμές για τη διασφάλιση του απορρήτου ενός ατόμου σε σχέση με την επεξεργασία των δεδομένων του.

Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στη σφαίρα των προσωπικών δεδομένων μπορεί είτε να έχει καλό αντίκτυπο στην προστασία των προσωπικών δεδομένων είτε, εναλλακτικά, να οδηγήσει σε σημαντική αύξηση των κινδύνων που συνδέονται με την επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα. Για να εμβαθύνουμε, η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προφύλαξη ασφαλείας, καθώς προσφέρει πιθανώς καλύτερες δυνατότητες σωστής ανίχνευσης των αντιγράφων της επεξεργασίας. Από την άλλη πλευρά, όμως, η ίδια η πράξη της επεξεργασίας προσωπικών δεδομένων μπορεί να εγκυμονεί ορισμένους κινδύνους. Το απόρρητο των πληροφοριών, συμπεριλαμβανομένου του απορρήτου της επιτήρησης, των συμφερόντων, ακόμη και της αυτονομίας ενός ατόμου, μπορεί όλα να επηρεαστούν από την τεχνητή νοημοσύνη με διάφορους τρόπους, συμπεριλαμβανομένων εκείνων που σχετίζονται με το απόρρητο των πληροφοριών. Ο γενικός κανονισμός για τα προσωπικά δεδομένα παρέχει ζωτικές πληροφορίες για τους χρήστες σχετικά με τα δικαιώματα επεξεργασίας δεδομένων. Επιπλέον, ο γενικός κανονισμός προσωπικών δεδομένων περιέχει σημαντικές πληροφορίες για προσωπικούς επεξεργαστές που θα καθορίσουν τον τρόπο δημιουργίας και εφαρμογής της τεχνητής νοημοσύνης.

Η εφαρμογή των αρχών της ελαχιστοποίησης, της λογοδοσίας και της διαφάνειας μπορεί να συμβάλει σημαντικά στον περιορισμό των κινδύνων που προκαλούνται από τη μαζική επεξεργασία δεδομένων μέσω της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης. Αυτές οι αρχές αναπτύχθηκαν από το Ινστιτούτο Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών (IEEE). Οποιαδήποτε συλλογή και επεξεργασία δεδομένων προσωπικού χαρακτήρα που δεν σχετίζεται με τον σκοπό της επεξεργασίας και δεν είναι απολύτως απαραίτητη για την επίτευξη αυτού του σκοπού συνιστά παραβίαση αυτής της αρχής. Σύμφωνα με την αρχή της ελαχιστοποίησης, τα δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα πρέπει να είναι κατάλληλα, σχετικά και να περιορίζονται σε ό,τι είναι απαραίτητο για τους σκοπούς για τους οποίους υφίστανται επεξεργασία. Σύμφωνα με την αρχή της λογοδοσίας, οι υπεύθυνοι επεξεργασίας ή οι υπεύθυνοι επεξεργασίας που συλλέγουν και επεξεργάζονται δεδομένα προσωπικού χαρακτήρα υποχρεούνται να διαμορφώσουν τις διαδικασίες τους, καθώς και τα τεχνικά και οργανωτικά τους συστήματα, κατά τρόπο ώστε να μην μπορούν να αποδειχθούν, ανά πάσα στιγμή, πριν από την εποπτικές αρχές καθώς και τα δικαστήρια, ότι συμμορφώνεται πλήρως με όσα προβλέπει ο νέος Κανονισμός. Αυτό ισχύει τόσο για τις εποπτικές αρχές όσο και για

τα δικαστήρια. Τέλος, η έννοια της διαφάνειας διασφαλίζει ότι παρέχονται στα υποκείμενα της συλλογής δεδομένων πληροφορίες σχετικά με την απόκτηση και χρήση (επεξεργασία) των προσωπικών τους δεδομένων.[29]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΕΧΝΗΤΗ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ ΚΑΙ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ ΣΤΟΝ ΠΡΟΣΥΜΠΤΩΜΑΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ

3.1 ΑΠΟΤΥΠΩΣΕΙΣ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΣΕ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

Οι κυριότερες μορφές καρκίνου που αποτυπώνονται σε μία μαστογραφία είναι η τοπική διαταραχή των μαλακών ιστών, η διαταραχή των αδενικών ιστών και η ύπαρξη κακοήθους μικροαποτιτάνωσης. Όλα αυτά τα ευρήματα εμφανίζονται είτε μόνα τους είτε ταυτόχρονα. Τα ευρήματα και τα χαρακτηριστικά, που δηλώνουν υποψία ύπαρξης καρκίνου, για τα οποία ερευνά ένας ακτινολόγος κατά την μελέτη μια μαστογραφίας είναι τα εξής:

- Μικροαποτιτανώσεις (ή απλά αποτιτανώσεις)
- Αγκαθωτού (ή αστρικού) σχήματος βλάβες-αλλοιώσεις
- Κυκλικές, ασθενείς (ή ακανόνιστες) μάζες
- Δομικές παραμορφώσεις

Τα καρκινικά ευρήματα που αποτυπώνονται σε μία μαστογραφία έχουν κάποια ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, και είναι τα εξής:

- Μάζα: Η φωτεινότητα μιας μάζας μπορεί να αλλάξει ανάλογα με τη σύνθεση της μάζας. Τα λιπώματα και άλλες μάζες από λίπος έχουν χαμηλή φωτεινότητα, ενώ οι σκληρές μάζες από ινώδη ιστό έχουν υψηλή φωτεινότητα. Και οι δύο τύποι μάζας μπορούν να βρεθούν σε όλο το σώμα. Οι κακοήθεις μάζες έχουν την τάση να γίνονται ακανόνιστες σε μορφή, συχνά ομαδοποιημένες και έχουν όρια που δεν συγκεντρώνονται κάπου. Οι καλοήθεις μάζες, όπως τα αδενώματα, τα λιπώματα και οι κύστες, είναι συχνά σφαιρικές και έχουν καθορισμένα όρια. Από την άλλη πλευρά, οι κακοήθεις μάζες τείνουν να έχουν ακανόνιστα σχήματα και όρια.

