



ΕΕΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΕΙΣ

Παρακλίνια ολόσωμη υπερηχογραφία στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας

Χ. Ψαρολογάκης, Α. Πρόκλου, Δ. Γεωργόπουλος, Ν. Ξηρουχάκη

Κλινική Εντατικής Θεραπείας, Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ηρακλείου

Πανεπιστήμιο Κρήτης

Διεύθυνση επικοινωνίας: Νεκταρία Ξηρουχάκη MD PhD,
Κλινική Εντατικής Θεραπείας,
Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ηρακλείου,
Κρήτη - Ελλάδα,
E-mail: nxirouch@otenet.gr

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ: Ολόσωμη υπερηχογραφία, διακρανιακό doppler, υπερηχογράφημα πνεύμονα, υπερηχογράφημα καρδιάς, υπερηχογράφημα εγκεφάλου, οπτικό νεύρο.



EEI



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

REVIEW

Whole body ultrasonography in the Intensive Care Unit

C. Psarologakis, A. Proklou, D. Georgopoulos, N. Xirouchaki

Intensive Care Unit, Heraklion University Hospital, University of Crete, Greece

Address for correspondence: Nektaria Xirouchaki MD PhD,
Department of Intensive Care Medicine,
Heraklion University Hospital,
University of Crete,
Greece
E-mail: nxirouch@otenet.gr

KEY WORDS: Whole body ultrasound, lung ultrasound, cardiac ultrasound, abdomen echography, intensive care, brain sonography, transcranial doppler, TCD, optic nerve sheath diameter, ONSD, DVT.



ΕΕΕΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η χρήση του υπερήχου εγκαθιδρύεται στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας τις τελευταίες δεκαετίες. Φθηνή, δυναμική και χωρίς ακτινοβολία εξέταση η υπερηχογραφία αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα εργαλεία για τη διάγνωση, την αντιμετώπιση και την παρακολούθηση του βαρέως πάσχοντα ασθενή.

Στη βιβλιογραφία αναφέρεται ότι αντικαθιστά το στηθοσκόπιο κλασσικό «σύμβολο» της ορθής κλινικής εξέτασης. Εκτενείς αναφορές υπάρχουν στα διεθνή συγγράμματα για την ελληνική λέξη, τη ρίζα και τη σημασία της. Σύμφωνα με τον Laennec (1819), ο όρος ‘stethoscope,’ προέρχεται από την ελληνική λέξη «στήθος» (chest) και «σκοπώ» (look into). Το στηθοσκόπιο που χρησιμοποιείται ως μέσο ακουστικής προσπέλασης του οργάνου στόχου σήμερα, αντικαθίσταται πλήρως από τον ηχοβολέα το σύγχρονο δηλαδή μέσο οπτικής προσπέλασης του οργάνου στόχου.[1-4]

Ο όρος παρακλίνια ολόσωμη υπερηχογραφία δε σημαίνει κατ’ ανάγκη απεικόνιση ολόσωμη κάθε βαρέως πάσχοντα αλλά κυρίως, σημαίνει ότι η εξέταση στοχεύει το πάσχον όργανο-σύστημα και στα όργανα – συστήματα τα οποία αλληλοεπιδρά.

Σκοπός της ανασκόπησης αυτής είναι να αναδείξει συνοπτικά την κατά συστήματα εφαρμογή του υπερήχου και έχει ως στόχο τη διεύρυνση της χρήσης του.



EEI



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Abstract

Over the last decades the use of ultrasonography has been established in the ICU. Being an inexpensive, dynamic and radiation-free examination, ultrasonography is one of the most useful tools for the diagnosis, management and follow up of the critically ill patient.

In scientific literature ultrasonography is considered to substitute the stethoscope, one of the classic “symbols” of the clinical examination. There are many references in the literature concerning this Greek word, its origin and its meaning. According to Laennec (1819), the term “stethoscope”, originates from the Greek word «στήθος» (chest) and «σκοπώ» (look into). The stethoscope which is used as a means of auscultation access to the organ target, is nowadays substituted by the transducer which is the means of visual access to the organ target.

