



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΜΕΑΣ ΑΚΤΙΝΟΛΟΓΙΑΣ  
ΑΚΤΙΝΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΤΙΤΛΟΣ: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ CT ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ  
ΜΕ COVID-19**

**ΣΑΜΣΩΝΙΔΗΣ ΚΥΡΙΛΛΟΣ Α.Μ.: 20035**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ**

**ΓΚΛΩΤΣΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (ΚΑΘ. ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΙΑΤΡΙΚΗΣ)**

*29/11/2022*

**ΓΚΛΩΤΣΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**  
Καθηγητής  
Τμήμα Μηχανικών  
Βιοϊατρικής

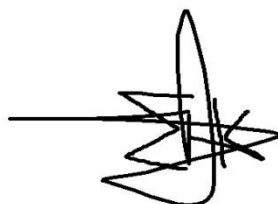
**ΠΑΠΑΒΑΣΙΛΕΙΟΥ ΠΕΡΙΚΛΗΣ**  
Επικ. Καθηγητής  
Τμήμα Βιοϊατρικών  
Επιστημών

**ΚΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ**  
Αναπλ. Καθηγητής  
Τμήμα Μηχανικών  
Βιοϊατρικής

## ΔΗΛΩΣΗ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος [ΣΑΜΣΩΝΙΔΗΣ ΚΥΡΙΛΛΟΣ](#) του [ΚΥΡΙΛΛΟΥ](#) με αριθμό μητρώου (ΑΜ) [20035](#) φοιτητή του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Σύγχρονες Εφαρμογές στην Ιατρική Απεικόνιση» του Τομέα Ακτινολογίας-Ακτινοθεραπείας του Τμήματος Βιοϊατρικών Επιστημών, της Σχολής Επιστημών Υγείας και Πρόνοιας, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι : «Είμαι συγγραφέας της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας με τίτλο «ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ CT ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ COVID-19» και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος. Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου». Επιθυμώ την απαγόρευση πρόσβασης στο πλήρες κείμενο της εργασίας μου μέχρι ..... και έπειτα από αίτηση μου στη Βιβλιοθήκη και έγκριση του επιβλέποντα καθηγητή.

Ο Δηλών



## Έκφραση Ευχαριστιών

Για την συγγραφή και την ολοκλήρωση της παρούσας μεταπτυχιακής εργασίας συνέβαλαν φίλοι, συνάδελφοι και γονείς ο καθένας με το δικό του τρόπο, τις παρατηρήσεις του και τις επισημάνσεις του. Σε όλους και στον καθένα χωριστά οφείλω εγκάρδιες και ευγνώμονες ευχαριστίες.

Θερμές ευχαριστίες οφείλω στην οικογένεια μου που με στήριξε και με ώθησε στην συμμετοχή και την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού προγράμματος. Μεγάλο ευχαριστώ τους οφείλω και για την στήριξη που μου έδωσαν σε κάθε δύσκολη στιγμή και εμπόδιο που υπήρξε στην πορεία του προγράμματος.

Εγκάρδιες ευχαριστίες οφείλω και στο προσωπικό και την διοίκηση του εργαστηρίου όπου εργάζομαι για την στήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές τους. Ένα μεγάλο και ξεχωριστό ευχαριστώ οφείλω στους γιατρούς ακτινολόγους με τους οποίους συνεργάζομαι οι οποίοι πρόσφεραν πολύτιμες συμβουλές και βοήθησαν με τις επιστημονικές τους γνώσεις στην σωστή αξιολόγηση των εικόνων της αξονικής τομογραφίας θώρακος.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στο επιβλέποντα καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας Γκλώτσο Δημήτριο, Αναπληρωτή καθηγητή Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την αποδοχή για την επίβλεψη της μεταπτυχιακής μου εργασίας. Μεγάλο ευχαριστώ του οφείλω και για την βοήθεια του, που με τις στοχευμένες συμβουλές και τις διορθώσεις του, συνέβαλε στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

# ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ CT ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΦΟΡΟΠΟΙΗΣΗ ΑΣΘΕΝΩΝ ΜΕ COVID-19

## Περίληψη

### Σκοπός

Στόχος της μελέτης είναι η βέλτιστη ρύθμιση των παραθύρων ενός λογισμικού επεξεργασίας ιατρικών δεδομένων (SANTE DICOM VIEWER) σε εικόνες αξονικής τομογραφίας θώρακα με σκοπό την καλύτερη διάγνωση, αξιολόγηση και παρακολούθηση βλαβών που προκαλούνται από την COVID-19.

### Υλικά και μέθοδος

Η συλλογή των δεδομένων υπολογιστικής τομογραφίας θώρακα έγινε από πηγές του διαδικτύου και συλλέχθηκαν δεδομένα από ασθενείς που έχουν νοσήσει με COVID-19. Τα δεδομένα που επιλέχθηκαν επεξεργάστηκαν με χρήση του προγράμματος επεξεργασίας ιατρικών δεδομένων SANTE DICOM VIEWER με την κατάλληλη προσαρμογή του εύρους και του κέντρου του παραθύρου των εικόνων. Έπειτα επιλέχθηκαν συγκεκριμένες περιοχές ενδιαφέροντος και σε αυτές μετρήθηκαν και καταγράφηκαν η τυπική απόκλιση (δείκτης θορύβου) και η μέση τιμή φωτεινότητας (δείκτης αντίθεσης) πριν και μετά την επεξεργασία των εικόνων. Τέλος επιλέχθηκαν συνολικά 5 εικόνες, από το σύνολο των 30 εικόνων που επεξεργάστηκαν, και αξιολογήθηκαν από 3 έμπειρους ιατρούς.

### Αποτελέσματα

Από την αξιολόγηση της στατιστικής ανάλυσης διαπιστώθηκε ότι στις 26 από τις 30 εικόνες (86,66%) είχαμε μείωση του θορύβου και στις 4 εικόνες (13,33%) αύξηση του θορύβου. Επιπλέον όσον αφορά τον δείκτη της αντίθεσης της επεξεργασμένης εικόνας είχαμε αύξηση

της αντίθεσης στο 70% των δεδομένων (21 εικόνες) και μείωση της αντίθεσης στο 30% των επεξεργασμένων δεδομένων. Ενώ κατά την αξιολόγηση του ερωτηματολογίου που απάντησαν οι γιατροί το 66,6% των ερωτηθέντων θεωρούν ότι η αντίθεση της επεξεργασμένης εικόνας είναι πάρα πολύ καλή όσον αφορά την 2 και 3 τομή ενώ όλο το σύνολο των γιατρών (100% των ερωτηθέντων) θεωρούν ότι ο θόρυβος στην τελική εικόνα για την πρώτη και δεύτερη τομή είναι πολύ λίγος.

### Συμπέρασμα

Με το πέρας της μελέτης προκύπτει ότι με την σωστή αναπροσαρμογή του εύρους και του κέντρου του παραθύρου δίνεται η δυνατότητα για καλύτερη διαφοροδιάγνωση, αξιολόγηση και παρακολούθηση των πνευμονικών βλαβών (πνευμονία) που προκαλούνται από την COVID-19.

### ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

COVID-19, απλό παράθυρο, εύρος παραθύρου, κέντρο παραθύρου, επεξεργασία δεδομένων, αξονική τομογραφία θώρακα

# DATA PROCESSING DETAILS FOR THE DIFFERENTIATION OF PATIENTS WITH COVID-19

## Abstract

### Purpose

The aim of the study is to do a better setting of the windows of a medical data processing software (SANTE DICOM VIEWER) on chest CT images in order to better diagnose, evaluate and monitor lesions caused by COVID-19.

### Materials and method

Chest CT data were collected from internet sources and collected from patients who have contracted COVID-19. The selected data were processed using the medical data editor SANTE DICOM VIEWER with appropriate adjustment of the width and center of the image window. Specific regions of interest were then selected and their standard deviation (noise index) and mean value (contrast index) measured and recorded before and after image processing. Finally, a total of 5 images were selected, from the total of 30 processed images, and evaluated by 3 experienced physicians.

### Results

From the evaluation of the statistical analysis it was found that in 26 out of 30 images (86.66%) we had a reduction in noise and in 4 images (13.33%) an increase in noise. Furthermore regarding the contrast index of the processed image we had an increase in contrast in 70% of the data (21 images) and a decrease in contrast in 30% of the processed data. While in the evaluation of the questionnaire answered by the doctors, 66.6% of the

respondents consider that the contrast of the processed image is very good regarding the 2nd and 3rd slices, while all the doctors (100% of the respondents) consider that the noise in the final image for the first and second slices is very little.

### Conclusion

At the end of the study, it appears that with the correct readjustment of the width and center of the window, it is possible for a better differential diagnosis, evaluation and monitoring of lung damage (pneumonia) caused by COVID-19.

### **KEY WORDS**

COVID-19, window width, window center, data processing, chest CT



## Συντομογραφίες

ARDS	:	Οξεία Αναπνευστική Δυσχέρεια
CT	:	Αξονική Τομογραφία
COVID-19	:	Νόσος κορονοϊού 2019
SARS-COV-2	:	Κορονοϊός Σοβαρού οξέος αναπνευστικού Συνδρόμου 2
GGO	:	Αδιαφάνεια από γυαλί
RT-PCR	:	Αντίστροφη μεταγραφική-αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης
WW	:	Window Width (Εύρος Παραθύρου)
WL	:	Window Level (Κέντρο παραθύρου)
ROI	:	Region of interest (Περιοχή ενδιαφέροντος)
GGO	:	Ground-glass opacification

## Περιεχόμενα

Έκφραση Ευχαριστιών .....	3
Περίληψη.....	4
Abstract .....	6
Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή.....	11
1.1 Ανατομία και φυσιολογία για COVID-19 διάγνωση θεραπεία .....	11
1.2 Τρόποι μετάδοσης.....	11
1.3 Συμπτώματα .....	12
1.4 Πρόληψη .....	13
1.5 Διάγνωση .....	14
1.6 Ρόλος της Αξονικής τομογραφίας στη ανίχνευση της COVID-19.....	15
1.7 Θεραπεία .....	15
1.8 Παθολογίες αναπνευστικού συστήματος λόγω COVID-19 .....	16
Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	17
Κεφάλαιο 3. Επεξεργασία Εικόνας .....	20
3.1 Επεξεργασία Ιατρικής Εικόνας.....	20
3.2 Βασικές Τεχνικές Επεξεργασίας Ιατρικής Εικόνας.....	21
3.2.1 Προβολή Δεδομένων.....	21
3.2.2 Ενίσχυση Αντίθεσης .....	22
3.2.3 Βελτιστοποίηση Ευκρίνειας Λεπτομέρειας Και Αποκοπή Θορύβου .....	22
3.2.4 Τομογραφική Ανακατασκευή Εικόνας .....	23
3.2.5 Volume rendering.....	23
3.2.6 Τμηματοποίηση Εικόνας .....	23
3.2.7 Ευθυγράμμιση και Σύντηξη Εικόνας .....	24
3.3 Χαρακτηριστικά Ψηφιακών Εικόνων .....	24
3.3.1 Χωρική Διακριτική Ικανότητα.....	24
3.3.2 Κβαντισμός –Βάθος Χρώματος (Quantitation) .....	25
3.3.3 Θόρυβος (Noise).....	25
3.3.4 Διακριτική Ικανότητα Χαμηλής Αντίθεσης.....	25
3.3.5 Ασάφεια.....	26

3.4 Μονάδες Hounsfield και απλό παράθυρο (simple window, intensity window) ..	26
3.5 Υπολογισμός Μεταβολής Θορύβου και Αντίθεσης.....	33
Κεφάλαιο 4. Μέθοδος και υλικό .....	34
4.1 Κριτήρια καταλληλότητας.....	35
4.2 Χαρακτηριστικά προγράμματος επεξεργασίας και δεδομένα έρευνας.....	36
4.3 Δεδομένα έρευνας .....	36
4.4 Πρωτόκολλο CT.....	40
Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα .....	41
5.1 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Ερωτηματολογίου .....	44
5.2 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Στατιστικής Ανάλυσης.....	50
Κεφάλαιο 6. Συζήτηση .....	54
Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα.....	59
Βιβλιογραφία.....	60

## Κεφάλαιο 1. Εισαγωγή

### 1.1 Ανατομία και φυσιολογία για COVID-19 διάγνωση θεραπεία

Τα τελευταία χρόνια έχει απασχολήσει ιδιαίτερα την παγκόσμια κοινότητα η εμφάνιση μια νέας νόσου αυτή του κορονοϊού. Η πρώτη καταγραφή κρούσματος που μολύνθηκε με SARS-COV-2 έγινε στη πόλη Γιουχάν της Κίνας τον Δεκέμβριο του 2019 και γρήγορα εξαπλώθηκε σε όλο τον πλανήτη, το οποίο είχε ως συνέπεια το ξέσπασμα της COVID-19 να κηρυχθεί ως πανδημία. Η μόλυνση με SARS-COV-2 προκαλεί σοβαρό οξύ αναπνευστικό σύνδρομο (SARS-COV-2) και έχει προσβάλει μεγάλο αριθμό ασθενών παγκοσμίως. Οι ασθενείς αυτοί μπορούν να αναπτύξουν πνευμονία, συμπτώματα συνδρόμου οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας και ανεπάρκεια πολλαπλών οργάνων όπως αυτά του πεπτικού, του ουροποιητικού, του νευρικού συστήματος και άλλων οργάνων.

Ο ιός του κορονοϊού ενεργοποιεί όχι μόνο τις αντι-ικές ανοσολογικές αποκρίσεις, αλλά μπορεί και να προκαλέσει ανεξέλεγκτες φλεγμονώδεις αποκρίσεις. Η μείωση των περιφερικών T-κυττάρων στις υποομάδες είναι μοναδικό χαρακτηριστικό σε ασθενείς με οξύ αναπνευστικό σύνδρομο. Ενώ σε ασθενείς που έχουν αναρρώσει πραγματοποιείται ταχεία αποκατάσταση των περιφερικών υποσυνόλων T-κυττάρων. Έτσι ο αριθμός των T-κυττάρων χρησιμοποιείται ως εργαλείο για την ανίχνευση της νόσου.

### 1.2 Τρόποι μετάδοσης

Η μετάδοση του ιού SARS-COV-2 μπορεί να γίνει με τη διασπορά μικρών σταγονιδίων που εύκολα μπορούν να εξέλθουν από την μύτη ή το στόμα του μολυσμένου ατόμου με το βήχα, το φτέρνισμα, την ομιλία και την αναπνοή [13]. Η μόλυνση μπορεί να γίνει μέσω της εισπνοής του μολυσμένου σταγονιδίου όταν κάποιος βρεθεί κοντά σε κάποιον που νοσεί με COVID-19 ή έρθει σε επαφή με κάποια μολυσμένη επιφάνεια και μεταφέρει τον ιό στα μάτια, τη μύτη

ή το στόμα. Τη μετάδοση καθιστούν πιο εύκολη χώροι που δεν αερίζονται καλά και χώροι όπου υπάρχει μεγάλος συνωστισμός.

### 1.3 Συμπτώματα

Τα άτομα που προσβάλλονται και νοσοούν με τον ιό SARS-COV-2 εκδηλώνουν συνήθως ήπια έως μέτρια συμπτώματα και αναρρώνουν χωρίς ειδική θεραπεία. Υπάρχει όμως και ένα ποσοστό αρρώστων που προσβάλλονται και εκδηλώνουν σοβαρά συμπτώματα χρήζουν ιατρικής φροντίδας (νοσηλεία).

## Συμπτώματα της COVID-19

(ασθένεια κορονοϊού 2019)

Συστημικά

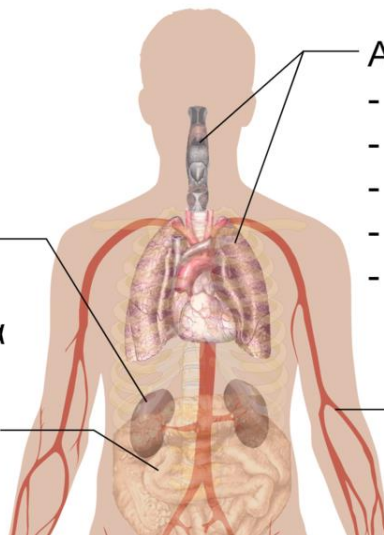
- Πυρετός
- Κόπωση

Νεφρά:

- Μειωμένη λειτουργία

Γαστρικά:

- Διάρροια



Αναπνευστικό:

- Φτάρνισμα
- Καταρροή
- Πονόλαιμος
- Ξηρός βήχας
- Δύσπνοια

Κυκλοφορικό:

- Μειωμένα λευκά αιμοσφαίρια

**Εικόνα 1:** Συμπτώματα που προκαλούνται από την μόλυνση με τον ιό της COVID [18].

Από τα πιο συχνά συμπτώματα που μπορεί να εκδηλώσει κάποιος που νοσεί είναι ο πυρετός, ο βήχας, η κόπωση και απώλεια γεύσης και όσφρησης [13,9]. Ενώ τα πιο ειδικά και πολλές φορές σπάνια συμπτώματα είναι ο πονόλαιμος, ο πονοκέφαλος, γενικά άλγη στο σώμα, διάρροια, δερματικό εξάνθημα ή αποχρωματισμός στα δάχτυλα των χεριών ή των ποδιών και τα κόκκινα μάτια (Εικόνα 1).

## 1.4 Πρόληψη

Κυρίαρχο ρόλο στη πρόληψη κατέχει η χρήση μάσκας καθώς μειώνει την εξάπλωση μέσω μικρών σταγονιδίων από το στόμα και την μύτη ατόμων που μπορεί να νοσούν. Ωστόσο, η χρήση μάσκας θα πρέπει πάντα να συνδυάζεται με φυσική απόσταση και την καλή υγιεινή των χεριών με συχνό πλύσιμο και χρήση αντισηπτικού διαλλείματος. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η χρήση μάσκας σε κλειστούς χώρους όπου παρατηρείτε μεγάλος συνωστισμός. Οι χώροι αυτοί θα πρέπει να έχουν επαρκεί αερισμό και να τηρείται η απόσταση μεταξύ των ατόμων.

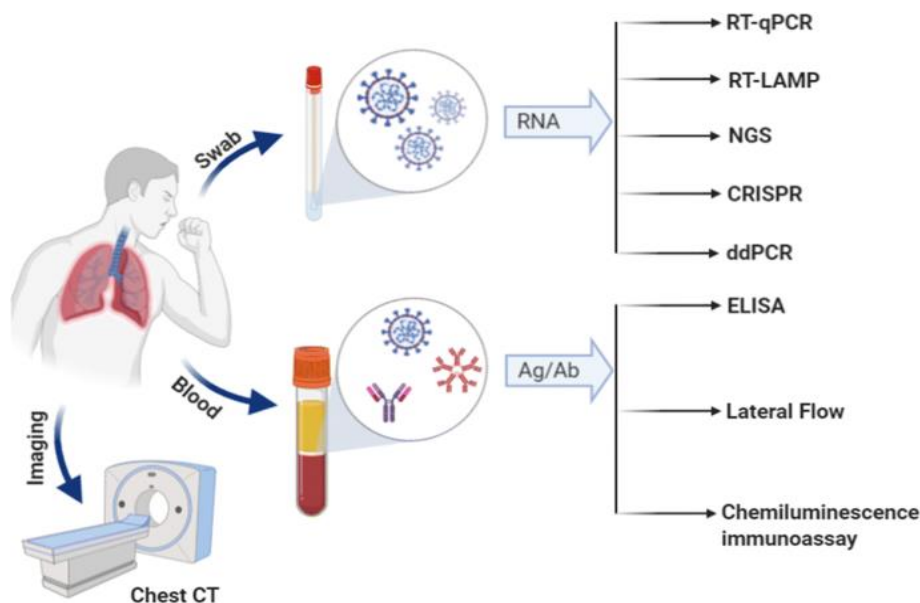
Ένας ακόμα σημαντικός τρόπος πρόληψης είναι ο εμβολιασμός. Η εισαγωγή των εμβολίων στην πρόληψη κατά της διάδοσης της COVID-19 έχει περιορίσει αρκετά την εξάπλωση της νόσου. Τα εμβόλια που διαθέτουμε σήμερα κατά της COVID-19 χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες τα γενετικά και τα πρωτεϊνικά εμβόλια. Τα γενετικά εμβόλια έχουν βάση το mRNA ή είναι αδενοϊικοί φορείς ενώ τα πρωτεϊνικά βασίζονται σε αδρανοποιημένα ιοσωμάτια ή υπομονάδες.

