

Σημαντικές χρονολογίες στην εξέλιξη της Υπολογιστικής Τομογραφίας

- 1924 - μαθηματική θεωρία τομογραφικής ανακατασκευής δεδομένων (Johann Radon)
- 1930 - κλασσική τομογραφία (A. Vallebona)
- 1963 - θεωρητική βάση της Υ.Τ. (A. McLeod Cormack)
- 1971 - 1^{ος} εμπορικός αξονικός τομογράφος – CT (Sir Godfrey Hounsfield)
- 1974 - 1^{ος} CT 3^{ης} γενεάς
- 1979 - Nobel price (Cormack & Hounsfield)
- 1989 - CT μονής τομής
- 1994 - διτομικός ελικοειδής CT
- 2001 - 16-τομών ελικοειδής CT
- 2007 - 320-τομών ελικοειδής CT

Hounsfield units – HU – CT numbers

Με τη μέθοδο της υπολογιστικής τομογραφίας υπολογίζεται η χωρική δι-διάστατη κατανομή των γραμμικών συντελεστών εξασθένησης της ακτινοβολίας X . Στις εικόνες υπολογιστικής τομογραφίας η ποσότητα αυτή αντικαθίσταται από καθαρό αριθμό (CT_{number}) σε μονάδες Hounsfield (HU), ο οποίος υπολογίζεται σχετικά ως προς το γραμμικό συντελεστή εξασθένησης του νερού (μ_{water}), παρέχοντας έτσι χάρτες αριθμών CT ιστών .

$$CT_{number} = \frac{\mu_{\text{ιστού}} - \mu_{\text{νερού}}}{\mu_{\text{νερού}}} * 1000 = \text{HU}$$

Στην κλίμακα Hounsfield, ο γραμμικός συντελεστής εξασθένησης του νερού έχει την τιμή μηδέν (0 HU), ενώ για τον ατμοσφαιρικό αέρα (π.χ. κυψελίδες πνευμόνων) είναι -1000 HU. Τα οστά, λόγω αυξημένης απορρόφησης, χαρακτηρίζονται από υψηλές τιμές, δηλ. >2000 HU.

Η αξιοποίηση αυτού του δυναμικού εύρους στην ανάγνωση και ερμηνεία εικόνας υπολογιστικής τομογραφίας, λόγω των περιορισμών διακριτικής ικανότητας αντίθεσης του παρατηρητή (60-80 τόνοι του γκρι), συνοδεύεται από τη χρήση αλγορίθμου μετεπεξεργασίας εικόνας τύπου παραθύρου (window-level processing). Στην τεχνική αυτή η παράμετρος L καθορίζει τον CT αριθμό του κέντρου του δυναμικού εύρους και η παράμετρος W το εύρος των αριθμών CT .

Εύρος τιμών HU – Τεχνική παραθύρου – Window Technique

Το εύρος των τιμών HU, και συνεπώς το εύρος των τόνων του γκρι, που μπορεί να απεικονισθεί είναι πάνω από 2000. Τα monitor-οθόνες των υπολογιστικών συστημάτων μπορούν να απεικονίσουν μόνο 256 τόνους του γκρι. Επίσης, το ανθρώπινο μάτι μπορεί να διαχωρίσει έως 40-50 διαφορετικούς τόνους του γκρι. Το ανθρώπινο μάτι δεν μπορεί να διαφοροποιήσει διαφορές αντίθεσης μικρότερες του 10%, ενώ οι σύγχρονοι CT μπορούν να απεικονίσουν διαφορές μικρότερες του 1%. Για τους παραπάνω λόγους, έγινε απαραίτητο να ορισθεί μία τεχνική που θα αντιστοιχεί μία ομάδα HU σε έναν συγκεκριμένο τόνο του γκρι. Το εύρος της ομάδας αυτής, δηλαδή ο αριθμός των διαφορετικών HU, καθορίζει και τον αριθμό των HU που αντιστοιχούνται σε κάθε τόνο του γκρι.

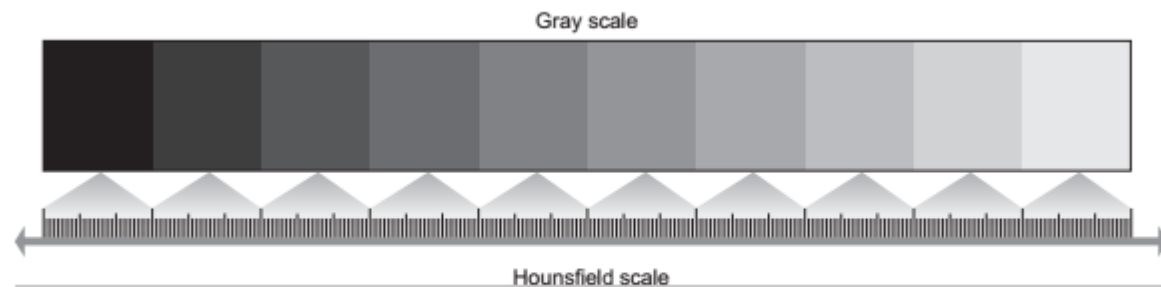


FIGURE 4-2 The display processor assigns a group of Hounsfield unit to each shade of gray. In this simplified illustration, 10 different shades are available to display the 300 Hounsfield units in the window width.

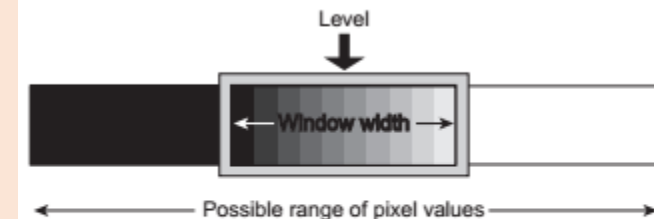


FIGURE 4-3 Window width assigns the quantity of pixel values to the gray scale. Window level determines the center pixel value in the gray scale.

Εύρος τιμών HU – Τεχνική παραθύρου – Window Technique

Εύρος παραθύρου – Window Width - WW : Ο αριθμός των HU που θα απεικονισθούν στη συγκεκριμένη εικόνα. Το λογισμικό αποδίδει τόνους του γκρι στους CTnumbers που εμπίπτουν στο επιλεγμένο εύρος. CTnumbers μεγαλύτεροι του επιλεγμένου εύρους απεικονίζονται ως άσπρο (στην κλίμακα του γκρι), ενώ αυτοί με τιμές μικρότερες του συγκεκριμένου εύρους απεικονίζονται ως μαύρο.

Επίπεδο παραθύρου – Κέντρο παραθύρου - Window Level - WL: Η τιμή HU που αντιστοιχεί στο κέντρο του επιλεγμένου δυναμικού εύρους τιμών. Το κέντρο του παραθύρου καθορίζεται από τον ιστό ενδιαφέροντος.

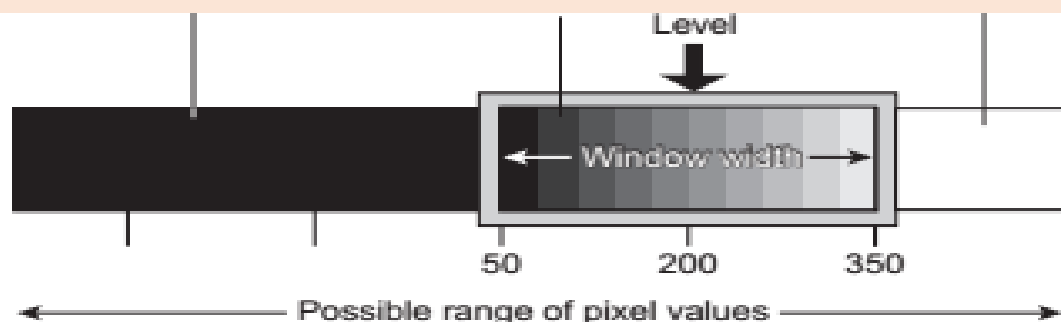


FIGURE 4-6 The software assigns shades of gray to CT numbers that fall within the range selected. All values higher than the selected range (in the current example, 350) will appear white, and any value lower than 50 will appear black.