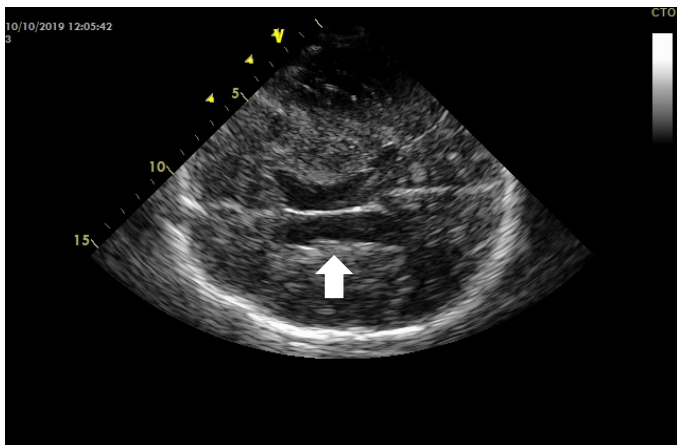
The term whole body bedside ultrasonography does not necessarily mean that all critically ill patients should undergo full body imaging, but it mostly means that the examination should focus on the target-organ and target-system with which it interacts.

The aim of this review is to show in brief the applications of the bedside ultrasound in critically ill patients intending to the spread of its use.

ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ

1. Άμεση απεικόνιση εγκεφάλου

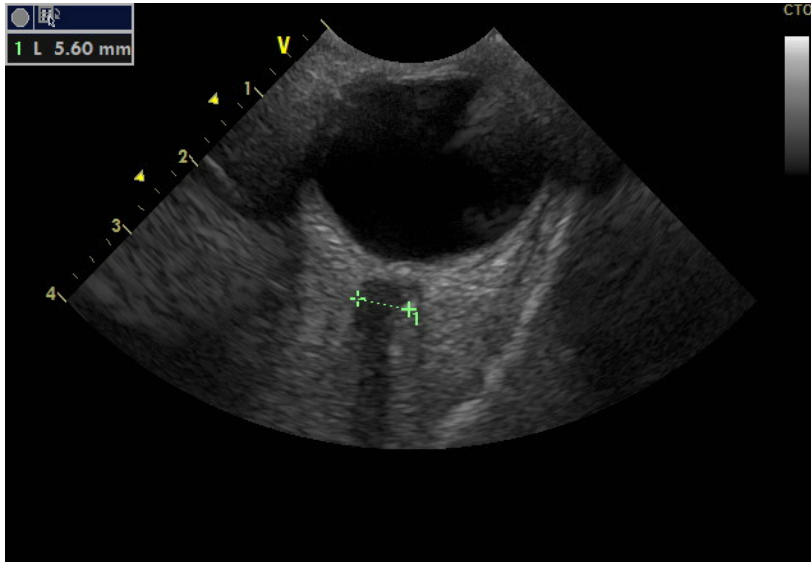
Την τελευταία δεκαετία η χρήση του υπερήχου επεκτάθηκε στην εκτίμηση και παρακολούθηση των δομών του εγκεφάλου. Διά της κροταφικής προσπέλασης πραγματοποιείται η απεικόνιση της τρίτης κοιλίας και του στελέχους με μεγάλο ποσοστό επιτυχίας. Μόνο 5-18% των ασθενών παρουσιάζουν αδυναμία προσπέλασης.[5] Σε αντίθεση μετά από κρανιοτομή ή κρανιεκτομή η υπερηχογραφική δεσμίδα διεισδύει χωρίς οστικό φραγμό στο εγκεφαλικό παρέγχυμα με αποτέλεσμα την υψηλής ευκρίνειας απεικόνιση των εγκεφαλικών δομών.[6] Οι λήψεις που συνήθως πραγματοποιούνται με ή χωρίς οστό είναι η Μεσεγκεφαλική, η Διεγκεφαλική και η Κοιλιακή, (Mesencephalic plane / Diencephalic plane / Ventricular plane, αντίστοιχα). Κατά τη Μεσεγκεφαλική λήψη αναγνωρίζεται ο μεσεγκέφαλος στη μέση γραμμή με τη χαρακτηριστική απεικόνιση της πεταλούδας. Μετακίνηση του ηχοβολέα κατά δέκα περίπου μοίρες (διεγκεφαλική λήψη), απεικονίζει την 3^η κοιλία. Σωληνώδης δομή που αποτελείται από δύο παράλληλες υπερηχογενείς γραμμές 10 mm απόστασης μεταξύ τους. Η Κοιλιακή λήψη λαμβάνεται με μεγαλύτερη γωνίωση του ηχοβολέα και απεικονίζει τα πρόσθια κέρατα και τις πλάγιες κοιλίες. (Εικ. 1). Δια μέσου της κρανιεκτομής η συσχέτιση των εικόνων με την αξονική τομογραφία είναι αρκετά καλή παρόλο που οι μελέτες που ασχολούνται με το θέμα είναι ελάχιστες. [6] Αναγνώριση του τελικού τμήματος του ενδοκοιλιακού καθετήρα (tip), παρεκτόπιση της μέσης γραμμής, μέτρηση των πλάγιων κοιλιών και της αμφικοιλιακής διαμέτρου είναι εφικτή και επιδεικνύει πολύ καλή συσχέτιση με την αξονική τομογραφία εγκεφάλου στις ελάχιστες μελέτες που υπάρχουν.[5]



Εικ. 1. Κοιλιακή λήψη μέσω κρανιεκτομής. Απεικονίζονται η μέση γραμμή και οι πλάγιες κοιλίες (βέλος).

