

Πρόσφατες Εξελίξεις και Δυνατότητες στην Υπερηχογραφική Απεικόνιση στο Μαστό

Χρυσογονίδης Ι.

Ακτινοδιαγνώστης Επίκουρος Καθηγητής Α.Π.Θ.

Η πρώτη υπερηχογραφική απεικόνιση του μαστού προέκυψε το 1953, ενώ μόλις τη δεκαετία του 1980, έγινε δυνατός ο χαρακτηρισμός των διαφόρων μαζών που εμφανίζει. Από τότε διάφορες νέες τεχνικές έχουν αναπτυχθεί στην υπερηχογραφία με σκοπό την βελτίωση της υπερηχογραφικής εικόνας, ώστε αυτή να πλησιάσει όσο το δυνατόν περισσότερο την πραγματική ανατομία των δομών του μαστού. Η εφαρμογή αυτών των τεχνικών έχει σαν αποτέλεσμα την συλλογή μεγαλύτερου αριθμού πληροφοριών, οι οποίες μεταξύ των άλλων συμβάλλουν έτσι, ώστε μια δομή να αναγνωρισθεί και να εκτιμηθεί ορθώς και η διάγνωση μιας υποκείμενης παθολογίας να γίνει όσο το δυνατόν νωρίτερα. Έτσι μέσω των υπερήχων ανιχνεύονται χαρακτηρίζονται διαταραχές στον αδενικό και λιπώδη ιστό, διαφοροποιώντας καλοήθεις από κακοήθεις συνθήκες, παρέχοντας υψηλής διακριτικότητας εικόνες αλλά και μεθόδους εμπλουτισμού διαφόρων όγκων και τύπους ιστών. Έτσι σήμερα το υπερηχογράφημα χρησιμοποιείται για την εκτίμηση: μη φυσιολογικών ευρημάτων στη μαστογραφία, ψηλαφητών μαζών, μη ορατών στη μαστογραφία, ώστε να καθοδηγούν τεχνικές, (όπως η αναρρόφηση κύστεων, η διαδερμική βιοψία, ο εντοπισμός δια βελόνης μαζών προς χειρουργική αφαίρεση, η παροχέτευση αποστημάτων σε επιλεγμένες περιπτώσεις, αλλά και θεραπευτικό θερμο- ή κρυο-καυτηριασμό). Επίσης το

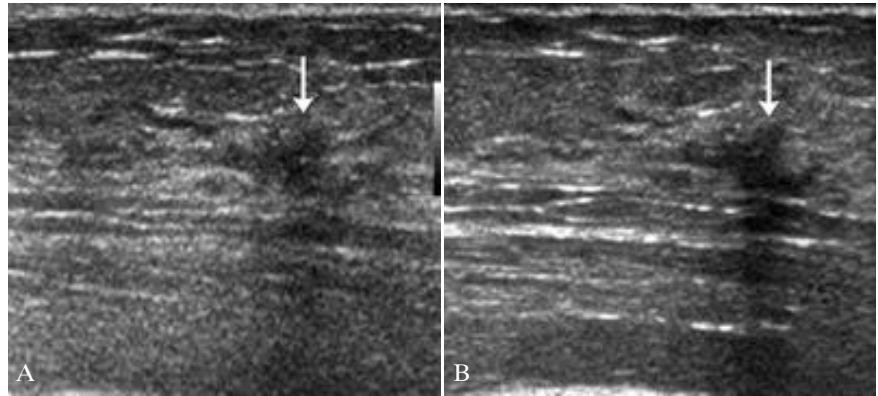
υπερηχογράφημα χρησιμοποιείται: σε γυναίκες με πολύ πυκνό μαστό, σε αυτές με αυξημένο κίνδυνο εμφάνισης καρκίνου στο μαστό, έχουν ύποπτη μαστογραφία, είναι κλειστοφοβικές και δεν μπορούν να υποβληθούν σε MRI, επίσης σε γυναίκες με ενθέματα μαστών, αλλά και σε αυτές που δεν επιτρέπεται να εκτεθούν σε ιοντίζουσα ακτινοβολία (εγκύους).

Οι τεχνολογικές εξελίξεις στο σχηματισμό υπερηχογραφικής εικόνας προκάλεσαν: βελτιώσεις στη χωρική διακριτικότητα (spatial resolution), βελτιώσεις στην αντίθεση των ιστών (contrast resolution), στην έκταση απεικόνισης των οπτικών πεδίων (FOV), καθώς και στην τεχνική απεικόνισης της μεταβαλλόμενης ελαστικότητας των ιστών (elastography).

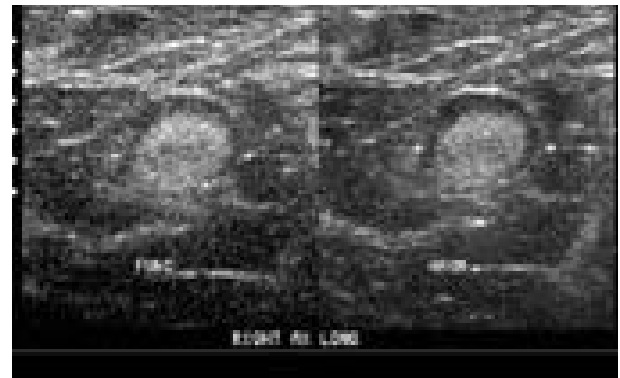
Στις νεότερες τεχνικές συμπεριλαμβάνονται οι Αρμονικές συχνότητες, η SRI HD (Speckle reduction imaging in High Definition), η CrossXBeam (Digital Compound Imaging), η τεχνική Volume ultrasound 3D/4D, το 3D αγγειογράφημα, η τεχνική Inversion Mode, και η τεχνική Tomographic Ultrasound Imaging (TUI).

Αρμονικές συχνότητες. Οι κωδικοποιημένες αρμονικές είναι υψηλές συχνότητες για περισσότερες λεπτομέρειες και μεγαλύτερη ανάλυση ιστών. Βελτώνουν την ανάλυση σε πεδίο μικρού βάθους για καλλύτερη απεικόνιση των μικρών οργάνων και ενισχύουν την διείσδυση σε μεγάλο βάθος πεδίου

Εικ. 1 Διθητικό καρκίνωμα των πόρων **1α**. Συμβατικό υπερηχοτομογράφημα (C US) **1β**. Με αρμονικές συχότητες (THI)



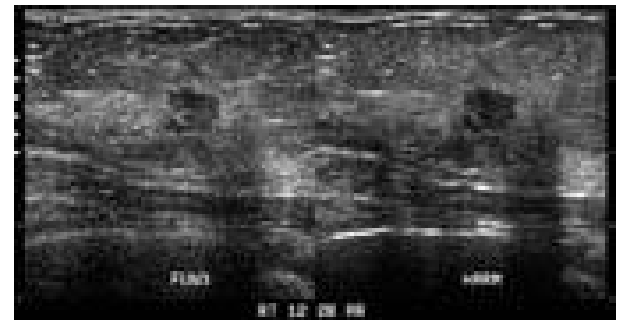
Εικ. 2 Βλάβη μαστού η οποία μοιάζει συμπαγής με την συμβατική υπερηχογραφική μέθοδο στο δεξιό τμήμα της εικόνας, ενώ στο αριστερό, με αρμονική, φαίνεται καθαρά ότι πρόκειται για κύστη.