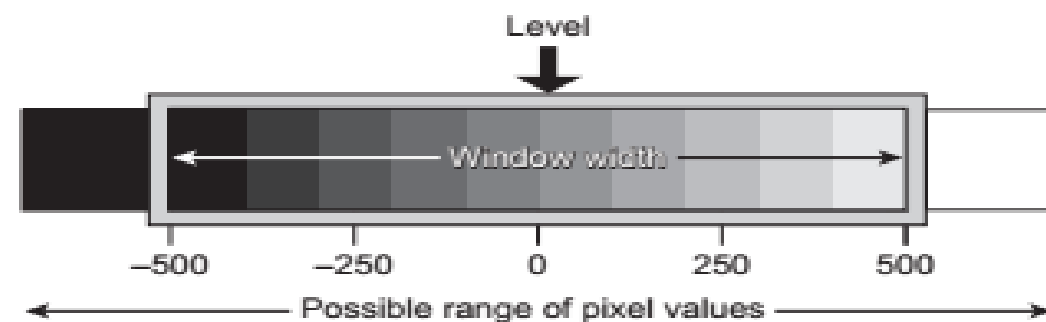
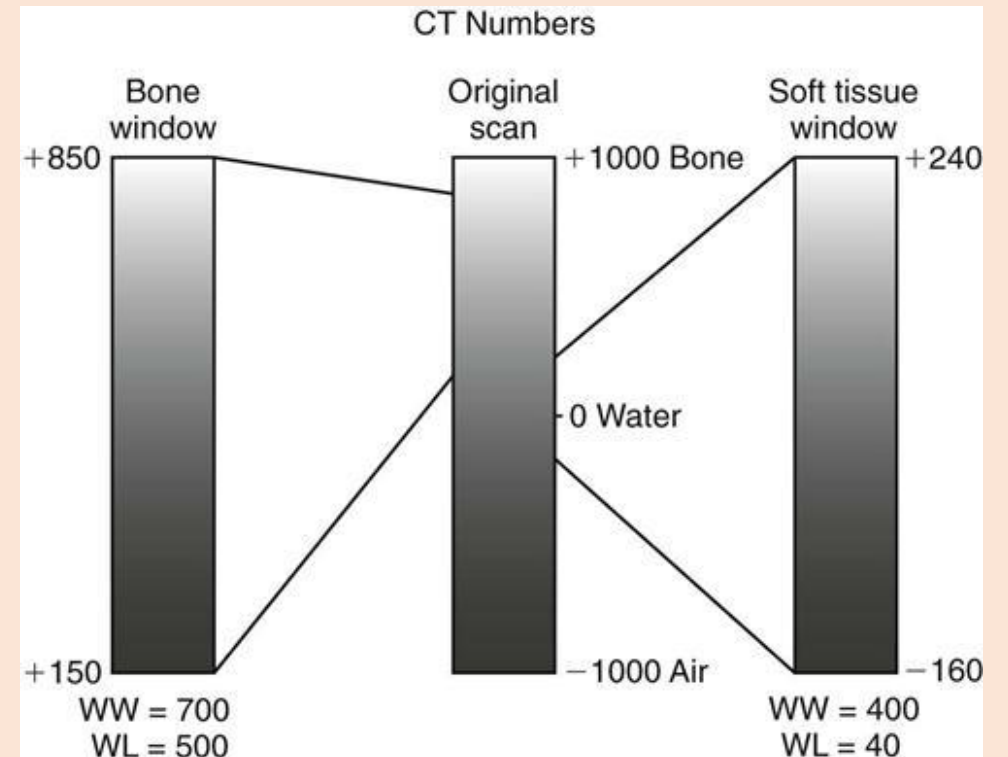
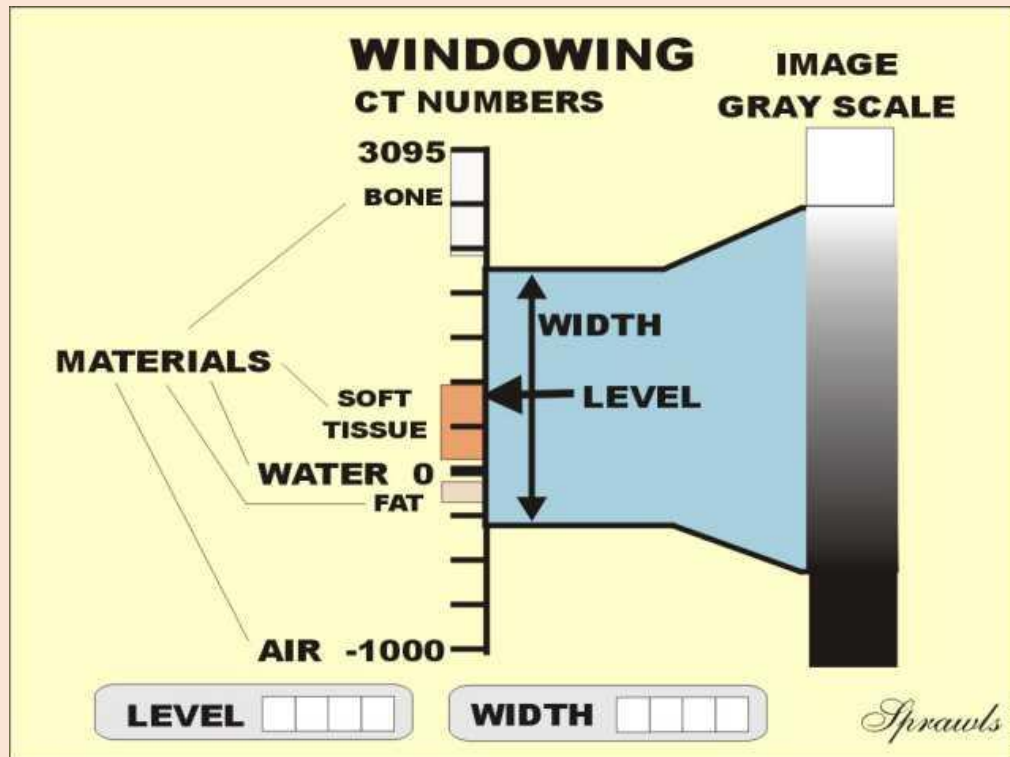


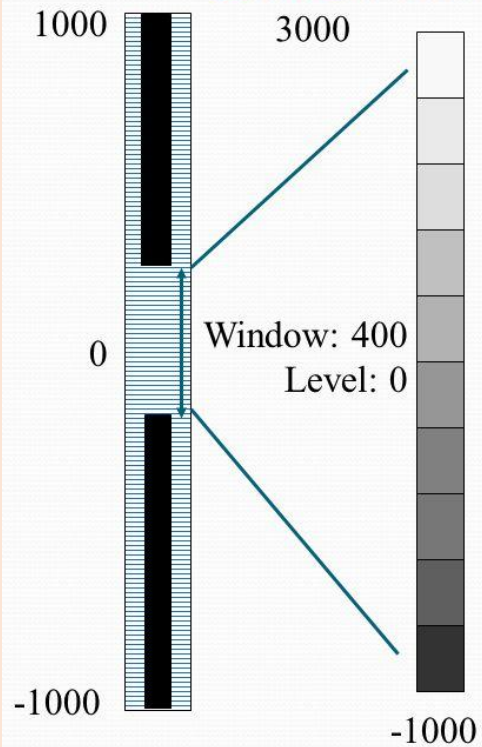
FIGURE 4-7 Widening the window width will include a wider range of values by placing more Hounsfield units into each shade of gray.