Επιπλέον μελέτες έχουν δείξει ότι αυξημένο κίνδυνο σοβαρής λοίμωξης διατρέχουν άτομα μεγάλης ηλικίας, κυρίως το αντρικό φύλλο και άτομα που είναι παχύσαρκα. Σε κάθε περίπτωση όταν κάποιο άτομο αισθανθεί μια αδιαθεσία, υπάρχει βήχας, βαθμός δύσπνοιας ή πυρετός είναι σημαντικό το άτομο αυτό να παραμένει σπίτι και να ενημερώνεται από τον θεράποντα ιατρό προς περαιτέρω καθοδήγηση. Σε ποιο σοβαρές καταστάσεις είναι απαραίτητη η άμεση διακομιδή του πάσχοντα στο νοσοκομείο.

## 1.5 Διάγνωση

Κυρίαρχο ρόλο στη διάγνωση της COVID-19 έχει η αντίστροφη μεταγραφή αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης (RT-PCR). Η εξέταση RT-PCR μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση ρινοφαρυγγικού ή στοματοφαρυγγικού επιχρίσματος, με πτύελα, δείγμα αίματος, σωματικά υγρά, δείγματα κοπράνων και βρογχοκυψελιδικού υγρού. Ωστόσο, όπως έχουν δείξει μελέτες η τεχνική αυτή έχει πολυάριθμα ελαττώματα, όπως είναι η κακή ευαισθησία και η παραγωγή ψευδών αρνητικών αποτελεσμάτων.

Σημαντικός είναι ο ρόλος της αξονικής τομογραφίας (AT - CT) [5.9] στη διάγνωση της νόσου καθώς ορισμένες μελέτες έχουν δείξει ότι η AT μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως κύριο βοηθητικό εργαλείο προσυμπτωματικού ελέγχου και τη διάγνωση της νόσου. Ορισμένες επιπλοκές που σχετίζονται με το μηχανικό αερισμό των πνευμόνων, όπως είναι η πνευμονία, ο πνευμοθώρακας, το εμφύσημα και η ατελεκτασία εντοπίζονται καλύτερα με την αξονική τομογραφία θώρακα. Συχνά ευρήματα κατά την διεξαγωγή της AT θώρακα αποτελούν η άτυπη πνευμονία ή η οργανωτική πνευμονία με αμφοτερόπλευρη ή πολυλοβιακή προσβολή κυρίως σε προχωρημένες περιπτώσεις.



**Εικόνα 2:** Μέθοδοι διάγνωσης του ιού SARS-COV2 [17].

Ένα ολοκληρωμένο πρωτόκολλο ΑΤ θώρακα σε ασθενείς με COVID-19 θα πρέπει να περιλαμβάνει ελικοειδή σάρωση με συνεχόμενες ή επικαλυπτόμενες τομές με πάχος μικρότερο ή ίσο με 1,5 mm. Η τάση λυχνίας 120 Kev με αυτόματο προσδιορισμό των mA (180-400 mA) και μήτρα ανακατασκευής 512\*512. Η αξιολόγηση των εικόνων θα πρέπει να γίνει σε απλό παράθυρο με WW=350 HU και WL=40 HU και σε απλό παράθυρο με WW=1200 HU και WL=-600 HU. Η ΑΤ θώρακα θα πρέπει να πραγματοποιείται χωρίς την χορήγηση μέσου σκιαγραφικής αντίθεσης. Ωστόσο, σε περιπτώσεις όπου συνιστάται η χορήγηση του θα πρέπει να λαμβάνονται πρώτα οι τομές πριν τη χορήγηση για να μην επηρεάζεται η ερμηνεία των αποτελεσμάτων.

### 1.6 Ρόλος της Αξονικής τομογραφίας στη ανίχνευση της COVID-19

Η ΑΤ είναι μια ευρέως διαδεδομένη μέθοδος που χρησιμοποιεί τις ακτίνες-Χ για την τρισδιάστατη απεικόνιση μιας ανατομικής περιοχής. Τα δεδομένα που λαμβάνονται κατά την σάρωση υπόκεινται σε κατάλληλη επεξεργασία μέσω αλγορίθμων και χρησιμοποιούνται για την διάγνωση και την ανάλυση της σοβαρότητας μίας λοίμωξης. Η μέθοδος αυτή προτιμάται καθώς δίνει μια τρισδιάστατη άποψη της περιοχής που σαρώνεται και παρέχει λεπτομέρειες σχετικά με την περιοχή αυτή [5]. Τα μειονεκτήματα της μεθόδου είναι η αυξημένη δόση της ακτινοβολίας που λαμβάνει ο ασθενής που εξετάζεται, το αυξημένο κόστος της εξέτασης

### 1.7 Θεραπεία

Μεγάλες προσπάθειες και πολλές μελέτες έγιναν για να βρεθεί θεραπεία κατά της νόσου της COVID-19 [13]. Μερικές από τις από τις θεραπευτικές προσεγγίσεις είναι οι ακόλουθες :

- Θεραπεία με βάση τα κύτταρα NK. Τα κύτταρα NK ενεργοποιούν μια ανεξάρτητη από αντιγόνο ανοσοαπόκριση έναντι των καρκινικών κυττάρων. Η τεχνική αυτή έχει εγκριθεί και χρησιμοποιείται στη Κίνα.



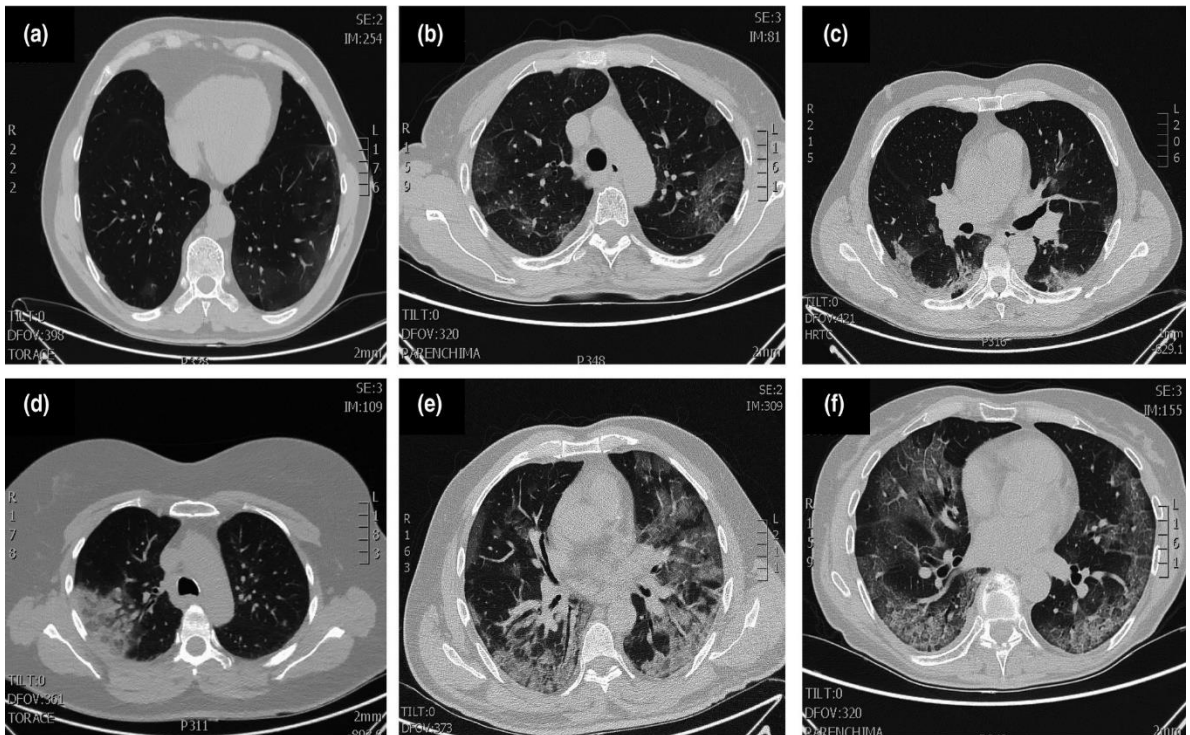
- Ανοσορυθμιστές. Είναι ουσίες που επηρεάζουν τη λειτουργία του ανοσοποιητικού συστήματος, αντιπροσωπεύοντας μια πιθανή θεραπευτική τεχνική για την COVID-19. Ανοσορυθμιστές όπως η θυμοσίνη μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά για την θεραπεία της COVID-19.
- Αναρρωτική θεραπεία πλάσματος. Η χρήση αναρρώσιμου πλάσματος από ασθενείς που έχουν αναρρώσει από τη ιογενή λοίμωξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως θεραπεία για ασθενείς με COVID-19.
- Θεραπεία με βάση τα κύτταρα TREG. Η θεραπεία με κύτταρα TREG μπορεί να είναι μια αποτελεσματική μέθοδος για τη θεραπεία κατά της COVID-19 αντιμετωπίζοντας σε μεγάλο βαθμό τη φλεγμονή στο πνευμονικό ιστό.
- Καθαρισμός αίματος. Η τεχνική αυτή αποσκοπεί στην απομάκρυνση των τοξινών και των αποβλήτων από το σώμα του ασθενούς για να γίνει η θεραπεία.
- Θεραπεία με αντισώματα. Τα αντισώματα που χορηγούνται στον ασθενή λαμβάνονται από ασθενείς που έχουν ήδη αναρρώσει.
- Χρήση φαρμάκων. Ουσίες όπως η λοπιναβίρη, η ριτοναβίρη είναι τα κύρια φάρμακα που χρησιμοποιούνται για την θεραπεία των ασθενών.

## 1.8 Παθολογίες αναπνευστικού συστήματος λόγω COVID-19

Το αναπνευστικό σύστημα είναι το πρώτο που έρχεται σε επαφή με τον ιό κατά την μόλυνση. Η μόλυνση μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα διαταραχή της κυψελιδικής οξυγόνωσης, της υποξαιμίας και της οξέωσης. Η κυριότερη βλάβη που μπορεί να προκληθεί είναι το σύνδρομο της οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας ARDs (Εικόνα 3) με διάχυτη φατνιακή βλάβη. Επιπλέον, μπορεί να προκληθεί διάχυτη θρομβωτική κυψελιδική μικροαγγειακή απόφραξη το οποίο έχει σαν αποτέλεσμα το κυτταρικό θάνατο, εξιδρώματα, απολέπιση πνευμονοκυττάρων και

σηματισμό υαλικών μεμβρανών. Ακόμα μπορεί να γίνει και θρόμβωση της κυψελιδικής μικροκυκλοφορίας λόγω ρήξης ή φλεγμονής του αεραγωγού [10].

Όλα τα παραπάνω έχουν σαν αποτέλεσμα τη εμφάνιση πνευμονίας και του συνδρόμου της οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας. Παθήσεις που είναι και οι πιο συχνά ευρισκόμενες στις απεικονίσεις ασθενών που νοσούν με COVID-19. Οι παραπάνω παθολογίες γίνονται ακόμα πιο σοβαρές όταν συνυπάρχουν νοσήματα όπως η χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια (ΧΑΠ), το άσθμα, προηγούμενη λοίμωξη του αναπνευστικού, η διάμεση πνευμονοπάθεια και ο καρκίνος πνεύμονα.



**Εικόνα 3:** Εγκάρσιες τομές αξονικής τομογραφίας θώρακος με προβολή σε πνευμονικό παράθυρο σε ασθενή με SARS-COV2 τυπικές εικόνες βλαβών [5].

## Κεφάλαιο 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Η μελέτη [7] πραγματοποιήθηκε στη πόλη της Σαγκάης και σε αυτήν συμμετείχαν συνολικά 51 ασθενείς με COVID-19 και συνοδό παρουσία πνευμονίας. Για την αξιολόγηση των εικόνων

χρησιμοποιήθηκε ένα παράθυρο με πλάτος 350 HU και κέντρο 40 HU και ένα παράθυρο με εύρος 1200 HU και κέντρο -600 HU. Με την ολοκλήρωση της έρευνας οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι περισσότερες πνευμονικές βλάβες αφορούσαν και τους πνεύμονες με κύρια κατανομή στο οπίσθιο και περιφερικό τμήμα αυτών. Επίσης συμπέραναν ότι από τα πιο συχνά ευρήματα ήταν και το καθαρό GGO (Ground-glass opacification) GGO με ενοποίηση και με σηπτική πάχυνση.

Στη μελέτη [4] συμμετείχαν συνολικά 158 ασθενείς και η έρευνα αυτή έγινε σε νοσοκομείο της Ρώμης. Σε όλους τους ασθενείς που συμμετείχαν έγινε αξονική τομογραφία θώρακος. Η μελέτη αυτή κατέληξε στο συμπέρασμα ότι οι περισσότεροι ασθενείς εμφάνισαν GGO που σχετίζεται με οπίσθια εμπλοκή, κατανομή και στους δύο πνεύμονες και διεύρυνση κάποιων αγγείων.

Στη μελέτη [14] πήραν μέρος συνολικά 70 ασθενείς της πόλης Γιουχάν της Κίνας και σε όλους τους ασθενείς πραγματοποιήθηκε αξονική τομογραφία θώρακα χωρίς σκιαγραφικό κατά την είσοδο τους στο νοσοκομείο. Για την ανάλυση των εικόνων όλα τα δεδομένα αναλύθηκαν και σε στεφανιαίο επίπεδο, σε πνευμονικό παράθυρο με WW -700 HU και WL 1500 HU. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής έδειξαν ότι και σε αυτή την περίπτωση οι ασθενείς παρουσίαζαν καθαρό GGO, GGO με ενοποίηση, διάμεση πάχυνση και παρεγχυματικές ζώνες. Όπως και στις προηγούμενες μελέτες έτσι και εδώ βρέθηκαν αδιαφάνειες που επηρέαζαν και τους δύο πνεύμονες και κυρίως τους κάτω λοβούς.

Οι ερευνητές στη μελέτη [12] πραγματοποίησαν μια ανασκόπηση μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί σε ασθενείς που έχουν νοσήσει με COVID-19. Κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα πιο κοινά ευρήματα σε ασθενείς που υποβάλλονται σε αξονική τομογραφία θώρακος

είναι η αδιαφάνεια του γυαλιού εδάφους, οι παρεγχυματικές ζώνες, οι επιφυλακτικές ανωμαλίες και οι βρογχιεκτασίες.

Οι ερευνητές στη μελέτη [6] διεξήγαγαν μια ανασκόπηση άρθρων σχετικά με τα ευρήματα της υπολογιστικής τομογραφίας σε ασθενείς με COVID-19 από βάσεις δεδομένων όπως είναι το PubMed, το Embase και το Open Access Journals. Συνολικά μελετήθηκαν 5041 ασθενείς. Με το πέρας της μελέτης οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα κύρια ευρήματα στους ασθενείς, με πνευμονία COVID-19, που υποβάλλονται σε αξονική τομογραφία θώρακος είναι η αδιαφάνεια από εσμουρισμένο γυαλί, η συχνή εμπλοκή αμφοτερόπλευρων πνευμονικών λοιμώξεων, τα σημάδια βρογχογραφήματος αέρα και η ενδολοβιακή πάχυνση του διαφράγματος.

Στη μελέτη [11] παρατίθενται μελέτες που σχετίζονται με την αυτοματοποιημένη ανίχνευση της COVID-19 μέσω των ιατρικών εικόνων με τη βοήθεια της τεχνικής της βαθιάς μάθησης. Συνολικά μελετήθηκαν 85 άρθρα και οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα μοντέλα αποδίδουν καλύτερα όταν τα δεδομένα είναι επαυξημένα.

Στη μελέτη [5] αναλύονται τεχνικές τεχνίτης νοημοσύνης για αυτοματοποιημένο σύστημα ελέγχου και διάγνωσης της COVID-19. Μετά το πέρας της έρευνας κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η απεικόνιση θώρακα σε συνδυασμό με τα μοντέλα βαθιάς μάθησης δίνουν ακριβή αποτελέσματα ανίχνευσης, ποσοτικοποίησης και παρακολούθησης της εξέλιξης της νόσου. Στη μελέτη αναφέρεται ότι στο INCEPTION V3 η ακρίβεια ανέρχεται στο 98,5% και η ευαισθησία στο 92,3%, ενώ στο RESNET 18 η ακρίβεια στο 98,5% και ευαισθησία 98,6%.

Μία ακόμα μελέτη [10] που πραγματοποιήθηκε στη πόλη της Σαγκάης και σε αυτήν πήραν μέρος συνολικά 51 ασθενείς με πνευμονία λόγω COVID-19. Όλοι οι συμμετέχοντες είχαν επιβεβαιωμένη λοίμωξη COVID-19 και υποβλήθηκαν σε CT θώρακα. Τα δεδομένα της

έρευνας αναλύθηκαν με τη βοήθεια του λογισμικού Stata. Με το πέρας της έρευνας οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι τα πιο συνηθισμένα ευρήματα σε CT θώρακα είναι η καθαρή αδιαφάνεια από εσμυρισμένου γυαλιού (GGO) , GGO με δικτυωτή ή διαλοβιακή πάχυνση διαφράγματος και GGO με σταθεροποίηση. Επιπλέον, οι ερευνητές προτείνουν να γίνεται CT θώρακα στους ασθενείς που έχουν θετικό PCR τεστ και χαμηλά λευκά αιμοσφαίρια καθώς υπάρχουν ενδείξεις πνευμονίας COVID-19.

Στη μελέτη [15] οι ερευνητές χρησιμοποίησαν την τεχνική μάθησης μεταφοράς σε δοκιμές COVID για την ανίχνευση και τη διαφοροποίηση των περιπτώσεων COVID-19. Με το πέρας της μελέτης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η μέθοδος παρέχει ακρίβεια 99,2% κατά την ανίχνευση των ύποπτων κρουσμάτων COVID-19. Επιπλέον το μοντέλο της μελέτης εξετάστηκε και σε περιορισμένα δεδομένα και διαπιστώθηκε ότι εξακολουθεί να αποδίδει το ίδιο αποτελεσματικά. Τέλος, στη μελέτη [16] εξετάστηκαν τρόποι βελτιστοποίησης παραθύρου CT διάγνωση της διεισδυτικότητας των αδενοκαρκινομάτων του πνεύμονα. Η ευαισθησία και η διαγνωστική ακρίβεια της επεξεργασμένης εικόνας βελτιώθηκαν σε 87,6% και 85,5% αντίστοιχα από 51,9% και 58,1% που ήταν αρχικά. Με το πέρας της μελέτης οι ερευνητές απόδειξαν ότι μια βελτιστοποιημένη ρύθμιση παραθύρου (WW/WL 1175/35 HU) αποδείχθηκε πιο αποτελεσματική από την παραδοσιακή (WW/WL 350/35 HU) για την ανίχνευση ενός συμπαγούς συστατικού.

## **Κεφάλαιο 3. Επεξεργασία Εικόνας**

### **3.1 Επεξεργασία Ιατρικής Εικόνας**

Με τον όρο ιατρική απεικόνιση ορίζεται κάθε τεχνική και διαδικασία απεικόνισης του εσωτερικού ενός σώματος για οποιαδήποτε ανάλυση, ιατρική παρέμβαση και οπτικής αναπαράστασης λειτουργίας οργάνων και ιστών [11]. Με τη χρήση της ιατρικής απεικόνισης

αναδεικνύονται εσωτερικές δομές που βρίσκονται πίσω από το δέρμα και τα οστά. Τα δεδομένα που συλλέγονται από την απεικόνιση χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση εικόνων που βοηθούν στη διάγνωση και τη θεραπεία των ασθενών.

