

Βασικές αρχές υπερήχων

Σπυρέττα Γολεμάτη, PhD

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Βιοϊατρικής Τεχνολογίας

Ιατρική Σχολή

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών

Απεικόνιση με υπερήχους

- Μοναδικά χαρακτηριστικά (1/2)

μη-ιονίζουσα ακτινοβολία



μη παρεμβατική

μικρό μέγεθος



παρακλινία απεικόνιση

Απεικόνιση με υπερήχους

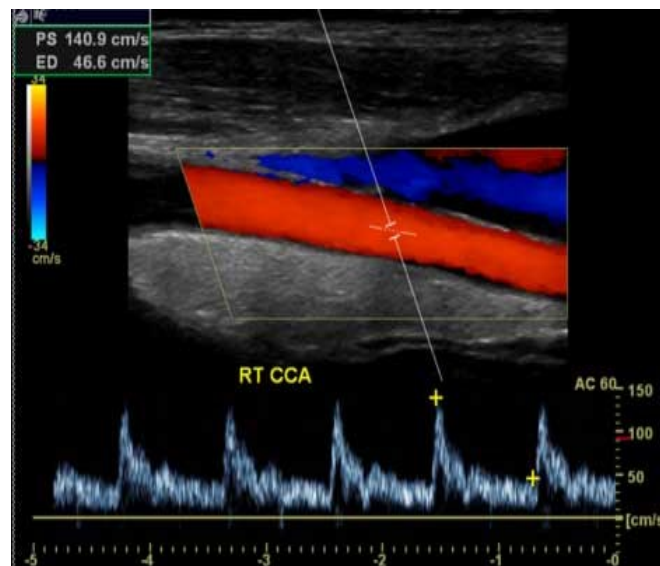
- Μοναδικά χαρακτηριστικά (2/2)

χαμηλό κόστος



ευρεία χρήση

απεικόνιση σε πραγματικό χρόνο



ροή αίματος, κίνηση ιστού

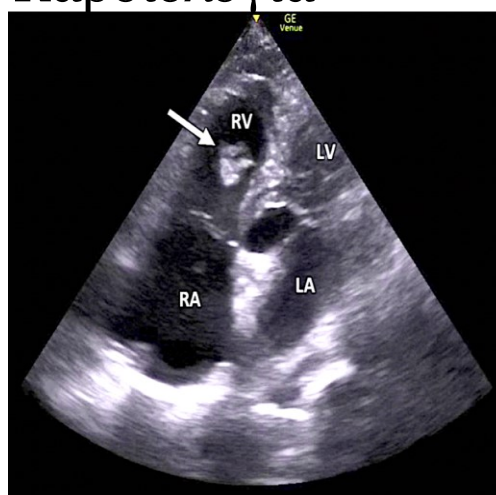
Απεικόνιση με υπερήχους

- Συνήθεις ενδεικτικές εφαρμογές

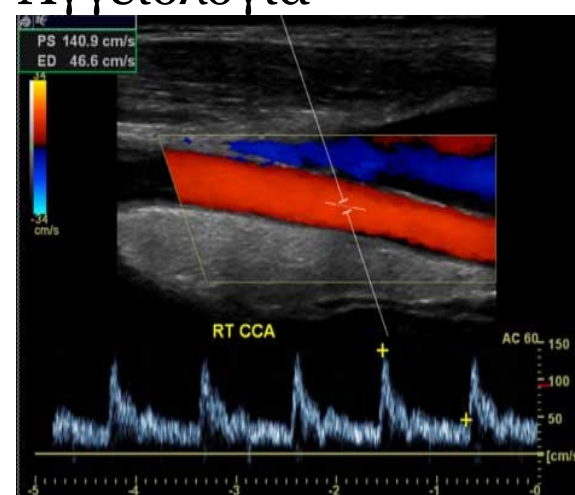
Μαιευτική



Καρδιολογία



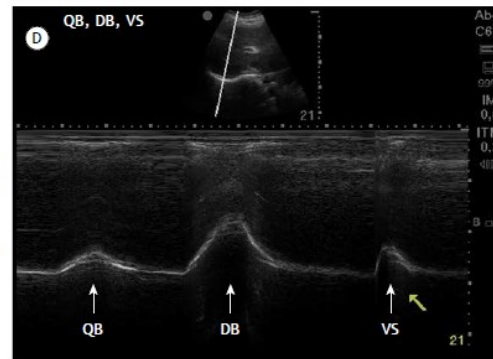
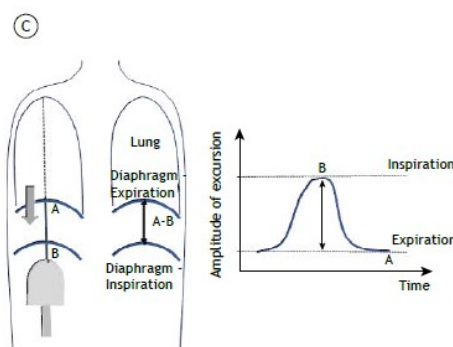
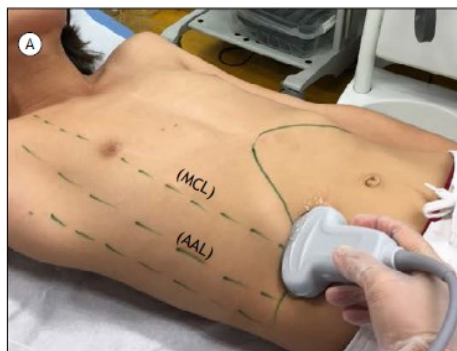
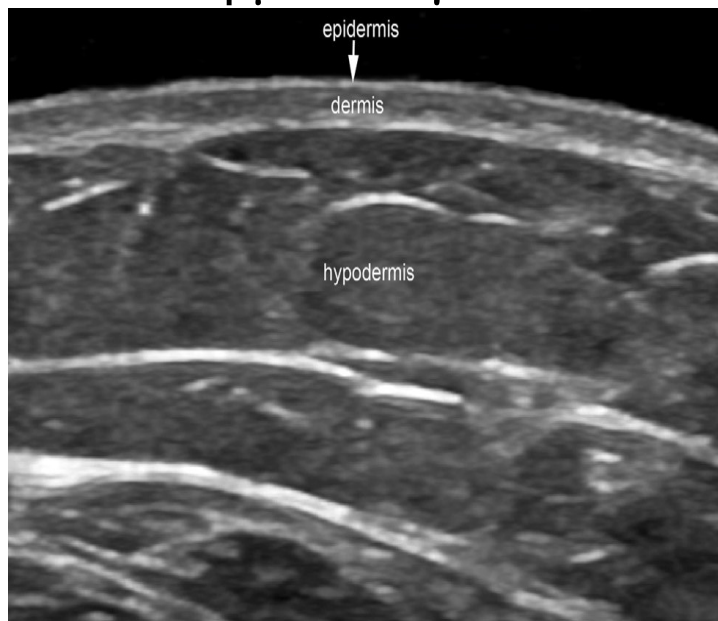
Αγγειολογία