Ασυμμετρία: Κανονικά οι δύο μαστοί μιας γυναίκας μοιάζουν αρκετά και ο καρκίνος και στους δύο είναι σχετικά σπάνιος. Οποιαδήποτε ασυμμετρία ή μη κανονικότητα μεταξύ του παρεγχύματος από τους δύο μαστούς θα πρέπει να προκαλεί στους ακτινολόγους υποψίες για πιθανή ύπαρξη κακοήθειας.

- Μικροαποτιτανώσεις: Τα κύτταρα μπορεί να δημιουργήσουν μικροαποτιτανώσεις ως συνέπεια είτε καλοήθους είτε κακοήθους διαδικασίας. Οι μικροαποτιτανώσεις είναι πολύ λίγοι κόκκοι ασβεστίου. Η μορφή, η ένταση και η θέση των καλοήθων και κακοήθων μικροαποτιτανώσεων διαφέρουν μεταξύ τους. Οι ασβεστοποιήσεις που σχηματίζονται από κακοήθεις ιστούς είναι πιο άμορφες, ποικίλων μεγεθών και δυσνόητες. Έχουν κοκκιωματώδη εμφάνιση, τείνουν να είναι μικρότεροι σε μέγεθος από καλοήθεις και συγκεντρώνονται σε ομάδες. Οι κακοήθεις μικροαποτιτανώσεις μπορεί να συμβούν είτε στους πόρους είτε στους λοβούς του οργάνου. Αυτά που βρίσκονται έξω από τους αδενικούς ιστούς δεν θεωρούνται ύποπτα για καρκίνο του μαστού. υψηλότερη φωτεινότητα από τους ιστούς που το περιβάλλουν και κατά συνέπεια απορροφούν περισσότερο φως. Μεγαλύτερη φωτεινότητα από τους ιστούς που το περιβάλλουν, και ως αποτέλεσμα, απορροφά περισσότερη ενέργεια. Στη μαστογραφία, εμφανίζονται ως φωτεινές κουκκίδες που είναι εύκολα αναγνωρίσιμες. Τα συμπλέγματα μικροαποτιτανώσεων αποτελούν μια σημαντική πρόωρη ένδειξη του καρκίνου του μαστού αφού είναι παρόντα στο 30%-50% όλων των καρκίνων που ανιχνεύονται στις μαστογραφίες.

[30], [31]

3.2 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΒΟΗΘΟΥΜΕΝΗ ΑΠΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗ (COMPUTER AIDED DIAGNOSIS-CAD)

Η προσπάθεια χρήσης υπολογιστών για την αυτόματη ανάλυση ιατρικών εικόνων εμφανίστηκε ήδη από τη δεκαετία του 1960. Συγκεκριμένα, από τη δεκαετία του 1990 μελετήθηκαν και έχουν δημιουργηθεί διάφορα συστήματα υπολογιστικά και τα οποία μέσω της χρήσης του υπολογιστή συμβάλλουν σε διαδικασίες ανίχνευσης και διάγνωσης του καρκίνου του μαστού. Όλα αυτά έχοντας τη συγκατάθεση της Υπηρεσίας Φαρμάκων και Τροφίμων (Food and Drug Administration, FDA) των ΗΠΑ το 1998 έλαβαν και εφαρμογή στο πλαίσιο κλινικών πρακτικών και στις ερμηνείες των μαστογραφιών. Είναι ειδικά και εξειδικευμένα συστήματα που προβαίνουν σε ανάλυση των ψηφιοποιημένων μαστογραφιών και στον εντοπισμό ύποπτων κιστών του καρκινικού μαστού και βοηθούν πολύ τους ακτινολόγους. Τα συστήματα CAD αναπτύσσονται με μεθόδους μηχανικής μάθησης, η προσέγγιση όμως αυτή παρουσιάζει περιορισμούς στο ότι ο ανθρώπινος προγραμματιστής μπορεί να μην μπορεί να μεταφράσει τα πολύπλοκα μοτίβα της νόσου σε έναν πεπερασμένο αριθμό περιγραφών χαρακτηριστικών, γεγονός που οδηγεί σε υψηλό ποσοστό ψευδώς

θετικών σε υψηλή ευαισθησία ή το αντίστροφο. Η βαθιά μάθηση έχει αναδειχθεί ως η πιο σύγχρονη μέθοδος μηχανικής μάθησης, κατά την οποία ανακαλύπτει αναπαραστάσεις χαρακτηριστικών μέσω της εκπαίδευσης και δεν απαιτεί χειροκίνητα σχεδιασμένα χαρακτηριστικά ως είσοδο, με αποτέλεσμα να την καθιστά πιο ισχυρή στο ευρύ φάσμα των παραλλαγών των χαρακτηριστικών μεταξύ διαφορετικών τάξεων που πρέπει να διαφοροποιηθούν, εφόσον το σετ εκπαίδευσης είναι αρκετά μεγάλο και ποικίλο ώστε να μπορεί να αναλυθεί.

Γενικά, η αποδοτικότητα μιας μεθόδου βοηθούμενης από υπολογιστή (CAD) βασίζεται στην επίτευξη μιας ισορροπίας μεταξύ υψηλής ευαισθησίας και χαμηλού ποσοστού λανθασμένων θετικών. Το σύστημα βοηθούμενης διάγνωσης (CAD) διαχωρίζεται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το εκτελούμενο έργο, στο σύστημα ανίχνευσης ύποπτων περιοχών (CAdE), το οποίο χρησιμοποιούν ως είσοδο ολόκληρη την εικόνα της μαστογραφίας ενώ η υπολογιστική ανάλυση επικεντρώνεται στην ανάδειξη και επισημάνση ύποπτων περιοχών ανάπτυξης παθολογικής αλλοίωσης, και στο σύστημα διάγνωσης ανιχνεύσιμων ευρημάτων (CAdx), το οποίο χρησιμοποιεί ως είσοδο υποπεριοχές ενδιαφέροντος οι οποίες επιλέγονται από το χρήστη (ιατρό ακτινολόγο) ενώ η ανάλυση τους εστιάζει στη κατηγοριοποίηση του εντοπισμένου ευρήματος.