Ως επεξεργασία εικόνας ορίζεται κάθε αλγοριθμική επεξεργασία, ανάλυση και χειρισμός ψηφιακών δεδομένων εικόνας ή αλλιώς κάθε αναστρέψιμος μετασχηματισμός των τιμών του πίνακα της μήτρας. Ψηφιακή εικόνα θεωρείται το αποτέλεσμα της δειγματοληψίας μίας δισδιάστατης συνάρτησης  $F(x,y)$  ή αλλιώς μίας αναλογικής πληροφορίας. Η εικόνα  $F$  αποτελεί μετασχηματισμό που αντιστοιχεί σε ζυγό ακεραίων συντεταγμένων σε ένα σύνολο πραγματικών αριθμών  $\langle\langle F(x,y): N^2 - R \rangle\rangle$ . Η ψηφιοποίηση της εικόνας γίνεται σε πίνακα γραμμών –πρώτη μεταβλητή και στηλών –δεύτερη μεταβλητή. Σε κάθε ψηφιακή εικόνα ως αρχή αναφοράς συστήματος θεωρείται η πάνω αριστερή γωνία της εικόνας.

Οι εικόνες που αναπαράγονται στις οθόνες του υπολογιστή αποτελούνται από ένα σύνολο στοιχειωδών πληροφοριών που αντιστοιχούν στην τιμή εξασθένησης της ακτινοβολίας που μετράτε από τον ανιχνευτή. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν ένα σύνολο τιμών από 0 και 1. Έπειτα με την κατάλληλη αλγοριθμική επεξεργασία έχουμε την εικόνα που βλέπουμε στην οθόνη του υπολογιστή.

## 3.2 Βασικές Τεχνικές Επεξεργασίας Ιατρικής Εικόνας

### 3.2.1 Προβολή Δεδομένων

Με τη χρήση αυτής της τεχνικής γίνεται μετατροπή των αριθμών της μήτρας σε τιμές φωτεινότητας ώστε να είναι να είναι κατανοητοί στο παρατηρητή. Η μετατροπή των μετρήσεων σε εικόνα γίνεται από το απεικονιστικό σύστημα με τη βοήθεια τεχνικής της μεταφοράς συνάρτησης η οποία καθορίζει το είδος και τα χαρακτηριστικά της τελικής εικόνας. Παράδειγμα μεταφοράς συνάρτησης αποτελούν η απλή γραμμική συνάρτηση, το

απλό παράθυρο, το σπαστό παράθυρο, το διπλό παράθυρο και οι μη γραμμικές συναρτήσεις [3].

### **3.2.2 Ενίσχυση Αντίθεσης**

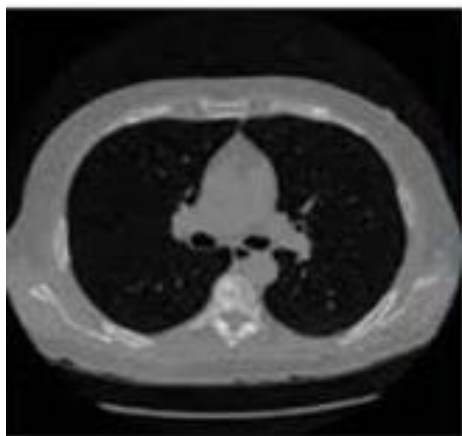
Η αντίθεση σε μια εικόνα αποσκοπεί στο να διευκολύνει τον παρατηρητή να διακρίνει εύκολα την περιοχή ενδιαφέροντος από τον περιβάλλοντα χώρο. Το ιδανικό είναι να υπάρχει μεγάλη διαφορά στη φωτεινότητα μεταξύ της περιοχής ενδιαφέροντος (ROI) και υπολοίπου περιβάλλοντα χώρου. Για να πραγματοποιηθεί αυτό εφαρμόζουμε στη εικόνα ειδικές τεχνικές που προκαλούν αλλαγές στο ιστόγραμμα της εικόνας. Το ιστόγραμμα είναι αυτό που παρουσιάζει την συχνότητα εμφάνισης των τόνων του γκρι στην εικόνα [3].

### **3.2.3 Βελτιστοποίηση Ευκρίνειας Λεπτομέρειας Και Αποκοπή Θορύβου**

Μερικές από τις σημαντικότερες πηγές υποβάθμισης της εικόνας είναι ο θόρυβος και η ασάφεια. Ο θόρυβος καθορίζει το σύνολο των πληροφοριών που περιέχονται σε μια εικόνα και δεν έχουν καμία διαγνωστική σημασία. Ενώ η ασάφεια παρουσιάζεται ως απώλεια λεπτομέρειας στην ορθή διάκριση μορφών, σχημάτων και παρυφών. Η ασάφεια σχετίζεται κυρίως με την αδυναμία του απεικονιστικού συστήματος να καταγράψει σωστά τις χωρικές συντεταγμένες από όπου προέρχονται κυρίως λόγω κίνησης των οργάνων, το άνοιγμα των ανιχνευτών, το μεσοδιάστημα ανακατασκευής και το μέγεθος της εστίας της λυχνίας.

Με τη εφαρμογή ειδικών φίλτρων στο πεδίο του χώρου και στο πεδίο συχνοτήτων και με την καταστολή των χαμηλών ή των υψηλών χωρικών συχνοτήτων, ανάλογα με την επιθυμητή επίδραση τους στην εικόνα, μπορεί να αντισταθμιστεί ο θόρυβος και η ασάφεια (Εικόνα 4).

Η χρήση υψιπερατών φίλτρων επιτρέπει την διέλευση των υψηλών συχνοτήτων και την αποκοπή των χαμηλών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ενίσχυση της ευκρίνειας των λεπτομερειών αλλά παράλληλα και την αύξηση του θορύβου στην Εικόνα [11].



a) Lung Images



b) Enhanced Lung Images

**Εικόνα 4:** Παράδειγμα Βελτιστοποίησης εικόνας [11].

### 3.2.4 Τομογραφική Ανακατασκευή Εικόνας

Με τη χρήση αυτής της τεχνικής επιτρέπεται η απεικόνιση εγκάρσιων διατομών της εικόνας μέσω ειδικών προβολών [3].

### 3.2.5 Volume rendering

Η τεχνική αυτή επιτρέπει την επεξεργασία 3-διάστατης πληροφορίας και προβολή αυτής σε 2-διάστατο επίπεδο [3].

### 3.2.6 Τμηματοποίηση Εικόνας

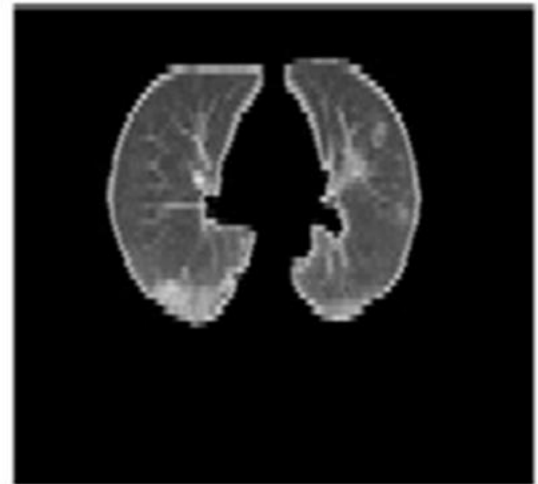
Με τη χρήση αυτής της τεχνικής αυξάνεται η ποιότητα και η αξιοπιστία των δεδομένων [11].

Η τεχνική της τμηματοποίησης της εικόνας επιτρέπει την εύρεση και την απομόνωση κάποιας περιοχής ενδιαφέροντος από τον υπόλοιπο περιβάλλοντα χώρο μειώνοντας έτσι την υπολογιστική πολυπλοκότητα όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.





a) Lung Images



b) Segmented Lung Images

Εικόνα 5: Παράδειγμα τμηματοποίησης Εικόνας [11].

### 3.2.7 Ευθυγράμμιση και Σύντηξη Εικόνας

Η τεχνική αυτή μας δίνει την δυνατότητα να συνδυάσουμε δεδομένα από δυο διαφορετικές απεικονίσεις σε μία Εικόνα [3].

## 3.3 Χαρακτηριστικά Ψηφιακών Εικόνων

### 3.3.1 Χωρική Διακριτική Ικανότητα

Η παράμετρος αυτή εκφράζει την δυνατότητα ενός απεικονιστικού συστήματος να διακρίνει και να απεικονίζει λεπτομέρειες πολύ μικρών διαστάσεων [1,2]. Εξαρτάται από παράγοντες όπως είναι το άνοιγμα των ανιχνευτών, το μέγεθος της εστίας της λυχνίας, την απόσταση του προς εξέταση θέματος από την εστία, την απόσταση εστίας και ανιχνευτών, το μέγεθος των pixels, το μεσοδιάστημα ανακατασκευής και το χρησιμοποιούμενο οπτικό πεδίο. Η παράμετρος αυτή καθορίζει τη διάσταση του φυσικού χώρου που απεικονίζεται σε κάθε pixel [1].

### 3.3.2 Κβαντισμός –Βάθος Χρώματος (Quantitation)

Η παράμετρος αυτή αντιπροσωπεύει το πόσο καλά μπορούν να διακρίνονται διάφορες εντάσεις των αποχρώσεων των τόνων του γκρι σε μία Εικόνα [1,2] (διακριτική ικανότητα αντίθεσης). Έχει άμεση σχέση με τον αριθμό των διακριτών τιμών στις οποίες αποθηκεύεται κάθε pixel [1]. Οι πιο σύνηθες αριθμοί σταθμών είναι 256,512 και 1024.

### 3.3.3 Θόρυβος (Noise)

Αυτή η παράμετρος καθορίζει το σύνολο των πληροφοριών που περιέχονται σε μια Εικόνα και οι οποίες δεν προσφέρουν καμία διαγνωστική αξία [1,2]. Κατά συνέπεια επηρεάζει άμεσα την ικανότητα του απεικονιστικού συστήματος να αναγνωρίζει και να αναδεικνύει λεπτομέρειες που έχουν μικρή διαφορά στη πυκνότητα μεταξύ τους. Ο θόρυβος συνδέεται στενά με την ικανότητα του απεικονιστικού συστήματος να απεικονίζει χωριστά τις ανατομικές λεπτομέρειες που έχουν πολύ μικρή διαφορά στις μεταξύ τους πυκνότητες. Η παράμετρος που εκφράζει τη σχέση μεταξύ της διαγνωστικά χρήσιμης πληροφορίας και του θορύβου είναι ο λόγος σήματος προς θόρυβο (signal to noise ratio- SNR). Όσο μεγαλύτερο είναι το SNR τόσο μεγαλύτερο είναι και το πληροφοριακό περιεχόμενο που παρέχει η Εικόνα, οπότε προσφέρετε και καλύτερη διάκριση σε μικρές διαφορές πυκνοτήτων [1].

### 3.3.4 Διακριτική Ικανότητα Χαμηλής Αντίθεσης

Η παράμετρος αυτή εκφράζει την ικανότητα ενός απεικονιστικού συστήματος να απεικονίζει μικρές ανατομικές δομές υπό συνθήκες χαμηλής αντίθεσης [1,2]. Οι παράγοντες που καθορίζουν την παράμετρο αυτή είναι η δόση εισόδου, η μέση τιμή του συντελεστή εξασθένησης της ακτινοβολίας, το πάχος τομής, τα KVp, το ρεύμα της λυχνίας καθώς και οι παράμετροι ανακατασκευής της Εικόνας [1].

### 3.3.5 Ασάφεια

Η ασάφεια περιγράφεται ως η αδυναμία του απεικονιστικού συστήματος να καταγράψει σωστά τις χωρικές συντεταγμένες μιας ανατομικής περιοχής [1,2]. Η ασάφεια συνήθως οφείλεται σε παράγοντες όπως το μέγεθος της λυχνίας, η κίνηση των οργάνων του σώματος, τις μαθηματικές μεθόδους ανακατασκευής της Εικόνας, το άνοιγμα των ανιχνευτών και τη δειγματοληψία (μεσοδιάστημα). Στην μείωση της ασάφειας συνεισφέρουν παράγοντες όπως η μείωση του πάχους τομής, η μείωση του χρόνου τομής, η ακινητοποίηση του ασθενούς και η πλήρης διακοπή της αναπνοής και η χρήση μικρών μεσοδιαστημάτων ανακατασκευής [1].

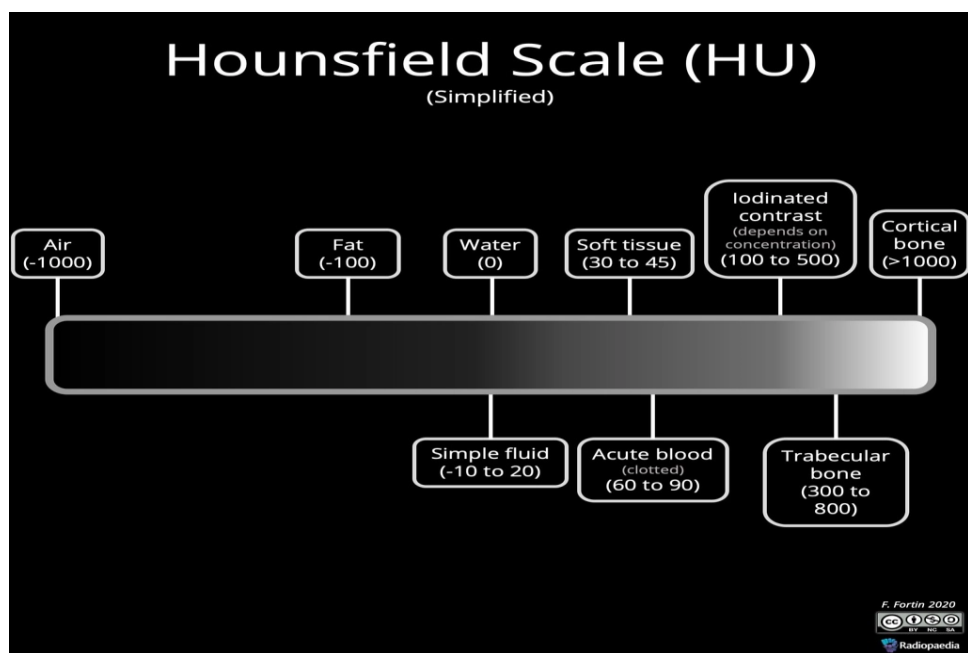
### 3.4 Μονάδες Hounsfield και απλό παράθυρο (simple window, intensity window)

Η πρώτη επαφή του ανθρώπου με τις ακτίνες Χ έγινε το 1895 με την ανακάλυψη τους από τον Wilhelm Conrad Röntgen ενώ η πρώτη ανακατασκευή Εικόνας με την μέθοδο της οπισθοπροβολής έγινε το 1940 από τον Gabriel Frank. Στα σύγχρονα συστήματα υπολογιστικής τομογραφίας χρησιμοποιείται η μέθοδος της οπισθοπροβολής για να δημιουργηθεί στη μνήμη του υπολογιστή ένας πίνακας (μήτρα Εικόνας) όπου κάθε τετράγωνο του θα περιέχει το άθροισμα των μετρήσεων της οπισθοπροβολής. Το άθροισμα αυτό είναι ανάλογο με το γραμμικό συντελεστή εξασθένησης  $\mu$  [2,16] το οποίο χαρακτηρίζει το αντίστοιχο στοιχείο όγκου της τομής του στοιχείου που εξετάζεται. Έτσι προκύπτει ένας πίνακας που θα περιέχει τους γραμμικούς συντελεστές  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n$  των αντίστοιχων voxel. Στη μήτρα καταγράφονται οι συντεταγμένες της μέτρησης και η μέτρηση που κάνει το απεικονιστικό σύστημα κατά την σάρωση του θέματος που εξετάζεται. Για να γίνει η μετατροπή της μήτρας Εικόνας σε ορατή Εικόνα στο υπολογιστή χρησιμοποιείται μια

μαθηματική εξίσωση γνώστη ως συνάρτηση μεταφοράς η οποία καθορίζει τα χαρακτηριστικά της Εικόνας. Παραδείγματα μεταφοράς συνάρτησης αποτελούν η απλή γραμμική απεικόνιση και το απλό παράθυρο. Στη συνέχεια υπολογίζεται ο σχετικός συντελεστής εξασθένησης που ονομάζεται αριθμός CT (CT number) ο οποίος δίνεται από την σχέση :

$$\text{Αριθμός CT} = 1000 (\mu_i - \mu_w) / \mu_w$$

όπου  $\mu_i$  ο γραμμικός συντελεστής εξασθένησης που έχει υπολογιστεί για κάθε voxel και  $\mu_w$  ο γραμμικός συντελεστής εξασθένησης του νερού. Οι αριθμοί CT εκφράζονται σε Hounsfield Units (HU). Η μονάδα Hounsfield (HU) αναφέρεται σε μια σχετική ποσοτική μέτρηση της εξασθένησης της ακτινοβολίας μέσα στους ιστούς. Η τιμή του HU χρησιμοποιείται κατά την ανακατασκευή των δεδομένων CT για να παραχθεί μια Εικόνα. Η μονάδα αυτή ορίζεται βάση ενός γραμμικού συντελεστή εξασθένησης της δέσμης των ακτινών-Χ μέσα στους ιστούς. Ως μονάδα αναφοράς χρησιμοποιείται το νερό που έχει τιμή 0 και ο αέρας που έχει τιμή -1000 HU (Εικόνα 6). Τα ανώτερα όρια ορίζονται για τα οστά που μπορεί να φτάσουν τις 1000 μονάδες HU, 2000 μονάδες HU για τα πυκνά οστά και τις 3000 μονάδες για τα μέταλλα.



### Εικόνα 6 : Κλίμακα Hounsfield [19].

Έτσι προκύπτει ότι για κάθε στοιχείο του πίνακα ανακατασκευής της Εικόνας αντιστοιχεί ένας αριθμός CT. Οι μονάδες αυτές αντιστοιχούν σε τόνους του γκρι. Οι πυκνοί ιστοί έχουν θετικές τιμές όπως είναι τα οστά και αποτυπώνονται στην Εικόνα φωτεινοί (άσπροι) ενώ οι αρνητικές τιμές όπως είναι ο αέρας σκούρες (μαύρες). Η κλίμακα αυτή είναι σχετική καθώς διαφορετικές ενεργειακές δέσμες ακτινών-Χ έχουν διαφορετική απορρόφηση από τους ιστούς και συνεπώς διαφορετικά HU [2,16].

Οι μονάδες HU εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες οι κυριότεροι από τους οποίους είναι ο αλγόριθμος ανακατασκευής, ο σχεδιασμός των υπολογιστικών τομογράφων και η τάση στις λυχνίες των ακτινών-Χ. Η χρήση των HU είναι σημαντική καθώς έχει σημαντικό ρόλο στη διάγνωση των εικόνων όπως είναι η διαφοροποίηση του λιπώδους ήπατος, η μέτρηση της οστικής πυκνότητας, η αξιολόγηση των πνευμονικών όζων και άλλων παθολογιών.