2. Οπτικό νεύρο

Η αύξηση της διαμέτρου του οπτικού νεύρου αποτελεί δείκτη αύξησης της ενδοκράνιας πίεσης. Η εξέταση λαμβάνει χώρα μέσω υψίσυχνου ηχοβολέα ο οποίος τοποθετείται στο βολβό του οφθαλμού.[7, 8] Η μέτρηση πραγματοποιείται 2-3mm όπισθεν του βολβού και σε παρουσία αυξημένης ενδοκράνιας πίεσης αναμένεται αύξηση της διαμέτρου του νεύρου (Εικ. 2). Όπως είναι γνωστό, το οπτικό νεύρο περιβάλλεται από τον ευένδοτο υπαραχνοειδή χώρο επομένως, σε κάθε αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης ο χώρος αυτός διατείνεται. Διάμετρος >5 mm μπορεί να προβλέψει τιμές ενδοκράνιας πίεσης >20 mmHg. Παρόλο που οι απόψεις δίστανται, το βέλτιστο εύρος τιμών που αντικατοπτρίζει αυξημένη ενδοκράνια πίεση είναι 5-6mm σε τρεις τουλάχιστον διαδοχικές μετρήσεις. Η ευαισθησία της μεθόδου αγγίζει το 94% και η ειδικότητα το 98%. Τιμές μεγαλύτερες από 6mm είναι ενδεικτικές για μεγαλύτερη αύξηση της ενδοκράνιας πίεσης. Σειρά μετρήσεων μπορεί να βοηθήσει στην παρακολούθηση της ενδοκράνιας πίεσης.[2, 7, 8]



Εικ. 2. Οπτικό νεύρο. Η αύξηση των διαστάσεων αντιστοιχεί σε αυξημένες τιμές ενδοκράνιας πίεσης. Η μέτρηση λαμβάνει χώρα 2-3 mm όπισθεν του βολβού.

3. Διακρανιακό Doppler

Το διακρανιακό doppler είναι μία από τις παλαιότερες εφαρμογές στον βαρέως πάσχοντα ασθενή. Η πιο κοινή και εύκολη λήψη απεικόνισης των βασικών εγκεφαλικών αρτηριών είναι η διακροταφική. Μέσω αυτής, μπορεί να εκτιμηθεί με ακρίβεια η ροή στη Μέση εγκεφαλική αρτηρία (middle cerebral