Εύρος τιμών HU – Τεχνική παραθύρου – Window Technique



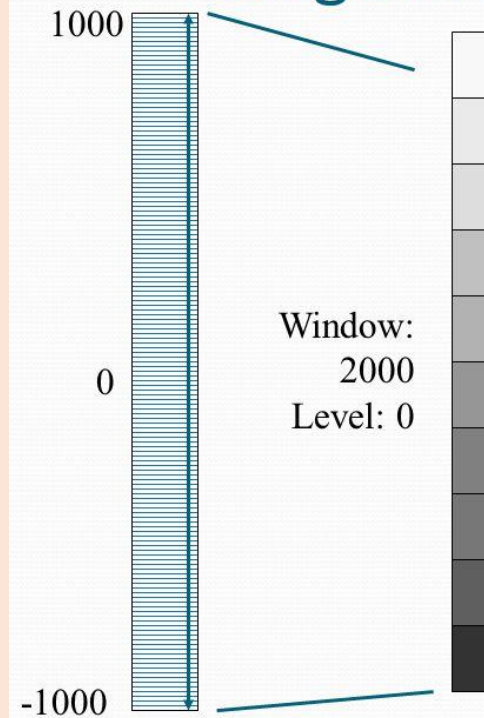
Εύρος τιμών HU – Τεχνική παραθύρου – Window Technique

Small Window Width



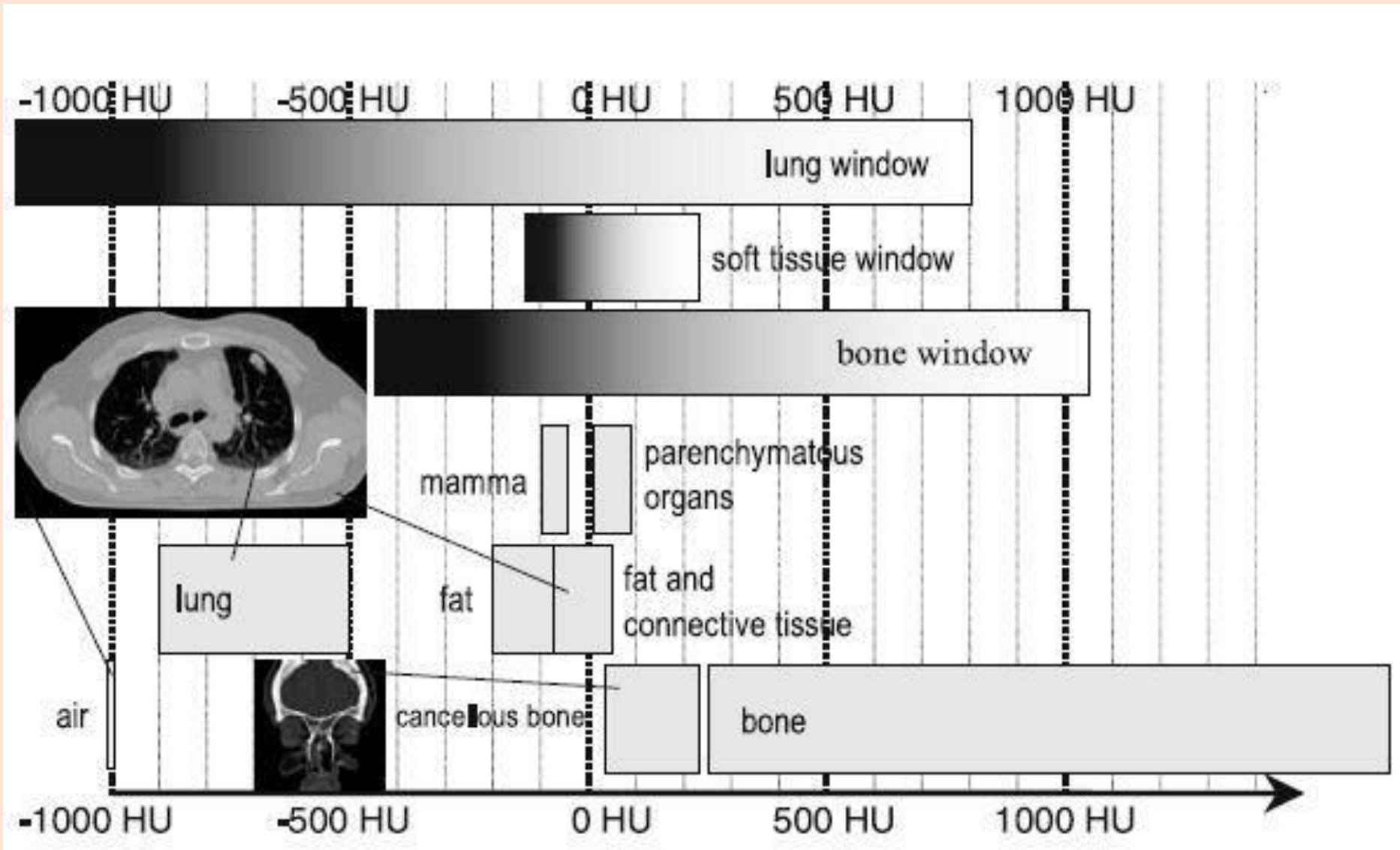
- ◆ Short gray scale
- ◆ Small block of CT #'s assigned gray levels
- ◆ Small transition zone of white to black

Large Window Width



- ◆ Long gray scale
- ◆ Large block of CT #'s assigned gray levels
- ◆ Large transition zone of white to black

Τεχνική παραθύρου – Window Technique



Τεχνική παραθύρου – Window Technique

Τυπικές τιμές Επιπέδου Παραθύρου – WindowLevel – WL, και Εύρους Παραθύρου – WindowWidth – WW