Η αντίθεση και η φωτεινότητα σε μια Εικόνα υπολογιστικής τομογραφίας ρυθμίζονται βάση της μεταβολής των τιμών του πλάτους του παραθύρου (WW) και του κέντρο του (WL). Ως WW ορίζεται το εύρος των αριθμών CT που περιέχονται σε μια Εικόνα. Το εύρος επηρεάζει την αντίθεση καθώς σε ένα μεγάλο εύρους παράθυρο λόγω του μεγάλου αριθμού των αριθμών CT (διαφορετικοί ιστοί) που θα περιέχονται στην Εικόνα η αντίθεση της Εικόνας θα μειώνεται. Ενώ σε ένα μικρού εύρους παράθυρο επειδή θα περιέχεται μικρότερος αριθμός HU δηλαδή μικρότερη ποικιλία ιστών στην Εικόνα η αντίθεση της Εικόνας βελτιώνεται και γίνεται καλύτερη η μεταξύ τους διαφοροποίηση. Έτσι, ένα ευρύ παράθυρο έχει μεγάλο εύρος αριθμών CT οπότε θα έχει διαφορετικές εξασθενήσεις μεταξύ των ιστών. Το WW μπορεί να είναι μεγάλο 400-2000 HU, είτε μικρό 50-350 HU.

Ενώ το WL είναι η κεντρική τιμή των αριθμών HU που εμφανίζονται στη Εικόνα γύρω από την οποία θα γίνεται η επεξεργασία της Εικόνας σύμφωνα με το WW. Η τιμή του κέντρου του παραθύρου θα πρέπει να είναι κοντά στη μέση τιμή της πυκνότητας των ιστών που εξετάζουμε. Έτσι όταν ένα κέντρο σε μια Εικόνα μειωθεί αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα η Εικόνα να γίνει φωτεινότερη και το αντίστροφο. Αυτό συμβαίνει γιατί το WL επηρεάζει μόνο τις περιοχές της κλίμακας του Hounsfield που θα απεικονιστούν, έτσι σε ένα παράθυρο με WL μερικές εκατοντάδες θα δείξει καλύτερα το οστό, ένα παράθυρο με WL μερικές δεκάδες θα αναδείξει καλύτερα τους μαλακούς ιστούς, ένα παράθυρο με κέντρο το 0 θα αναδείξει καλύτερα το νερό ενώ ένα παράθυρο με κέντρο παραθύρου μερικές αρνητικές δεκάδες θα αναδείξει καλύτερα το λίπος (Εικόνα 6).

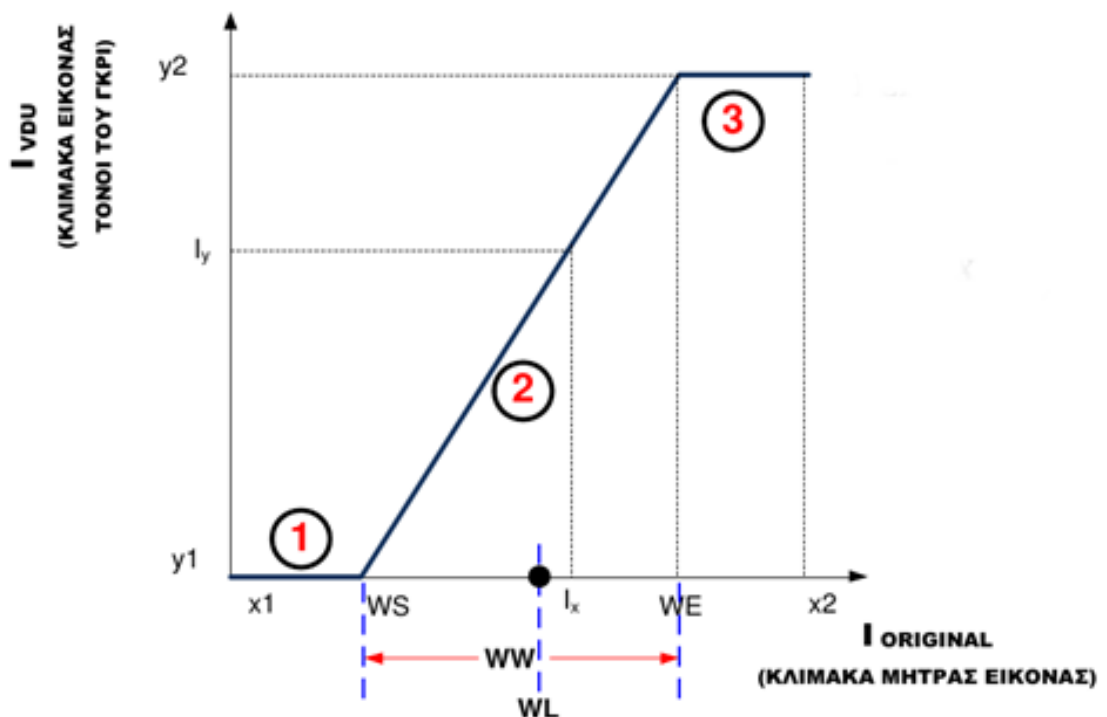
Σε ένα μεγάλο πλάτος παραθύρου υπάρχει μεγάλη κλίμακα του γκρι και η μετάβαση από το μαύρο στο λευκό θα είναι μεγαλύτερη, ενώ σε ένα στενό παράθυρο η μετάβαση αυτή θα μικρότερη. Έτσι, όταν αυξάνουμε το WW η αντίθεση μειώνεται ενώ όταν μειωθεί το WW η αντίθεση αυξάνεται. Κατά την ρύθμιση των HU σε μια Εικόνα όποιες τιμές HU βρίσκονται κάτω από την χαμηλότερη τιμή που έχουμε ορίσει τότε η περιοχή αυτή θα εμφανίζεται μαύρη ενώ αν οι τιμές της περιοχής αυτής θα είναι υψηλότερες τότε η περιοχή αυτή θα εμφανίζεται λευκή. Όσο πιο χαμηλό επίπεδο παραθύρου επιλέξουμε τόσο πιο φωτεινή θα είναι η τελική Εικόνα. Η αύξηση του πλάτους του παραθύρου θα έχει ως αποτέλεσμα την μείωση της αντίθεσης της Εικόνας, ενώ η μείωση του πλάτους του παραθύρου θα προκαλέσει αύξηση της αντίθεσης της Εικόνας. Σε αντίθεση με την αύξηση του επιπέδου του παραθύρου που μειώνει την φωτεινότητα της Εικόνας ενώ η μείωση του θα αυξήσει την φωτεινότητα της Εικόνας.

Στην πράξη το απλό παράθυρο και η απλή γραμμική απεικόνιση χρησιμοποιείται για να αυξήσουμε την αντίθεση της Εικόνας σε ένα εύρος τιμών της μήτρας ανακατασκευής που επιλέγεται από τον χρήστη. Για παράδειγμα το απλό παράθυρο βρίσκει εφαρμογή στην υπολογιστική τομογραφία θώρακα όπου χρειάζεται να ξεχωρίσουμε το πνευμονικό ιστό από τις παρακείμενες γύρο δομές. Στο παρακάτω παράδειγμα (Εικόνα 7) φαίνεται η γραφική παράσταση της εφαρμογής του απλού παραθύρου όπου:

- για την περιοχή 1 ισχύει η σχέση  $I_x < WS$  τότε  $I_y = y_1$ ,
- για την περιοχή 2 αν  $WS \leq I_x \leq WE$  τότε:

$$\frac{WE - WS}{I_x - WS} = \frac{y_2 - y_1}{I_y - y_1} \implies I_y = \frac{(y_2 - y_1) \cdot (I_x - WS)}{(WE - WS)} + y_1$$

- για την περιοχή 3 ισχύει  $I > WE$  τότε  $I = y_2$ .



Εικόνα 7: Γραφική αναπαράσταση της λειτουργίας του απλού παραθύρου [3].

Σε αντίθεση με την απλή γραμμική απεικόνιση όπου η συνάρτηση μεταφοράς είναι μία ευθεία γραμμή, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8 η κλίση της οποίας εξαρτάται από τα όρια της μήτρας της Εικόνας και τα όρια της τελικής Εικόνας και δίνεται από την σχέση:

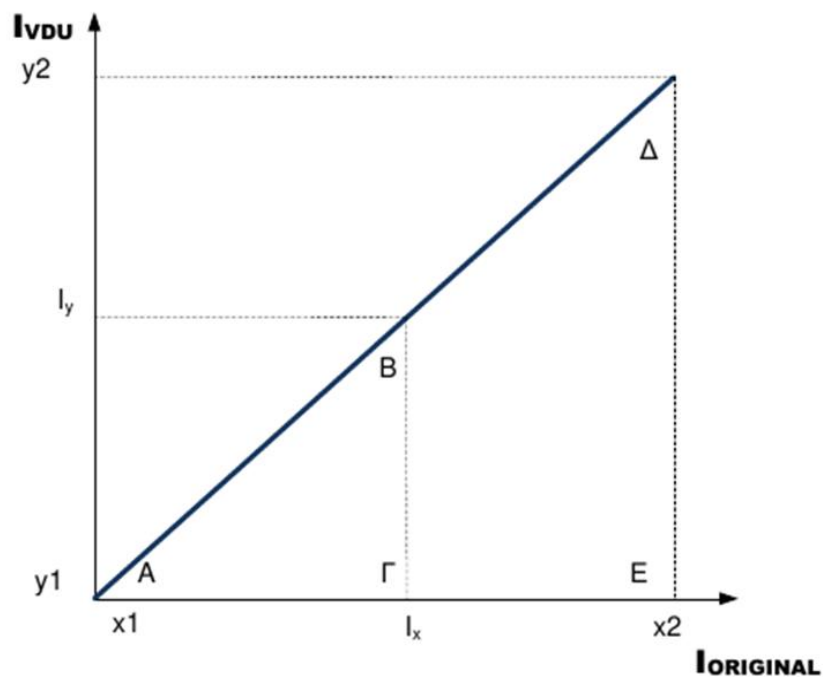
$$I_y = \frac{(I_x - X1) * (y2 - y1)}{(x2 - x1)} + y1$$

Όπου  $I_{original}$  = άξονας τιμής της μήτρας Εικόνας

$I_{DU}$  = άξονας διαθέσιμων τόνων του γκρι

$I_y$  = ζητούμενη απεικόνιση (φωτεινότητα)

$I_x$  = τιμή μήτρα Εικόνας (μέτρηση συστήματος)



**Εικόνα 8:** Γραφική αναπαράσταση λειτουργίας της απλής γραμμικής απεικόνισης [3].

Ας υποθέσουμε ότι έχουμε μια μήτρα Εικόνας 5bit με τα ακόλουθα δεδομένα 13,8,12,7,12,15,2,8 και  $WW=6$  και  $WL=6$  και θέλουμε να την μετατρέψουμε σε μια Εικόνα 3 bit με την χρήση της απλής γραμμικής απεικόνισης και του απλού παραθύρου.



### Απλή Γραμμική Απεικόνιση

- $5\text{bit} = 2^5 - 1 = 32 - 1 = 31$  (δηλώνει ότι το εύρος της Εικόνας θα είναι από 0 έως 31 και  $X_1 = 0$  και  $X_2 = 31$ )
- $0 - 2^3 - 1 = 8 - 1 = 7$  (0=μαύρο και 7=άσπρο)
- Οπότε βάση του τύπου  $Iy = \frac{(Ix - X1) * (y2 - y1)}{(x2 - x1)} + y1$  για  $I_x = 13$ ,  $I_y = \frac{7 * 13}{31} + 0 = 3$
- Λύνουμε τον τύπο για κάθε τιμή της μήτρας και κάθε δεκαδική του αποτελέσματος στρογγυλοποιείται.
- Αποτελέσματα: 3,2,3,2,3,3,0,2 και 0

### Απλό παράθυρο

Αρχικά θα πρέπει να βρεθεί η αρχή και το τέλος του παραθύρου

- $WS = WL - WW / 2 = 6 - 6 / 2 = 0$
- $WE = WL + WW / 2 = 6 + 6 / 2 = 6$
- $0 - 2^3 = 8 - 1 = 7$  (για Εικόνα 3bit)
- Έτσι έχουμε  $x^1 = 0$  και  $x^2 = 31$  γιατί  $5\text{bit} = 2^5 - 1 = 32 - 1 = 31$
- έπειτα για κάθε στοιχείο της μήτρας και ανάλογα με την περιοχή όπου ανήκει με βάση την θέση του στην γραφική παράσταση ,αν η τιμή είναι κάτω από το WS τότε είναι 0 και αν είναι πάνω από το WE τότε είναι 7 και αν είναι μεταξύ τους τότε λύνεται ο παραπάνω τύπος έτσι έχουμε :

$$I_x = 13, I_y = 7$$

$$I_x = 8, I_y = 7$$

$$I_x = 12, I_y = 7$$

$$I_x = 7, I_y = 7$$

$$I_x = 15, I_y = 7$$

$$I_x=2, I_y=\frac{7*(2-0)}{6-0} = 2.3 = 2$$

$$I_x=1, I_y=\frac{7*(1-0)}{6-0} = 1.16 = 1$$

### 3.5 Υπολογισμός Μεταβολής Θορύβου και Αντίθεσης.

Για τον υπολογισμό της μεταβολής θορύβου στην επεξεργασμένη εικόνα υπολογίστηκε η τυπική απόκλιση της αρχικής εικόνας και της επεξεργασμένης με την χρήση των εργαλείων που παρέχονται από το πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων SANTE DICOM VIEWER. Έπειτα αφού έχουν επιλέγει αυτές οι τιμές αφαιρείτε από την αρχική τυπική απόκλιση η τελική, το αποτέλεσμα διαιρείτε με την αρχική τυπική απόκλιση και μετά όλο το αποτέλεσμα πολλαπλασιάζετε με το 100 για να βγει η τελική % μεταβολή του θορύβου  $\text{NoiseDiff} = (S_{\text{αρχ}} - S_{\text{τελ}}) / S_{\text{αρχ}} * 100$ . Για παράδειγμα έστω ότι η αρχική τυπική απόκλιση μετρήθηκε 28,2 και η τελική 26,32 όποτε εφαρμόζοντας το παραπάνω τύπο προκύπτει ότι  $(28,12 - 26,32) / 28,12 * 100$  το αποτέλεσμα είναι 6,4%. Με όμοιο τρόπο υπολογίζεται η αντίθεση της εικόνας με την χρήση όμως της μέσης τιμής φωτεινότητας που επίσης δίνεται από το πρόγραμμα με την επιλογή κατάλληλων εργαλείων.

## Κεφάλαιο 4. Μέθοδος και υλικό

Για την διεξαγωγή της μελέτης αυτής αναζητήθηκαν και συλλέχθηκαν μελέτες και δεδομένα AT θώρακος που βασίζονται στη διαγνωστική αξία της μεθόδου για την διάγνωση της COVID-19. Η αναζήτηση των μελετών έγινε από το PUDMED, RADIOPAEDIA, BRITISH RADIOLOGY, GOOGLE SCHOLAR.

Η αναζήτηση των κατάλληλων άρθρων έγινε βάση αντιστοίχισης όρων θέματος με ελεύθερες λέξεις. Από τη μελέτη εξαιρέθηκαν άρθρα όπου το κείμενο δεν ήταν διαθέσιμο, το κείμενο ήταν περίληψη συνεδριών και άρθρα όπου υπήρχε αποτυχία εξαγωγής των δεδομένων. Συλλέχθηκαν δεδομένα από άρθρα για ασθενείς που νοσούν με COVID-19 και έχουν παρουσιάσει στοιχεία πνευμονίας. Συνολικά μελετήθηκαν 30 τομές θώρακος από ασθενείς που έχουν νοσήσει με COVID-19. Με την επιλογή της κατάλληλης τομής, στα δεδομένα αυτά έγινε επεξεργασία με τη χρήση του προγράμματος επεξεργασίας ιατρικών εικόνων Sante Dicom Viewer. Συγκεκριμένα έγινε προβολή των δεδομένων και μεταβολή των τιμών του WW και WL. Οι τιμές του WW και WL προσαρμόστηκαν ώστε να είναι όσο το δυνατόν καλύτερη η ανάδειξη της βλάβης, των παρυφών αυτής και του πνευμονικού παρεγχύματος και των ινοαδενικών στοιχείων. Με την ολοκλήρωση της επεξεργασίας των εικόνων, επιλέχθηκαν πέντε (5) τομές θώρακος για να αξιολογηθούν από τρεις (3) έμπειρους γιατρούς ακτινοδιαγνώστες. Όλοι οι ακτινοδιαγνώστες έχουν αρκετά χρόνια προϋπηρεσίας στην αξιολόγηση αξονικής τομογραφίας θώρακά και βάση των νέων αναγκών που δημιούργησε ο ιός της COVID στην αξιολόγηση και διαφοροποίηση δεδομένων από ασθενείς με COVID. Οι γιατροί κλήθηκαν να αξιολογήσουν 5 τομές αξονικής τομογραφίας θώρακος με πνευμονία λόγω COVID-19 και να απαντήσουν σε ένα ερωτηματολόγιο (Εικόνα 13) το οποίο παρατίθεται παρακάτω. Το ερωτηματολόγιο είχε 8 ερωτήσεις και πέντε πιθανές απαντήσεις της κλίμακας

Likert. Οι ερωτήσεις που περιέχονται στο ερωτηματολόγιο αποσκοπούν στην πρακτική αξιολόγηση που έχει η εφαρμογή του λογισμικού επεξεργασίας ιατρικών δεδομένων στις εικόνες υπολογιστικής τομογραφίας. Ακόμα μέσω τις αξιολόγησης των ερωτήσεων που περιέχονται στο ερωτηματολόγιο δίνεται η δυνατότητα να αξιολογήσουμε κατά πόσο είναι χρήση η επεξεργασία των δεδομένων της CT θώρακα για την διαφοροδιάγνωση και την παρακολούθηση των ασθενών με COVID-19. Τα αποτελέσματα της έρευνας αξιολογήθηκαν, επεξεργάστηκαν με τη χρήση του Excel και καταγράφηκαν. Έπειτα πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση για την αξιολόγηση του ποσοστού του θορύβου και της αντίθεσης (φωτεινότητας) της Εικόνας. Για τον υπολογισμό των παραμέτρων αυτών έγιναν μετρήσεις τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής συγκεκριμένων ROI των δεδομένων αυτών πριν και μετά από την επεξεργασία τους. Η επιλογή των καταλλήλων ROI έγινε τυχαία από έναν από τους τρεις γιατρούς που αξιολόγησαν τις εικόνες του ερωτηματολογίου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων καταγράφηκαν, επεξεργάστηκαν με την χρήση του Excel και αξιολογήθηκαν.

#### **4.1 Κριτήρια καταλληλότητας**

Από τα άρθρα που συλλέχθηκαν χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από υπολογιστική τομογραφία θώρακα σε ασθενείς με και χωρίς στοιχεία νόσησης από COVID-19 για να γίνει η συγκριτική μελέτη των δεδομένων αυτών. Όλα τα δεδομένα συλλέχθηκαν από βάσεις δεδομένων του PubMed, το Google Scholar, το Radiology και το Radiopaedia. Συνολικά συλλέχθηκαν 30 εικόνες υπολογιστικής τομογραφίας θώρακα σε ασθενείς με COVID με διαφορετικό βαθμό βαρύτητας της νόσου. Τα ευρήματα από τα δεδομένα περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω στην παράγραφο 4.4. Οι εικόνες που συλλέχθηκαν ήταν από ασθενείς ηλικιακής ομάδας από 30-50 έτη.

## 4.2 Χαρακτηριστικά προγράμματος επεξεργασίας και δεδομένα έρευνας

Για την επεξεργασία των δεδομένων στη παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Sante Dicom Viewer Lite. Το πρόγραμμα αυτό είναι συμβατό με όλους τους τύπους δεδομένων που παρέχονται από τους υπολογιστικούς τομογράφους και παρέχει δυνατότητες δημιουργίας τρισδιάστατου μοντέλου μέσω της τεχνικής Iso-surface, Transfer function και Maximum Intensity projection. Δύνονται δυνατότητες στατιστικής ανάλυσης των ROI όπως είναι η μέση, η ελάχιστη και η μέγιστη τιμή και η τυπική απόκλιση. Το πρόγραμμα επίσης διαθέτει φίλτρα επεξεργασίας Εικόνας, εργαλεία παρεμβολής και δυνατότητα για μέτρηση των μονάδων Hounsfield units συγκεκριμένων ROI των τομών.