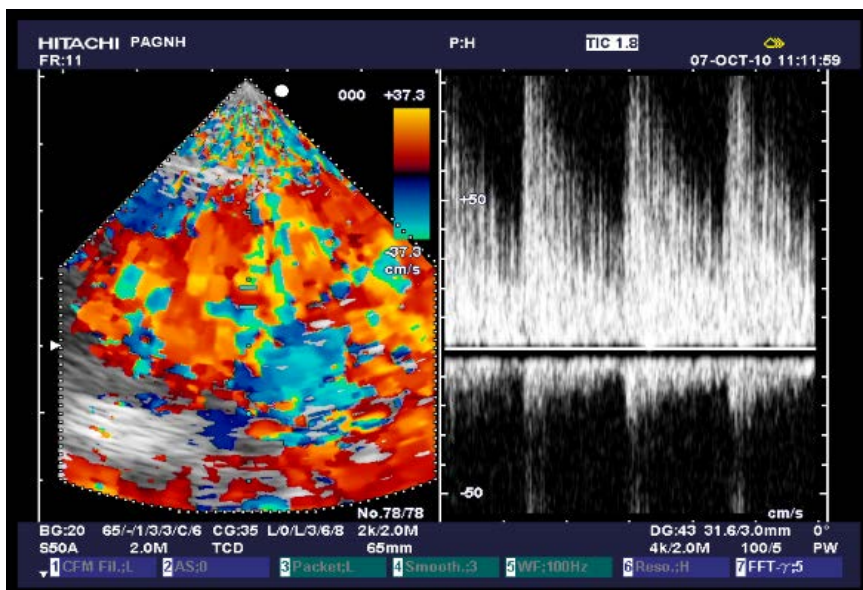


ΕΕΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

artery, MCA), στην πρόσθια (anterior cerebral artery, ACA) και την οπίσθια εγκεφαλική αρτηρία (posterior cerebral artery PCA) και οπωσδήποτε προ του κύκλου στην έσω καρωτίδα (internal carotid artery, ICA). [5, 9] Η αρτηρία στόχος απομονώνεται επιλέγοντας το κατάλληλο ακουστικό παράθυρο, ηχοβολέα, την κατάλληλη γωνία και το κατάλληλο δείγμα. Η αρτηρία αναγνωρίζεται από την κυματομορφή και την ταχύτητα ροής. Η αύξηση της μέσης ταχύτητας ροής υποδεικνύει στένωση του αγγείου, αγγειόσπασμο ή υπερδυναμική κυκλοφορία. Μειωμένη ταχύτητα αποτελεί ένδειξη υπότασης, μειωμένης αιματικής εγκεφαλικής ροής ή εγκεφαλικό θάνατο. Αρκετοί δείκτες χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση της εγκεφαλικής ροής με κυριότερους τον Gosling's pulsatility index (PI) ο οποίος χαρακτηρίζει τις αντιστάσεις των εγκεφαλικών αγγείων και υπολογίζεται μέσω της εξίσωσης Peak Systolic Velocity- End Diastolic Velocity/Mean Velocity. [10-12] Ο δείκτης PI κυμαίνεται μεταξύ 0.5 έως 1.19. Άλλος σημαντικός δείκτης είναι ο Lindegaard ratio (LR). Υπολογίζοντας τον LR μέσω της εξίσωσης MCA Mean Flow Velocity (MFV)/εξωκρανιακή ICA MFV, μπορεί να διαφοροδιαγνωσθεί εύκολα η υπερδυναμική κυκλοφορία από τον αγγειόσπασμο. Σε περίπτωση αύξησης της μέσης ταχύτητας ροής (MFV) και $LR < 3$ η διάγνωση είναι υπερδυναμική κυκλοφορία ενώ δείκτης > 3 αντιστοιχεί στη διάγνωση του αγγειόσπασμου. [12] Νέα μέθοδος υπό μελέτη αποτελεί η άρδευση του εγκεφάλου χρησιμοποιώντας contrast νεότερη τεχνική (Εικ. 3). Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε καταστάσεις μειωμένης άρδευσης του εγκεφάλου όπως το αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο ή ο εγκεφαλικός θάνατος. [13]



Εικ. 3. Υπερηχογραφία με contrast τεχνική για χαρτογράφηση της άρδευσης του εγκεφάλου σε θρόμβωση της Μέσης Εγκεφαλικής Αρτηρίας.



ΕΕΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΘΩΡΑΚΑΣ - ΚΑΡΔΙΑ

Το υπερηχογράφημα καρδιάς αποτελεί βασικό εργαλείο τόσο για τη διερεύνηση όσο και την αντιμετώπιση του βαρέως πάσχοντα ασθενή. Κατά την διαθωρακική παρακλίνια εξέταση χρησιμοποιούνται οι κλασσικές υπερηχογραφικές λήψεις για την εκτίμηση και την λειτουργικότητα των αριστερών και των δεξιών κοιλοτήτων. Αρκετό χώρο καταλαμβάνει στη Μονάδα Εντατικής Θεραπείας το διοισοφάγειο υπερηχογράφημα τα τελευταία χρόνια. [14, 15] Η χρήση του επεκτείνεται και σε συνεχή 24ωρη παρακολούθηση βαρέως πασχόντων ασθενών με σοβαρή αιμοδυναμική αστάθεια.[15]

Η υπερηχογραφική απεικόνιση περιλαμβάνει: τις διαστάσεις της αριστερής κοιλίας και του μεσοκοιλιακού διαφράγματος, τμηματικές υποκινησίες των τοιχωμάτων αυτής, συστολική λειτουργικότητα, διαστολική δυσλειτουργία και περικαρδιακή συλλογή. Σημαντικός είναι ο έλεγχος των βαλβίδων της αορτής και της μιτροειδούς για μορφολογικές αλλοιώσεις, σοβαρή ανεπάρκεια ή στένωση. Οι δεξιές κοιλότητες μελετώνται παράλληλα για τις διαστάσεις, τη λειτουργικότητα και την εκτίμηση της συστολικής πνευμονικής πίεσης διά της τριγλώχινας ροής. Η περικαρδιακή κοιλότητα ελέγχεται πάντα για πάχυνση ή συλλογή υγρού[16]. Η προσέγγιση του βαρέως πάσχοντα ασθενή μέσω του υπερήχου καρδιάς είναι συνήθως αιτιολογική. [17] Σε όλους ωστόσο τους ασθενείς πρέπει να εξετάζονται καθορισμένοι και ευρέως αποδεκτοί δείκτες οι οποίοι και θα αναλυθούν συνοπτικά.