[32]

3.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΕΧΝΗΤΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ ΣΤΗ ΜΑΣΤΟΓΡΑΦΙΑ

Η τεχνητή νοημοσύνη, κατά την ανάλυση εικόνων μαστογραφίας, έχει χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση και ταξινόμηση μάζας και μικροαποστιτανώσεων μαστού, κατάτμηση μάζας μαστού, εκτίμηση πυκνότητας μαστού, εκτίμηση κινδύνου καρκίνου του μαστού και βελτίωση ποιότητας εικόνας. Πιο αναλυτικά:

- Για την ανίχνευση και ταξινόμηση μάζας έχει αναπτυχθεί ένας αλγόριθμος κατά τον οποίο είναι ένα πλήρες ολοκληρωμένο σύστημα CAD, το οποίο περιλαμβάνει μια περιφερειακή προσέγγιση του μοντέλου βαθιάς μάθησης You-Only-Look-Once (YOLO) ώστε να γίνεται η ανίχνευση, ένα συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο πλήρους ανάλυσης (FrCN) ώστε να γίνεται η τμηματοποίηση και ένα ακόμη συνελκτικό νευρωνικό δίκτυο ώστε να γίνεται η αναγνώριση και η ταξινόμηση.

- Πολλά συστήματα CAD έχουν αναπτυχθεί για την ανίχνευση ασβεστοποιήσεων σε εικόνες μαστογραφίας. Ένα από αυτά αντιπροσωπεύει έναν αλγόριθμο, νέο μοντέλο βαθιάς μάθησης για την ανίχνευση, ανάλυση και ταξινόμηση μικροαποτιτανώσεων σε εικόνες μαστογραφίας (Cai H et al.). Άλλο σύστημα είναι μια βελτιωμένη προσέγγιση γραμμικής διακριτικής ανάλυσης Fisher για τον γραμμικό μετασχηματισμό των τμηματοποιημένων δεδομένων μικροασβεστοποίησης σε συνδυασμό με μια παραλλαγή μηχανής φορέα υποστήριξης για τη διάκριση μεταξύ των δύο κατηγοριών (Zobia Suhail et al.). Επίσης, αναπτύχθηκε ένα σύστημα CAD για την ανίχνευση μικροαποτιτανώσεων του μαστού με βάση το σύνθετο μετασχηματισμό Wavelet (DT-CWT) (Jian W et al.). Τέλος, προτάθηκε μια νέα υβριδική μέθοδο συνδυάζοντας μετασχηματισμό περιγράμματος και μη συνδεδεμένο απλοποιημένο νευρωνικό δίκτυο συζευγμένου παλμού, για την ανίχνευση της μικροασβεστοποίησης (Guo Y et al.).
- Για την κατάτμηση των μαζών μαστού χρησιμοποιείται η μέθοδος των ασαφών περιγραμμάτων για να τμηματοποιήσουν αυτόματα τις μάζες του μαστού από μαστογραφίες. Επώσης, άλλη μια μέθοδος που χρησιμοποιείται είναι μια παγκόσμια υποστηριζόμενη μέθοδος συνεγκατάστασης βάσει συναρτήσεων ακτινικής βάσης, για την ανίχνευση και τμηματοποίηση των μαζών του μαστού.
- Για την εκτίμηση της πυκνότητας του μαστού, χρησιμοποιείται ένα μοντέλο βαθιάς μάθησης που βασίζεται στο συνελκτικό νευρωνικό σύστημα αναφοράς και δεδομένων απεικόνισης μαστού (BI-RADS) για την κατηγοριοποίηση της πυκνότητας του μαστού. Επίσης, χρησιμοποιείται ακόμη ένα μοντέλο βαθιάς μάθησης με βάση το οποίο οι ακτινολόγοι χρησιμοποιούν ως επί το πλείστον λοξή λήψη (MLO) αντί κεφαλουραίας λήψης (CC), για να κατηγοριοποιήσουν την πυκνότητα του μαστού.
- Με την εφαρμογή ενός αλγόριθμο εκμάθησης αναδρομικής διάδοσης εκτιμάται ο κίνδυνος για καρκίνο του μαστού.
- Η ποιότητα της εικόνας έχει σημαντικό αντίκτυπο στο ποσοστό διάγνωσης και το ποσοστό ακρίβειας της τεχνητής νοημοσύνης για την αξιολόγηση ασθενειών του μαστού στη μαστογραφία και οι καθαρές εικόνες συμβάλλουν στην ανίχνευση και τη διάγνωση μικροσκοπικών βλαβών. Επειδή παρέχει

περισσότερες λεπτομέρειες σχετικά με τη φάση δεδομένων, την κατευθυντικότητα και την αναλλοίωτη μετατόπιση, ο μετασχηματισμός shearlet πολλαπλής κλίμακας μπορεί να αποφέρει αποτελέσματα πολλαπλής ανάλυσης, τα οποία είναι χρήσιμα για τον εντοπισμό καρκινικών κυττάρων.

[33]

Ένα αυτόματο νευρωνικό δίκτυο μπορεί αυτόματα να ανιχνεύσει, να τμηματοποιήσει και να ταξινομήσει μάζες και μικροαποτιτανώσεις στη μαστογραφία, παρέχοντας μια αναφορά για τους ακτινολόγους και βελτιώνοντας σημαντικά την αποτελεσματικότητα και την ακρίβεια της εργασίας των ακτινολόγων.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

4.1 ΥΛΙΚΟ

Η μελέτη αυτή είναι μια συγχρονική βιβλιογραφική μελέτη, η οποία ξεκίνησε τον Οκτώβριο 2022 και ολοκληρώθηκε τον Ιανουάριο 2023 στην Ελλάδα. Το βασικό εργαλείο της ήταν η μελέτη πρόσφατου χρονικά (2019-2022) υλικού από 11 επιστημονικά άρθρα βιοϊατρικού και υγειονομικού πεδίου που αναζητήθηκαν από το MEDLINE, το οποίο περιλαμβάνει άρθρα ευρετηριασμένα με MeSH (Medical Subject Headings), και από το PubMed Central (PMC), το οποίο περιλαμβάνει άρθρα από περιοδικά που ελέγχθηκαν και επιλέχθηκαν από την NLM για αρχειοθέτηση. Οι λέξεις κλειδιά που χρησιμοποιήθηκαν κατά την αναζήτηση αυτών ήταν τα εξής:

- Καρκίνος μαστού
- Προληπτικός έλεγχος
- Τεχνητή νοημοσύνη
- Μηχανική μάθηση
- Βαθιά μάθηση
- CAD
- Επιβίωση

Τα 11 άρθρα τα οποία επιλέχθηκαν για μελέτη αναφέρονται βιβλιογραφικά. [32], [33], [34], [35], [36], [37], [38], [39], [40], [41], [42]

Τα βασικά ερωτήματα της διπλωματικής αυτής εργασίας, αφορούν στα παρακάτω:

- Είναι η μαστογραφία εξέταση εκλογής για την έγκαιρη διάγνωση του καρκίνου του μαστού;
- Μπορεί η εφαρμογή της τεχνητής νοημοσύνης/μηχανικής μάθησης στην μαστογραφία να αντικαταστήσει την εργασία του ιατρού ακτινολόγου;

- Μπορεί η τεχνητή νοημοσύνη να συμβάλλει στην έγκαιρη διάγνωση του καρκίνου του μαστού μέσω της μαστογραφίας;
- Μπορεί η τεχνητή νοημοσύνη να μειώσει τα ψευδώς αρνητικά, και τα ψευδώς θετικά αποτελέσματα κατά τον προληπτικό μαστογραφικό έλεγχο;
- Μπορεί η τεχνητή νοημοσύνη να μειώσει την εφαρμογή των συμπληρωματικών μεθόδων προσυμπτωματικού ελέγχου;
- Έχει θέση το σύστημα της τεχνητής νοημοσύνη στην θετική πρόγνωση και έκβαση της νόσου;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

5.1 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Η νόσος του καρκίνου του μαστού αποτελεί μια διαδεδομένη και συχνή αιτία θανάτου πολλών γυναικών παγκοσμίως. Είναι η Τρίτη συχνή νόσος που επιφέρει το θάνατο χιλιάδων γυναικών. Στο πλαίσιο αυτό της επιτυχούς προσέγγισης της καίριο και αναγκαίο ρόλο επιτελεί η έγκυρη και έγκαιρη διάγνωση. Η διάγνωση αυτή γίνεται μέσω της χρήσης της μαστογραφίας, καθώς και διάφορων άλλων ακτινολογικών διαδικασιών. Μπορεί μάλιστα, να είναι πρωτογενούς σημασίας και δευτερογενούς. Μετά την μελέτη και σύγκριση των ερευνών των αναφερόμενων άρθρων, παρατηρήθηκε πως τα αποτελέσματα που προκύπτει από την εκάστοτε έρευνα ξεχωριστά συμφωνούν μεταξύ τους. Πιο αναλυτικά:

- Με την εφαρμογή των συστημάτων της τεχνητής νοημοσύνης σε συνδυασμό όμως με την ανάγνωση των μαστογραφιών από του ακτινολόγους, μπορεί να αναγνωριστεί σωστά ένα ποσοστό πληθυσμού, που υποβλήθηκε σε προσυμπτωματικό μαστογραφικό έλεγχο, ως απαλλαγμένο από καρκίνο και επίσης να μειώσει τα ψευδώς θετικά, συνεπώς αυτός είναι ένας τρόπος που μπορεί η τεχνητή νοημοσύνη να συμβάλλει στην βελτίωση της αποτελεσματικότητας του προσυμπτωματικού ελέγχου της μαστογραφίας.
- Ο αποκλεισμός των κανονικών εξετάσεων από τον έλεγχο με χρήση τεχνητής νοημοσύνης μπορεί να μειώσει τα ψευδώς θετικά, καθώς και να μειώσει τον φόρτο και τον χρόνο εργασίας των ακτινολόγων απαλλάσσοντας τους από τους από την ανάγνωση φυσιολογικών εξετάσεων.
- Η χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην ανάγνωση οθόνης έχει τη δυνατότητα να αναγνωρίσει τον καρκίνο μέσω των μαστογραφιών, χωρίς να χρειαστεί να εφαρμοστούν συμπληρωματικές μεθόδους προσυμπτωματικού ελέγχου.
- Η ενδεδειγμένη ανάγνωση των μαστογραφιών προληπτικού ελέγχου από τους αναγνώστες για τον εντοπισμό ύποπτων βλαβών παραμένει υποχρεωτική, διότι περίπου το 1/4 όλων των ανακαλούμενων κακοήθων βλαβών δεν επισημαίνονται αυτόματα από το σύστημα τεχνητής νοημοσύνης. [41]
- Η ενσωμάτωση της χρήσης τεχνητής νοημοσύνης στον προληπτικό μαστογραφικό έλεγχο συμβάλλει θετικά στη πρόγνωση, στην επιβίωση και στην έκβαση της νόσου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ-ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