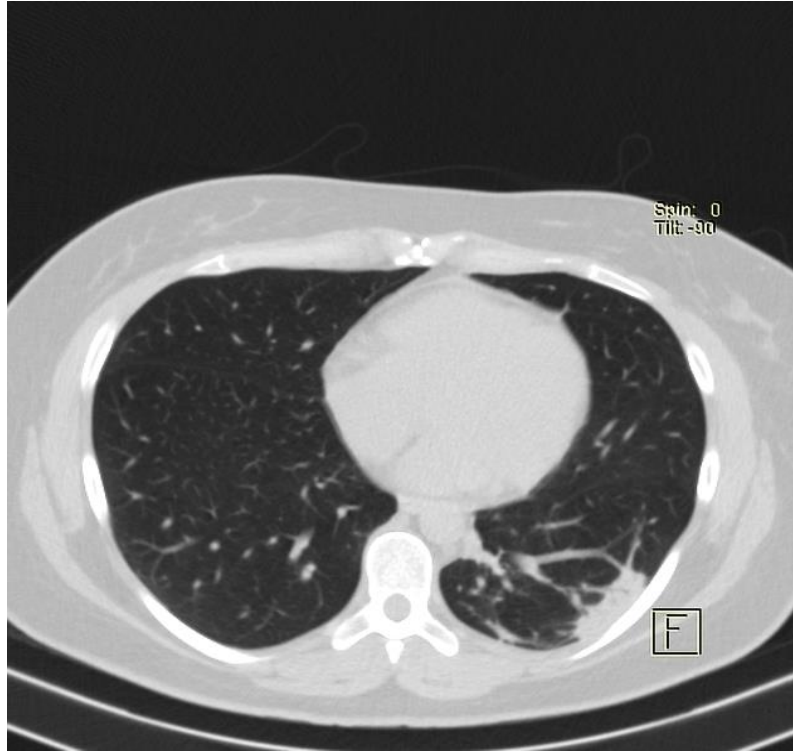
Για την δημιουργία των τρισδιάστατων μοντέλων μέσω της τεχνικής Isosurface, το πρόγραμμα χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο marching cubes και παρέχει την δυνατότητα δημιουργίας ανασυνθέσεων με δεδομένα από διαφορετικά σημεία του σώματος. Μία ακόμα δυνατότητα του λογισμικού είναι η δημιουργία ανασυνθέσεων με την χρήση του Maximum Intensity Projection. Με αυτή την τεχνική το πρόγραμμα προβάλλει στο επίπεδο απεικόνισης τα voxel με την μεγαλύτερη ένταση σήματος που βρίσκονται παράλληλα στην πορεία των ακτινών και ανιχνεύονται από τον ανιχνευτή. Με την χρήση των παραπάνω μεθόδων δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας 3D μοντέλων από 2D δεδομένα μια Εικόνας.

## 4.3 Δεδομένα έρευνας

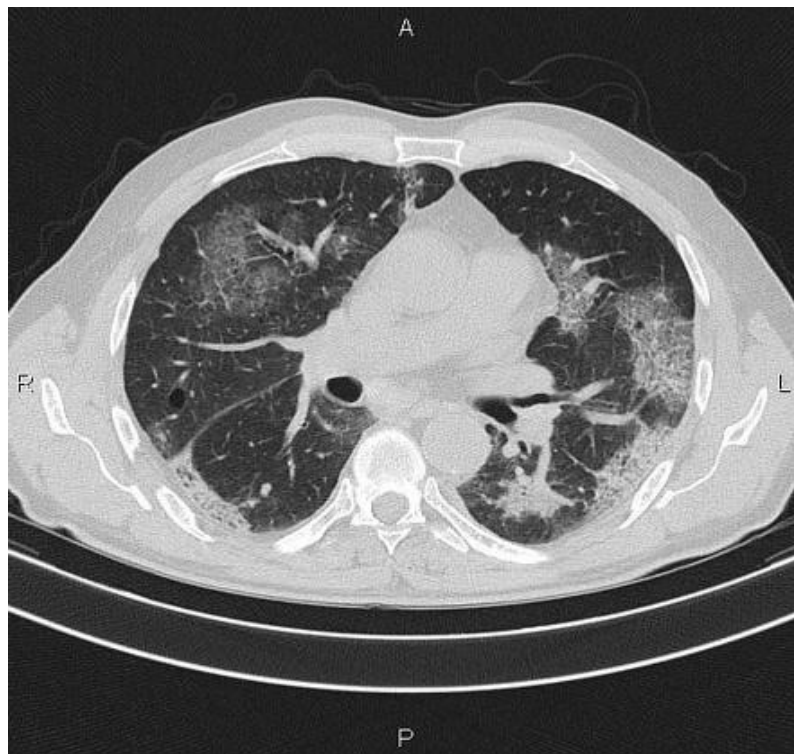
Στην μελέτη συνολικά συμπεριλήφθηκαν 30 εικόνες αξονικής τομογραφίας θώρακα σε ασθενείς με COVID-19. Σε όλες τις εικόνες υπάρχει βλάβη του πνευμονικού παρεγχύματος (πνευμονία) διαφορετικής βαρύτητας η καθεμία απ αυτές. Τα πιο συνήθη απεικονιστικά ευρήματα σε αξονική τομογραφία θώρακα σε ασθενείς με COVID βάση των μελετών που

έχουν γίνει είναι η αλλοίωση δίκην θαμπής υάλου (ground glass opacities) με ή χωρίς σύνοδες πυκνώσεις ή αλλοιώσεις δίκην πλακόστρωτου (Εικόνα 10). Οι αλλοιώσεις συνήθως έχουν περιφερική–υπουπεζωκοτική κατανομή, είναι αμφοτερόπλευρες και εντοπίζονται συνηθέστερα στους κάτω πνευμονικούς λοβούς (Εικόνα 12). Συχνό εύρημα σε ασθενείς που νοσηλεύονται σε μονάδες ΜΕΘ είναι η ARDS (σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας) όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8 όπου υπάρχουν διάχυτες βλάβες σε όλο το πνευμονικό παρέγχυμα. Βάση της σύστασης που εκδόθηκε από την Ακτινολογική Εταιρία Βορείου Αμερικής (RSNA), προτείνεται η ταξινόμηση των απεικονιστικών ευρημάτων των ασθενών με λοίμωξη COVID σε τυπικά ευρήματα, ενδιάμεσης πιθανότητας, άτυπα και σε αρνητικά ευρήματα για την ύπαρξη πνευμονίας. Οι εικόνες συλλέχθηκαν από ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων του Pubmed, του Google Scholar με αναζήτηση σε αντιστοίχιση όρων θέματος, το Radiopaedia [21] και το Radiology.

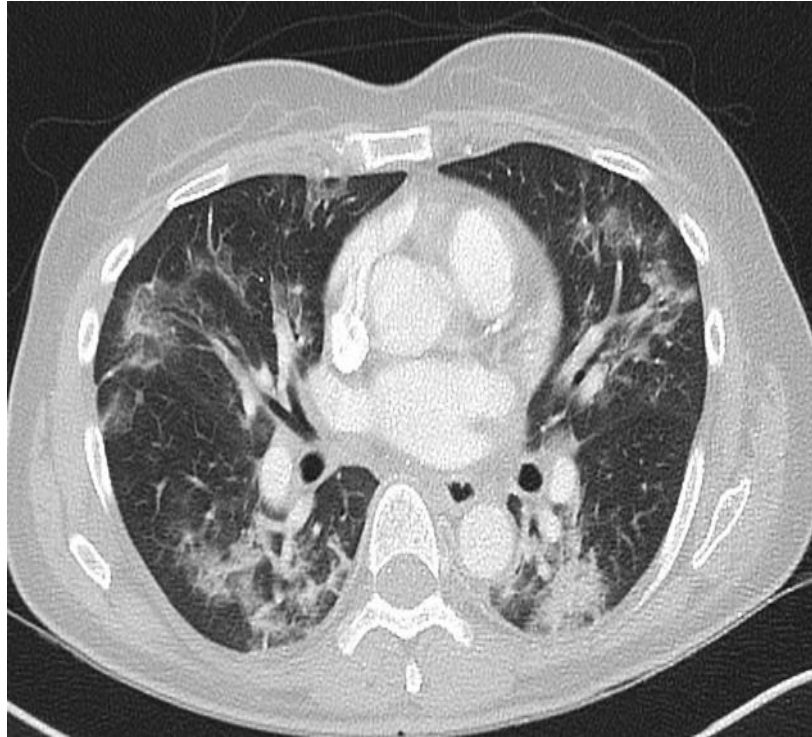
Συγκεκριμένα 10 εικόνες από τις 30 συνολικά που μελετήθηκαν προέρχονται από το Pubmed [7], 5 εικόνες προέρχονται από το Radiology [20], 12 εικόνες προέρχονται από το Radiopaedia [21] και οι υπόλοιπες 3 τομές αξονικής θώρακα προέρχονται από το Google Scholar [18].



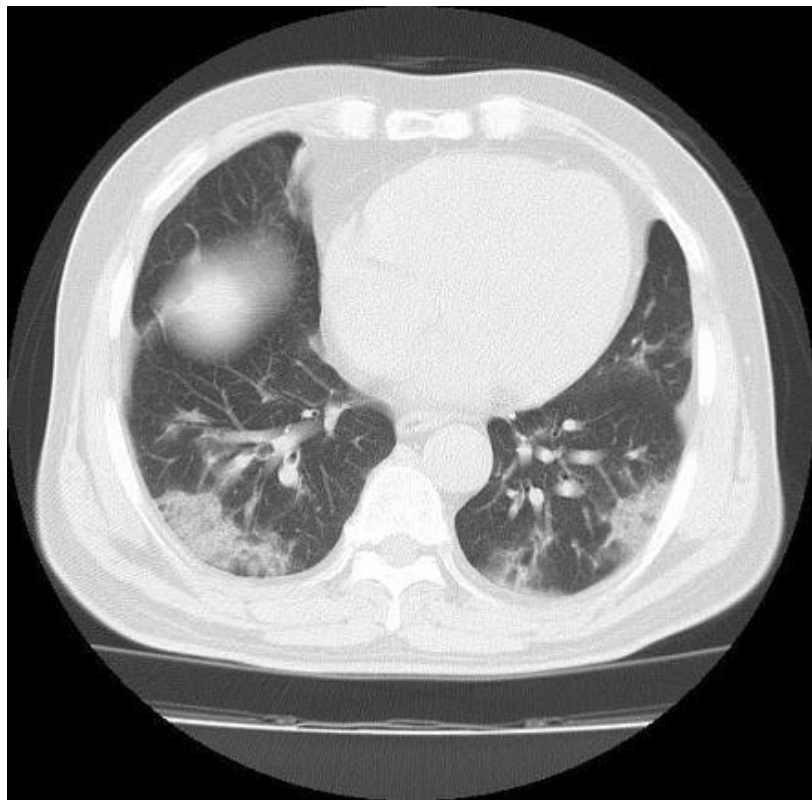
**Εικόνα 9 :** Εγκάρσια τομή πνευμονικού παραθύρου σε αξονική τομογραφία με COVID-19.



**Εικόνα 10:** Εγκάρσια τομή πνευμονικού παραθύρου σε αξονική τομογραφία με COVID-19.



**Εικόνα 11:** Εγκάρσια τομή πνευμονικό παραθύρου σε αξονική τομογραφία με COVID-19.



**Εικόνα 12:** Εγκάρσια τομή υπολογιστικής τομογραφίας θώρακος με προβολή σε πνευμονικό παράθυρο.





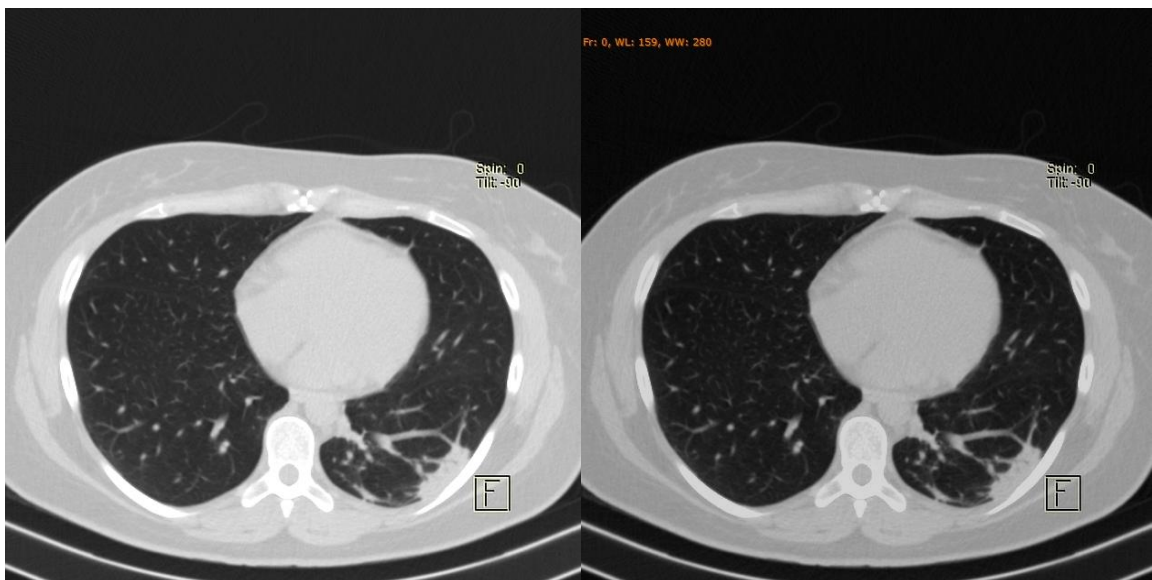
**Εικόνα 13:** Εγκάρσια τομή υπολογιστικής τομογραφίας θώρακος με προβολή σε απλό παράθυρο.

#### 4.4 Πρωτόκολλο CT

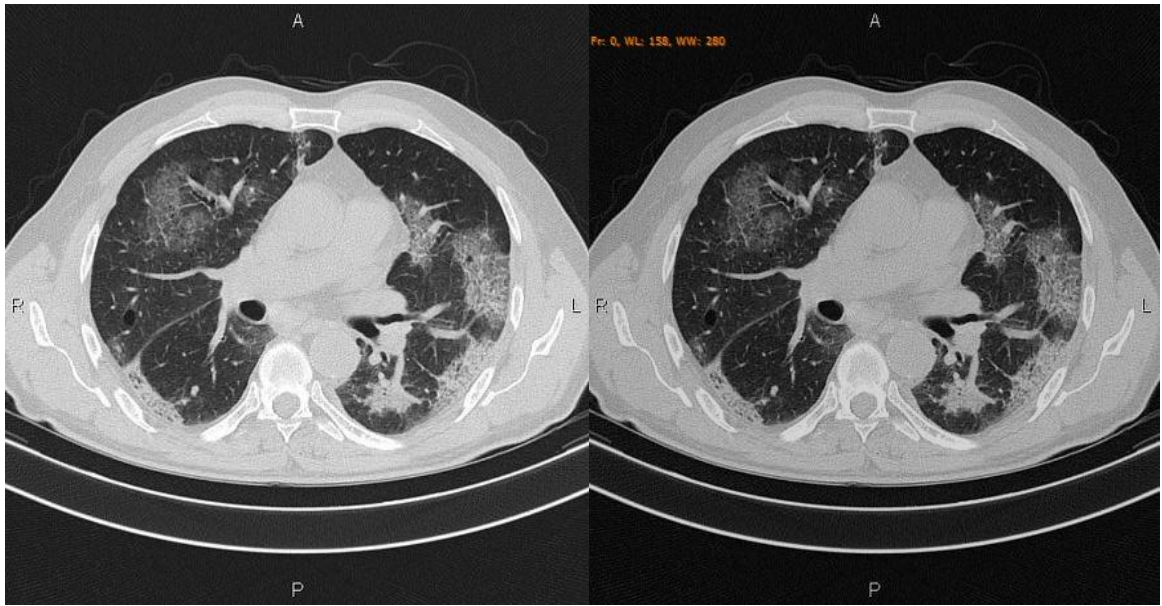
Όλα τα δεδομένα αξονικής τομογραφίας θώρακος που περιέχονται στη μελέτη προέρχονται από συστήματα υπολογιστικών τομογράφων ελικοειδούς σάρωσης. Το εύρος σάρωσης περιορίστηκε από το επίπεδο των πνευμονικών κορυφών έως κάτω από το διάφραγμα. Το πρωτόκολλο σάρωσης περιλάμβανε τάση λυχνίας 120 KVp με αυτόματη προσαρμογή του ρεύματος της λυχνίας, βήμα τράπεζας <1 mm και ο αλγόριθμός ανακατασκευής "STANDARD" για το παράθυρο μεσοθωρακίου και "LUNG" για το παράθυρο του πνεύμονα.

## Κεφάλαιο 5. Αποτελέσματα

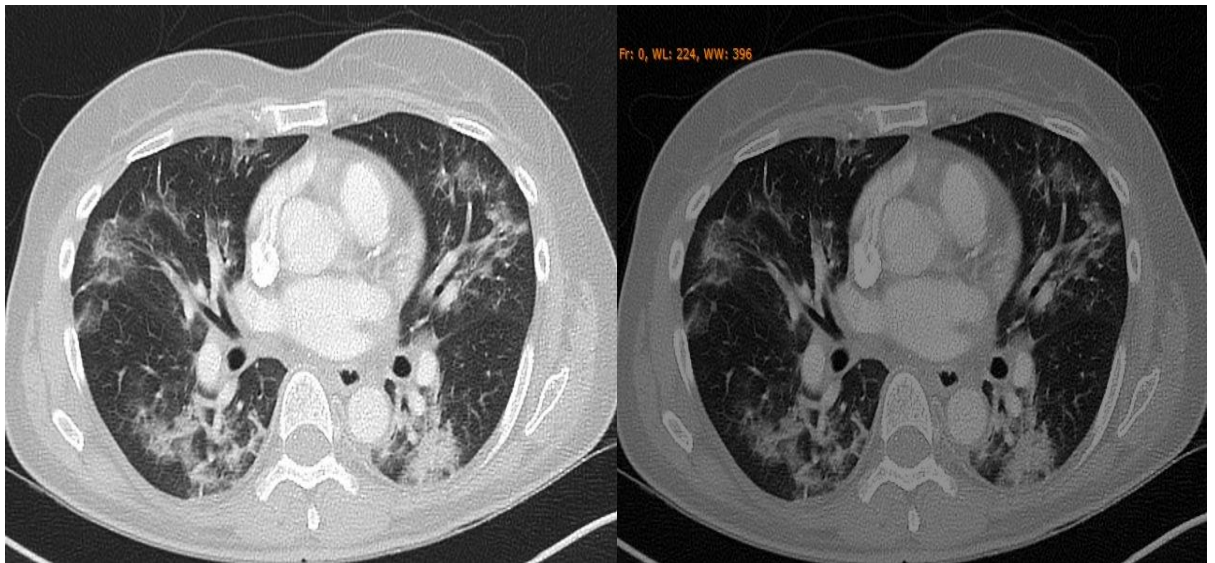
Όλο το σύνολό των δεδομένων τα οποία επεξεργάστηκαν με την χρήση του λογισμικού επεξεργασίας ιατρικών εικόνων SANTE DICOM VIEWER. Στις εικόνες αυτές έγινε κατάλληλη προσαρμογή των WW και WL με σκοπό την βέλτιστη ανάδειξη της πνευμονικής βλάβης που προκαλείτε από την COVID. Παρακάτω παρατίθενται οι επεξεργασμένες εικόνες (Εικόνες 14,15,16,17,18) που αξιολογήθηκαν από τους γιατρούς πριν την συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.