Απεικόνιση με υπερήχους

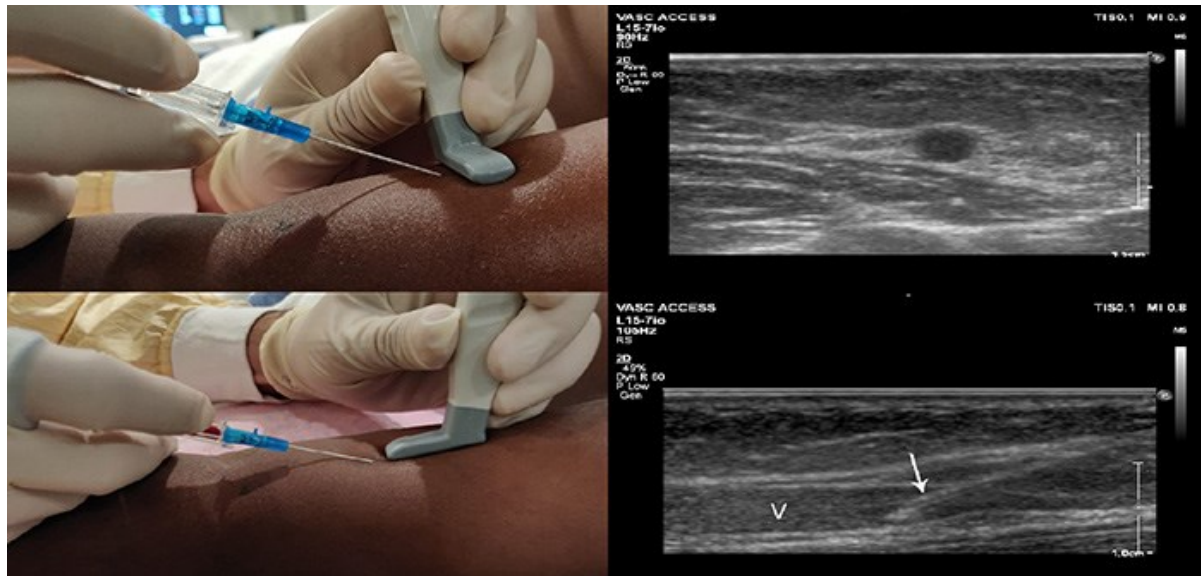
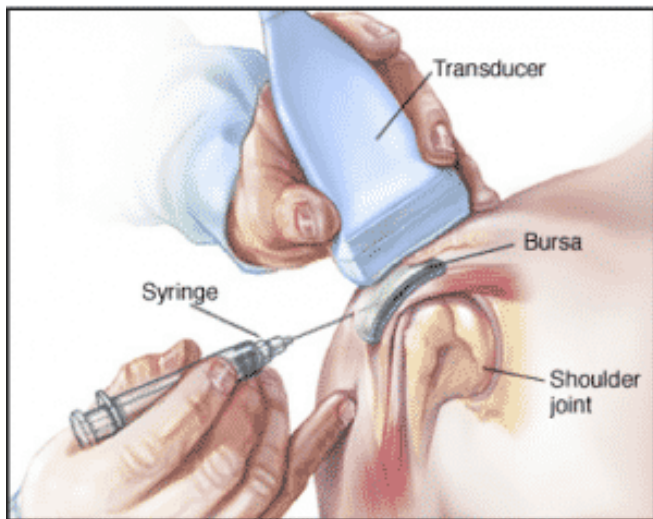
- Πρόσφατες εξελίξεις – διάγνωση Πνευμονολογία (διάφραγμα)

Δερματολογία



Απεικόνιση με υπερήχους

- Πρόσφατες εξελίξεις - θεραπεία
 - απεικονιστική καθοδήγηση



Βασικές αρχές: ορισμός

- Υπέρηχος
 - ήχος πολύ υψηλής συχνότητας, $f > 20$ kHz
 - μηχανική διαταραχή (ταλάντωση) του μέσου μέσω του οποίου διαδίδεται