Εικ. 3 Φυσιολογικός μασχαλιαίος λεμφαδένας με συμβατική απεικόνιση (αριστερά) και με κωδικοποιημένες αρμονικές συχότητες (δεξιά). Ο κόκκος εντείνεται όταν η εικόνα μεγεθύνεται. Σημειώστε την σαν χοντρό «αλατοπίπερο» εμφάνιση, με τη συμβατική εικόνα σε σύγκριση με τις αρμονικές συχότητες απεικόνιση, που μειώνει τον κόκκο και παρέχει καλύτερο αφορισμό της αρχιτεκτονικής του φυσιολογικού μασχαλιαίου λεμφαδένα.



Εικ. 4 Ευμεγέθης κύστη μαστού. Η εικόνα στα αριστερά, με ηλεκτρονική σάρωση συμβατικής απεικόνισης, παρουσιάζει εμφανή αντήχηση στο εγγύς πεδίο της κύστης (βέλη). Οι τεχνητή ηχώ μειώνεται σημαντικά με απεικόνισης κωδικοποιημένων αρμονικών, που επιτρέπει πιο σίγουρο διάγνωση μιας απλής κύστης μαστού (δεξιά εικόνα).



Εικ. 5 Πορογενές διθητικό καρκίνωμα 7mm, ενδιάμεσης κακοήθειας, σαρώθηκε με τη συμβατική απεικόνιση (αριστερά) και με κωδικοποιημένες αρμονικές συχότητες (δεξιά). Οι κωδικοποιημένες αρμονικές προσφέρουν μεγαλύτερη λεπτομέρεια των κακοήθων χαρακτηριστικών, όπως γωνιώσεις και μικρολοβώσεις του περιγράμματος. Κατά συνέπεια, οι αρμονικές συχότητες εμφανίζουν τη βλάβη περισσότερο υποψοχική, καθιστώντας την πιο ευανάγνωστη.

(εικόνες 1α, 1β, 2, 3, 4, 5). Τα πλεονεκτήματα των αρμονικών είναι η μείωση του θορύβου χαμηλής συχνότητας, υψηλού εύρους. Αντηχήσεις και αδυναμία επικέντρωσης που δημιουργούνται από την ανομοιογένεια των ιστών, δεν επηρεάζουν τόσο πολύ την αρμονική ηχητική δέση. Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι το αρμονικό σήμα είναι πιο αδύναμο από το παραδοσιακό, με αποτέλεσμα την αδυναμία απεικόνισης σε μεγάλο βάθος πεδίου. Συμπερασματικά, οι κωδικοποιημένες αρμονικές συχνότητες βοηθούν στη διάκριση της τεχνητής εσωτερικής ηχούς μέσα σε κύστες, από την πραγματική εσωτερική ηχώ. Οι αρμονικές συχνότητες μειώνουν την ηχώ από τις κύστες του μαστού. Έχει διαπιστωθεί ότι οι περισσότερες κύστες εμφανίζονται πιο υποηχοϊκές ή ανηχοϊκές όταν απεικονίζονται με τις κωδικοποιημένες αρμονικές συχνότητες από ό, τι με τη συμβατική απεικόνιση. Απροσδιόριστα κυστικές, έναντι συμπαγών, βλάβες απεικονίζονται σαφώς κυστικές όταν σαρωθούν με κωδικοποιημένες αρμονικές. Αντίθετα, οι αρμονικές μπορεί να αυξήσουν την ηχογένεια συμπλεγμάτων κυστικών αλλοιώσεων, υπερτονίζοντας την αληθή εσωτερική ηχώ. Οι κωδικοποιημένες αρμονικές βελτιώνουν επίσης την απεικόνιση των ενθεμάτων των μαστών, των συμπαγών οζιδίων και των φυσιολογικών ιστών του μαστού. Το μειονέκτημα της «αντήχησης εγγύς πεδίου» που επικαλύπτουν τα ενθέματα έχουν βελτιωθεί θεαματικά, επιτρέποντας την καλύτερη αναγνώριση της μη φυσιολογικής εξωκάψιας υπερηχογένειας της σιλικονούχου γέλης, εγκυστωμένης μεταξύ της ινώδους κάψας και της θήκης του ενθέματος.

Οι αρμονικές μειώνουν την ηχογένεια που παρατηρείται δια μέσου των συμπαγών οζιδίων με την καταστολή των κόκκων και άλλων artifacts, που συμβάλλουν στην εσωτερική ηχογένεια των βλαβών με τη συμβατική απεικόνιση. Κατά συνέπεια, αυτό καθιστά τη βλάβη πιο υποηχοϊκή σε σύγκριση με τον περιβάλλοντα ιστό του μαστού, γεγονός που καθιστά ευκολότερο τον εντοπισμό και λιγότερο πιθανό να χαθεί. Με κωδικοποιημένες αρμονικές, η ηχο-υφή των φυσιολογικών δομών του μαστού και οι βλάβες φαίνεται να είναι λεπτότερη και πιο ομοιόμορφη, λόγω της μείωσης των artifacts. Ένα μεγάλο μέρος αυτού που εκλαμβάνεται ως ηχο-υφή, δεν είναι πραγματική υφή σε όλα, αλλά artifacts.

Η αντίθεση και η ανάλυση είναι οι δύο πιο σημαντικές παραμέτρους ποιότητας για τις εικόνες με υπερήχους. Υψηλής ποιότητας εικόνα είναι η θεμελιώδης αρχή για διαγνωστικά αξιολογικές απεικονίσεις.

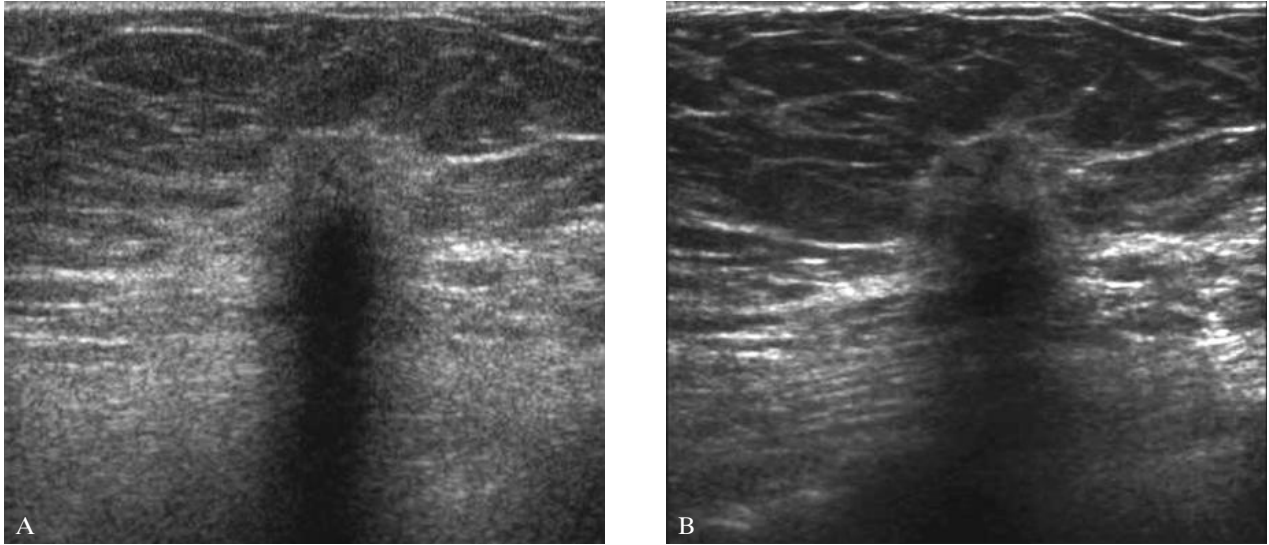
Η δυνατότητα της ανασύνθεσης στο χώρο (spatial compounding) παρέχει την κατάλληλη ευκρίνεια στην απεικόνιση, για την επιτέλεση επεμβατικών τεχνικών, όπως ο εντοπισμός δια σύρματος, η βιοψία δια βελόνης, κ.λ.π. (εικόνα 6, 7α, 7β)