Κεφάλι - Τράχηλος

Εγκέφαλος - W:80 L:40

Υπαραχνοειδή χώρος - W:130-300 L:50-100

Διάγνωση εγκεφαλικού : W:8 L:32 ή W:40 L:40

Κροταφικά οστά - W:2800 L:600

Μαλακά μόρια - W:350-400 L:20-60

Θώρακας

Πνεύμονες - W:1500 L:-600

Μεσοθωράκιο - W:350 L:50

Κοιλία

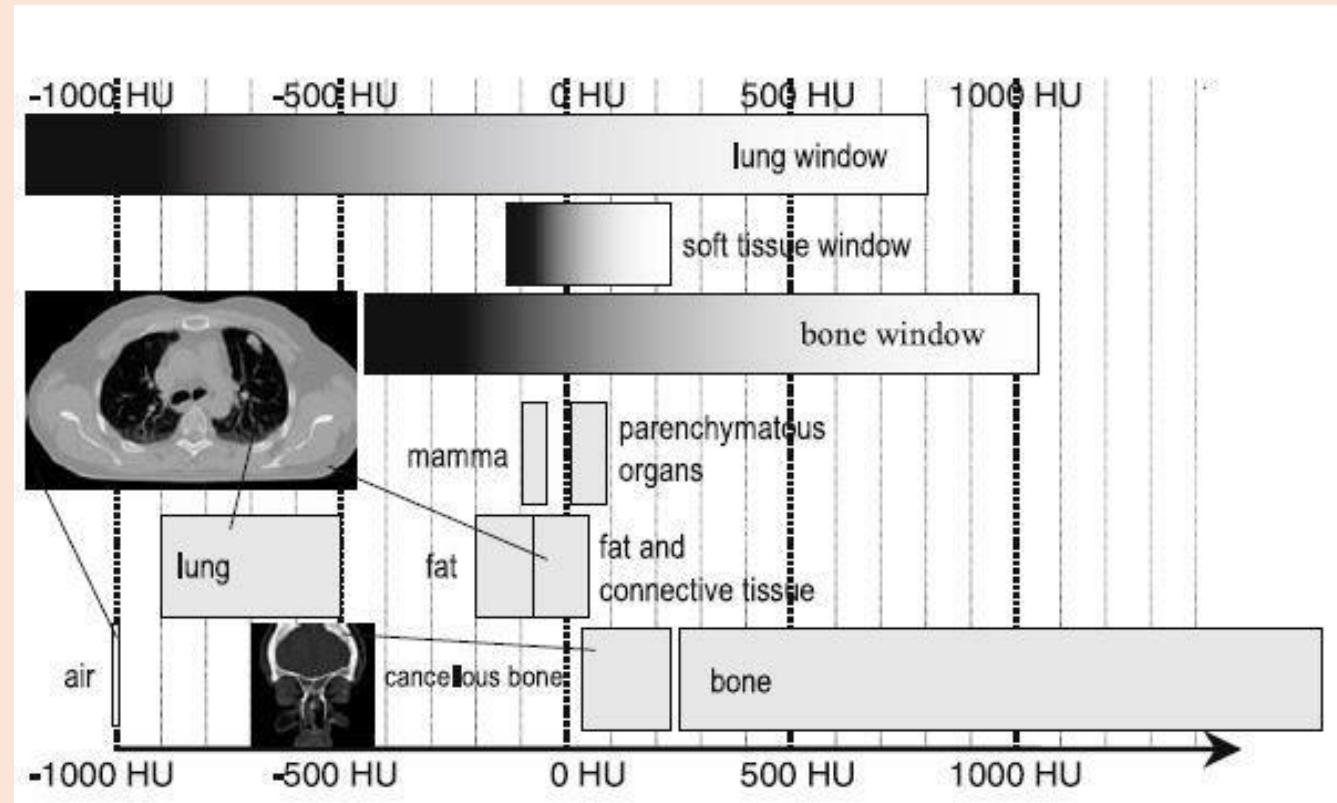
Μαλακά μόρια - W:400 L:50

Ήπαρ - W:150 L:30

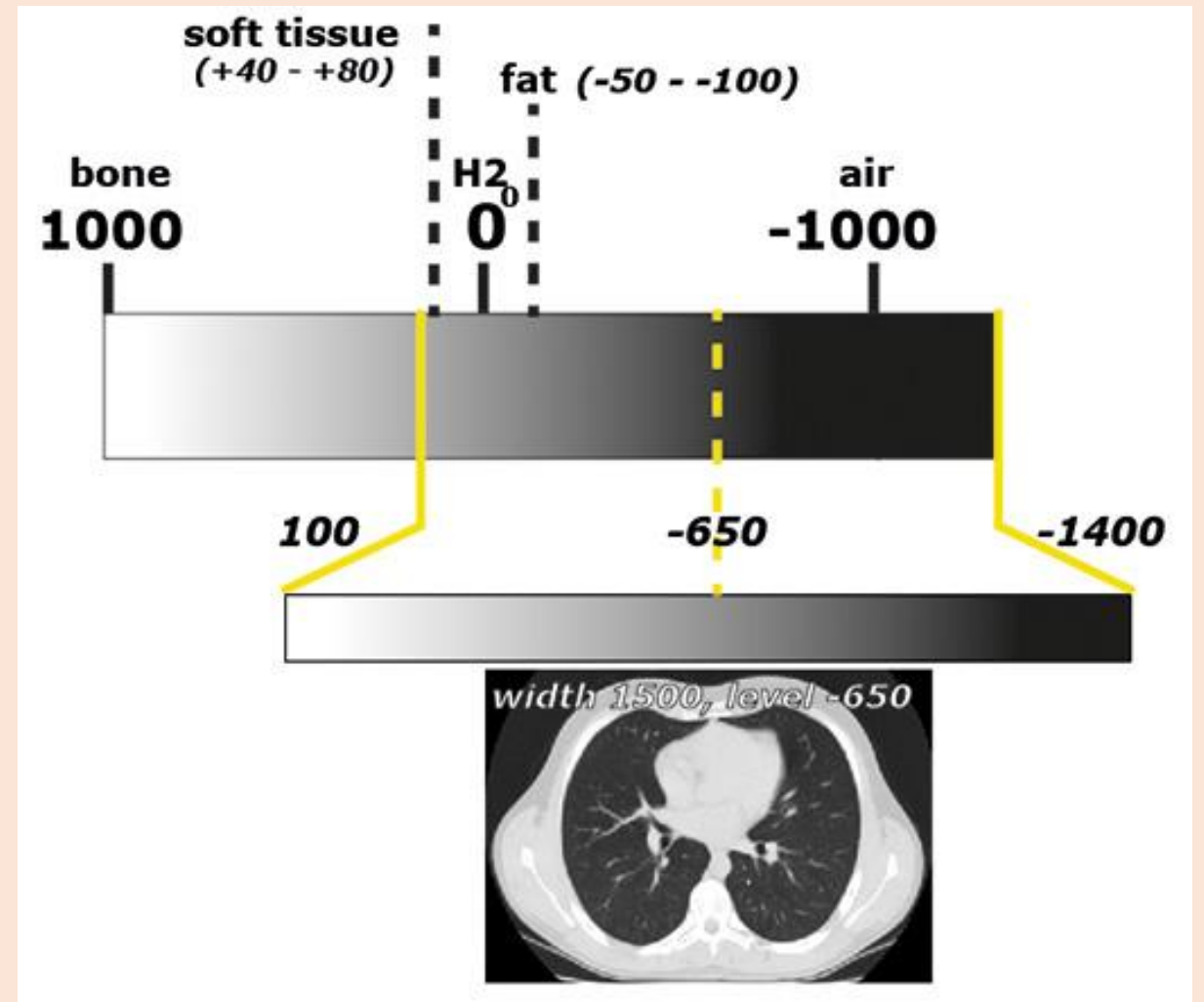
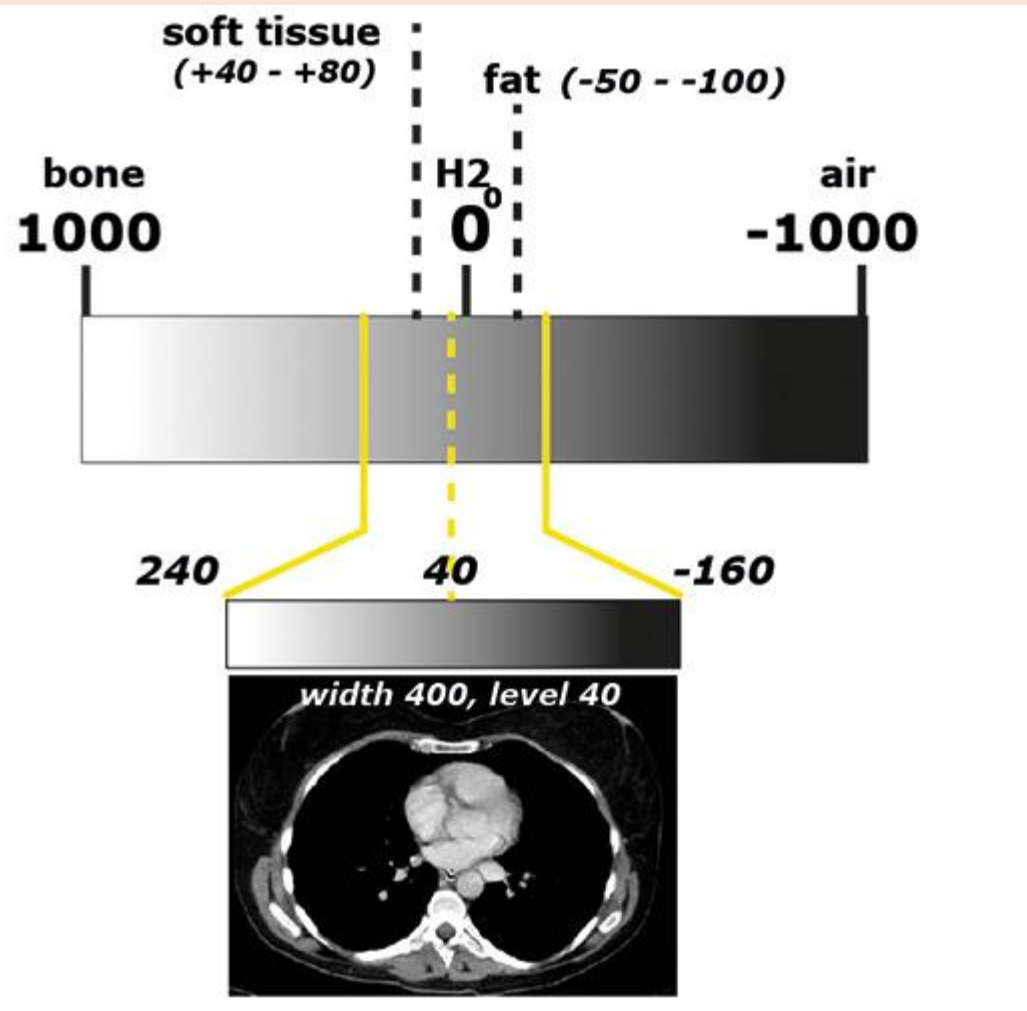
Σπονδηλική Στήλη