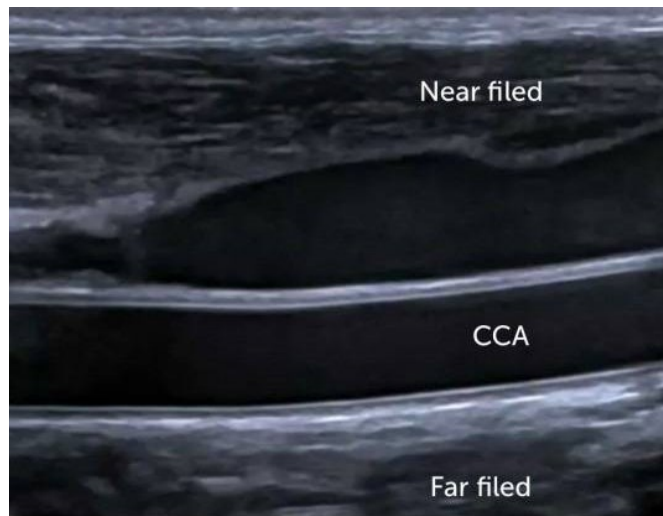


Βασικές αρχές: συχνότητα

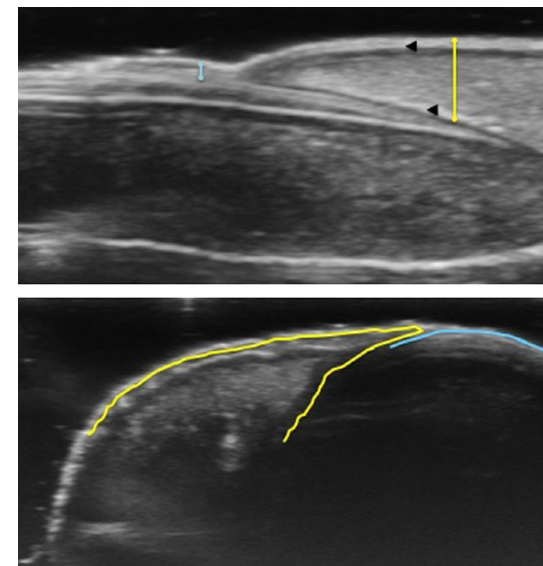
Καρδιά
3-5 MHz



Καρωτίδα
5-10 MHz

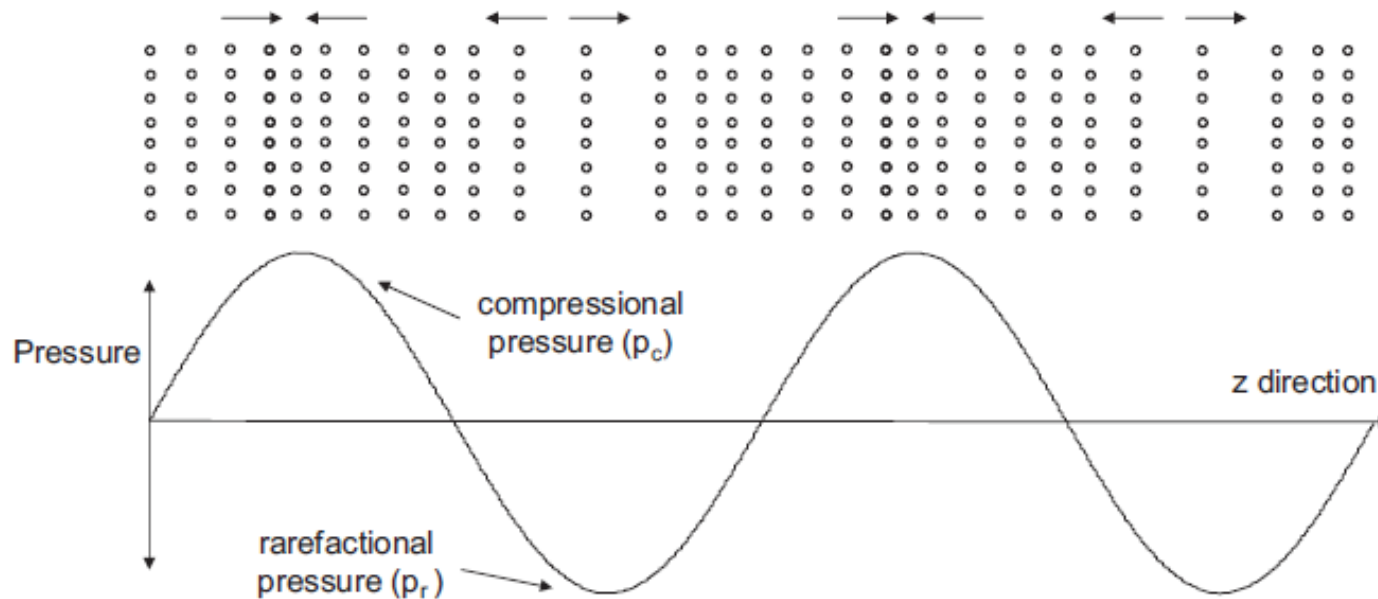


Όνυχας
50-100 MHz



υψηλή συχνότητα → χαμηλή διείσδυση → επιφανειακά όργανα

Βασικές αρχές: διάδοση κύματος



Βασικές αρχές: διάδοση κύματος

- Ακουστικές ιδιότητες βιολογικών ιστών

ταχύτητα ήχου: $c = \frac{1}{\sqrt{\kappa \cdot \rho}}$

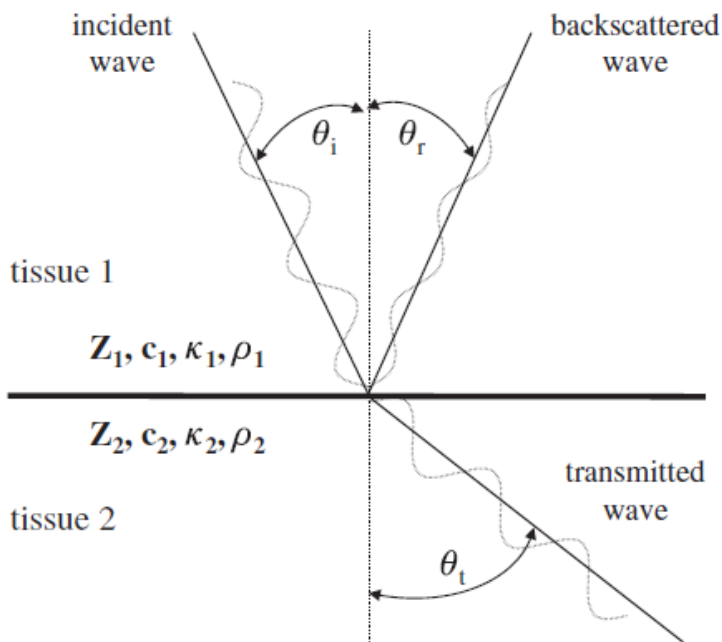
ακουστική αντίσταση: $Z = \sqrt{\frac{\rho}{\kappa}}$

	$Z \times 10^5$ ($\text{g cm}^{-2} \text{s}^{-1}$)	Speed of sound (m s^{-1})	Density (gm^{-3})	Compressibility $\times 10^{11}$ ($\text{cm g}^{-1} \text{s}^2$)
Air	0.00043	330	1.3	70 000
Blood	1.59	1570	1060	4.0
Bone	7.8	4000	1908	0.3
Fat	1.38	1450	925	5.0
Brain	1.58	1540	1025	4.2
Muscle	1.7	1590	1075	3.7
Liver	1.65	1570	1050	3.9
Kidney	1.62	1560	1040	4.0