Η ανάλυση της αντίθεσης (Contrast Resolution) επιτυγχάνεται με δύο τεχνικές:

1) η **SRI HD** (Speckle reduction imaging High Definition) είναι μια λεπτομερής διαδικασία απεικόνισης, με δυνατότητα επιλογής του τύπου των ιστών, που εξασφαλίζει την καλύτερη διακριτική ικανότητα αντίθεσης και ανίχνευσης των ορίων μιας βλάβης. Επιφέρει σημαντική μείωση του κόκκου – «θορύβου» (speckle) που προέρχεται από την



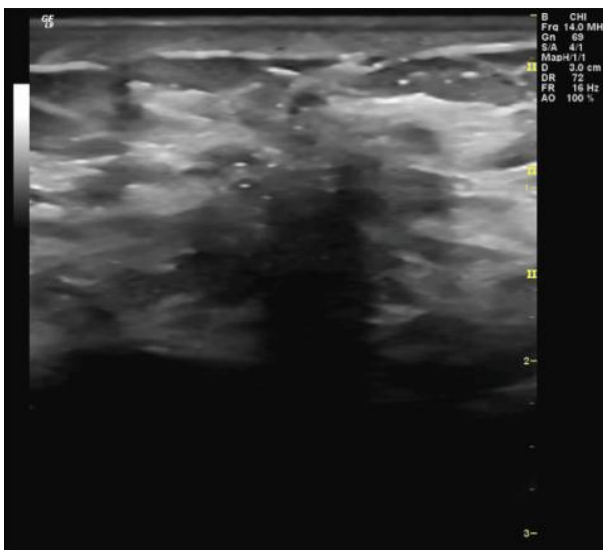
Εικ. 6 Επιτέλεση επεμβατικών τεχνικών



Εικ. 7 Συμβατική B-mode (α) και spatial compound (SCI) (β) υπερηχογραφική απεικόνιση μάζας στο μαστό που αναδεικνύει τα πλεονεκτήματα της spatial compound imaging (SCI).

σκέδαση των υπερηχητικών κυμάτων στις ιστικές ανατομικές δομές (εικόνα 8).

Με την χρήση του αλγόριθμου αυτού εξομαλύνεται η απεικόνιση του παρεγχυματικού ιστού, διατηρώντας αναλλοίωτα τα όρια και τις παρυφές καθώς και την εμπεριεχόμενη στον παρεγχυματικό ιστό πληροφορία. Ο λόγος σήματος προς θόρυβο (Signal to Noise ratio) με τη χρήση του SRI αυξάνεται κατά 153% σε σχέση με τη συμβατική απεικόνιση, αυξάνοντας κατά συνέπεια σημαντικά την ευκρίνεια και διακριτική ικανότητα.



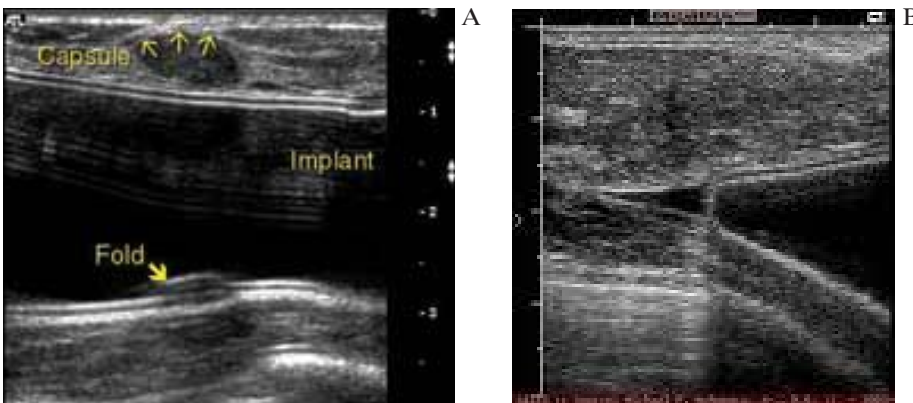
Εικ. 8 Μάζα μαστού, απεικονίζονται τα όρια της μάζας και οι μικροαποπιτανώσεις με τη χρήση της τεχνικής SRI.

Στον μαστό απεικονίζονται καλύτερα οι μικροαποπιτανώσεις και έχουμε μεγαλύτερη ευκρίνεια των ορίων μιας μάζας (Εικόνα 9α, 9β). Η χρήση της ανωτέρω τεχνικής η οποία επικεντρώνεται στη μείωση του θορύβου, σε συνδυασμό με την τεχνική Crossbeam η οποία επικεντρώνεται στην αύξηση του σήματος, αποδίδουν την βέλτιστη υπερηχογραφική απεικόνιση που μπορεί να προσφέρει η υπερηχογραφία σήμερα (εικόνες 10 και 10α).

2) η **CrossXBeam** (Digital Compound Imaging) Προκύπτει ιδιαίτερη ευκρίνεια και σαφής διαχωρισμός των ορίων πολύ λεπτών δομών καθώς και διαφοροποίηση των τοιχωμάτων των αγγείων (εικόνα 11). Αποτελεί τεχνική για τη βελτιστοποίηση της διακριτικής ικανότητας, προσφέρει σαφέστερη διάκριση των τοιχωμάτων των αγγείων ανεξάρτητα από τη γωνία πρόσπτωσης της ηχητικής δέσμης, και ελαχιστοποίηση των παρασίτων. Παρέχεται δυνατότητα εκπομπής του ηχητικού σήματος (ηχητικής δέσμης) προς την περιοχή ενδιαφέροντος υπό διαφορετικές οπτικές γωνίες σάρωσης, επιτυγχάνοντας τη συλλογή μεγάλου αριθμού επιπρόσθετων κλινικών / διαγνωστικών πληροφοριών και την απεικόνισή τους σε πραγματικό χρόνο (Real Time Spatial Compounding). Με τον τρόπο αυτό η πληροφορία που συλλέγεται από κάθε σημείο της υπό εξέταση περιοχής είναι πολλαπλάσια σε σχέση με τη συμβατική απεικόνιση. Επιτυγχάνεται αύξηση της διακριτικής ικανότητας της



Εικ. 9 Επιφανειακή βλάβη στο μαστό σε πολυεπίπεδη απεικόνιση, χρησιμοποιώντας την τεχνική SRI (9α & 9β).