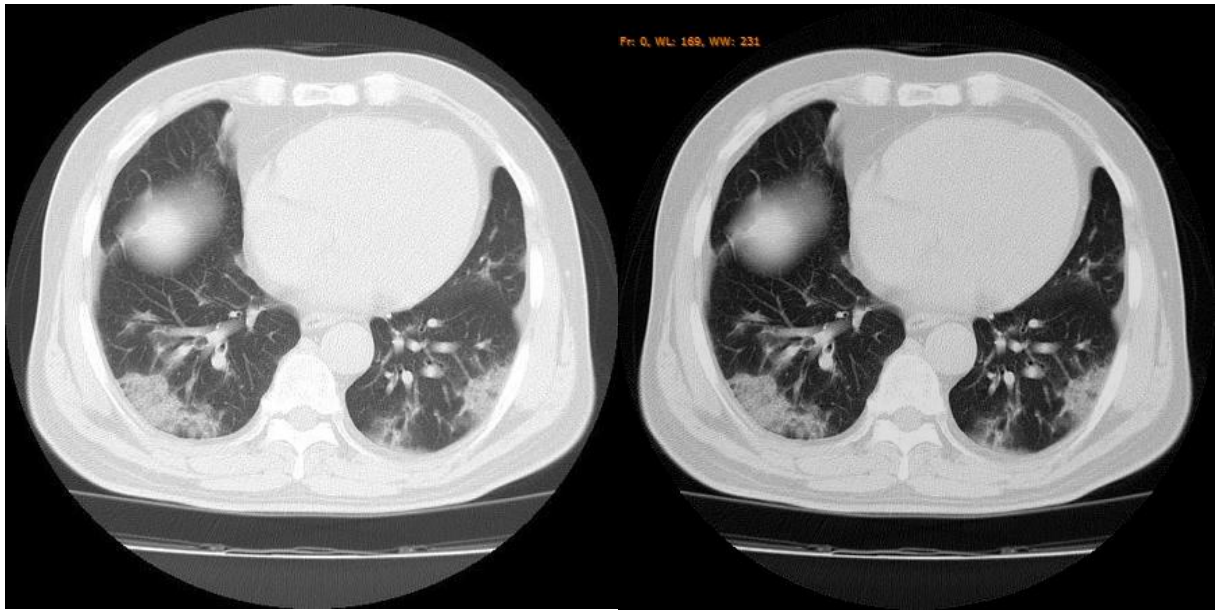
**Εικόνα 14\_:** Εγκάρσια τομή πνευμονικού παραθύρου σε αξονική τομογραφία ασθενούς με COVID-19. Αριστερά τα αρχικά δεδομένα με WL: 126 και WW:256. Δεξιά επεξεργασμένα δεδομένα με WL:159 και WW: 280.



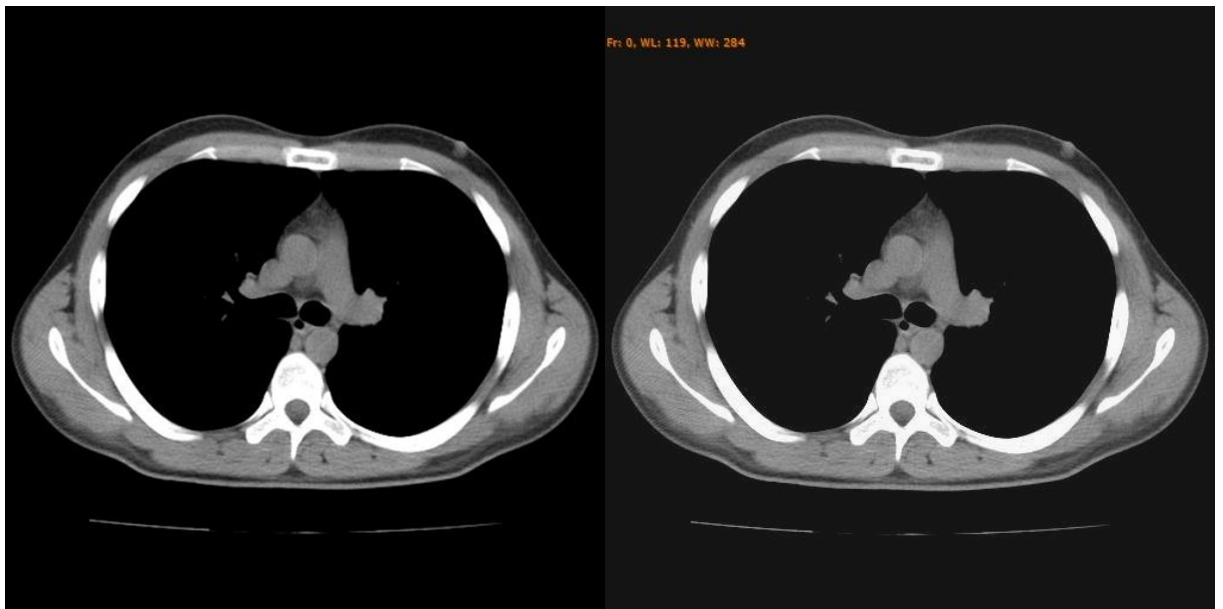
**Εικόνα 15:** Εγκάρσια τομή πνευμονικού παραθύρου σε αξονική τομογραφία ασθενούς με COVID-19. Αριστερά τα αρχικά δεδομένα με WL: 126 και WW:256. Δεξιά επεξεργασμένα δεδομένα με WL:158 και WW: 280.



**Εικόνα 16:** Εγκάρσια τομή πνευμονικό παραθύρου σε αξονική τομογραφία ασθενούς με COVID-19. Αριστερά τα αρχικά δεδομένα με WL: 128 και WW:256. Δεξιά επεξεργασμένα δεδομένα με WL:224 και WW: 396.



**Εικόνα 17:** Εγκάρσια τομή υπολογιστικής τομογραφίας θώρακος με προβολή σε πνευμονικό παράθυρο. Αριστερά τα αρχικά δεδομένα με WL: 128 και WW:256. Δεξιά επεξεργασμένα δεδομένα με WL:158 και WW: 280.



**Εικόνα 18:** Εγκάρσια τομή υπολογιστικής τομογραφίας θώρακος με προβολή σε απλό παράθυρο. Αριστερά τα αρχικά δεδομένα με WL: 128 και WW:256. Δεξιά επεξεργασμένα δεδομένα με WL:119 και WW: 284.



## 5.1 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Ερωτηματολογίου

Στην Εικόνα 19 παρουσιάζεται το ερωτηματολόγιο που κλήθηκαν να απαντήσουν οι 3 γιατροί για να αξιολογηθεί η επεξεργασία των εικόνων από την οπτική γωνία των γιατρών. Το ερωτηματολόγιο αποτελείται από 8 ερωτήσεις που αφορούν σε 5 εικόνες από το δείγμα 30 συνολικά εικόνων που συμμετείχαν στην μελέτη.

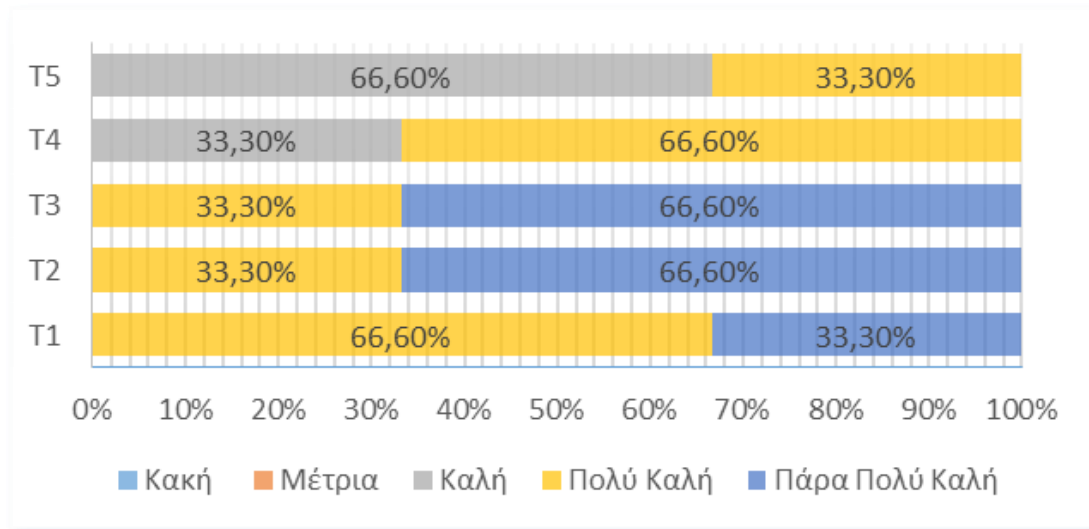
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ	
1. <u>Η αντίθεση της επεξεργασμένης εικόνας είναι:</u>	
1. κακή	
2. μέτρια	
3. καλή	
4. πολύ καλή	
5. πάρα πολύ καλή	
2. <u>Η ευκρίνεια απεικόνισης των λεπτομερειών στην τελική εικόνα είναι:</u>	1. πολύ χειρότερη
1. πολύ μικρή	2. χειρότερη
2. μικρή	3. ίδια
3. αρκετή	4. καλύτερη
4. μεγάλη	5. πολύ καλύτερη
5. πολύ μεγάλη	
3. <u>Ο θόρυβος στην εικόνα είναι:</u>	
1. πολύ λίγος	
2. λίγος	
3. μέτριος	
4. μεγάλος	
5. πολύ μεγάλος	
4. <u>Η δυνατότητα αξιολόγησης των παθολογιών στη τελική εικόνα είναι:</u>	
1. πολύ δύσκολη	
2. δύσκολη	
3. ούτε δύσκολη, ούτε εύκολη	
4. εύκολη	
5. πολύ εύκολη	
5. <u>Η ανάδειξη των παθολογιών στη τελική εικόνα σε σχέση με την αρχική είναι:</u>	7. <u>Η ανάδειξη του πνευμονικού παρεγχύματος στην τελική εικόνα, σε σχέση με την αρχική, είναι:</u>
1. πολύ δύσκολη	1. πολύ χειρότερη
2. δύσκολη	2. χειρότερη
3. ούτε δύσκολη, ούτε εύκολη	3. ίδια
4. εύκολη	4. καλύτερη
5. πολύ εύκολη	5. πολύ καλύτερη
6. <u>Η ανάδειξη των παρεγχυματικών ανωμαλιών στην τελική εικόνα, σε σχέση με την αρχική, είναι:</u>	8. <u>Η απεικόνιση των ινοαδενικών στοιχείων στην τελική εικόνα είναι:</u>
1. πολύ δύσκολη	1. πολύ κακή
2. δύσκολη	2. κακή
3. ούτε δύσκολη, ούτε εύκολη	3. μέτρια
4. εύκολη	4. καλή
5. πολύ εύκολη	5. πολύ καλή

Εικόνα 19 : Ερωτηματολόγιο

Όσον αφορά την πρώτη ερώτηση (Εικόνα 20) για την αντίθεση της τελικής Εικόνας σε σχέση με την αρχική καταγράφηκε ότι στη πρώτη τομή το 67% των ερωτηθέντων θεώρησε πως η αντίθεση είναι πολύ καλή και το 33% ότι η αντίθεση είναι πάρα πολύ καλή. Στη δεύτερη και τρίτη τομή καταγράφηκε ότι το 67% πιστεύει ότι η αντίθεση είναι πάρα πολύ καλή και το 33% ότι είναι πολύ καλή. Στη τέταρτη τομή το μεγαλύτερο ποσοστό θεώρησε ότι η Εικόνα έχει

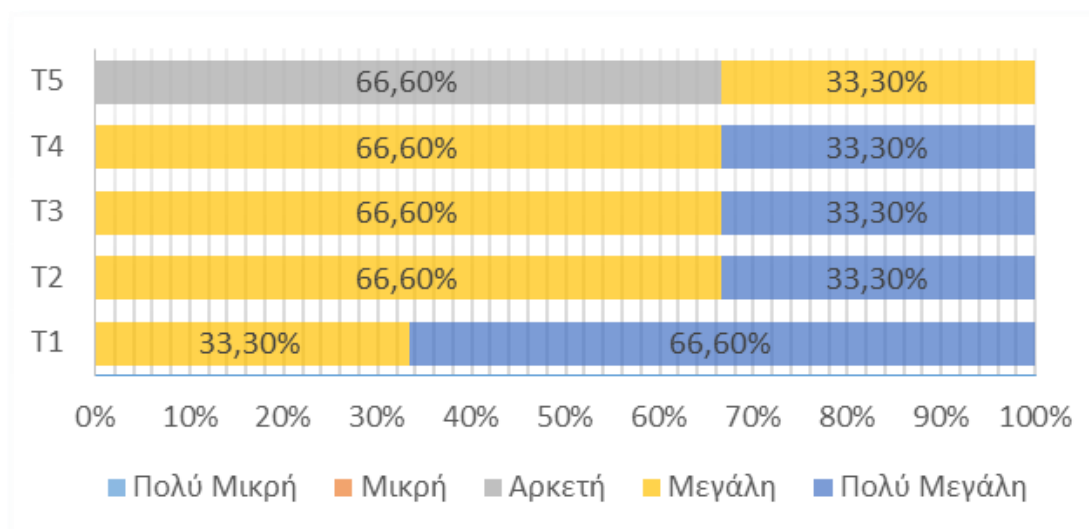
πολύ καλή αντίθεση και το μικρότερο ποσοστό πως η Εικόνα έχει απλά καλή αντίθεση. Στη τελευταία τομή το 67% έκρινε ότι η αντίθεση είναι απλώς καλή και το 33% ότι ήταν πολύ καλή.

**Ερώτηση 1:** Η αντίθεση της επεξεργασμένης Εικόνας είναι:



**Εικόνα 20:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων πρώτης ερώτησης.

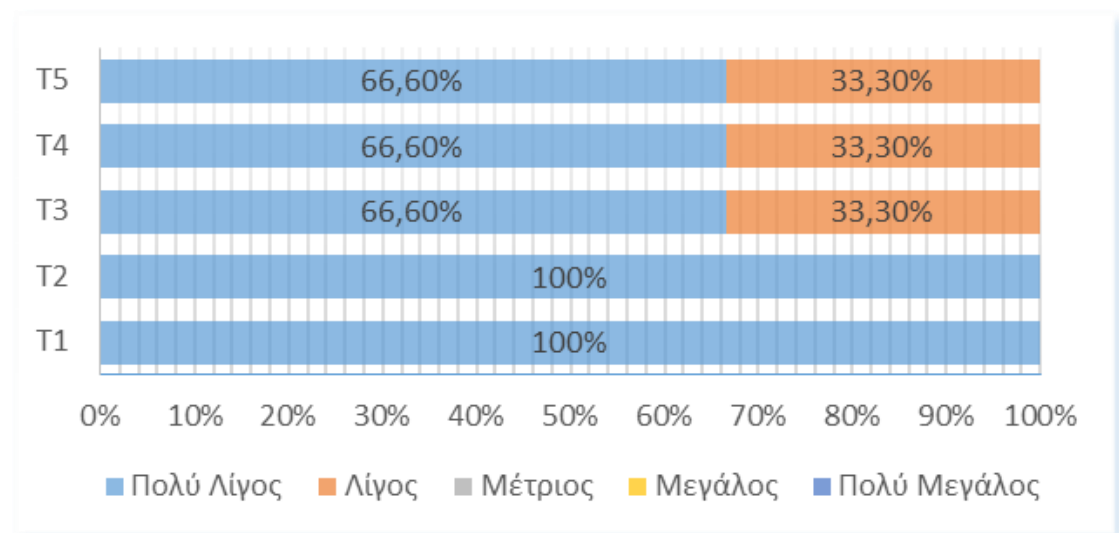
**Ερώτηση 2:** Η ευκρίνεια απεικόνισης των λεπτομερειών στην τελική Εικόνα είναι:



**Εικόνα 21:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων δεύτερης ερώτησης.

Στη δεύτερη ερώτηση για την ευκρίνεια απεικόνισης των λεπτομερειών στη τελική Εικόνα (Εικόνα 21) φαίνεται στη πρώτη Εικόνα το 67% πως θεωρεί ότι η ευκρίνεια είναι πολύ μεγάλη και το 33% ότι η ευκρίνεια είναι απλά μεγάλη. Στη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη τομή φαίνεται ότι η ευκρίνεια είναι μεγάλη σε ποσοστό 67% των ερωτηθέντων και το 33% πιστεύει ότι είναι πολύ μεγάλη. Στη τελευταία τομή το 67% θεωρεί ότι η ευκρίνεια είναι αρκετή και το 33% θεωρεί πως είναι μεγάλη.

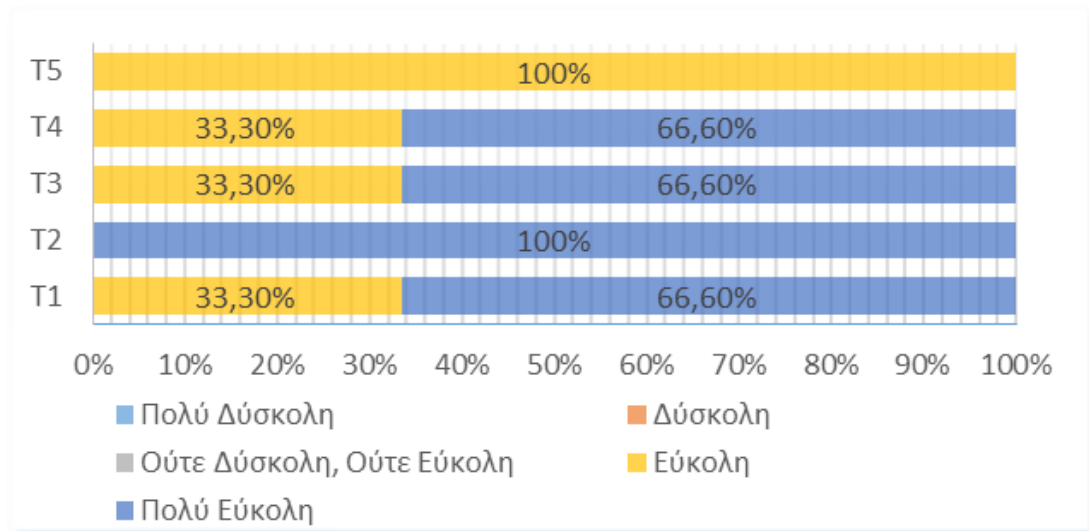
**Ερώτηση 3:** Ο θόρυβος στην Εικόνα είναι:



**Εικόνα 22:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων τρίτης ερώτησης.

Όσον αφορά τη τρίτη ερώτηση (Εικόνα 22) στις δύο πρώτες εικόνες όλοι οι γιατροί θεωρούν ότι ο θόρυβος στη Εικόνα είναι πολύ λίγος ενώ στη τρίτη, τέταρτη και πέμπτη Εικόνα το 67% των γιατρών θεωρούν ότι ο θόρυβος είναι πολύ λίγος και το 33% θεωρεί ότι είναι λίγος.

Ερώτηση 4: Η δυνατότητα αξιολόγησης των παθολογιών στη τελική Εικόνα είναι:



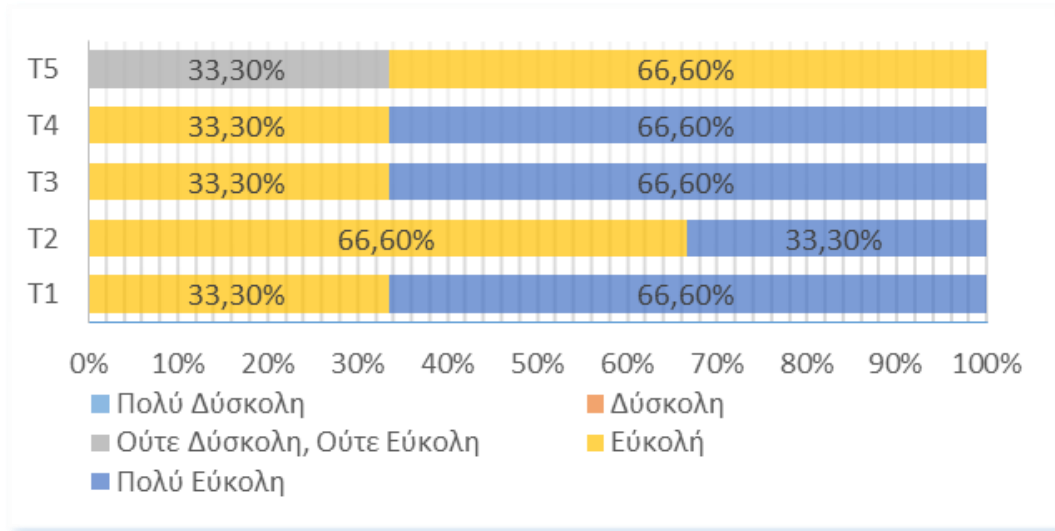
**Εικόνα 23:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων τέταρτης ερώτησης.