Μαλακά μόρια - W:250 L:50

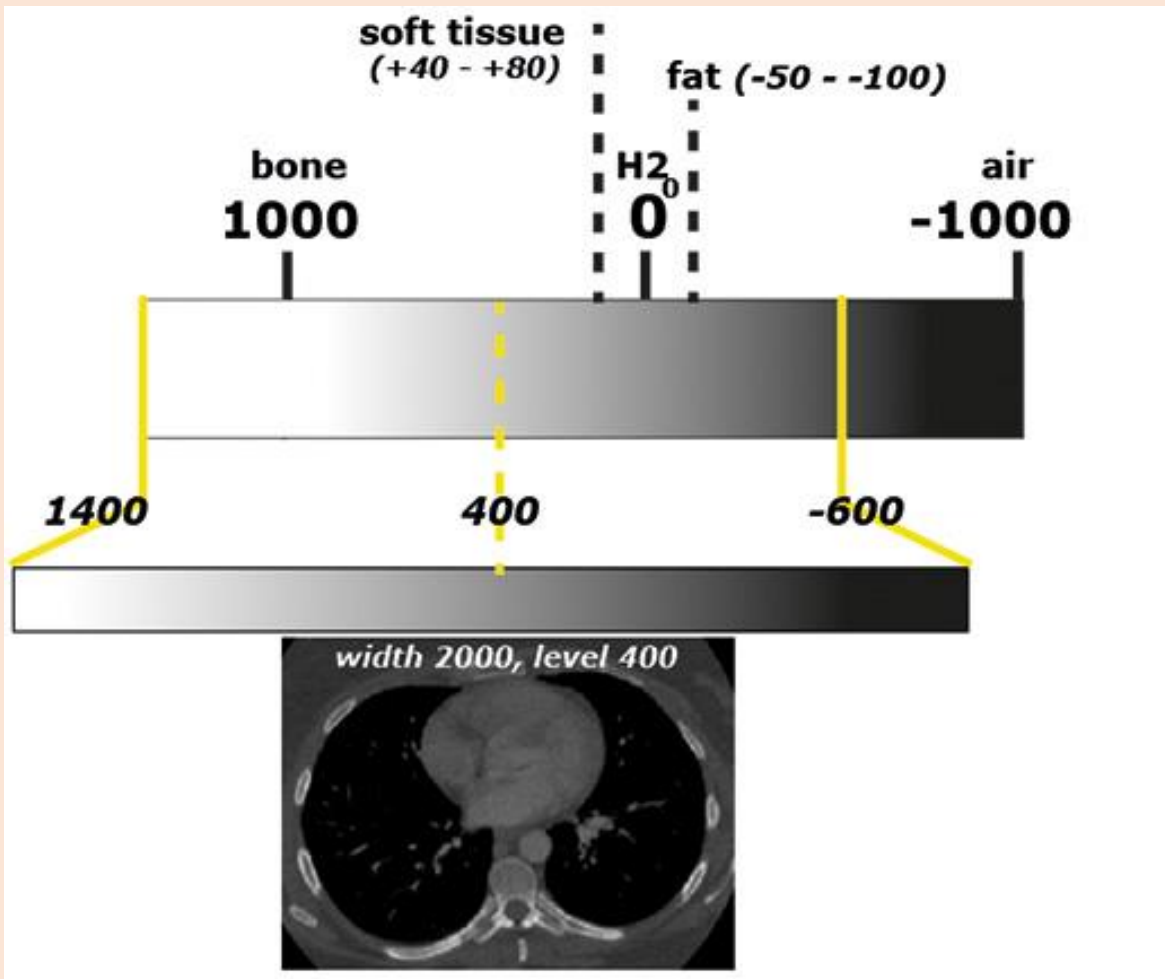
Οστό - W:1800 L:400



Τεχνική παραθύρου – Window Technique

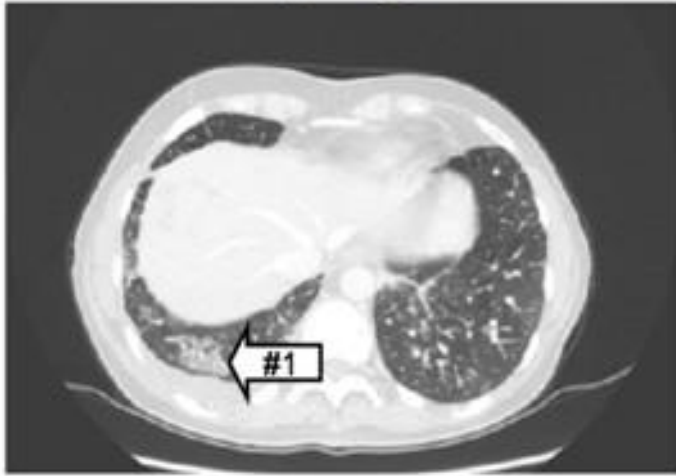


Τεχνική παραθύρου – Window Technique



Τεχνική παραθύρου – Window Technique

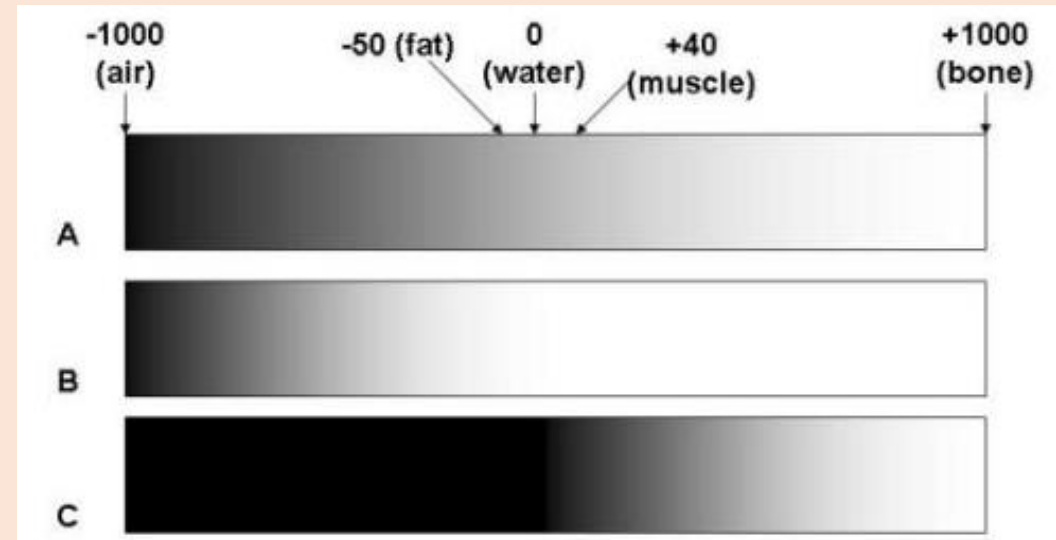
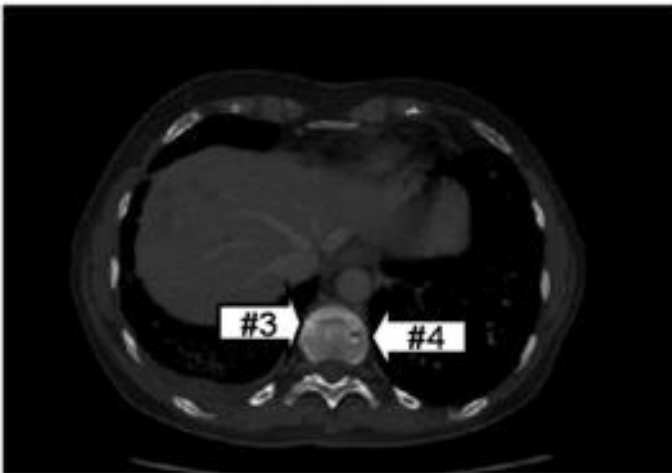
(a) Lung



(b) Soft tissues



(d) Bone

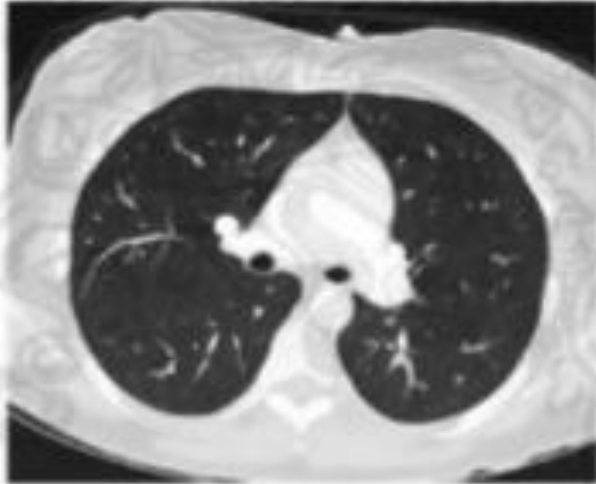


A. "Body" or "soft tissue" window. Scale is centered on the tissues of interest, with white and black at the extreme ends of the spectrum.

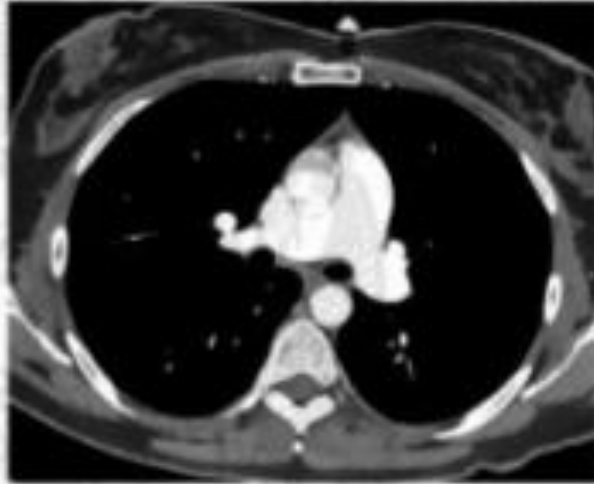
B. "Lung" window. By moving the gray scale toward low Hounsfield values, detail of low density lung tissue is accentuated. Detail of high density structures is lost.

C. "Bone" window. By moving the gray scale toward high Hounsfield values, detail of high density bone is accentuated. Detail of low density structures is lost.