6.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ/ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ασθένεια του καρκίνου του μαστού όπως διαπιστώνεται από την παρούσα εργασία μπορεί να διαγνωστεί και προληφθεί, καθώς και οι περισσότεροι ασθενείς να έχουν καλή πρόγνωση. Η θνησιμότητα από καρκίνο του μαστού ποικίλει ανά την Ελληνική επικράτεια και σχετίζεται με μειωμένη πρόσβαση στις υπηρεσίες υγείας, με αποτέλεσμα ανεπαρκή πρόληψη, διάγνωση του καρκίνου σε πιο προχωρημένα στάδια και πλημμελή θεραπεία. Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η ύπαρξη και η συνεχόμενη εξέλιξη της χρήσης ελέγχου προσυμπτωματικού είναι ο κύριος λόγος της εμφάνισης του και της επέκτασης της επιβίωσης. Η εφαρμογή του προσυμπτωματικού ελέγχου συγκεκριμένα με την μαστογραφία σε συνδυασμό συμβάλλουν στην άμεση αντιμετώπιση και θεραπεία της νόσου της συγκεκριμένης και κυρίως όταν είναι σε ένα πρώιμο στάδιο. Συμβάλλει ακόμη στη μείωση της διασποράς του και του θανάτου. Η μαστογραφία αξίζει να αναφερθεί πως διαδραματίζει έναν καίριο ρόλο στην ανίχνευση των καρκινικών δεικτών του μαστού. Η μέθοδος όμως αυτή για να έχει τα επιθυμητά αποτελέσματα, θα πρέπει να συνοδεύεται κατά βάση από την βασική προϋπόθεση που σχετίζεται με την υπευθυνότητα της γυναίκας να τηρεί τους κανόνες προληπτικού ελέγχου από μόνη της. Η ανάγνωση μιας μαστογραφίας βέβαια παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην έγκαιρη διάγνωση του καρκίνου, η οποία ενέργεια θα πρέπει να εξελίσσεται είτε με την όσο το δυνατόν καλύτερη κατάρτιση των ακτινολόγων είτε με την συνεχόμενη εξέλιξη συστημάτων τεχνητής νοημοσύνης, όπως συμβαίνει με την υποβοηθούμενη διάγνωση από υπολογιστή. Επειδή η ανάγκη να αντιμετωπιστεί και να καταπολεμηθεί η νόσος είναι τεράστια, έτσι με την εισαγωγή ολοένα και ειδικών προσεγγίσεων και πρακτικών, όπως για παράδειγμα μέσω της μηχανικής, της βαθιάς μάθησης υπό το πρίσμα απεικονιστικών αναλύσεων αλλά και η τεχνητή νοημοσύνη μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά στην διάγνωση του καρκίνου του μαστού. Η αύξηση των δημοσιεύσεων στο τομέα της τεχνητής νοημοσύνης οφείλεται στην ολοένα ανάπτυξη της έρευνας στον τομέα αυτόν για την αντιμετώπιση του καρκίνου του μαστού. Με την εισαγωγή τέτοιας καινοτομίας στο σύστημα περίθαλψης τότε η διαγνωστική απόδοση βελτιώνεται, η εργασία των ιατρών διευκολύνεται, το κόστος υγειονομικής περίθαλψης μειώνεται, όπως επίσης και η ποιότητα της περίθαλψης βελτιώνεται καθώς οι ιατροί θα

έχουν στη διάθεση τους τον χρόνο αυτόν ώστε να μπορούν να επικοινωνούν με ασθενείς και με άλλους ιατρούς. Παρόλα αυτά, ο τρόπος με τον οποίο αυτά τα συστήματα αντιμετωπίζουν τα ιατρικά προβλήματα είναι ακόμα σε συμβουλευτικό στάδιο και η υλοποίηση τους αποτελεί ένα πραγματικά χρήσιμο εργαλείο για έναν άπειρο γιατρό, ο οποίος έχει τη δυνατότητα για μια άμεση συμβουλή από τους καλύτερους εξειδικευμένους και έμπειρους συναδέλφους του.

Τα συστήματα βαθιάς μάθησης εφαρμόζονται μόνο για περιορισμένο σκοπό ή με συγκεκριμένο τρόπο. Η τεχνητή νοημοσύνη συγκεκριμένα, παρέχει τη δυνατότητα της αύξησης της αποδοτικότητας, της αναπαραγωγιμότητας και της ακρίβειας αναγνώρισης και αποτόμησης των όγκων. Επίσης, ο ρόλος της είναι σημαντικός μέσω της χρήσης της υπολογιστικής ταχύτητας που διαθέτει και των αλγόριθμων που κάνει χρήση. Η μηχανική μάθηση είναι μια σχετικά νέα προσέγγιση για τη θεραπεία του καρκίνου του μαστού και υπάρχουν ακόμη πολλές ευκαιρίες για πρόοδο. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι προηγούμενες έρευνες έχουν δείξει ότι ακόμη και καλά μοντέλα ανίχνευσης καρκίνου του μαστού μπορεί να διαγνώσουν εσφαλμένα άλλους, όπως είναι δυνατό για τους ανθρώπους αναγνώστες να κάνουν ένα τέτοιο λάθος. Όλα αυτά τα συστήματα εξακολουθούν να θεωρούνται συμπληρωματικές μέθοδοι και ο ακτινολόγος είναι αυτός που κάνει την τελική κρίση. Υπάρχουν πολλά διαφορετικά μοντέλα πρόβλεψης εκεί έξω και το καθένα έχει το δικό του σύνολο περιορισμών. Στην πράξη γίνεται πρώτα προσεκτική επιλογή ενός μοντέλου από του αρμόδιους (ερευνητές και κλινικούς γιατρούς), ύστερα το αναπτύσσουν με την χρήση αυστηρών μεθοδολογιών σχεδιασμού και επικύρωσης, το εκπαιδεύουν και το δοκιμάζουν με βάση ενός μεγάλου δείγματος ερευνητικών δεδομένων υψηλής ποιότητας, το αξιολογούν αυστηρά και τέλος το δοκιμάζουν στην κλινική πράξη. Η τεχνητή νοημοσύνη επί της ουσίας αποτελεί έναν δυναμικό τομέα ενσωμάτωσης της απεικονιστικής διάγνωσης και απεικόνισης του μαστού. Πρόκειται για μια διαδεδομένη προσέγγιση και η οποία μπορεί να επαναφέρει θετικά αποτελέσματα. Τόσο η εφαρμογή των τεχνικών βαθιάς μάθησης όσο και της μηχανικής μάθησης αποτελούν ένα καινοτόμο σχέδιο για την εξέταση του καρκίνου που αφορά τον μαστό και μελλοντικά. Τέλος, θα θέλαμε να αναφέρουμε πως έχουν την ικανότητα να προβαίνουν στη σωστή διαχείριση ενός τεράστιου όγκου δεδομένων.