Στη τέταρτη ερώτηση (Εικόνα 23) ίδια γνώμη είχαν το 67% των ερωτηθέντων γιατρών, ως προς την δυνατότητα αξιολόγησης των παθολογιών στη επεξεργασμένη Εικόνα, για την πρώτη, τρίτη και τέταρτη Εικόνα ότι ήταν πολύ εύκολη και το 33% θεωρεί ότι είναι απλά εύκολη. Στη δεύτερη Εικόνα όλοι οι γιατροί θεωρούν ότι η δυνατότητα αξιολόγησης των παθολογιών είναι πολύ εύκολη και στη τελευταία τομή επίσης όλοι θεωρούν ότι είναι εύκολη. Στη πέμπτη ερώτηση (Εικόνα 24) ίδια γνώμη είχαν το 67% των ερωτηθέντων γιατρών, ως προς την δυνατότητα αξιολόγησης των παθολογιών στη επεξεργασμένη Εικόνα, για την πρώτη, τρίτη και τέταρτη Εικόνα ότι ήταν πολύ εύκολη και το 33% θεωρεί ότι είναι απλά εύκολη. Στη δεύτερη Εικόνα όλοι οι γιατροί θεωρούν ότι η δυνατότητα αξιολόγησης των παθολογιών είναι πολύ εύκολη και στη τελευταία τομή επίσης όλοι θεωρούν ότι είναι εύκολη. Στην ερώτηση 6 που αφορά την ανάδειξη των παρεγχυματικών ανωμαλιών στη τελική Εικόνα (Εικόνα 25) στην πρώτη, δεύτερη και τέταρτη τομή όλοι οι ερωτηθέντες θεωρούν πως είναι καλύτερη από την αρχική ενώ στη τρίτη Εικόνα το 67% θεωρούν ότι είναι



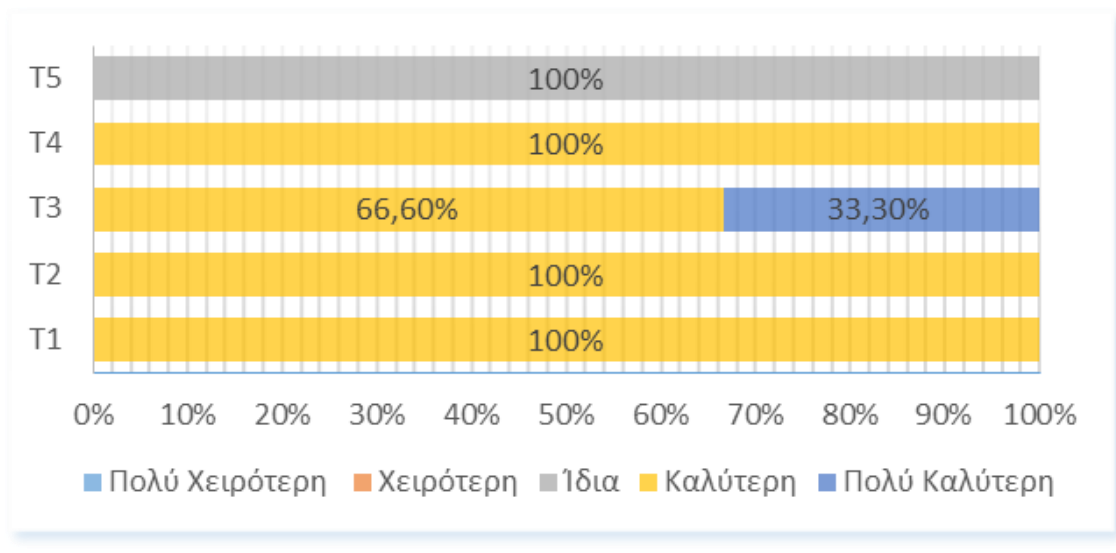
καλύτερη και το 33% ότι είναι πολύ καλύτερη. Τέλος, στην τελευταία τομή όλοι οι γιατροί θεωρούν ότι είναι ίδια η απεικόνιση τους.

**Ερώτηση 5:** Η ανάδειξη των παθολογιών στη τελική Εικόνα σε σχέση με την αρχική είναι:



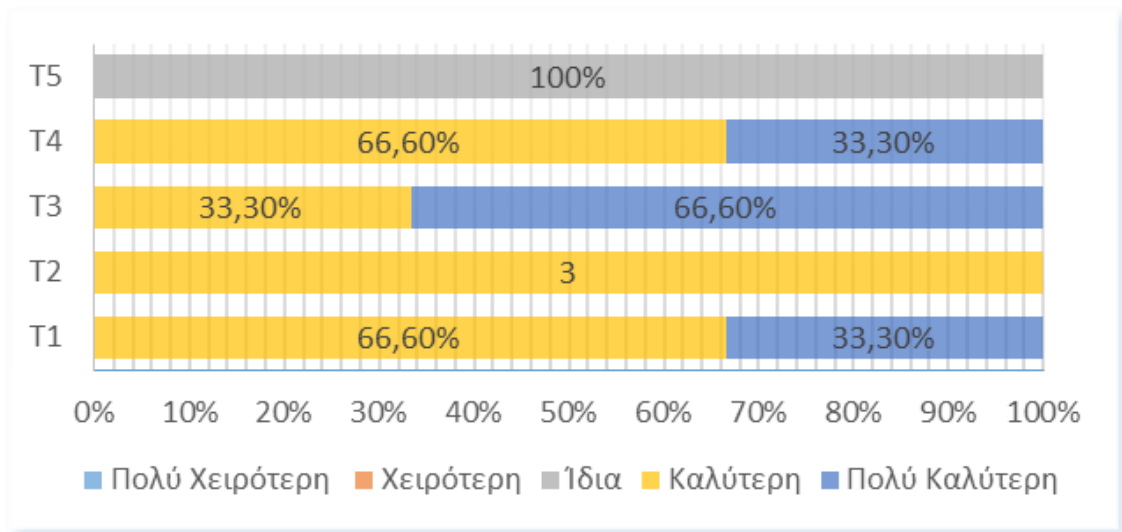
**Εικόνα 24:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων πέμπτης ερώτησης.

**Ερώτηση 6:** Η ανάδειξη των παρεγχυματικών ανωμαλιών στην τελική Εικόνα, σε σχέση με την αρχική, είναι:



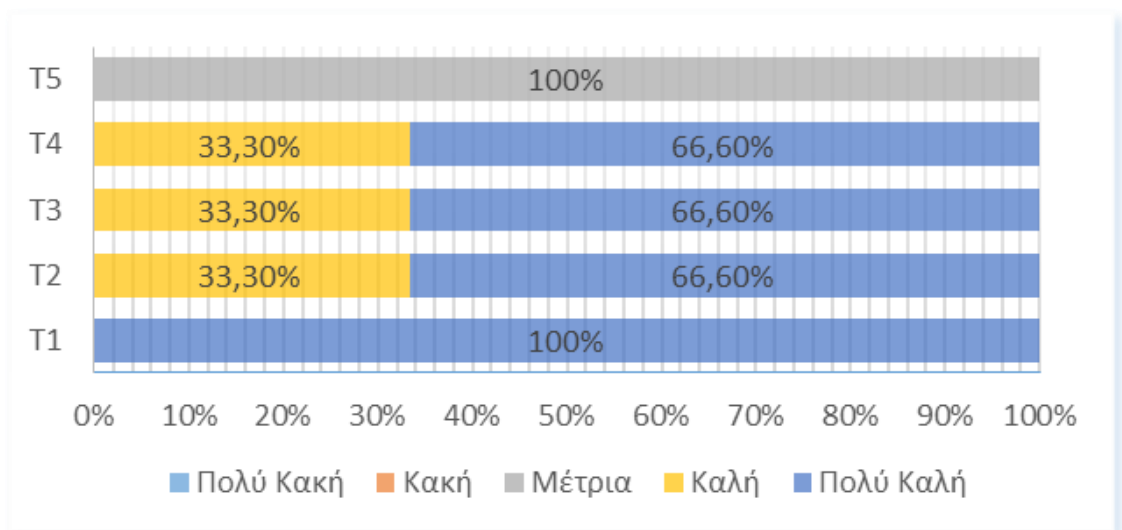
**Εικόνα 25:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων έκτης ερώτησης.

**Ερώτηση 7:** Η ανάδειξη του πνευμονικού παρεγχύματος στην τελική Εικόνα, σε σχέση με την αρχική, είναι:



**Εικόνα 26:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων έβδομης ερώτησης.

**Ερώτηση 8:** Η απεικόνιση των ινοαδενικών στοιχείων στην τελική Εικόνα είναι:



**Εικόνα 27:** Πίνακας Ποσοστιαίας προβολής απαντήσεων όγδοης ερώτησης.

Αξιολογώντας την έβδομη ερώτηση (Εικόνα 26) όπου οι γιατροί κλήθηκαν να αξιολογήσουν την ανάδειξη του πνευμονικού παρεγχύματος στην επεξεργασμένη Εικόνα φαίνεται ότι στην

πρώτη και τέταρτη τομή το 67% θεωρεί ότι είναι καλύτερη και το 33% ότι είναι πολύ καλύτερη η ανάδειξη. Στη δεύτερη τομή όλοι συμφώνησαν στο ότι είναι καλύτερη η ανάδειξη όπως και στην πέμπτη Εικόνα ότι είναι ίδια με την αρχική. Τέλος, στη τρίτη Εικόνα το 67% θεωρεί ότι είναι πολύ καλύτερη η ανάδειξη και το 33% ότι είναι καλύτερη η ανάδειξη του πνευμονικού παρεγχύματος σε σχέση με την αρχική Εικόνα.

Τέλος στην τελευταία ερώτηση (Εικόνα 27) για την πρώτη τομή όλοι οι γιατροί θεωρούν ότι η απεικόνιση των ινοαδενικών στοιχείων στην τελική Εικόνα είναι πολύ καλύτερη από την αρχική όπως και στην τελευταία ότι είναι μέτρια η απεικόνιση τους. Ενώ στη δεύτερη, τρίτη, και τέταρτη τομή το 67% θεωρεί πως είναι πολύ καλή η ανάδειξη και το 33% ότι είναι απλά καλή η απεικόνιση τους στην επεξεργασμένη Εικόνα.

## 5.2 Αξιολόγηση Αποτελεσμάτων Στατιστικής Ανάλυσης

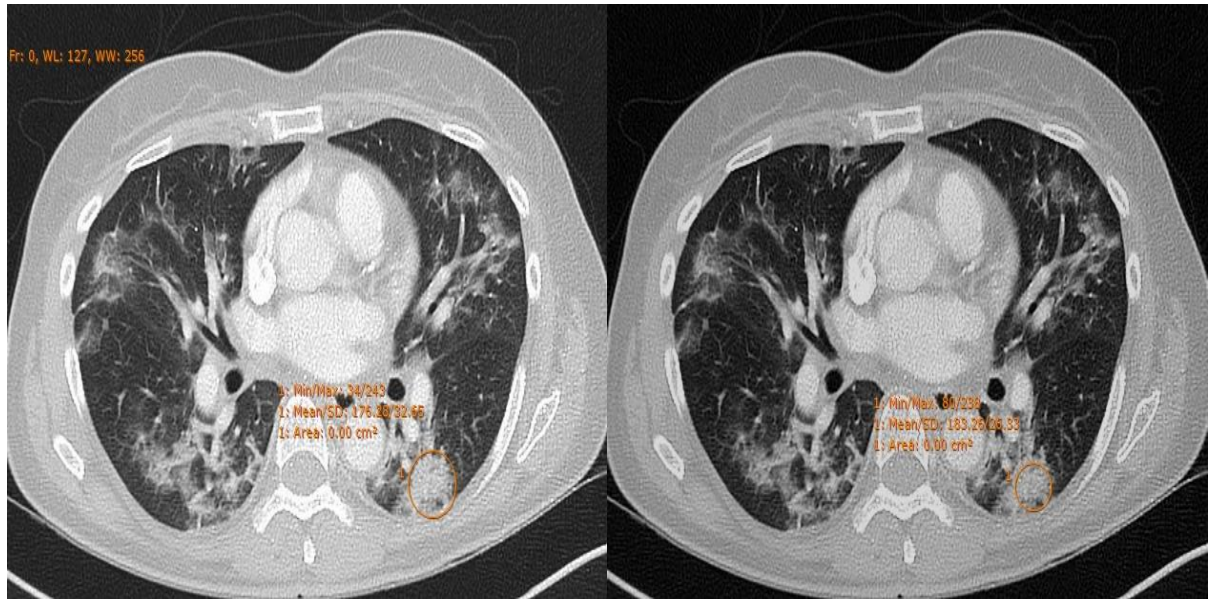
Όλα τα δεδομένα της μελέτης ταξινομήθηκαν σε επεξεργασμένα και μη από το πρόγραμμα επεξεργασίας των εικόνων Sante Dicom Viewer Lite που χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα μελέτη. Από κάθε Εικόνα επιλέχτηκε ένα ROI (παράδειγμα Εικόνες 29,30,31) για την αξιολόγηση του θορύβου και της αντίθεσης της Εικόνας. Καταγράφηκαν οι τιμές της τυπικής απόκλισης και της μέσης τιμής με την χρήση του προγράμματος επεξεργασίας των εικόνων.

Με την καταγραφή των αποτελεσμάτων και την χρήση του προγράμματος Excel υπολογίστηκε το ποσοστό μεταβολής του θορύβου και της φωτεινότητας (αντίθεσης). Κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων (Εικόνα 28) θεωρήθηκε ότι όταν το ποσοστό μεταβολής του θορύβου είναι θετικό τότε ο θόρυβος στην Εικόνα μειώνεται ενώ όταν είναι αρνητικό αυξάνεται. Αντίστοιχα όταν το ποσοστό μεταβολής της φωτεινότητας στη Εικόνα είναι αρνητικό τότε η φωτεινότητα αυξάνεται ενώ όταν είναι θετικό τότε μειώνεται. Συνολικά

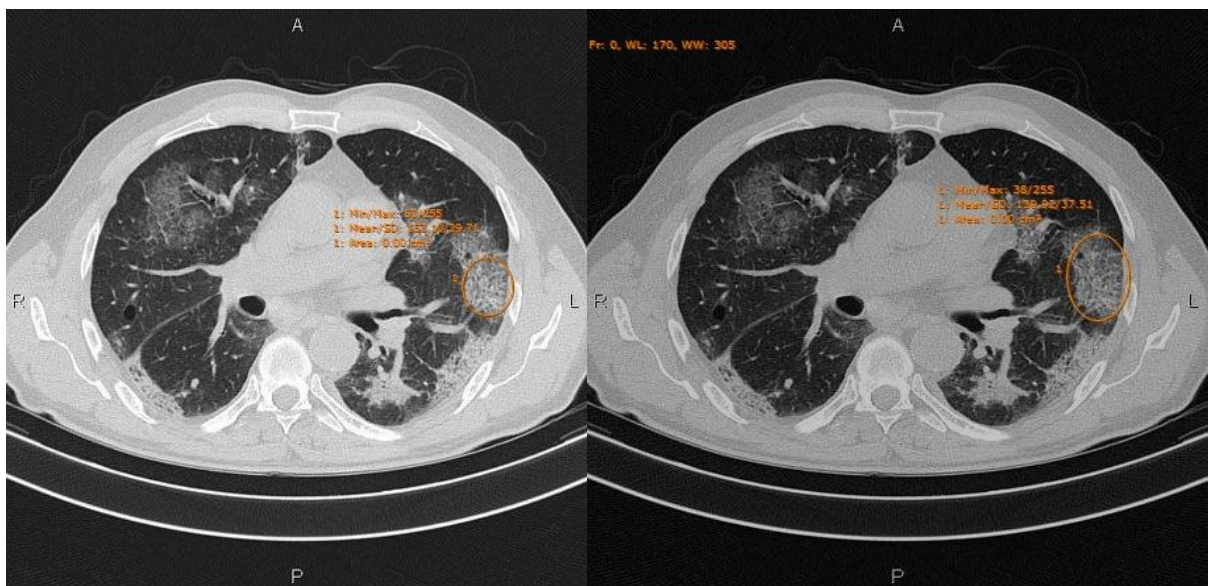
μελετήθηκαν 30 εικόνες υπολογιστικής τομογραφίας από αυτές οι 26 (86,66%) είχαν θετικό αποτέλεσμα στο ποσοστό μεταβολής του θορύβου ενώ οι υπόλοιπες 4 (13,33%) είχαν αρνητικό αποτέλεσμα. Στο ποσοστό μεταβολής της φωτεινότητας (αντίθεσης) οι 21 περιπτώσεις (70%) είχαν αρνητικό αποτέλεσμα ενώ οι υπόλοιπες 9 (30%) είχαν θετικό.

Εικόνα	Αρχική Επεξεργασμένη		Αρχική Επεξεργασμένη		Θόρυβος	αντίθεση
	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση	Μέση τιμή		
1	28,12	26,32	153,7	157,56	6,401138	-2,51139
2	36,45	34,23	128,4	129,96	6,090535	-1,24649
3	30,95	27,22	178,7	181,08	12,0517	-1,31483
4	36,52	30,74	184,5	191,62	15,82694	-3,85908
5	29,11	27,83	198,5	200,41	4,397114	-0,98257
6	38,91	35,47	172,7	174,35	8,840915	-0,98465
7	27,41	26,53	146,1	153,81	3,210507	-5,30604
8	30,36	29,36	178,1	174,18	3,293808	2,206502
9	25,38	23,36	148,4	158,34	7,959023	-6,7053
10	26,32	25,89	128,9	137,15	1,633739	-6,42508
11	31,26	30,18	89,48	95,93	3,454894	-7,20831
12	27,35	26,78	25,92	23,85	2,084095	7,986111
13	18,75	17,61	42,37	44,13	6,08	-4,15388
14	30,66	22,69	96,79	98,12	25,99478	-1,37411
15	61,76	57,34	183,8	177,61	7,156736	3,388816
16	18,71	15,91	176,5	173,18	14,96526	1,87546
17	22,1	20,36	39,72	40,27	7,873303	-1,38469
18	48,25	42,13	16,34	12,08	12,68394	26,07099
19	33,06	31,2	152,1	144,47	5,626134	5,010191
20	83,71	96,43	34,61	43,28	-15,1953	-25,0506
21	46,47	47,01	10,59	10,84	-1,16204	-2,36072
22	28,3	30,03	112,2	107,33	-6,11307	4,340463
23	33,54	35,12	10,55	3,93	-4,71079	62,74882
24	37,57	40,69	168,7	177,61	-8,3045	-5,28156
25	45,36	44,29	28,12	32,09	2,358907	-14,1181
26	27,3	17,48	89,73	99,79	35,9707	-11,2114
27	32,63	31,96	129,3	132,61	2,053325	-2,58374
28	41,56	39,31	140,8	141,85	5,413859	-0,74574
29	30,45	26,98	138,3	140,89	11,39573	-1,90221
30	35,42	35,2	127,4	125,44	0,621118	1,561642

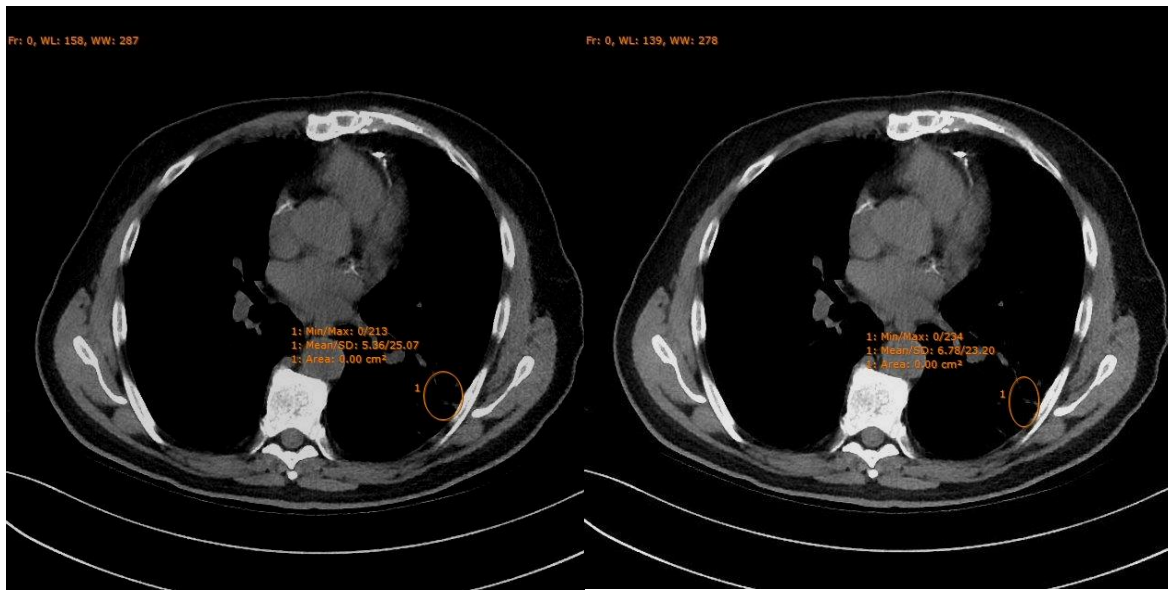
**Εικόνα 28:** Πίνακας Στατιστικής Ανάλυσης.