Εικ. 10 (10α & 10β) Διάκριση μικρής ενδοκάψιας και εξωκάψιας συλλογής σε μικρορήξη ενθέματος στο μαστό.

απεικόνισης, υψηλής ανάλυσης αντίθεση (contrast resolution), βέλτιστη διαφοροδιάγνωση ιστών (textural differentiation) και διαυγή όρια των εσωτερικών οργάνων και ιστικών δομών. Απεικονίζονται με διαγνωστική ακρίβεια σημεία, τα οποία λόγω της ανατομίας της περιοχής, η συμβατική απεικόνιση δεν θα μπορούσε να εντοπίσει (ιστοί όπως κύστεων ή συμπαγών δομών). Τα οφέλη της

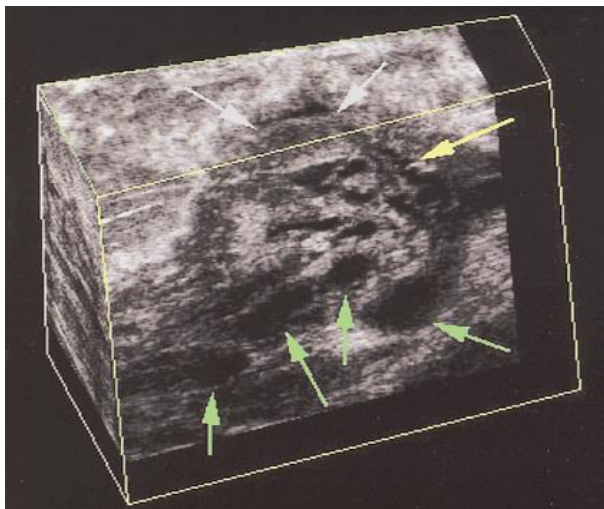
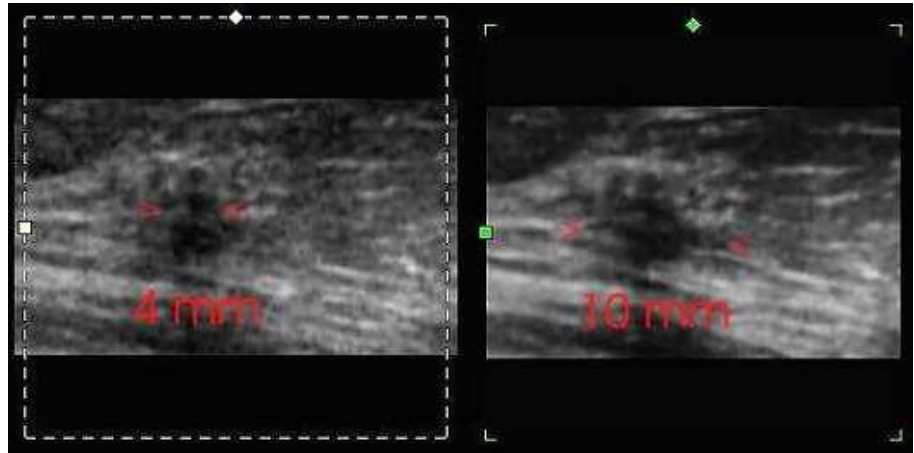
CrossXBeam συνεργικά ενισχύονται όταν συνδυάζονται με την τεχνική SRI (Speckle reduction Imaging), προκειμένου να επιτευχθεί και να βελτιστοποιηθεί ο λόγος σήματος προς θόρυβο.

Η τεχνική **Volume Contrast Imaging (VCI-Static)** προσφέρει μια νέα προσέγγιση στην βελτιστοποίηση της B-Mode υπερηχοτομογραφίας. Είναι μια τεχνολογία που βασίζεται σε μια τεχνική ανάκτησης του όγκου, που οδηγεί στη βελτίωση της αντίθεσης και στην καταστολή του κόκκου στη διαστάση υπερηχογραφική εικόνα. Σε εφαρμογές στα μικρά όργανα, όπως του θυρεοειδούς ή του μαστού, καθώς και στην κοιλιακή χώρα ή σε γυναικολογικές εφαρμογές, βοηθά στην σαφέστερη απεικόνιση των συμπαγών και κυστικών δομών και προσφέρει την καλύτερη αξιολόγηση του μεγέθους, των ορίων και της εσωτερικής δομής των βλαβών (εικόνα 12). Η τεχνική **Volume ultrasound-3D/4DH**, (υπερηχογραφία τριών /τεσσάρων διαστάσεων) αποτελεί μία από τις πλέον πρόσφατες εξελίξεις στην υπερηχογραφία και προσφέρει απολύτως νέες διαγνωστικές πληροφορίες συμπληρωματικές της κλασικής 2D (δύο διαστάσεων) υπερηχογραφίας. Στην 3D απεικόνιση έχουμε την δυνατότητα λήψης πληροφοριών από τρία κάθετα



Εικ. 11 Ανωμάλον περιγράμματος, επιφανειακή βλάβη στο μαστό με τεχνικές VCI και CrossBeam CRI.

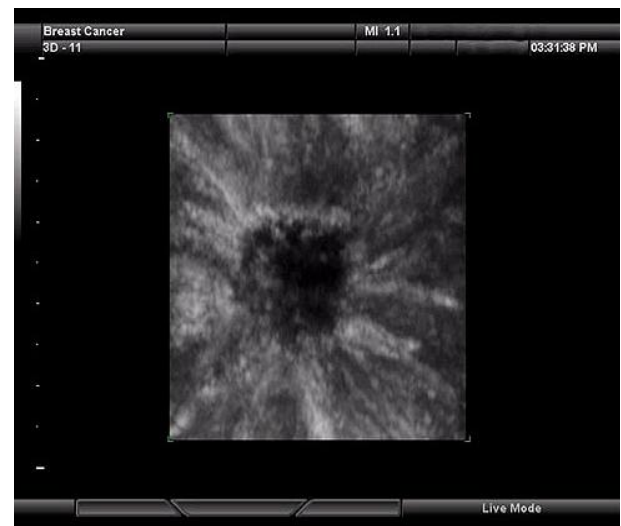
Εικ. 12 Βλάβη μαστού με συμβατική B-Mode και Volume Contrast Imaging (VCI) τεχνική.



Εικ. 13 Πολυεπίπεδες αναδιαμορφωμένες 3D εικόνες υπερήχων, τμήματος της θηλής, αναδεικνύουν εκτασία πόρου και πολλαπλές απλές κύστες (πράσινα βέλη), και διευκολύνει την κατανόησή του 3D μοντέλο απεικόνισης της νόσου.