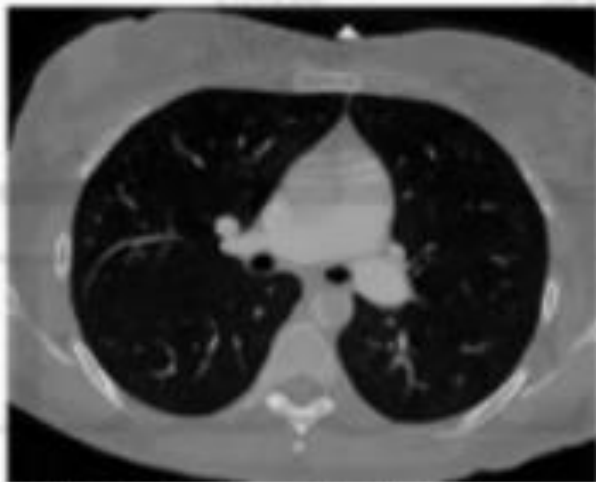
Τεχνική παραθύρου – Window Technique



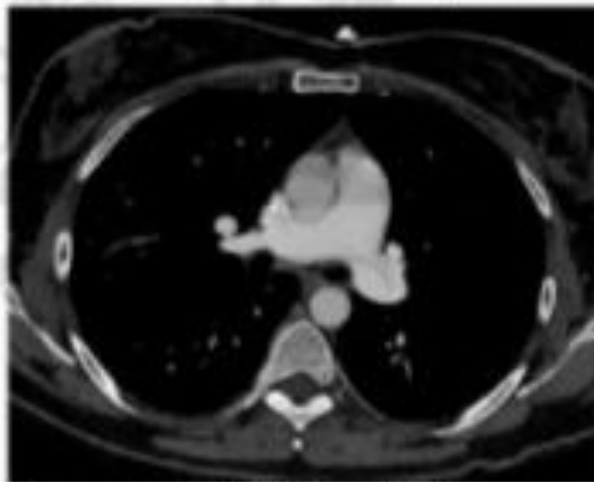
A. Lung window Level -550, width 1600



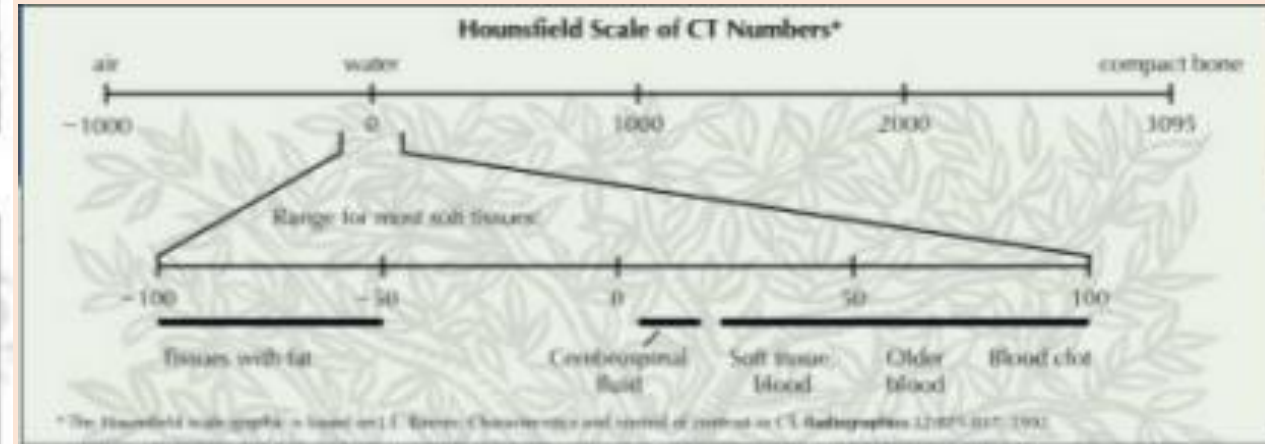
B. Soft tissue (mediastinal) window
Level 70, width 450, contrast in arterial phase