**Εικόνα 29:** Παράδειγμα επιλογής ROI επεξεργασμένων τομών αξονικής τομογραφίας θώρακος για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης και της μέσης τιμής αυτών δεξιά αρχική Εικόνα με επιλογή ROI αριστερά επεξεργασμένη Εικόνα με αντίστοιχη επιλογή ROI.



**Εικόνα 30:** Παράδειγμα επιλογής ROI επεξεργασμένων τομών αξονικής τομογραφίας θώρακος για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης και της μέσης τιμής αυτών δεξιά αρχική Εικόνα με επιλογή ROI αριστερά επεξεργασμένη Εικόνα με αντίστοιχη επιλογή ROI.



**Εικόνα 31:** Παράδειγμα επιλογής ROI επεξεργασμένων τομών αξονικής τομογραφίας θώρακος για τον υπολογισμό της τυπικής απόκλισης και της μέσης τιμής αυτών δεξιά αρχική Εικόνα με επιλογή ROI αριστερά επεξεργασμένη Εικόνα με αντίστοιχη επιλογή ROI.



## Κεφάλαιο 6. Συζήτηση

Η μελέτη αυτή εφάρμοσε πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων (SANTE DICOM VIEWER LITE) για την επεξεργασία δεδομένων υπολογιστικής τομογραφίας θώρακα από ασθενείς που έχουν νοσήσει με COVID-19. Η μελέτη έδειξε ότι μια βελτιστοποιημένη ρύθμιση των τιμών WW και WL των παραθύρων τομογραφικής ανακατασκευής των εικόνων αποδείχθηκε πιο αποτελεσματική από την αρχική αυτόματη ρύθμιση που έχει το απεικονιστικό σύστημα για την απεικόνιση του πνευμονικού ιστού. Έτσι μεταβάλλοντας τις τιμές HU του εύρους και του κέντρου του παραθύρου της τομογραφικής ανακατασκευής που προβάλλει τα δεδομένα του πνευμονικού ιστού, βρέθηκε να υπάρχει καλύτερη απεικόνιση της πνευμονικής βλάβης (πνευμονίας) που προκαλείται από την COVID-19 σε σχέση με τις προκαθορισμένες τιμές εύρους και κέντρου του απλού πνευμονικού παραθύρου που χρησιμοποιεί αυτόματα το σύστημα υπολογιστικού τομογράφου για την ανασύνθεση των δεδομένων που λαμβάνει κατά την σάρωση.

Για να υπάρξει καλύτερη διαγνωστική απόδοση της βλάβης της πνευμονίας απαιτείται βελτιστοποίηση της αντίθεσης απεικόνισης για τον προσδιορισμό της παρουσίας και της έκτασης της πνευμονικής βλάβης. Σε μια Εικόνα υπολογιστικής τομογραφίας το εύρος παραθύρου (WW) καθορίζει το σύνολο των αριθμών CT που θα περιέχονται στην κλίμακα του γκρίζου και θα είναι ορατές στην Εικόνα ενώ το επίπεδο παραθύρου (WL) αναφέρεται στην κεντρική τιμή του εύρους του παραθύρου και πρέπει να είναι κοντά στην μέση τιμή πυκνότητας των ιστών της ανατομικής περιοχής που εξετάζουμε.

Με βάση τα αποτελέσματα από την στατιστική ανάλυση των επεξεργασμένων δεδομένων της μελέτης και των αποτελεσμάτων από το ερωτηματολόγιο που απάντησαν οι γιατροί προτείνεται η προσαρμογή του πλάτους και του κέντρου των παραθύρων για την καλύτερη

διαφοροδιάγνωση της πνευμονίας που προκαλείται από την COVID-19. Με κατάλληλη ρύθμισή του παραθύρου για την απεικόνιση του πνευμονικού ιστού, που βασίζεται στην κατάλληλη προσαρμογή του πλάτους και του κέντρου του παραθύρου, δίνεται τη δυνατότητα για διάγνωση και διαφοροποίηση των βλαβών της πνευμονίας. Η μελέτη αυτή προτείνει την αύξηση των WW και WL (προκαθορισμένο παράθυρο WW:256; WL:126 επεξεργασμένο παράθυρο WW:270-290; WL:215-230) καθώς όπως αποδείχθηκε βάση της έρευνας που έγινε, μεταξύ των γιατρών που αξιολόγησαν τις εικόνες, με αυτό τον τρόπο βελτιώνεται η ανάδειξη του πνευμονικού παρεγχύματος και των ινοαδενικών στοιχείων αυτού.

Για την στατιστική ανάλυση του θορύβου και της αντίθεσης των επεξεργασμένων εικόνων μετρήθηκε η τυπική απόκλιση (δείκτης θορύβου) και η μέση τιμή φωτεινότητας (δείκτης αντίθεσης) σε συγκεκριμένο ROI των εικόνων. Η επιλογή των ROI έγινε τυχαία από έναν από τους τρεις γιατρούς που αξιολόγησαν τα επεξεργασμένα δεδομένα. Από την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προκύπτει ότι το 86,66% των επεξεργασμένων δεδομένων είχε θετικό αποτέλεσμα ως προς το ποσοστό μεταβολής του θορύβου, δηλαδή ο θόρυβος στη επεξεργασμένη Εικόνα μειώθηκε, ενώ το 13,33% είχε αρνητικό αποτέλεσμα οπότε υπήρχε αύξηση του θορύβου στην επεξεργασμένη Εικόνα. Ενώ τα αποτελέσματα του ποσοστού μεταβολής της φωτεινότητας ήταν στο 70% αύξηση της αντίθεσης της Εικόνας και 30% μείωση της αντίθεσης της Εικόνας.

Υπάρχουν διάφορες μελέτες [6,7,10] που στοχεύουν στη βελτίωση της ποιότητας απεικόνισης σε εικόνες αξονικής τομογραφίας θώρακα. Σε μια από αυτές [7] οι Elmehdi Benmalek et al. (2021) χρησιμοποίησαν τεχνικές τεχνητής νοημοσύνης (Inception V3 και Res Net-18) για την ανίχνευση και την διαφοροποίηση της COVID-19 σε CT θώρακα ασθενών. Σε



άλλη μελέτη [10] αποδείχθηκε ότι με την κατάλληλη προσαρμογή των τιμών HU του κέντρου και του πλάτους του παραθύρου των εικόνων αξονικής τομογραφίας θώρακα που έγινε σε ασθενείς με αδενοκαρκίνωμα πνεύμονα δίνεται η δυνατότητα για καλύτερη ανάδειξη και διαφοροποίηση των πνευμονικών βλαβών σε περιστατικά με αδενοκαρκίνωμα πνεύμονα. Σε αντίθεση με τους Xiaonan Cui et al. (2020) [10] στη παρούσα μελέτη υπήρξε σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων των δεδομένων προ και μετά την επεξεργασία τους από το πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνων SANTE DICOM VIEWER (ανάλυση δεδομένων ερωτηματολογίου από τους ακτινοδιαγνώστες).

Ένα από τα πλεονεκτήματα της χρήσης προγραμμάτων επεξεργασίας εικόνων, όπως στην παρούσα μελέτη όπου χρησιμοποιήθηκε μέθοδος προσαρμογής των HU του κέντρου και εύρους του απλού παραθύρου, είναι ότι υπάρχει πληθώρα λογισμικών πακέτων που ενσωματώνουν μεθόδους επεξεργασίας Εικόνας, όπως το απλό παράθυρο διαθέσιμα για χρήση στο διαδίκτυο όπως είναι το SANTE DICOM VIEWER, το RADIANT και το MICRODICOM VIEWER. Με την χρήση αυτών των λογισμικών δίνεται η δυνατότητα για εύκολη πρόσβαση και αξιοποίηση των δυνατοτήτων των προγραμμάτων επεξεργασίας εικόνων όπως είναι η προσαρμογή του εύρους και του κέντρου του παραθύρου, κατάλληλη επιλογή συγκεκριμένων περιοχών ROI στην Εικόνα της CT θώρακα και μέτρησης σε αυτήν τιμών τυπικής απόκλισης και μέσης τιμής.

Το μειονέκτημα της μεθόδου που διαπιστώθηκε, μετά το πέρας της μελέτης, είναι ότι η χρήση του προγράμματος SANTE DICOM VIEWER δεν παρουσίασε σημαντικές αλλαγές στα δεδομένα που είχαν προβληθεί στο απλό παράθυρο με την αρχική ρύθμιση του WW και WL. Αυτό φαίνεται βάση των αποτελεσμάτων του ερωτηματολογίου που απάντησαν οι γιατροί όπου στις εικόνες που αξιολογήθηκαν από τους γιατρούς δεν υπήρξε μεταβολή στην

αντίθεση της Εικόνας και δεν παρατηρήθηκαν αλλαγές στο πνευμονικό παρέγχυμα που θα μπορούσαν να προσφέρουν περισσότερη διαγνωστική αξία καθώς το 66,6% των ερωτηθέντων γιατρών θεωρεί ότι η αντίθεση της επεξεργασμένης Εικόνας ήταν απλά πολύ καλή, το 66,6% πιστεύει η αξιολόγηση του πνευμονικού παρεγχύματος στην τελική Εικόνα είναι απλά καλύτερη από την αρχική.

Η παρούσα μελέτη είχε και ορισμένους περιορισμούς. Πρώτον το δείγμα των γιατρών που αξιολόγησαν τα επεξεργασμένα δεδομένα ήταν περιορισμένο. Οπότε δεν μπορεί η μελέτη να θεωρηθεί αντιπροσωπευτική ως προς την άποψη των γιατρών για την ποιότητα επεξεργασίας των εικόνων και θα πρέπει να γίνει ακόμα πιο εκτεταμένος έλεγχος στην αξιολόγηση των αποτελεσμάτων από μεγαλύτερο αριθμό ιατρών. Δεύτερον, στη μελέτη αυτή δεν εξετάστηκαν δεδομένα με διαφορετικές παραμέτρους σάρωσης. Δεδομένου ότι τα περιστατικά της μελέτης είχαν σταθερά στοιχεία σάρωσης (120 KVp και αυτόματη διαμόρφωση ρεύματος λυχνίας) χωρίς να συμπεριληφθεί η χρήση χαμηλότερων στοιχείων σάρωσης, καθώς η χρήση διαφορετικών στοιχείων σάρωσης μπορεί να μεταβάλει τον CT number και κατά συνέπεια να τροποποιηθεί και η αμαύρωση της Εικόνας, το οποίο υπάρχει προοπτική να συμπεριληφθεί σε μελλοντική μελέτη. Τρίτον, αξιολογήθηκε μικρός αριθμός τομών στο ερωτηματολόγιο δεδομένου του περιορισμένου χρόνου των γιατρών που αξιολόγησαν τις τομές.

Μελλοντικά η μελέτη θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί και σε δεδομένα από άλλες εξετάσεις για να αξιολογηθεί η επίδραση που προσφέρουν τα προγράμματα επεξεργασίας ιατρικών εικόνων σε δεδομένα εξετάσεων όπως είναι η μαστογραφία, το PET CT και η MRI. Ακόμα υπάρχουν προοπτικές για μελέτη επεξεργασμένων δεδομένων από συνδυασμό προγραμμάτων επεξεργασίας δεδομένων και με προγράμματα βαθιάς μάθησης. Τέλος νέες

μελέτες θα μπορούσαν να γίνουν και για επεξεργασία δεδομένων απεικονιστικών εξετάσεων σε δεδομένα από άλλα συστήματα του ανθρώπινου σώματος.

## Κεφάλαιο 7. Συμπεράσματα

Ο συνδυασμός των δεδομένων υπολογιστικής τομογραφίας θώρακα με τη χρήση προγραμμάτων επεξεργασίας εικόνων δίνει τη δυνατότητα επεξεργασίας των δεδομένων για καλύτερη ανάδειξη της βλάβης, ποσοτικοποίησης αυτής, βελτίωση των παραμέτρων της Εικόνας όπως είναι η ακρίβεια στην ανάδειξη των βλαβών, η ευκρίνεια και η παράλληλη μείωση του θορύβου της Εικόνας. Αυτή η μελέτη απέδειξε ότι με τη κατάλληλη διαμόρφωση του εύρους και πλάτους του παραθύρου ανακατασκευής των δεδομένων δίνεται η δυνατότητα για πιο λεπτομερή και ακριβής ανάδειξη της πνευμονίας λόγω COVID-19. Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε είναι εύκολο να εφαρμοστεί από τους τεχνολόγους και τους κλινικούς γιατρούς για μαζική αξιολόγηση των δεδομένων CT. Η τεχνική αυτή προσφέρει βέλτιστες εικόνες για πιο σωστή αξιολόγηση και εκτίμηση της έκτασης της βλάβης. Το μειονέκτημα είναι ότι έχει περιορισμένη εφαρμογή σε δεδομένα όπου στα οποία δεν έχει γίνει αρχική επεξεργασία από τον υπολογιστικό τομογράφο.

## Βιβλιογραφία

1. Αλειφερόπουλος Δ. και Σ. Καλλιβωκάς, Αξονική Τομογραφία , Ακτινοτεχνολογία Αρχές-Σύγχρονες Εφαρμογές, σελ. 31-33, 36-38.
2. Γεωργίου Ε. Ιατρική Φυσική (2<sup>η</sup> έκδοση) Διαγνωστικές και Θεραπευτικές Εφαρμογές των Ακτινοβολιών Κεφ. 11, σελ. 309-310.
3. Μάθημα Επεξεργασία Ιατρικής Εικόνας Διάλεξη 1 &2, Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής.
4. Damiano Caruso, Marta Zerunian, Michela Polici, Francesco Pucciarelli, Tiziano Polidori, Carlotta Rucci, Gisella Guido, Benedetta Bracci, Chiara De Dominicis, Andrea Laghi (2020) Chest CT Features of COVID-19 in Rome, Italy (έρευνα 2)
5. Elmehdi Benmalek, Jamal Elmhamdi & Abdelilah Jilbab (2021) Comparing CT scan and chest X-ray imaging for COVID-19 diagnosis (έρευνα 7)
6. Ephrem Awulachew, Kuma Diriba, Asrat Anja, Eyob Getu, and Firehiwot Belayneh (2020) Computed Tomography (CT) Imaging Features of Patients with COVID-19: Systematic Review and Meta-Analysis (έρευνα 5)
7. Fengxiang Song \* , Nannan Shi \* , Fei Shan , Zhiyong Zhang , Jie Shen , Hongzhou Lu , Yun Ling , Yebin Jiang , Yuxin Shi (2020) Emerging 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia (έρευνα 1)
8. Fuzhou Wang , Richard M. Kream, George B. Stefano (2020) Long-Term Respiratory and Neurological Sequelae of COVID-19
9. Giuseppe Pascarella, Alessandro Strumia, Chiara Piliago, Federica Bruno, Romualdo Del Buono, Fabio Costa, Simone Scarlata, Felice Eugenio Agrò (2020) COVID-19 diagnosis and management: a comprehensive review
10. Guillaume Herpe , Mathieu Lederlin, Mathieu Naudin, Mickaël Ohana, Kathia Chaumoitre, Jules Gregory, Valérie Vilgrain, Cornelia Anna Freitag et al<sup>28</sup> (2020) Efficacy of Chest CT for COVID-19 Pneumonia Diagnosis in France (έρευνα 8)
11. H. Mary Shyni and E.Chitra (2022) A COMPARATIVE STUDY OF X-RAY AND CT IMAGES IN COVID-19 DETECTION USING IMAGE PROCESSING AND DEEP LEARNING TECHNIQUES (έρευνα 6)
12. Joshua J. Solomon, Brooke Heyman, Jane P. Ko, Rany Condos, David A. Lynch (2021) CT of Post-Acute Lung Complications of COVID-19 (έρευνα 4)
13. Li Yang, Shasha Liu, Jinyan Liu, Zhixin Zhang, Xiaochun Wan, Bo Huang, Youhai Chen & Yi Zhang (2020) COVID-19: immunopathogenesis and Immunotherapeutics
14. Minhua Yu\*, Dan Xu\*, Lan Lan, Mengqi Tu, Rufang Liao, Shuhan Cai, Yiyuan Cao, Liying Xu, Meiyan Liao, Xiaochun Zhang, Shu-Yuan Xiao, Yirong Li, Haibo Xu (2020) Thin-Section Chest CT Imaging of COVID-19 Pneumonia: A Comparison Between Patients with Mild and Severe Disease (έρευνα 3)
15. Wentao Zhao, Wei Jiang and Xinguo Qiu (2021) Deep learning for COVID-19 detection based on CT images (έρευνα 9)
16. Xiaonan Cui a b 1Shuxuan Fan a 1 MarjoleinA. Heuvelmans c dDaiwei Han bYingru Zhao aHarry JM Groen eMonique D. Dorrius b cMatthijs Oudkerk f gGeertruida H. de

- Bock cRozemarijn Vliegentianghart Ye bZhaox (2020) Optimization of CT windowing for diagnosing invasiveness of adenocarcinoma presenting as sub-solid nodules (έρευνα 10)
17. Praveen Rai ,Ballamoole Krishna Kumar ,Vijaya Kumar Deekshit ,Indrani Karunasagar &Iddya Karunasagar (2021) Detection technologies and recent developments in the diagnosis of COVID-19 infection
  18. Google Scholar ([ink.springer.com/article/10.1007/s00330-020-06879-6](https://ink.springer.com/article/10.1007/s00330-020-06879-6))
  19. [radiopaedia.org/cases/hounsfield-scale-diagram](https://radiopaedia.org/cases/hounsfield-scale-diagram)
  20. Rashmi Balasubramanya, Sangita Kapur, Maansi Parekh, Achala Donuru , (2020) Review of the Chest CT Differential Diagnosis of Ground-Glass Opacities in the COVID Era
  21. Amini B, Vadera S, Bell D, et al. (2022) Ground-glass opacification