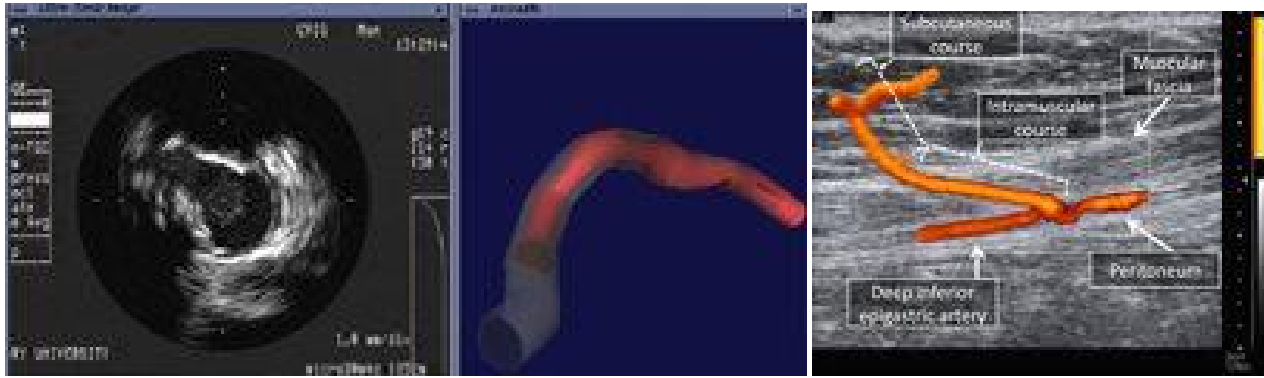
μεταξύ τους επίπεδα (A, B, C) οβελιαίο, αξονικό και στεφανιαίο. Πολύ σημαντικό είναι το στεφανιαίο επίπεδο διότι μπορεί να μας δώσει σημαντικές πληροφορίες για την αξιολόγηση μιας δομής, πληροφορίες που μέχρι πρότινος δεν είχαμε στη διάθεσή μας λόγω αδυναμίας υπερηχογραφικής απεικόνισης σε αυτό το επίπεδο (εικόνες 13, 14).

Το 3D Αγγειογράφημα. Καταστέλλοντας τις παραμέτρους του γκριζου, μπορούμε να αποκτήσουμε ένα τρισδιάστατο αγγειογράφημα. Οι 3D ανασυνθέσεις των έγχρωμων δεδομένων είναι κατάλληλες για την μελέτη της τρισδιάστατης κατανομής των αγγείων και τις πιθανές ανωμαλίες του σχήματος αυτών. Το 3D Power Doppler είναι ένα

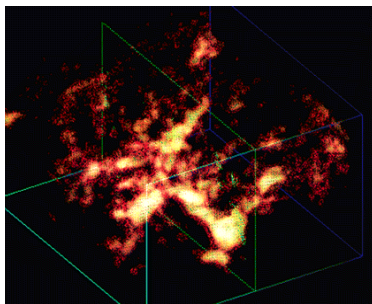


Εικ. 14 3D απεικόνιση καρκινώματος του μαστού, αναδεικνύει τις δοκιδώδεις προσεκβολές του όγκου. Διθητητικός πορώδης καρκίνος μαστού: Στην στεφανιαία τομή (CPlane), απεικονίζονται πολύ καλύτερα οι κακοήθεις χαρακτηρισές του όγκου.

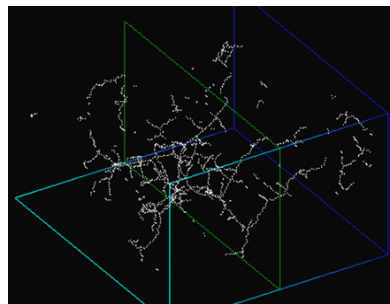
αποτελεσματικό εργαλείο για την εκτίμηση της κατανομής στον χώρο των αγγείων εντός και εκτός ενός κακοήθους ή καλοήθους όγκου. Οι 3D ανασυνθέσεις των έγχρωμων δεδομένων είναι κατάλληλες για τη μελέτη της τρισδιάστατης κατανομής των αγγείων και τις πιθανές ανωμαλίες του σχήματος αυτών (εικόνα 15α, β, γ, δ). Η αγγείωση μιας βλάβης του μαστού δύναται να διερευνηθεί κάνοντας χρήση της τεχνικής 3D μαζί με Color ή Power Doppler. Η νεοαγγείωση ενός καρκινώματος παρουσιάζει άναρχη δομή με αρτηριοφλεβώδεις επικοινωνίες και ανώμαλα αγγεία σε αντίθεση με τα αγγεία του φυσιολογικού ιστού του μαστού και έχει γίνει αντικείμενο πολλών μελετών που έχουν σκοπό



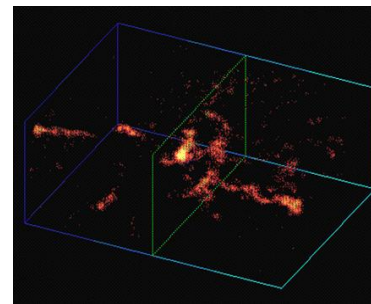
A



B



Γ



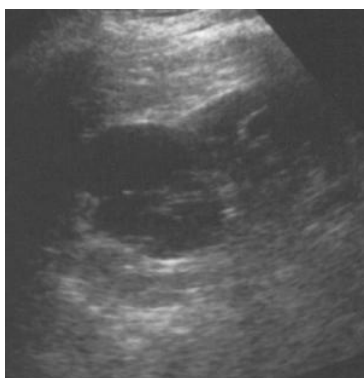
Δ

Εικ. 15 (α). Η πληροφορία στην εικόνα των δύο επιπέδων συνδιάζεται με το μοντέλο σε τρία επίπεδα των στεφανιαίων αρτηριών, προς διευκρίνιση της θέσης εντοπισμού της πλάκας στα προσβεβλημένα αγγεία. **(β,γ,δ).** Εικόνες 3-Dimensional power Doppler, κακοήθους βλάβης στο μαστό. **(β)** απεικόνιση με πραγματικά δεδομένα. **(γ)** Πραγματικά δεδομένα μετά από 3D αραιώση. **(δ)** Δεδομένα μετά από ανασύνθεση του αγγειακού δένδρου. Συνεκτιμήθηκαν οι τιμές των 6 χαρακτηριστικών της αγγείωσης της βλάβης όγκος αγγείων προς όγκο βλάβης, αριθμός αντοτελών αγγειακών δένδρων, το συνολικό μήκος των αγγείων, η μακρύτερη διαδρομή αγγείου ο αριθμός των διακλαδώσεων και οι διαμέτροι των αντίστοιχων αγγείων.

την διαφοροδιάγνωση μεταξύ μιας καλοήθους από μια κακοήθη δομή). Η απεικόνιση με 3D και Power ή Color Doppler παρέχει την ανάλυση της αιματικής ροής καθώς και τρισδιάστατα μοντέλα αγγείωσης ολόκληρης της χωροκατακτητικής εξεργασίας. Η τεχνική 3D HD-Flow δείχνει επιπλέον την κατεύθυνση της ροής του αίματος στην τρισδιάστατη αγγειακή αρχιτεκτονική. Η **τεχνική Inversion** ενδείκνυται για την απεικόνιση υπόηχων δομών οι οποίες

είναι είτε δύσκολο, είτε αδύνατο να απεικονιστούν με την συμβατική υπερηχογραφία. Εξελιγμένοι αλγόριθμοι αναλύουν τον τρισδιάστατο όγκο της περιοχής ενδιαφέροντος, εμφανίζοντας την επιφάνεια των υπόηχων δομών με αντεστραμμένη απεικόνιση, απαλείφοντας συγχρόνως τις πληροφορίες του περιβάλλοντος ιστού (εικόνα 16α, 16β).