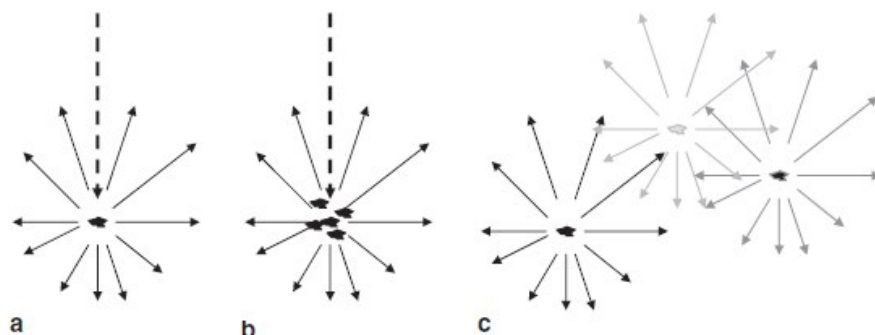
Αλληλεπίδραση υπερήχου με ιστούς

ανάκλαση, διάδοση



διαστάσεις \gg μήκος κύματος

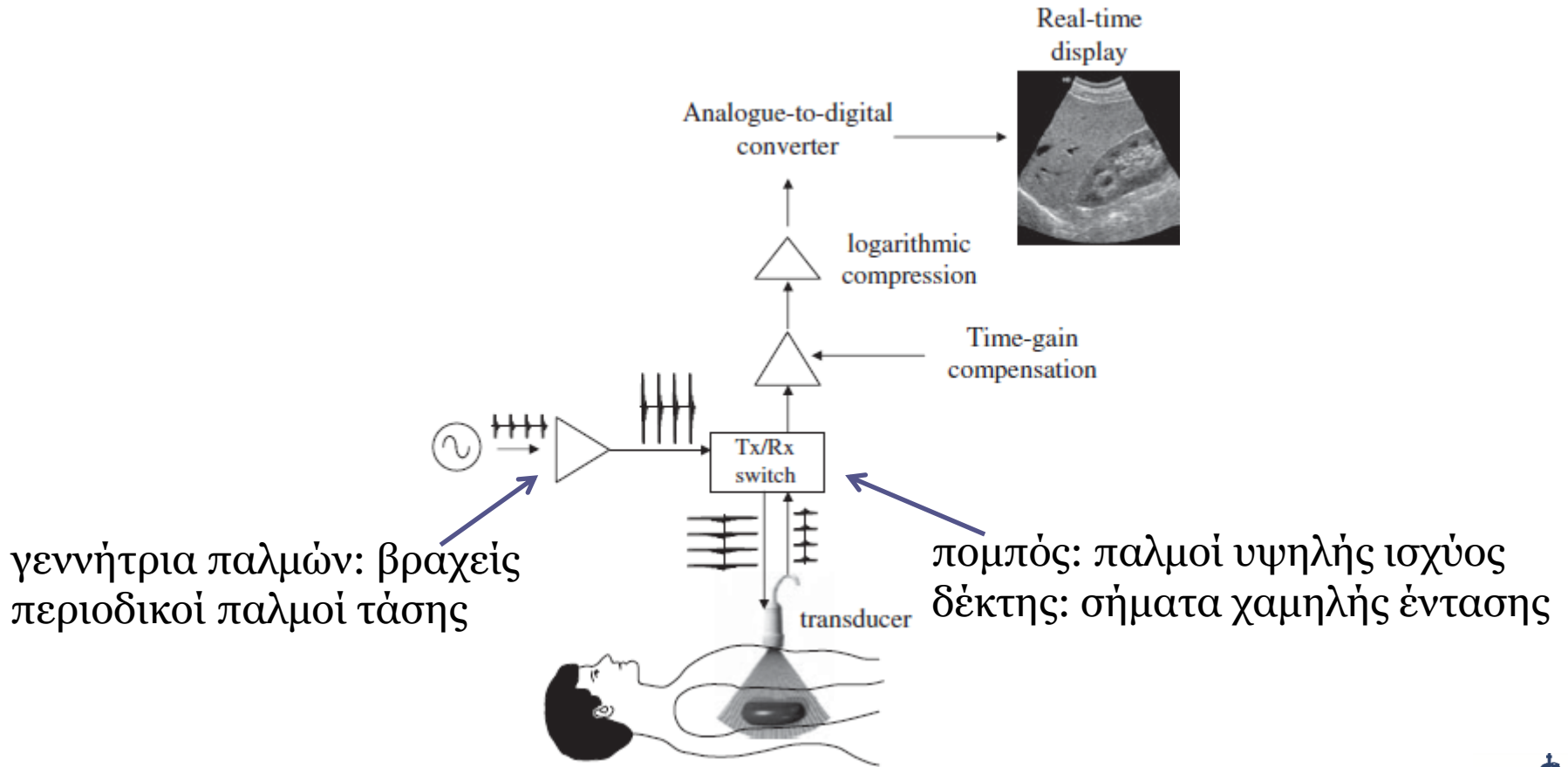
σκέδαση



“speckle”

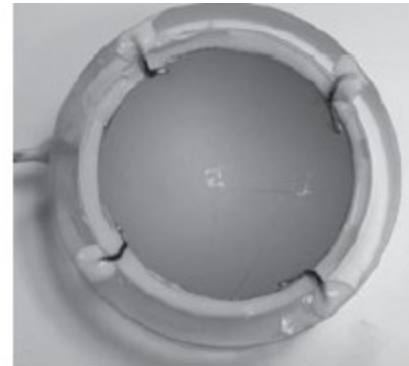
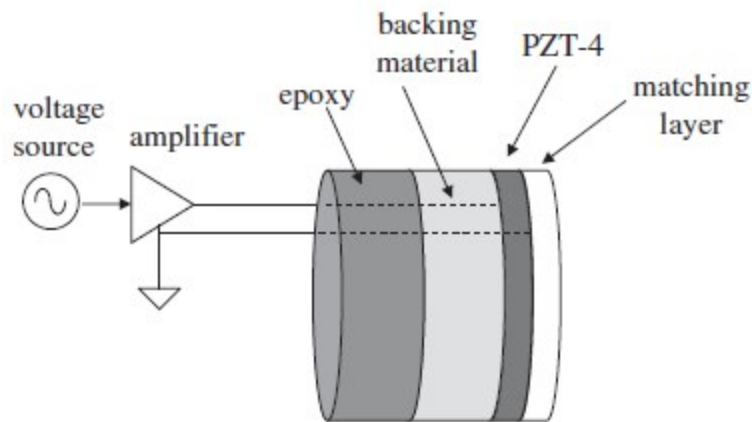
διαστάσεις \leq μήκος κύματος