Η συστολική λειτουργικότητα της Αριστερής κοιλίας λαμβάνεται άμεσα ως πληροφορία μέσω της εκτίμησης του κλάσματος εξώθησης. Μπορεί να πραγματοποιηθεί, με τη χρήση του κλάσματος βράχυνσης (FS fractional shortening), με τη μέθοδο Simpson ή με eyeballing την άμεση δηλαδή, ποιοτική εκτίμηση με τον οφθαλμό. Η τελευταία μέθοδος προτιμάται και θεωρείται αξιόπιστη ωστόσο, χρειάζεται επαρκή εκπαίδευση. Συσχέτιση της μεθόδου μεταξύ καρδιολόγων και Εντατικολόγων έδειξε άριστα αποτελέσματα. Το κλάμα εξώθησης επηρεάζεται από την ανεπάρκεια της μιτροειδούς, από τη γεωμετρική δομή της αριστερής κοιλίας και είναι ευαίσθητο στις αλλαγές του όγκου [18].

Η διαστολική δυσλειτουργία αποτελεί συχνό εύρημα στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς. Χαρακτηρίζεται από προοδευτική επιδείνωση της ενδοτικότητας της αριστερής κοιλίας.[19] Εκτίμηση της διαμιτροειδικής ροής καταδεικνύει τα κύματα της πλήρωσης της αριστερής κοιλίας. Το Ε κύμα αντιστοιχεί στην πρώιμη διαστολική περίοδο και το Α κύμα αντιστοιχεί στην κολπική συστολή. Ε/Α

>0.8. Περισσότερο ακριβής θεωρείται ο λόγος E/e' με τη χρήση του ιστικού doppler, όπου e' lateral velocity (<10 cm/sec) και φυσιολογική τιμή του λόγου <12.[19]

Ο τύπος βαλβιδοπάθειας που είναι συχνότερος στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς στην Εντατική είναι η αορτική στένωση, η ανεπάρκεια της μιτροειδούς και η ανεπάρκεια της αορτής. Πρακτικά είτε αποτελούν μέρος συνοσηρότητας είτε αποτελούν την κύρια αιτία εισαγωγής λόγω δυσλειτουργίας. Οξεία βαλβιδική ανεπάρκεια λαμβάνει χώρα σε οξεία ρήξη της βαλβίδας ή σε καταστάσεις ενδοκαρδίτιδας[17]. (Εικ. 4). Η λειτουργικότητα της Δεξιάς κοιλίας εκτιμάται με λεπτομέρεια στους μηχανικά αεριζόμενους ασθενείς όπου υπάρχει αύξηση των ενδοθωρακικών πιέσεων. Αξιόπιστη μέτρηση της εκτίμησης της λειτουργικότητας της Δεξιάς κοιλίας είναι ο δείκτης TAPSE (Tricuspid annular plane systolic excursion) με φυσιολογική τιμή <17mm.[20]



Εικ.4 Διαθωρακική υπερηχοκαρδιογραφία.

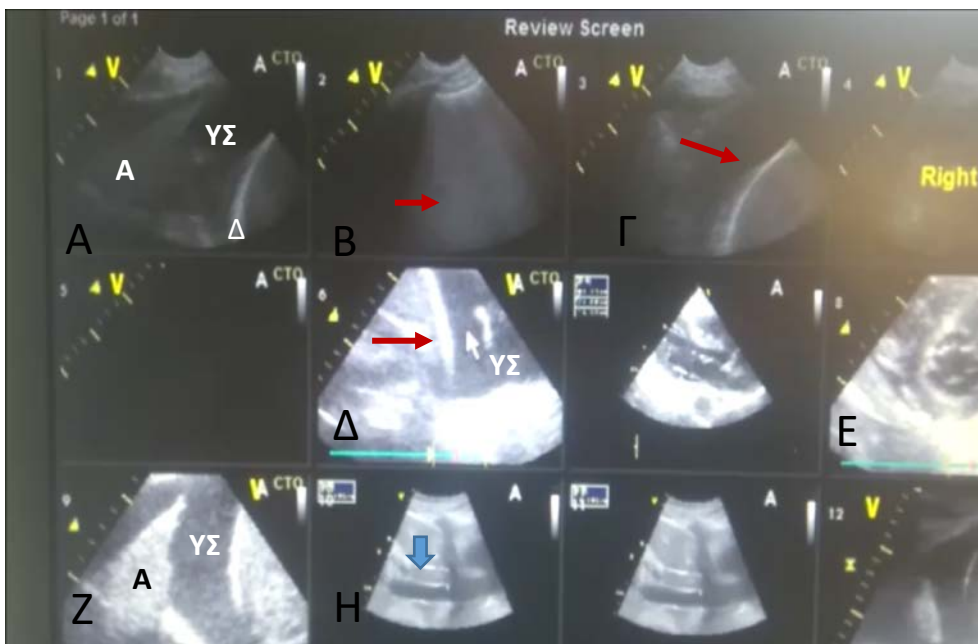
Κορυφαία λήψη 5 κοιλοτήτων σε ασθενή με ενδοκαρδίτιδα. Αναγνωρίζονται ευμεγέθεις εκβλαστήσεις στην μιτροειδή βαλβίδα (λευκό βέλος) και στην τριγλώχινα βαλβίδα (κόκκινο βέλος)