6.2 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

Είναι γνωστή αλήθεια ότι όσοι εργάζονται στον ιατρικό χώρο, εκτός από εκείνες που κατέχουν υπεύθυνες πολιτικές θέσεις, έχουν σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση του ποσοστού των γυναικών που υποβάλλονται σε προληπτικό έλεγχο για καρκίνο του μαστού. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ορισμένες πράξεις, όταν λαμβάνονται, έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τον αριθμό των γυναικών που τηρούν τα προληπτικά μέτρα που ενδέχεται να ληφθούν έναντι αυτού του είδους της νόσου. Στόχος για το μέλλον θα πρέπει να είναι ο καθολικός προσυμπτωματικός έλεγχος του πληθυσμού μέσω της εκπαίδευσης των γυναικών, ο συντονισμός παρεμβάσεων, η αποστολή κινητών μονάδων για τη διεξαγωγή δωρεάν προληπτικού ελέγχου ακόμη και στις πιο απομακρυσμένες περιοχές και η απλή πρόσβαση στην υγειονομική περίθαλψη, με απώτερο στόχο την έγκαιρη ανίχνευση και θεραπεία του καρκίνου του μαστού. . Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αποστολή κινητών μονάδων για τη διεξαγωγή δωρεάν ελέγχου ακόμη και στα πιο απομακρυσμένα μέρη του κόσμου. Στο μέλλον, για να επιτραπεί η ανταλλαγή πολύτιμων γνώσεων και πόρων μεταξύ αναπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών ώστε να υπάρξει αύξηση των παραγωγικών πόρων καθώς και να διασφαλιστεί η υγεία των ανθρώπων με το να έχουν όλοι πρόσβαση σε αυτά τα τεχνολογικά μέσα, θα πρέπει να αναπτυχθούν διεθνείς συνεργασίες μεταξύ ανεπτυγμένων και αναπτυσσόμενων χωρών.

Ένα εξαιρετικά προσαρμόσιμο σύστημα που ενσωματώνει πολυάριθμα σύνολα δεδομένων (όπως μαστογραφικές εικόνες, δεδομένα από εξετάσεις αίματος και κλινικές πληροφορίες όπως συμπτώματα ασθενών) με σκοπό την πλήρη διάγνωση της νόσου και τη διαχείριση θεραπείας είναι μια άλλη από τις ιδέες που έχουν προσφερθεί.

Μια περαιτέρω ανάγκη είναι η ενσωμάτωση σύγχρονων πληροφοριών και πρακτικών στα εκπαιδευτικά προγράμματα των τεχνικών ακτινολογίας και των γιατρών. Αυτό θα επιτρέψει σε αυτούς τους επαγγελματίες να αποκτήσουν υψηλότερο επίπεδο κατανόησης σχετικά με τις χρήσεις της τεχνητής νοημοσύνης στην ακτινολογία, κάτι που με τη σειρά του θα τονώσει τη συμμετοχή τους στην επιστημονική έρευνα. Η καλύτερη κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι μελλοντικοί γιατροί και οι τεχνολόγοι ακτινολογίας μπορούν να υιοθετήσουν τη νέα τεχνολογία για τους σκοπούς τους ή για να υποστηρίξουν τις αποφάσεις που λαμβάνουν για τους ασθενείς τους μπορεί να επιτευχθεί μέσω της συμπερίληψης σχετικών μαθημάτων σε ιατρικά και ακτινολογικά προγράμματα. Αυτά τα μαθήματα θα μπορούσαν να βοηθήσουν στην εξάλειψη των μύθων σχετικά με τον ρόλο που παίζει η τεχνητή νοημοσύνη στην ιατρική απεικόνιση. Θα μπορούσαν επίσης να διαλύσουν τις αβεβαιότητες σχετικά με τον

τρόπο χρήσης σχετικών εφαρμογών και θα μπορούσαν να παρέχουν καλύτερη κατανόηση του τρόπου χρήσης της τεχνητής νοημοσύνης στην ιατρική απεικόνιση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]. NOVARTIS, Καρκίνος του Μαστού, [online], Available: <https://www.novartis.gr/karkinos-toy-mastoy> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [2]. World Health Organization (WHO), 26 Μαρτίου 2021, Καρκίνος του μαστού, [online], Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [3]. Laura Kerschke, Stefanie Weigel, Alejandro Rodriguez-Ruiz, Nico Karssemeijer & Walter Heindel, (2022), Using deep learning to assist readers during the arbitration process: a lesion-based retrospective evaluation of breast cancer screening performance, [online], Available: <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08217-w> , European Radiology volume 32, pages 842–852
- [4]. SAP Insights, Τι είναι η μηχανική μάθηση; , [online], Available: <https://www.sap.com/greece/insights/what-is-machine-learning.html> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [5]. Stephanie Ryan, Michelle McNicholas, Stephen Eustace, (2013), «Απεικονιστική Ανατομική» , Αθήνα, Ιατρικές Εκδόσεις Κωνσταντάρας
- [6]. Βασιλική Μιχοπούλου, Ιούνιος 2017, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία «Πρόληψη του καρκίνου μαστού σε δευτεροβάθμιο νοσοκομείο» , Σπάρτη, [online], Available: <http://amitos.library.uop.gr/xmlui/handle/123456789/3780> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [7]. Φραγκίσκος Ι. Χανιώτης, Δημήτριος Ι. Χανιώτης, 2011, Νοσολογία Παθολογία, Αθήνα, Ιατρικές Εκδόσεις Λίτσας
- [8]. Carmo A, Ferreira MC, França JL, França EL, Honório-França AC. Breastfeeding and its relationship with reduction of breast cancer: a review, Asian Pac J Cancer Prev. 2012; 13:5327-32
- [9]. Άλμα Ζωής Πανελλήνιος Σύλλογος Γυναικών Με Καρκίνο Μαστού, Παράγοντες κινδύνου για τον καρκίνο του μαστού, [online], Available: <https://almazois.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B>