Υπερηχογραφική απεικόνιση: Βασική διάταξη



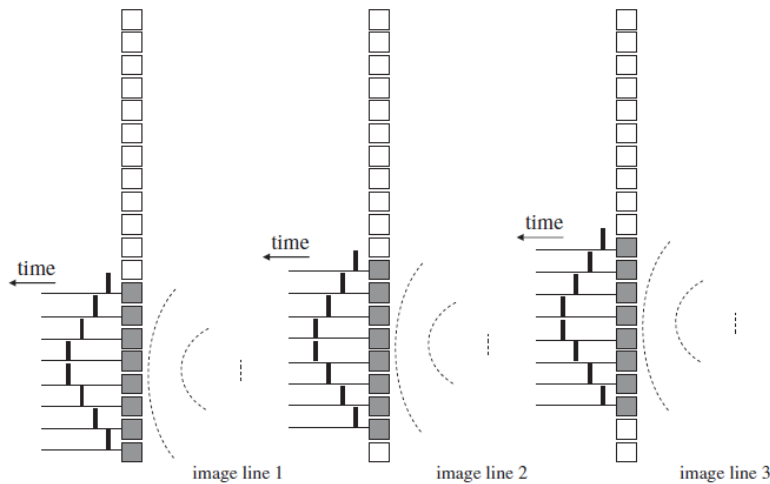
Υπερηχογραφική απεικόνιση: μετατροπέας

πιεζοηλεκτρικό υλικό

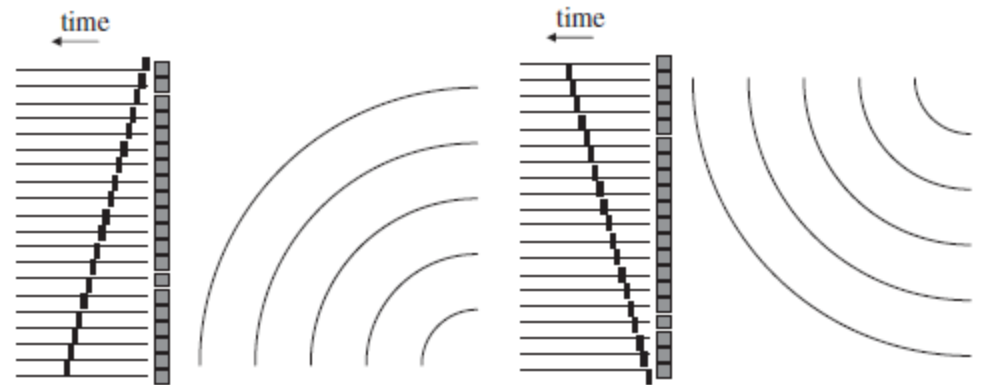


Υπερηχογραφική απεικόνιση: συστοιχίες μετατροπών

γραμμική



ελεγχόμενη από τη φάση



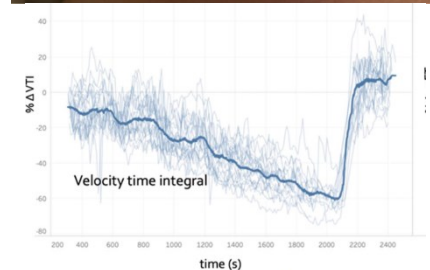
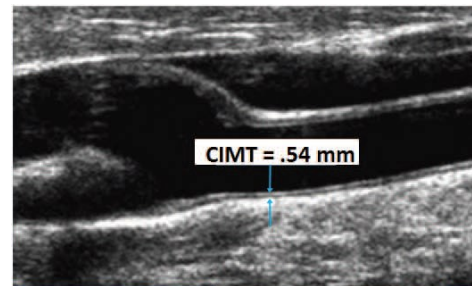
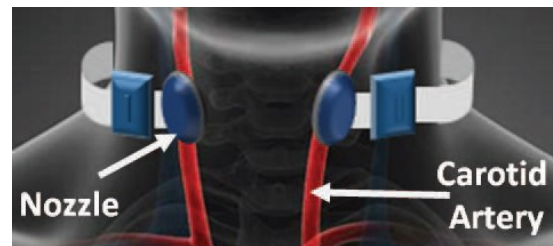
Υπερηχογραφική απεικόνιση: πρόσφατες τεχνολογίες μετατροπών