Με την εκτίμηση της καρδιακής λειτουργικότητας εύκολα μπορούν να αποκλειστούν διάφορα είδη καταπληξίας. Χαρακτηριστικό και εύχρηστο παράδειγμα εκτίμησης του όγκου αποτελεί η πλήρης σύμπτωση των τοιχωμάτων της αριστερής κοιλίας κατά τη συστολική φάση. Περισσότερο εξελιγμένες

τεχνικές όπως το ιστικό doppler, και η speckle tracking τεχνική, επιτρέπουν τη λεπτομερή εξέταση σοβαρής συστολικής και διαστολικής δυσλειτουργίας [21, 22].

Εκτίμηση της περικαρδιακής συλλογής: Συνήθως η περικαρδιακή συλλογή απεικονίζεται γύρω από την καρδιά μεταξύ των πετάλων του περικαρδίου και εμφανίζεται ανηχογένης. Μικρές συλλογές ακολουθούν τη βαρύτητα και βρίσκονται οπισθίως. [15]Περιστασιακά και κυρίως μετά από καρδιοχειρουργικές επεμβάσεις μπορεί η συλλογή να εμφανίζεται εγκυστωμένη και να συμπιέζει μέρος της καρδιάς. Συλλογές που έχουν ηχογένεια είναι επίσης συχνές και συνδυάζονται με χρόνια νοσήματα ενώ, αρκετές φορές έχουν και διαφραγμάτια π.χ. φυματιώδης περικαρδίτις. Διαφορική διάγνωση της περικαρδιακής με την υπεζωκοτική συλλογή λαμβάνει χώρα από τον εντοπισμό της κατιούσας αορτής. Η συλλογή που εντοπίζεται πίσω από την κατιούσα αορτή αντιστοιχεί σε υπεζωκοτική συλλογή. Καρδιακός επιπωματισμός χρήσει άμεσης παρακέντησης υπό υπερηχογραφική καθοδήγηση.

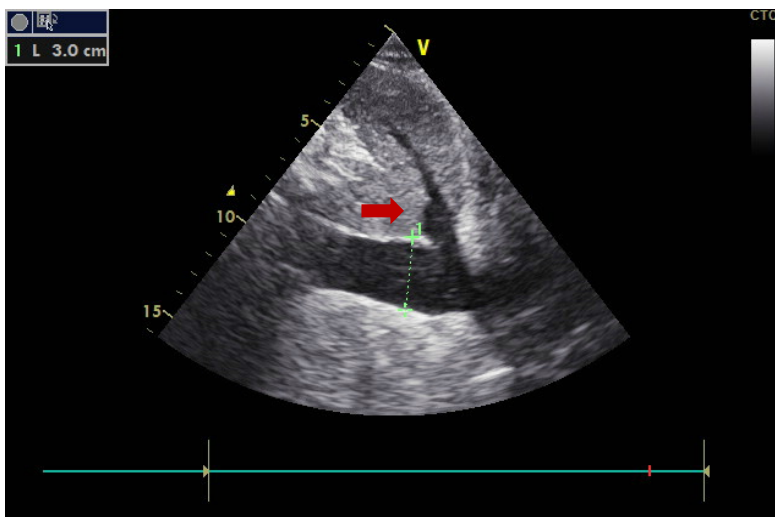
Ως εφαρμογή στη ΜΕΘ τόσο το υπερηχογράφημα καρδιάς όσο και το συνδυαστικό υπερηχογράφημα καρδιάς-πνεύμονα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διαφορική διάγνωση (Εικ.5) αιμοδυναμικής κατάρριψης με πολύ καλή συσχέτιση όπως οι μελέτες δείχνουν. Αποτελεί χρήσιμο οδηγό στην αποκατάσταση όγκου μια και σε αρκετές περιπτώσεις η μέτρηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης είναι αναξιόπιστη.[23]