[F%CF%82-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%8D/paragontes-kindinou-karkinos-mastou/](https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/MAIA156/%CE%9A%CE%91%CE%A1%CE%9A%CE%99%CE%9D%CE%9F%CE%A3%20%CE%9C%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%95%CE%A0%CE%99%CE%A0%CE%A4%CE%A9%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3%20%CE%A4%CE%97%CE%A3%20%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%9F%CE%98%CE%95%CE%A1%CE%91%CE%A0%CE%95%CE%99%CE%91%CE%A3.pdf) , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[10]. Ιωάννας Αμδάκη, 2014, ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ «ΚΑΡΚΙΝΟΣ ΜΑΣΤΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΗΜΕΙΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ», Θεσσαλονίκη, [online], Available: <https://eclass.teiwm.gr/modules/document/file.php/MAIA156/%CE%9A%CE%91%CE%A1%CE%9A%CE%99%CE%9D%CE%9F%CE%A3%20%CE%9C%CE%91%CE%A3%CE%A4%CE%9F%CE%A5%20%CE%9A%CE%91%CE%99%20%CE%95%CE%A0%CE%99%CE%A0%CE%A4%CE%A9%CE%A3%CE%95%CE%99%CE%A3%20%CE%A4%CE%97%CE%A3%20%CE%A7%CE%97%CE%9C%CE%95%CE%99%CE%9F%CE%98%CE%95%CE%A1%CE%91%CE%A0%CE%95%CE%99%CE%91%CE%A3.pdf> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[11]. Ιωάννα Γαλανού, Ιστολογική Ταξινόμηση, [online], Available: <https://www.ioannagalanou.gr/karkinos-mastou/istologiki-taxinomisi/> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[12]. Άλμα Ζωής Πανελλήνιος Σύλλογος Γυναικών Με Καρκίνο Μαστού, Στάδια καρκίνου μαστού, [online], Available: <https://almazois.gr/%CE%BA%CE%B1%CF%81%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B F%CF%82-%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CF%8D/stadia-karkinos-mastou/> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[13]. Ελεύθεια Μαιευτική και Γυναικολογική Μέριμνα, ΠΟΙΑ ΕΙΝΑΙ Η ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΟΥ ΚΑΡΚΙΝΟΥ ΤΟΥ ΜΑΣΤΟΥ; , [online], Available: https://www.eleftheia.gr/enimerosi/mastos/694-karkinos_toy_mastou_taxinomisi , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[14]. Μ. Ζαφράκας Τ. Τσαλίκης Φ. Τζεβελέκης Θ. Αργυρίου Β. Ταρλατζής, 2009, Πρωτογενής και Δευτερογενής Πρόληψη του Καρκίνου του Μαστού, [online], Available: https://www.iatrikionline.gr/ELL_M_2_2009/6.pdf , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[15]. Zhang, Z., Curran, G., Xu, K., Lim, J. Y., Farris, P. E. and Shannon, J. (2022a) 'Identify factors for insufficient (> 2 yr) mammogram screening among Oregonian women.' Cancer causes & control: CCC, 33(2) pp. 293–301<https://doi.org/10.1007/s10552-021-01529-8>

- [16]. Μερκούρης, Σ., (2013), «Προληπτική μαστογραφική και υπερηχογραφική προσέγγιση γυναικών για τη διάγνωση καρκίνου του μαστού», Ιατρικά Ανάλεκτα Γ' (19): 888-891.
- [17]. Μάμπα Ειρήνη, Μάρτιος 2022, Διπλωματική Εργασία «Απεικόνιση Μαστού: Τεχνικές Μαστογραφίας», Αθήνα, [online], Available: <https://polynoe.lib.uniwa.gr/xmlui/handle/11400/1961> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [18]. ΕΕΑΕ Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας, Μαστογραφία, [online], Available: <https://eeae.gr/%CE%BC%CE%B5-%CE%BC%CE%B9%CE%B1-%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B9%CE%AC/%CE%B8%CE%AD%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1-%CE%B5%CE%BD%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CF%86%CE%AD%CF%81%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%BF%CF%82/%CE%B9%CE%B1%CF%84%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE-%CE%AD%CE%BA%CE%B8%CE%B5%CF%83%CE%B7-%CF%83%CE%B5-%CE%B1%CE%BA%CF%84%CE%B9%CE%BD%CE%BF%CE%B2%CE%BF%CE%BB%CE%AF%CE%B1/%CE%BC%CE%B1%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%86%CE%AF%CE%B1> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [19]. Φροντίδα Μαστού και Ψυχικής Υγείας, Κλίμακα BIRADS, [online], Available: <https://www.frontidamastou.gr/iatrika-themata/klimaka-birads/> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [20]. Λιάκου Παρασκευή Χειρουργός Μαστού Ογκολογική Χειρουργική και Πλαστική Αποκατάσταση Μαστού, Τεχνική Μαστογραφίας, [online], Available: <https://www.liakouparaskevi.gr/techniki-mastografias/> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [21]. Drake BF, Tannan S, Anwuri VV, et al. A Community-Based Partnership to Successfully Implement and Maintain a Breast Health Navigation Program, J Community Health. 2015;16 <https://doi.org/10.1007%2Fs10900-015-0051-z>
- [22]. Γιάννης Π. Φύσσας Ειδικός Χειρουργός Μαστού- Μαστολόγος Διδάκτωρ Χειρουργικής Πανεπιστημίου Αθηνών, Πώς εξελίσσεται συνήθως ένας καρκίνος μαστού; ,

[online], Available: <https://fyssas.gr/exelixa-prognosi/> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[23]. Κατερίνα Γεωργούλη, (2015), «Τεχνητή Νοημοσύνη μια εισαγωγική προσέγγιση», [online], Available: http://repfiles.kallipos.gr/html_books/93/00e-introduction.html#_idTextAnchor000 , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[24]. Stuart Russel, Peter Norvig, (2005), «Τεχνητή νοημοσύνη, μια σύγχρονη προσέγγιση», , Εκδόσεις Κλειδάριθμος, Β' έκδοση, σσ. 31-69.

[25]. Βλαχάβας Ι. , Κεφαλάς Π. , Βασιλειάδης Ν. , Κόκκορας Φ. , Σακελλαρίου Η., (2006), «Τεχνητή Νοημοσύνη» , Εκδόσεις Πανεπιστημίου Μακεδονίας , Γ' έκδοση

[26]. Γιώργος Χ. Σακελλαρόπουλος Καθηγητής Ιατρικής φυσικής – Ιατρικής Πληροφορικής Τμήμα Ιατρικής – Πανεπιστήμιο Πατρών, (ΔΙΑΦΑΝΕΙΕΣ) «Εισαγωγή στη Μηχανική Μάθηση και τα Νευρωνικά Δίκτυα»

[27]. Συγλέτου Άννα, Ιούνιος 2021, Διπλωματική εργασία «Εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στην ιατρική απεικόνιση. Μελέτη γνώσεων και στάσεων ιατρών και τεχνολόγων ακτινολόγων απέναντι στην χρήση της τεχνητής νοημοσύνης στην ακτινολογία» , [online], Available: <https://apothesis.eap.gr/handle/repo/51991> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[28]. Μίτσαλα Αθανασία, 2021, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Διατριβή «Τεχνητή Νοημοσύνη στη Χειρουργική. Βιομηχανική Πολιτική ή Ιατρικό Επίτευγμα;» , Αλεξανδρούπολη, [online], Available: <http://dx.doi.org/10.26257/heal.duth.11981> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