διδιάστατη συστοιχία



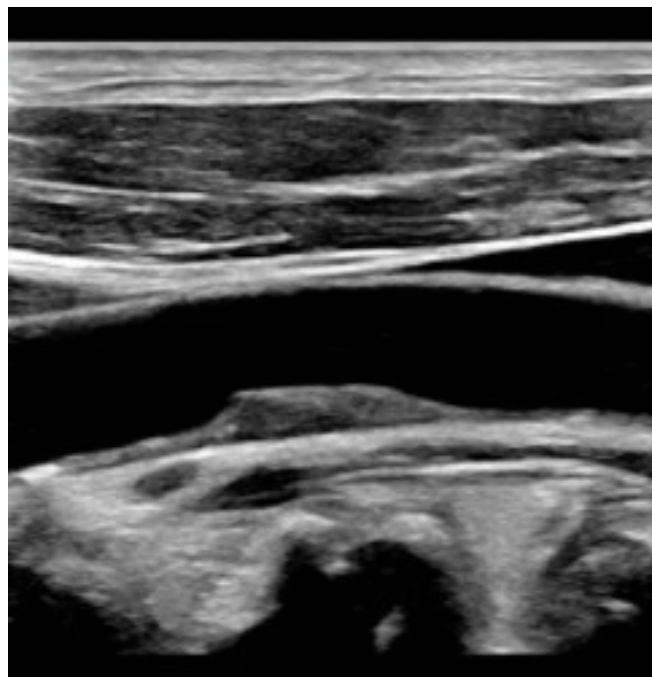
τριδιάσταση απεικόνιση

φορητές διατάξεις



Υπερηχογραφικές τεχνικές

- Β-σάρωση [B(brightness)-mode]
χάρτης ανακλώμενων σημάτων

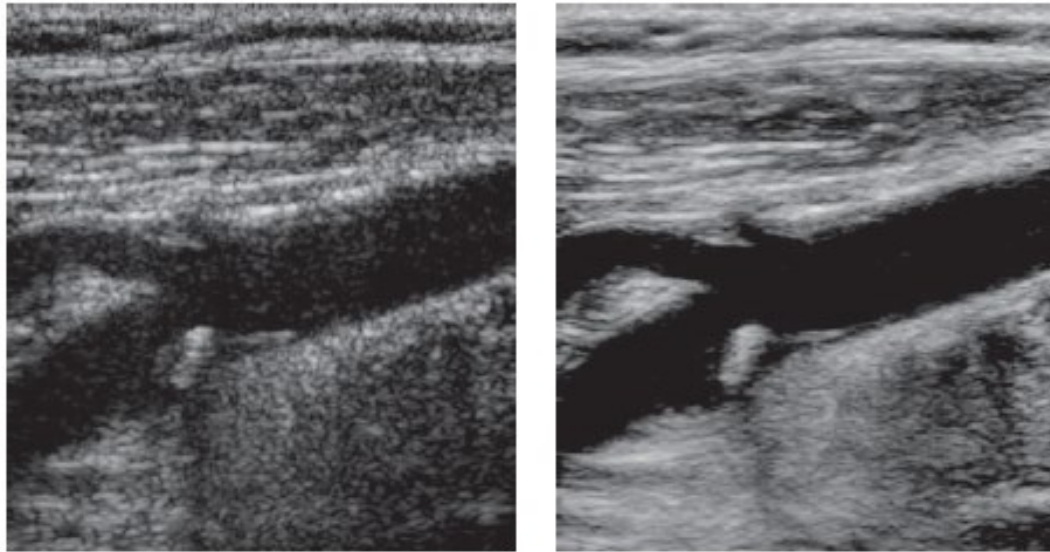


διαστάσεις, μορφολογία, ηχογένεια ιστών

Υπερηχογραφικές τεχνικές

- Σύνθετη σάρωση [compound scanning]

σύνθεση πολλαπλών εικόνων από διαφορετικές γωνίες

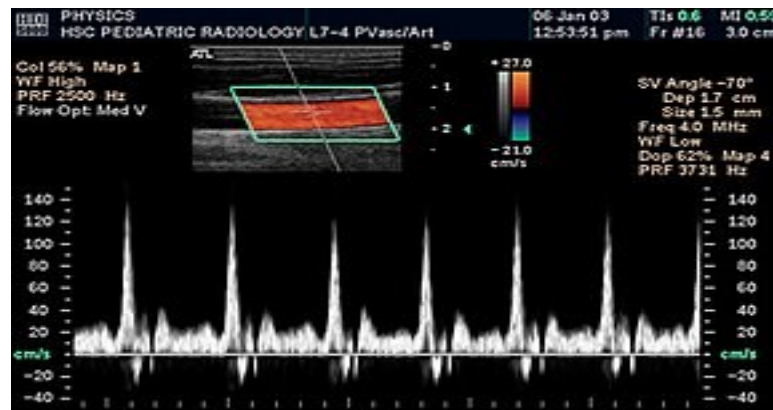
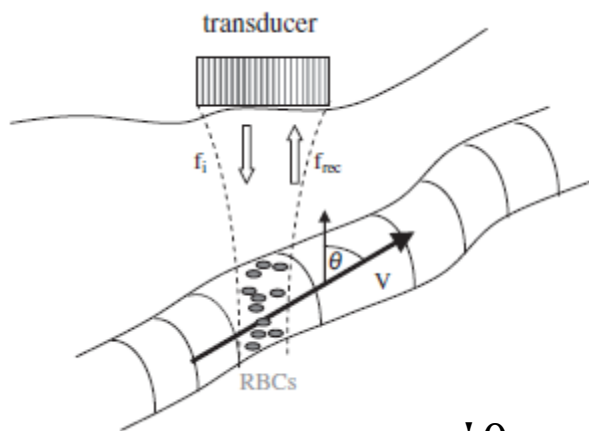


- λιγότερος θόρυβος (“speckle”)
- περισσότερος χρόνος

Υπερηχογραφικές τεχνικές

- Doppler (1/2)

αλλαγή συχνότητας λόγω κινούμενου στόχου (ερ. αιμοσφαιρίων)

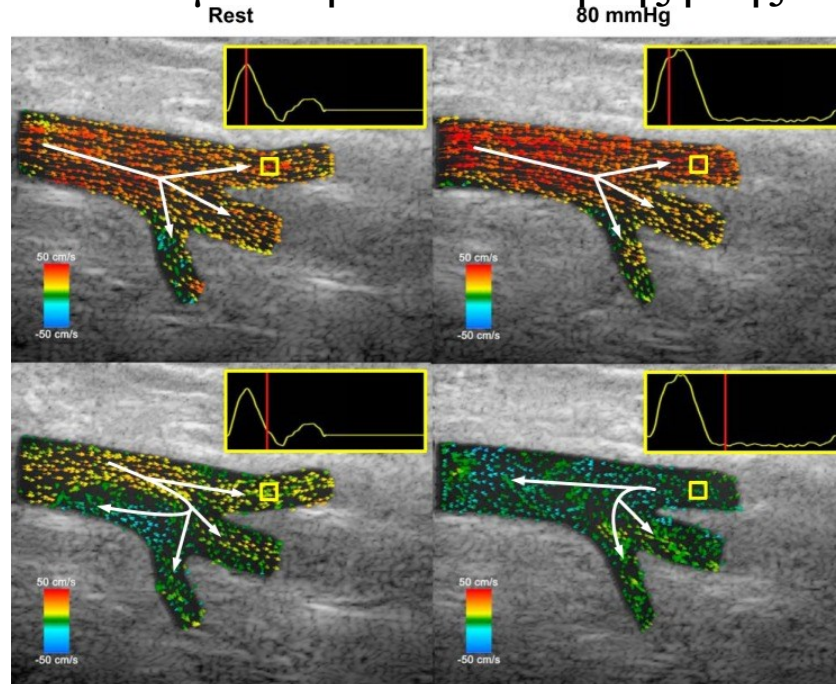


κατεύθυνση, ροή αίματος

Υπερηχογραφικές τεχνικές

- Doppler (2/2)