Εικ. 5. Αναπνευστική ανεπάρκεια σε έδαφος πνευμονικού οιδήματος. **Α.** Υπεζωκοτική συλλογή (ΥΣ), ατελεκτασία κάτω λοβού (Α), επιπλέον πνεύμονας, ομαλά όρια διαφράγματος (Δ). **Β.** Πολλαπλές Β-γραμμές - white lung (βέλος) **Γ.** Σαφή ομαλά όρια ημιδιαφράγματος (βέλος) **Δ.** Υπεζωκοτική συλλογή (ΥΣ), ημιδιάφραγμα (βέλος). **Ε.** Παραστερνική κατά το βραχύ άξονα της ΑΡ κοιλίας **Ζ.** Ατελεκτασία ετέρου κάτω λοβού (Α) με επιπλέοντα πνεύμονα και σαφή όρια ημιδιαφράγματος και ΥΣ. **Η.** Κάτω κοίλη φλέβα. (βέλος).

Κάτω κοίλη φλέβα

Η κάτω κοίλη φλέβα έχει μία διάμετρο που κυμαίνεται στα 20mm συμπίπτει κατά την εισπνοή ενώ διατείνεται κατά την εκπνοή. (Εικ. 6). Με τη μέτρηση της μικρότερης και της μεγαλύτερης διαμέτρου της κάτω κοίλης μπορεί να υπολογιστεί ο βαθμός της σύμπτωσης.[15] Στους ασθενείς υπό μηχανικό αερισμό ο δείκτης σύμπτωσης δεν είναι τόσο αξιόπιστος λόγω, αύξησης των ενδοθωρακικών πιέσεων. Μελέτες έχουν δείξει ότι η μέτρηση της κάτω κοίλης φλέβας με χρήση υπερήχου έχει καλή συσχέτιση με την μέτρηση της κεντρικής φλεβικής πίεσης μέσω κεντρικού φλεβικού καθετήρα. Η συσχέτιση αυτή ωστόσο επηρεάζεται στους ασθενείς που υποβάλλονται σε μηχανικό αερισμό.



Εικ. 6. Διάταση κάτω κοίλης φλέβας. Η μέτρηση διενεργείται 1 cm μετά την έκφυση της κοινής ηπατικής (βέλος).

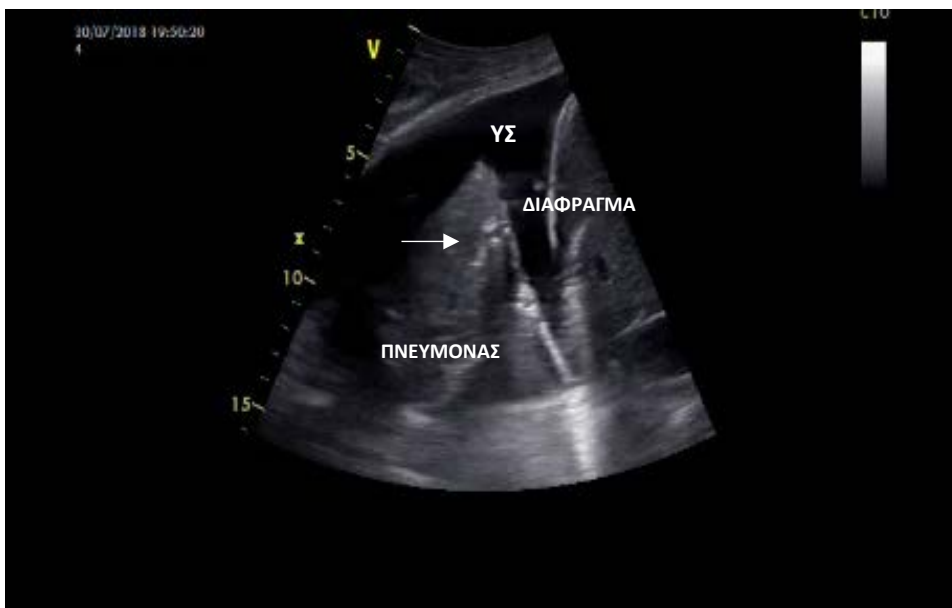
ΘΩΡΑΚΑΣ-ΠΝΕΥΜΟΝΑΣ

Η εκτίμηση της λειτουργίας του πνεύμονα έχει διαχρονικά επιτευχθεί με διάφορα διαγνωστικά εργαλεία, από το στηθοσκόπιο μέχρι και την αξονική τομογραφία. Στα εργαλεία αυτά μέχρι και πριν από 20 περίπου χρόνια δεν συμπεριλαμβάνονταν το υπερηχογράφημα του πνεύμονα οπότε και άρχισε να υιοθετείται μια «νέα φιλοσοφία». Χρησιμοποιείται ευρέως στη ΜΕΘ τόσο για την αναγνώριση παθολογίας του οργάνου όσο και για την αλληλεπίδρασή του με τα άλλα όργανα [24].