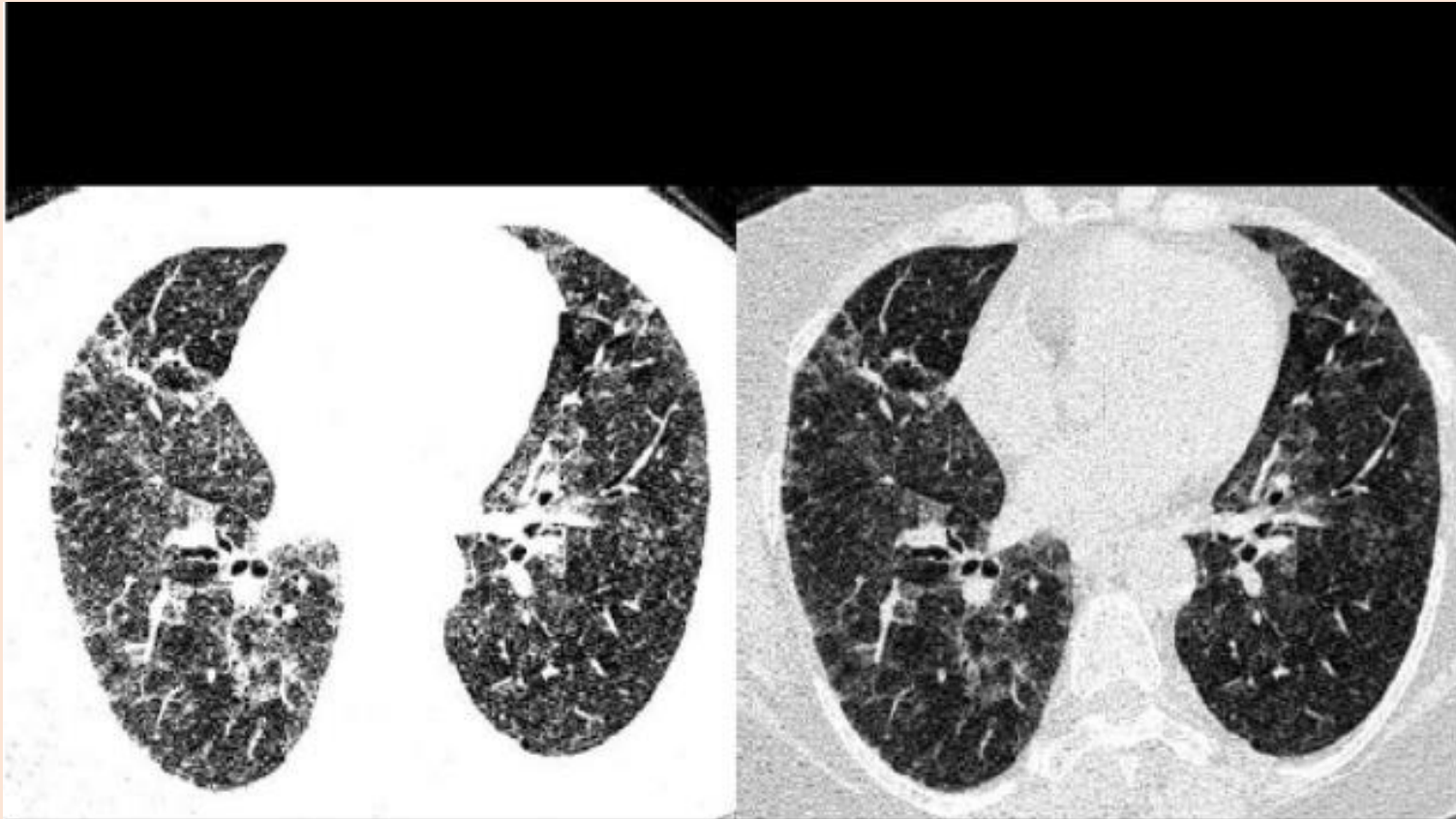
C. Bone window Level 570, width 1077



D. Bone window Level 455, width 950

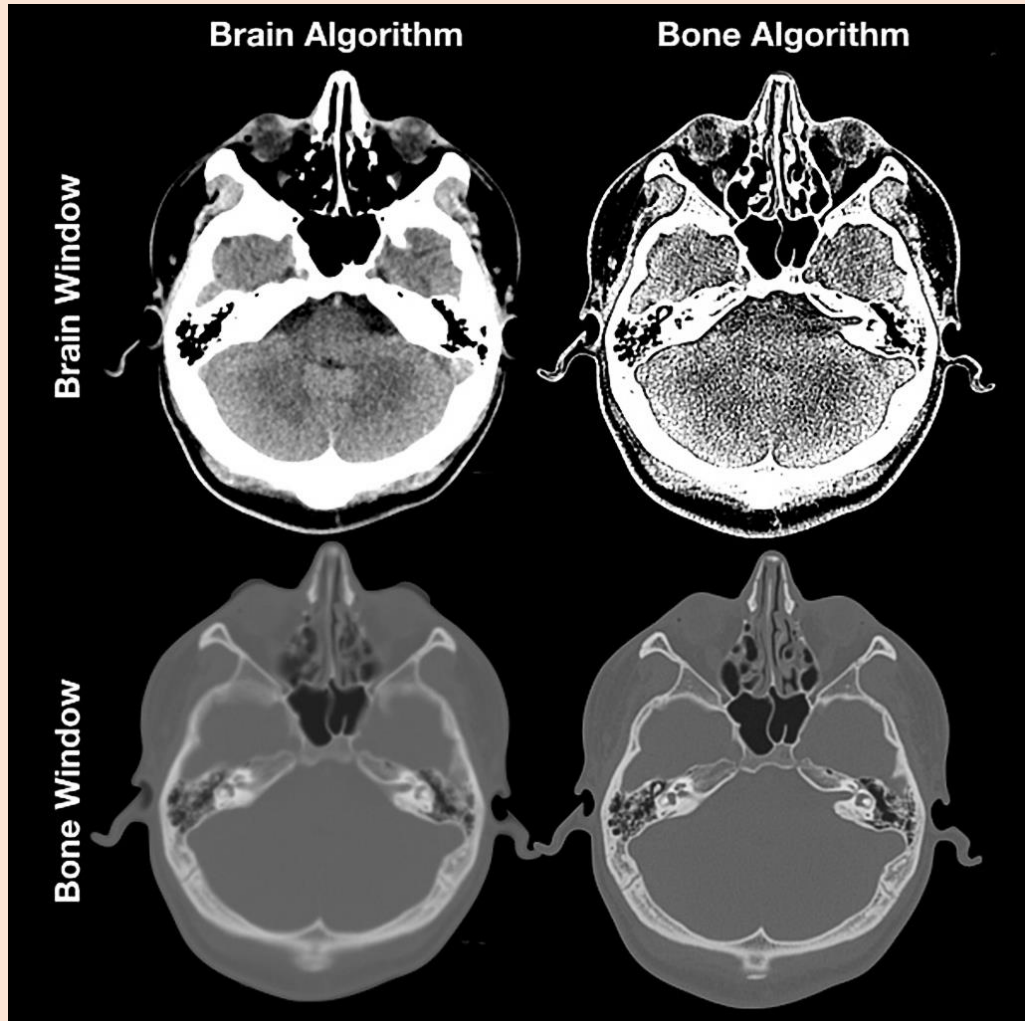


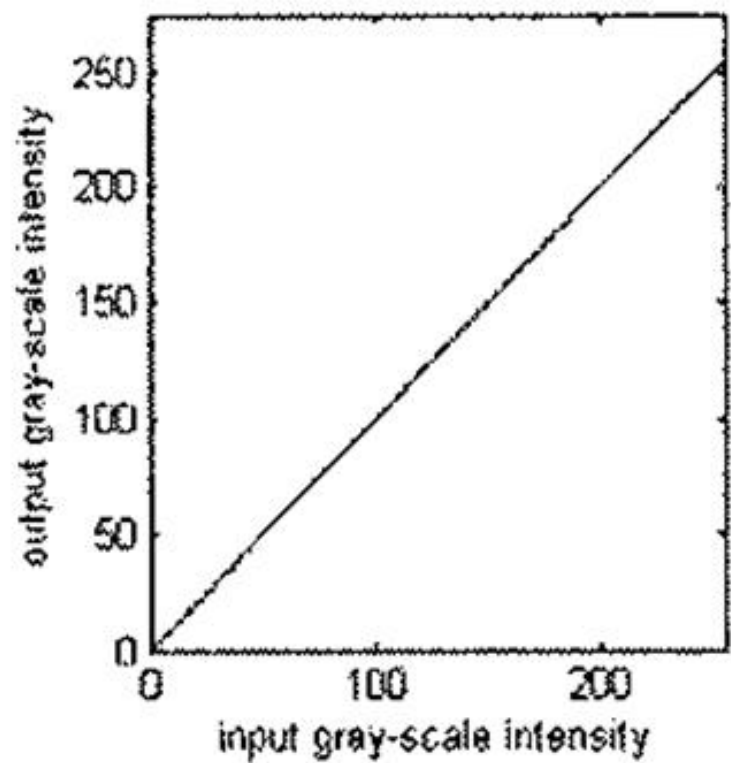