διανυσματική απεικόνιση της ροής



χωρική κατανομή ταχυτήτων ροής αίματος

Υπερηχογραφικές τεχνικές

- Ελαστογραφία

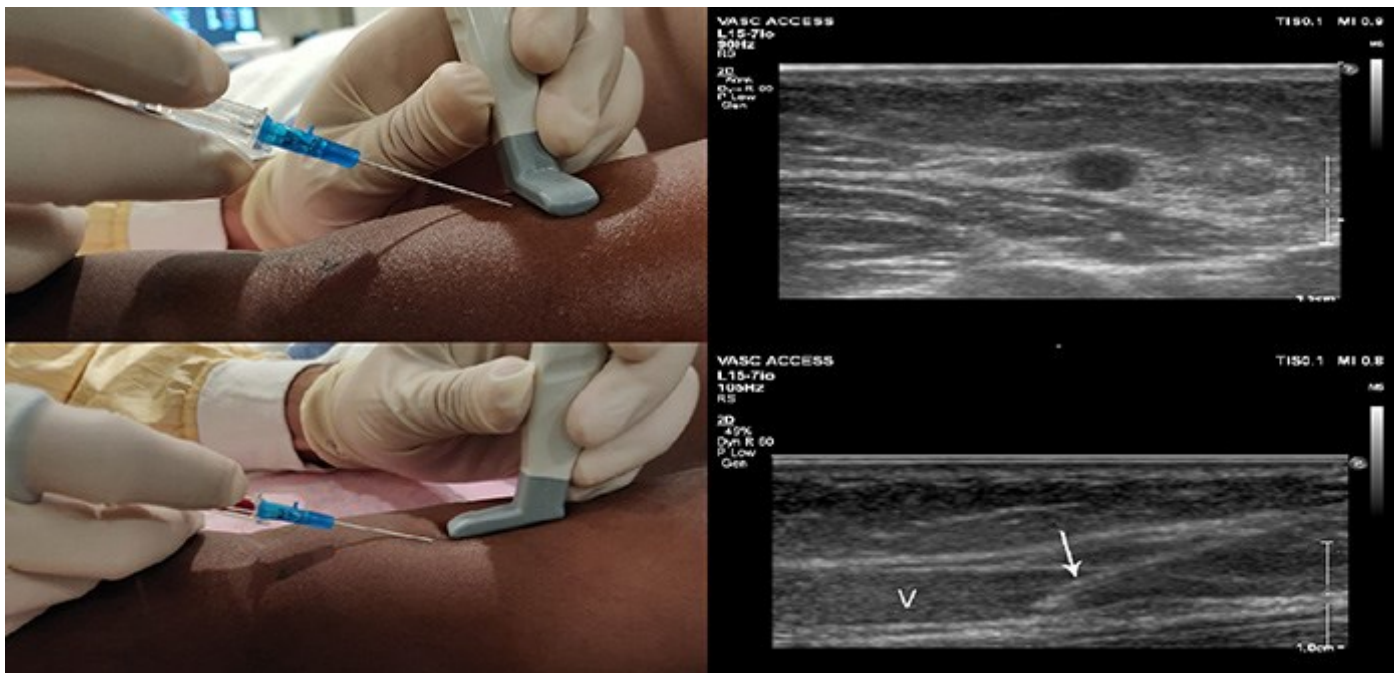
- παραμόρφωση/μετατόπιση ιστού, λόγω πίεσης
- δημιουργία διατμητικού κύματος



- παραμόρφωση
- ταχύτητα διατμητικού κύματος (shear wave speed)

Θεραπευτικός υπέρηχος

απεικονιστική καθοδήγηση



τοποθέτηση αρτηριακών γραμμών

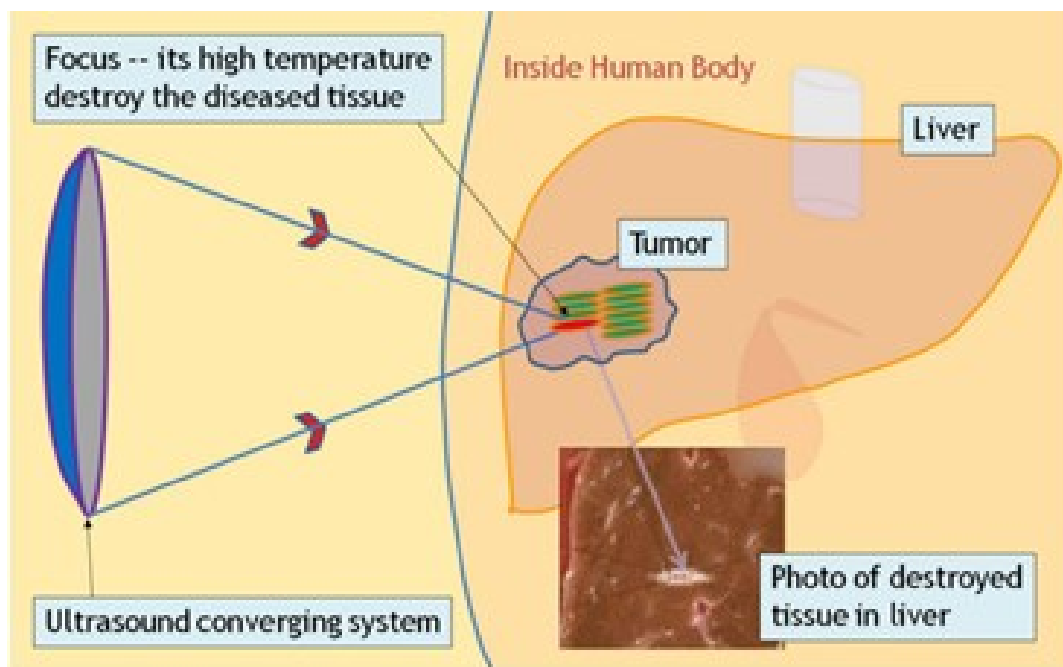
Θεραπευτικός υπέρηχος

- Θερμικά φαινόμενα
 - αύξηση θερμοκρασίας ιστών λόγω απορρόφησης ενέργειας
 - μεγάλης διάρκειας μη εστιασμένος υπέρηχος
 - μεγάλης έντασης εστιασμένος υπέρηχος