Η τεχνική **Tomographic Ultrasound Imaging (TUI)** βασίζεται σε πρόγραμμα λήψης ογκομετρι-



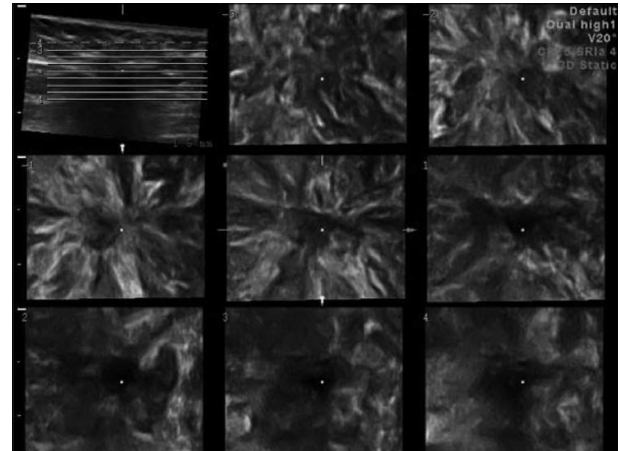
Εικ. 16 Επιπλεγμένη κυστική βλάβη με πολλαπλά επι μέρους διαφραγμάτια. Η απεικόνιση Phase-inversion tissue harmonic αναδεικνύει καθαρότερα την εσωτερική δομή του σχηματισμού, διαφοροδιαγιγνώσκοντας τα πολλαπλά από τα παχυνμένα διαφραγμάτια. Τα όρια του παρακείμενου παρεγχύματος αφορίζονται καθαρά.

Εικ. 17 Η Tomographic USG imaging (TUI) αναδεικνύει με ιδιαίτερη ευκρίνεια πρότυπο έλξεων-συγκλίσεων, με διαταραχή της αρχιτεκτονικής σε στεφανιαίο επίπεδο της εξεργασίας.

κών (τρισδιάστατων) εικόνων, υψηλής ευκρίνειας με ταυτόχρονη παρουσίαση σε πραγματικό χρόνο, πολλαπλών παράλληλων τομών κατά την διάρκεια της τρισδιάστατης σάρωσης (είτε στον επιμήκη είτε στον εγκάρσιο άξονα), χρησιμοποιώντας την τεχνολογία τετραδιάστατης 4D απεικόνισης (ογκομετρική λήψη σε 2D απεικόνιση) Με την τεχνική αυτή επιτυγχάνεται λεπτομερειακή ανάλυση των δεδομένων των δομών (εικόνα 17).

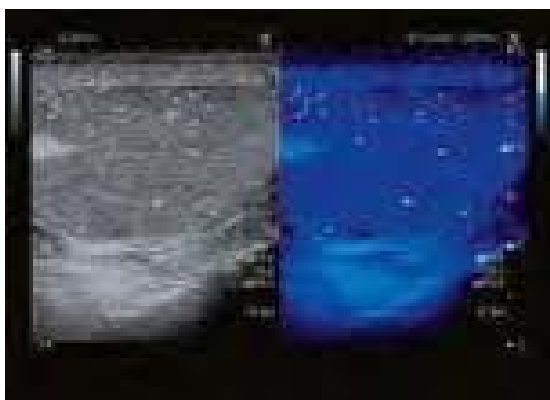
ΕΙΔΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ

Εφαρμόζοντας όλες τις παραπάνω νέες τεχνολογίες προέκυψαν καινούριες εφαρμογές όπως τα ειδικά φίλτρα που χρησιμοποιούνται για την ευκρινέστερη διάκριση των μικροεπασβεστώσεων και των διηθητικών στοιχείων στο μαστό (εικόνα 18α και 18β). Η τεχνολογία πολλαπλής διακριτικής ικανότητας για την επεξεργασία των σημάτων, αξιολογεί τις εικόνες γραμμή προς γραμμή, ενσωματώνει στοιχεία από παρακείμενες γραμμές για περαιτέρω ενίσχυση της εικόνας. Παρ' όλα αυτά

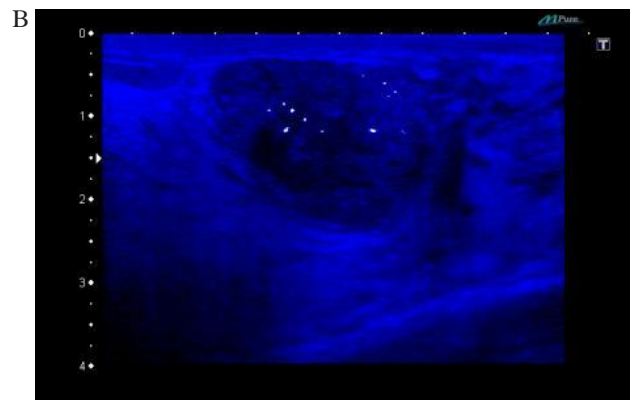


για την ώρα η μαστογραφία παραμένει η μέθοδος εκλογής στον χειρισμό απεικόνισης των μικροεπασβεστώσεων. Άλλη τεχνική εφαρμογή είναι αυτή των εκτεταμένων οπτικών πεδίων (Extended FOV imaging), για ευμεγέθεις εξεργασίες στον μαστό, που ξεπερνούν το σύνηθες οπτικό πεδίο της υπερηχογραφικής «κεφαλής» (εικόνα 19). Οι σύγχρονες συσκευές των υπερήχων είναι ψηφιακές και μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη βοήθεια υπολογιστικών συστημάτων ανίχνευσης ύποπτων βλαβών. Οι εικόνες από καρκίνους του μαστού που έχουν αποθηκευτεί στο σύστημα του υπολογιστή, είναι ένα λειτουργικό παράδειγμα, του γνωστού συστήματος CAD για τους υπερήχους του μαστού (εικόνα 20α και 20β). Αυτή η τεχνική ενισχύει την πληροφορία, αυξάνοντας την αντίθεση του «ευρήματος» χρωματίζοντάς το. Μια νεώτερη τεχνική, υπό εξέλιξη, που θα αποκαλύπτει νέες πληροφορίες.