[29]. Ευαγγελία Ανδρουλάκη υπ. Διδάκτωρ, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Crime Times, Νοέμβριος 2020, Τεχνητή νοημοσύνη και προσωπικά δεδομένα , [online], Available: <https://www.crimetimes.gr/%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%B7%CF%84%CE%AE-%CE%BD%CE%BF%CE%B7%CE%BC%CE%BF%CF%83%CF%8D%CE%BD%CE%B7-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CF%81%CE%BF%CF%83%CF%89%CF%80%CE%B9%CE%BA%CE%AC-%CE%B4%CE%B5%CE%B4%CE%BF/> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022

- [30]. Γιάννης Π. Φύσσας Ειδικός Χειρουργός Μαστού- Μαστολόγος Διδάκτωρ Χειρουργικής Πανεπιστημίου Αθηνών, Πώς εξελίσσεται συνήθως ένας καρκίνος μαστού; , [online], Available: <https://fyssas.gr/diagnosi-karkinou-mastou/mastografia-asvestoseis-apotitanoseis/> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [31]. Άγγελος Φιλίππου, Ιούνιος 2004, Μεταπτυχιακή Εργασία Ειδίκευσης «*Επεξεργασία Βιοϊατρικής Εικόνας: Αυτόματη Ανίχνευση των Μαζών σε Ψηφιακή Μαστογραφία*» , Ιωάννινα, [online], Available: <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/bitstream/123456789/27187/1/%ce%9c.%ce%95.-%ce%a6%ce%99%ce%9b%ce%99%ce%a0%ce%a0%ce%9f%ce%a5%20%ce%91%ce%93%ce%93%ce%95%ce%9b%ce%9f%ce%a3.pdf> , Τελευταία πρόσβαση δεδομένων: Νοέμβριος, 2022
- [32]. Heang-Ping Chan, Ravi K. Samala, Lubomir M. Hadjiiski & Chuan Zhou, (2020), Deep Learning in Medical Image Analysis, [online], Available: https://doi.org/10.1007%2F978-3-030-33128-3_1 , Part of the Advances in Experimental Medicine and Biology book series (AEMB,volume 1213)
- [33]. Yu-Meng Lei, Miao Yin, Mei-Hui Yu, Jing Yu, Shu-E Zeng, Wen-Zhi Lv, Jun Li, Hua-Rong Ye, Xin-Wu Cui, Christoph F. Dietrich , (2021), Artificial Intelligence in Medical Imaging of the Breast, [online], Available: <https://doi.org/10.3389%2Ffonc.2021.600557> , part of the Research Topic Advanced Imaging in Breast Cancer
- [34]. Manisha Bahl, MD, MPH, (July/August 2020), Artificial Intelligence: A Primer for Breast Imaging Radiologists, [online], Available: <https://doi.org/10.1093%2Fjbi%2Fwbaa033> , Journal of Breast Imaging, Volume 2, Issue 4, Pages 304–314
- [35]. Schaffter T, Buist DSM, Lee CI, et al. , (March 2020), Evaluation of Combined Artificial Intelligence and Radiologist Assessment to Interpret Screening Mammograms, , [online], Available: <https://doi.org/10.1001%2Fjamanetworkopen.2020.0265> , JAMA Netw:e200265.
- [36]. Alejandro Rodriguez-Ruiz, Kristina Lång, Albert Gubern-Merida, Mireille Broeders, Gisella Gennaro, Paola Clauser, Thomas H Helbich, Margarita Chevalier, Tao Tan, Thomas Mertelmeier, Matthew G Wallis, Ingvar Andersson, Sophia Zackrisson, Ritse M Mann, Ioannis Sechopoulos, (March 2019), Stand-Alone Artificial Intelligence for Breast Cancer

Detection in Mammography: Comparison With 101 Radiologists, [online], Available: <https://doi.org/10.1093/jnci/djy222> , JNCI: Journal of the National Cancer Institute, Volume 111, Issue 9, Pages 916–922

[37]. Jung Hyun Yoon, Eun-Kyung Kim, (2021), Deep Learning-Based Artificial Intelligence for Mammography, [online], Available: <https://doi.org/10.3348/kjr.2020.1210> , Korean J Radiol.;22(8):1225-1239. English

[38]. William Lotter, Abdul Rahman Diab, Bryan Haslam, Jiye G. Kim, Giorgia Grisot, Eric Wu, Kevin Wu, Jorge Onieva Onieva, Yun Boyer, Jerrold L. Boxerman, Meiyun Wang, Mack Bandler, Gopal R. Vijayaraghavan & A. Gregory Sorensen, (2021), Robust breast cancer detection in mammography and digital breast tomosynthesis using an annotation-efficient deep learning approach, [online], Available: <https://doi.org/10.1038/s41591-020-01174-9> , Nat Med 27, 244–249

[39]. Heang-Ping Chan, Ravi K. Samala and Lubomir M. Hadjiiski, (2019), CAD and AI for breast cancer—recent development and challenges, [online], Available: <https://doi.org/10.1259%2Fbjr.20190580> , The British Journal of Radiology Vol. 93, No. 1108

[40]. Lång, K., Hofvind, S., Rodríguez-Ruiz, A. *et al.* , (2021), Can artificial intelligence reduce the interval cancer rate in mammography screening? , [online], Available: <https://doi.org/10.1007/s00330-021-07686-3> , Eur Radiol 31, 5940–5947

[41]. Kerschke, L., Weigel, S., Rodriguez-Ruiz, A. *et al.* ,(2022), Using deep learning to assist readers during the arbitration process: a lesion-based retrospective evaluation of breast cancer screening performance, , [online], Available: <https://doi.org/10.1007/s00330-021-08217-w> , Eur Radiol 32, 842–852

[42]. Lång, K., Dustler, M., Dahlblom, V. *et al.* , (2021), Identifying normal mammograms in a large screening population using artificial intelligence, , [online], Available: <https://doi.org/10.1007/s00330-020-07165-1> , Eur Radiol 31, 1687–1692