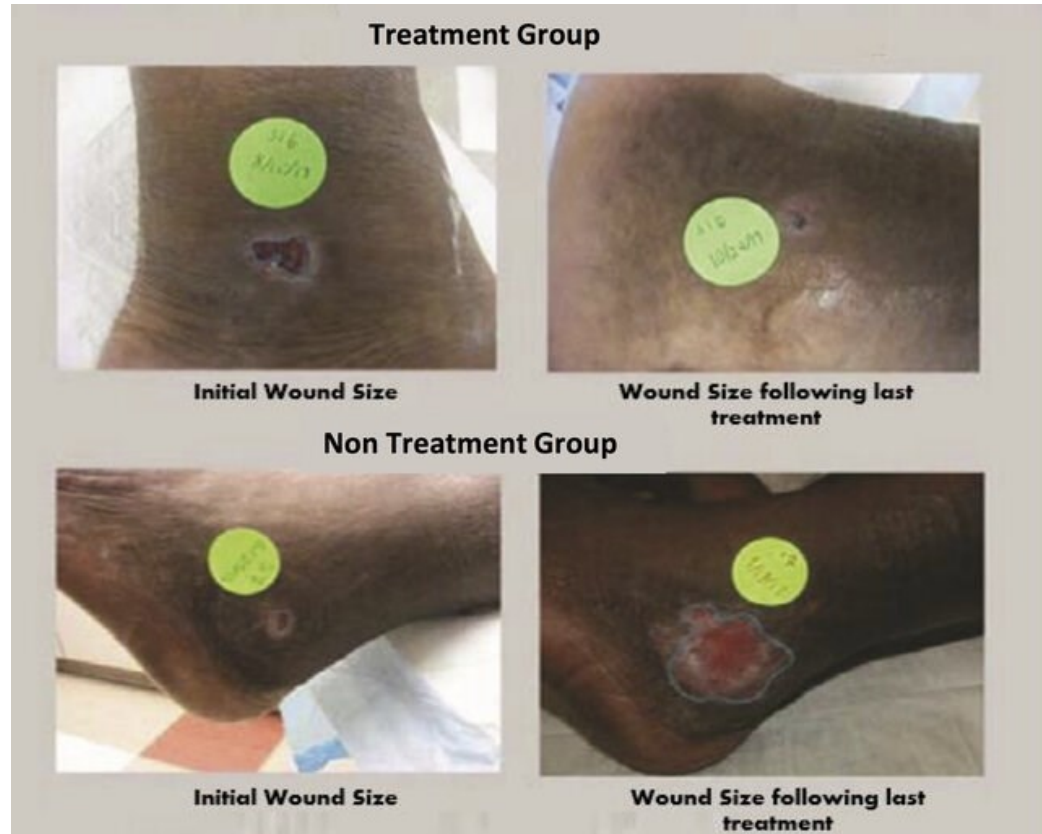
Θεραπευτικός υπέρηχος: εφαρμογές (1 / 3)

καυτηριασμός ιστών



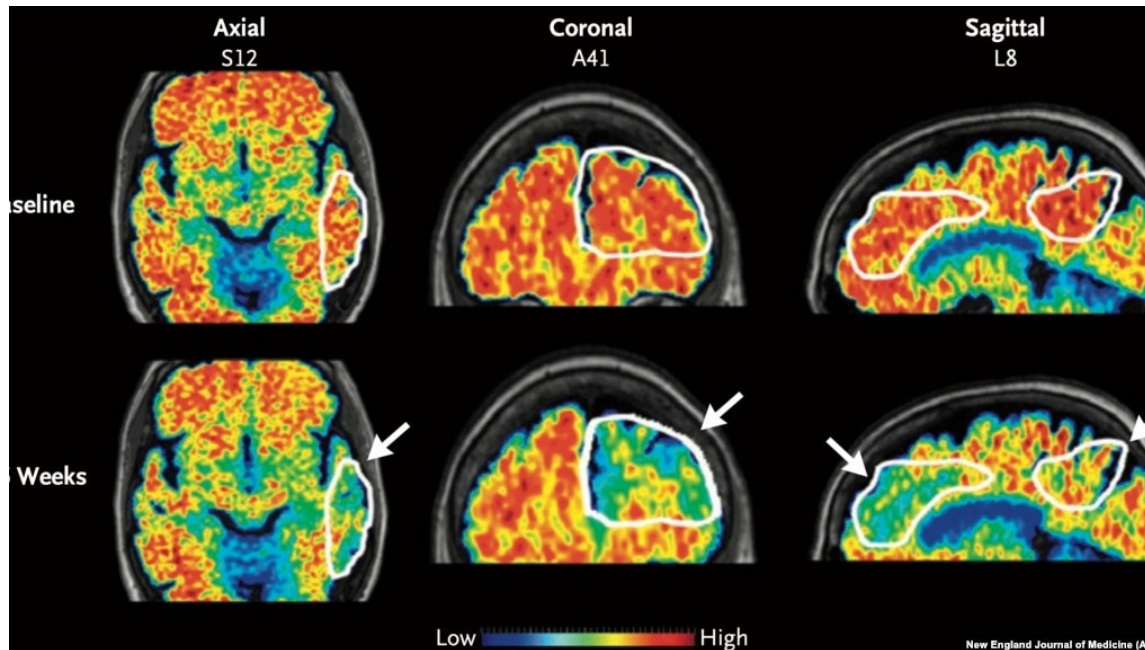
Θεραπευτικός υπέρηχος: εφαρμογές (2/3)

επούλωση τραυμάτων



Θεραπευτικός υπέρηχος: εφαρμογές (3/3)

διάνοιξη αιματο-εγκεφαλικού φραγμού



διεκόλυνση ροής φαρμάκων (πχ. Alzheimer's)

Σας ευχαριστώ!



sgolemati@med.uoa.gr



<http://scholar.uoa.gr/sgolemati/home>