Η τεχνική **Fuzzy 3D ultrasound CAD** με το σύστημα **Whole-breast US systems** σαρώνει ολόκληρο το μαστό με κεφαλή 14,5 εκατοστών που περι-

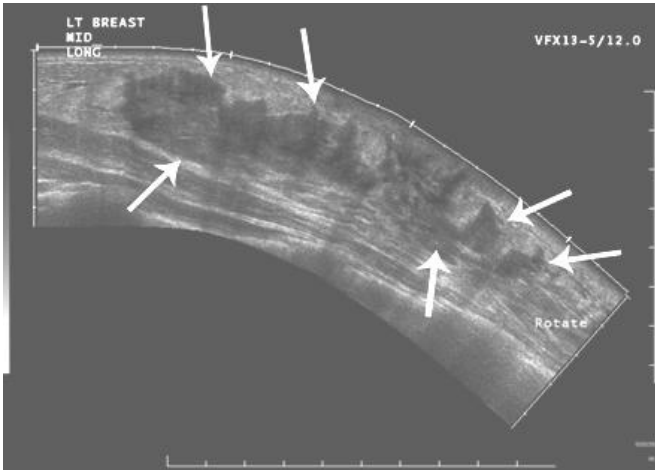


A



B

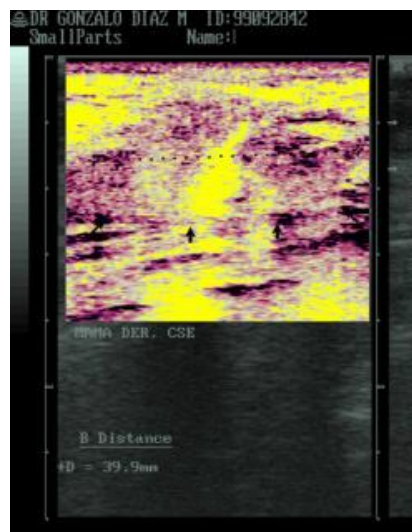
Εικ. 18 (α, β) Συγκεκριμένο φίλτρο που βοηθά ιδιαίτερα στην ευκρινή διαγραφή των μικροεπασβεστώσεων, που αποτελεί δείκτη δυναμικής κακοήθειας.



Εικ. 19 Αμφοτερόπλευρες μάζες στο μαστό 33χρονης γυναίκας. Η βιοψία ανέδειξε ευμέγεθες B-cell λέμφωμα και στους δύο μαστούς lymphoma in each breast. Υπερηχογραφική απεικόνιση με εκτεταμένα οπτικά πεδία του αριστερού μαστού που αναδεικνύει διάσπαρτες ομοιογενείς διηθήσεις του μαστού, με αναμενόμενη απώλεια της φυσιολογικής αρχιτεκτονικής.



A



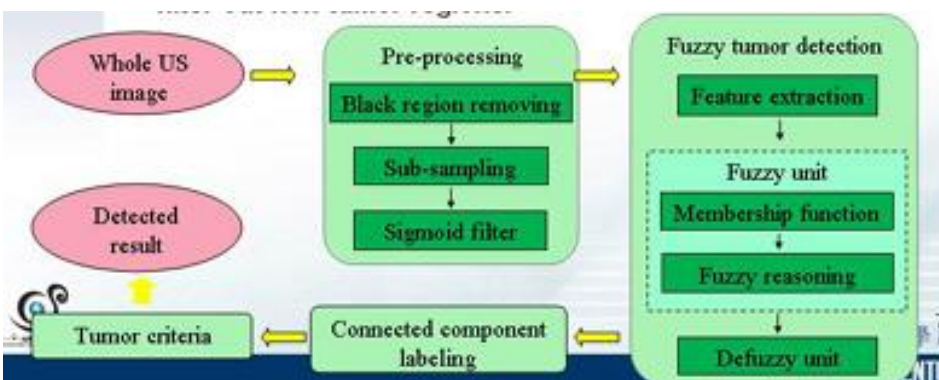
B

Εικ. 20 (α, β) Η τεχνική του συστήματος CAD, με την εναπόθεση χρώματος στην ύποπτη περιοχή.

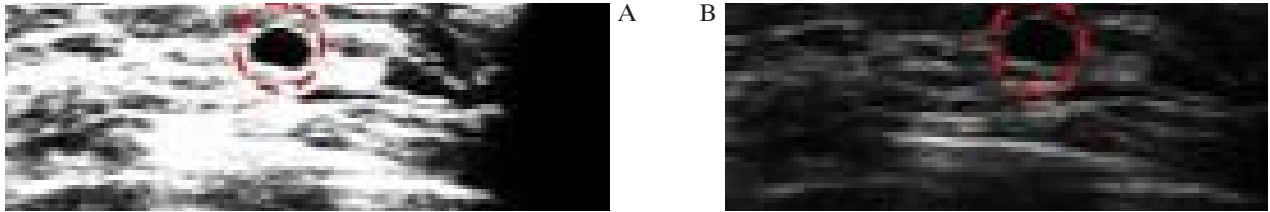
έχει 768 στοιχεία, παρέχοντας ένα ελάχιστο πάχος τομής 0,2 mm. Συνήθως το πάχος τομής κυμαίνεται σε γενικές γραμμές κατά 0,6 mm για να μειωθεί το μέγεθος των αρχείων της εικόνας. Η διακριτική ικανότητα σε προβολή A (άξονας y) είναι 76 pixel / cm, η διακριτική ικανότητα κατά την προβολή B (άξονας x) είναι 35 pixels / cm, και η διακριτική ικανότητα κατά την προβολή C (άξο-

να z) είναι 16 pixels / cm. Η προβολή Γ αντιπροσωπεύει μια ψηφιακή ανασύνθεση των εικόνων, έτσι ώστε η διακριτική ικανότητα είναι χαμηλότερη από ό,τι στην προβολή A (εικόνα 21, 22α, 22β).

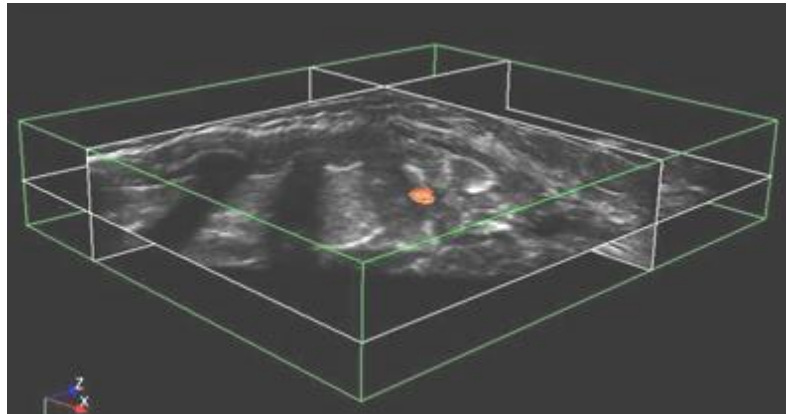
Στο σύστημα CAD, οι εικόνες είναι προεπεξεργασμένες και μια 3D fuzzy τεχνική χρησιμοποιείται για την ανίχνευση περιοχών με ευρήματα όγκων στο μαστό. Η παραπάνω περιοχή επι-



Εικ. 21 Αναλυτικό σχήμα της συνέργειας του CAD, της προεπεξεργασίας των εικόνων και της τεχνικής 3D fuzzy, με αποτέλεσμα την ανίχνευση της περιοχής του όγκου στο μαστό.



Εικ. 22 (α, β) Το αποτέλεσμα της παραπάνω τεχνικής είναι η απεικόνιση με μαύρο χρώμα της περιοχής του όγκου, με γκρι της μεταβατικής ζώνης των ορίων και με λευκό του φυσιολογικού ιστού.