Τεχνική παραθύρου – Window Technique



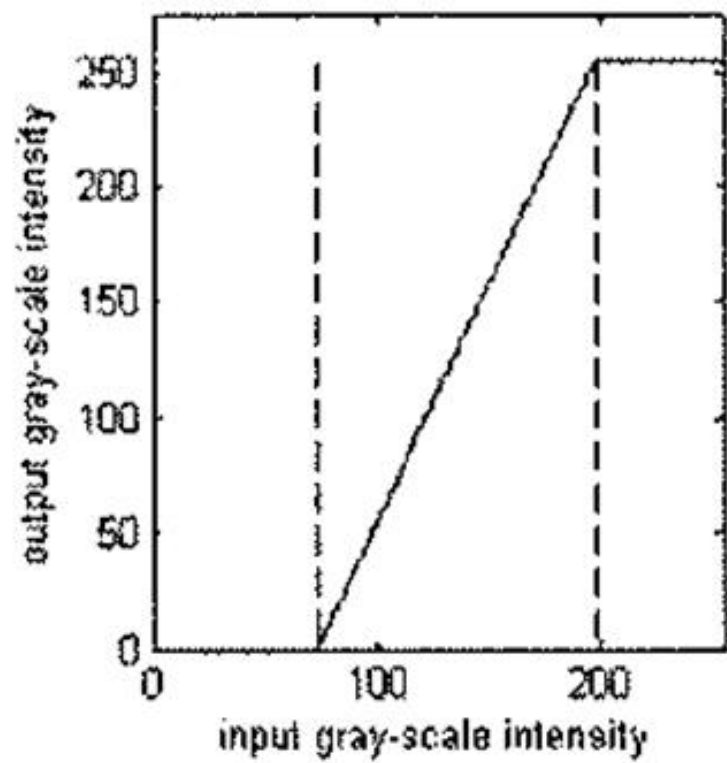
Narrow window setting

Good, wide window settings

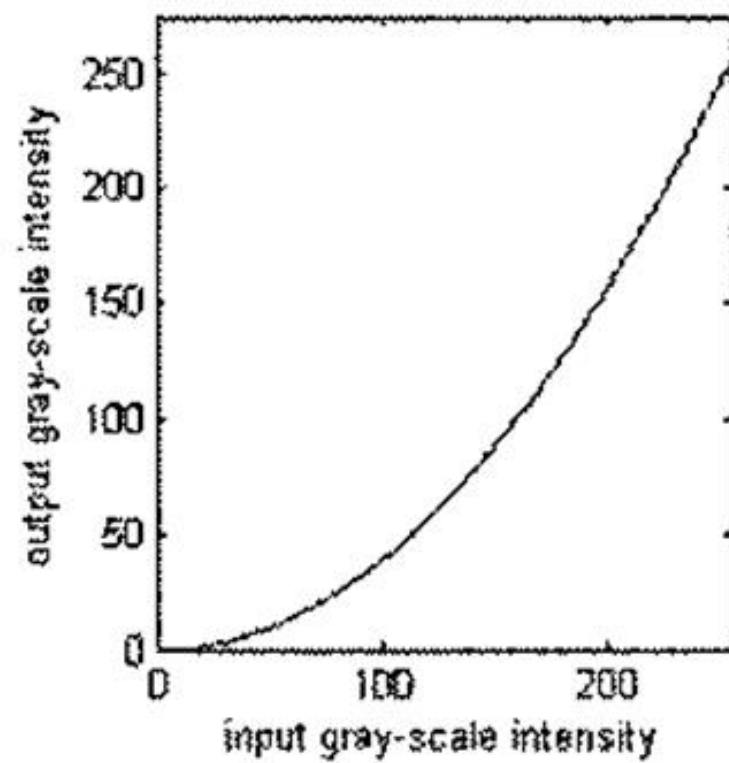




(a)



(b)



(c)