Εικ. 22 Τρισδιάστατη απεικόνιση του όγκου με τον συνδυασμό του CAD, της προεπεξεργασίας των εικόνων και της τεχνικής 3D fuzzy.

σημαίνεται, απεικονίζεται σε κάθε voxel η περιφέρεια του όγκου, και με γνώμονα τα κριτήρια όγκου, φιλτράρεται η γύρω από τον όγκο φυσιολογική περιοχή (εικόνα 23).

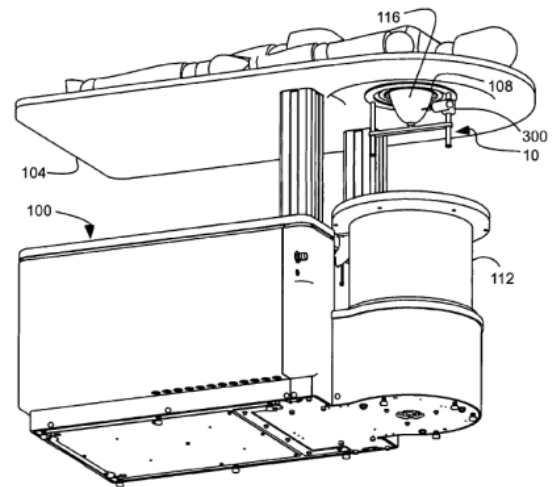
Η νέα υπερηχογραφική ζώνη των 18 MHz με γραμμικές υψηλές συχνότητες και με κεφαλές με δυνατότητα λεπτών τομών, παρέχουν τη μεγαλύτερη δυνατή ποιότητα στην εικόνα που προκύπτει στις τρεις διαστάσεις.

Το σύστημα 3-D, Warm Bath Ultrasound (WBU) απεικονίζει το μαστό, ενώ η γυναίκα είναι

ξαπλωμένη πρηνής σε κατάλληλα διαμορφωμένο εξεταστικό τραπέζι με τον μαστό άνετα εμβαπτιζόμενο σε ζεστό νερό (εικόνα 24α και 24β).

Η απεικόνιση του μη πιεσμένου μαστού, παρόμοια με την τοποθέτηση κατά την εκτέλεση της μαγνητικής μαστογραφίας, παρέχει τρισδιάστατες ανατομικές λεπτομέρειες του παρεγχύματος του μαστού.

Ήδη ολοκληρώνεται έρευνα από τμήμα του αμερικανικού Ινστιτούτου Υγείας NCI(SBIR) με τη μελέτη βλαβών διαφόρων τύπων μαστού από



24β.

Εικ. 22 (α,β) Το σύστημα 3-D, Warm Bath Ultrasound (WBU).

130 γυναίκες. Θα μελετηθούν τα ευρήματα του συστήματος warm bath ultrasound (WBU) και θα συγκριθούν με αυτά της συμβατικής υπερηχογραφίας, για να διαπιστωθεί η ικανότητα του συστήματος να διαφοροδιαγιγνώσκει μεταξύ φυσιολογικού, καλοήθους και κακοήθους ιστού του μαστού.

Εν κατακλείδι το υπερηχογράφημα του μαστού γνώρισε μεγάλες προόδους από τις πρώτες εικόνες του 1953 μέχρι να φτάσει στην ψηφιακή τεχνολογία.

Τα επιτεύγματα σε ό,τι αφορά την διακριτική ικανότητα στο χώρο και στην αντίθεση των ιστών, έχουν αυξήσει σημαντικά την ανίχνευση αλλά και τον χαρακτηρισμό των βλαβών του μαστού. Είναι μια “real-time” εξέταση με πολλές δυνατότητες αλλά και παγίδες, που απεικονίζει το μαστό, αλλά δεν αντικαθιστά την ετήσια μαστογραφία και την προσεκτική κλινική εξέταση.

Παράλληλα όμως με την συνεχιζόμενη πρόοδο της τεχνολογίας, πρέπει ιδιαίτερος στη χώρα μας, να αυξάνεται και ο αριθμός των απεικονιστών-ακτινολόγων που είναι εξοικειωμένοι με την σύγχρονη θεώρηση των υπερηχογραφικών δυνατοτήτων. Έτσι θα υπάρξουν εξειδικευμένοι καλοί γνώστες που απ’ ενός θα προεκτείνουν την εφαρμογή των υπερήχων και στον μαστό, και απ’ ετέρου θα προασπίσουν επαγγελματικά την ειδικότητα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. MedLine: Ultrasound characterization of breast masses PMID: 19881096 Authors: Sudheer Gokhale The Indian journal of radiology & imaging Volume: 19 ISSN: 1998-3808 ISO Abbreviation: Indian J Radiol Imaging Publication Date: 2009 Jul-Sep
2. Barr, et al, Speed of Sound Imaging: Improved Image Quality in Breast Sonography, *Ultrasound Quarterly*. 25(3):141-144, 2009
3. Cha, et al. Characterization of benign and malignant solid breast masses. *Radiology* 242:63-69, 2007
4. Chen & Zagzebski. Simulation study of effects of speed of sound and attenuation on ultrasound lateral resolution. *Ultrasound in Med. & Biol* 30(10):1297-1306, 2004
5. Entrekin, et al, Real time spatial compound imaging in breast ultrasound: technology and early clinical experience, *healthcare.philips.com*,43(3), 1999.
1. Weinstein, et al, *Seminars in US, CT, MRI: Technical advances in breast ultrasound imaging*, 27:273-283, 2006
2. Joo Hee Cha, MD, Woo Kyung Moon, MD, Nariya Cho, MD, Sun Yang Chung, MD, Differentiation of Benign from Malignant Solid Breast Masses: Conventional US versus Spatial Compound Imaging December 2005 *Radiology*, 237, 841-846.
3. Moon WK, Myung JS, Lee YJ, Park IA, Noh DY, Im JG. *US of ductal carcinoma in situ*. *RadioGraphics* 2002;22:269-280.
4. Horsch K, Giger ML, Vyborny CJ, Venta LA. *Performance of computer-aided diagnosis in the interpretation of lesions on breast sonography*. *Acad Radiol* 2004;11:272-280
5. *Breast imaging reporting and data system (BI-RADS): ultrasound*. Reston, Va: American College of Radiology, 2003.
6. Coded Harmonics in Breast Ultrasound: Does it Make a Difference? Cynthia L. Rapp, BS, RDMS, RDCS *Radiology Imaging Associates Thomas Stavros, MD*
7. Demarcation and ablation of breast tumours using High Intensity Focused Ultrasound (HIFU) Research participants: [B.W. Raaymakers](#), J.J.W. Lagendijk, N. Peters**, W.P.Th.M. Mali**, S.M. Sprinkhuizen**, C.J.G. Bakker**, ** dept. Radiology
8. RSNA -2010 Syllabus *Advances in Breast Imaging*
9. RSNA-2005 Syllabus *Breast Imaging*
10. C.F. Weismann 3D/4d ultrasound *Breast Imaging GE Healthcare*
11. Thomas Stavros, *Breast Ultrasound Lippincott Williams and Wilkins*.