Τοποθετώντας τον υψίσυχο ηχοβολέα στο μεσοπλεύριο διάστημα εξετάζεται κάθε

πνευμονικό πεδίο (6 πεδία για κάθε πνεύμονα). Αναγνωρίζεται πάντα, η υπερηχογενής πλευρική γραμμή και το σημείο ολίσθησης (pleural line και lung sliding αντίστοιχα).[25] Συχνότερη παθολογία στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς αποτελεί η ατελεκτασία των εξαρτημένων τμημάτων του πνεύμονα που συνοδεύεται από αμφοτεροπλευρη υπεζωκοτική συλλογή. [16, 25, 26]

Η ατελεκτασία τμήματος ή και ολόκληρου του πνεύμονα χαρακτηρίζεται από την πλήρη απώλεια αερισμού. Ο πνεύμονας απεικονίζεται με ηχογένεια συμπαγούς οργάνου, παρόμοιου με αυτή του ήπατος. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα αποτελούν η κατάργηση του σημείου ολίσθησης η μείωση της δυναμικής κίνησης του διαφράγματος κατά την διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου και η παρουσία του στατικού αεροβροχογράμματος (μικρού μεγέθους υπερηχογενή σημεία εντός της ατελεκτατικής περιοχής). Το στατικό αεροβροχογράμμα οφείλεται στον αέρα που έχει εγκλωβιστεί σε μια μη αεριζόμενη πλέον περιοχή του πνεύμονα και χαρακτηρίζεται από την απώλεια της δυναμικής κατά την διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου, καθώς και από την έλξη παρακείμενων ιστών/οργάνων (καρδιά/διάφραγμα). Συνοδευτικό σημείο της ατελεκτασίας στους βαρέως πάσχοντες είναι συνήθως η υπεζωκοτική συλλογή. Στην περίπτωση αυτή, ιδίως στις εξαρτώμενες περιοχές, ο ατελεκτατικός πνεύμονας παρεκτοπίζεται από το υγρό και «πλέει» εντός της συλλογής (floating lung). (Εικ. 7).[26]



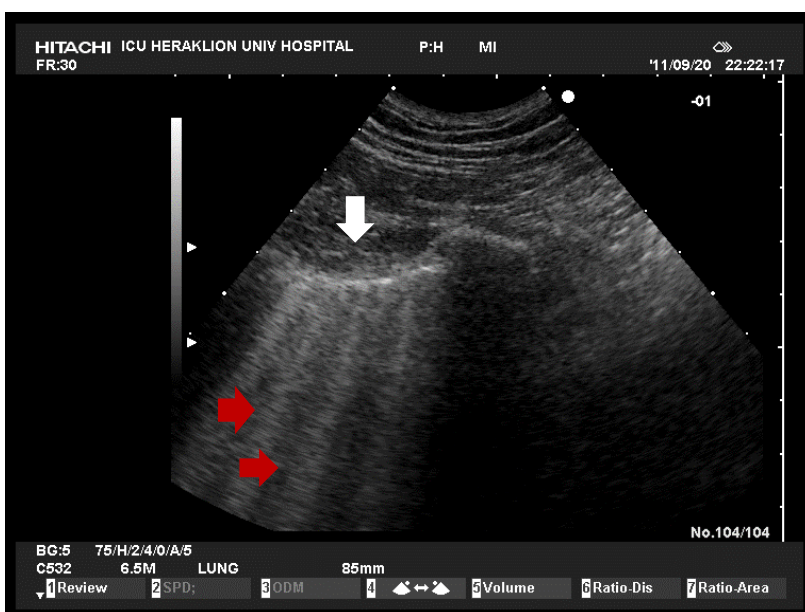
Εικ. 7. Ολική απώλεια αερισμού του κάτω λοβού. Το βέλος υποδεικνύει το αεροβροχογράμμα. ΥΣ: Υπεζωκοτική συλλογή. Σαφή τα όρια του ημιδιαφράγματος.



ΕΕΙ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Από τα σημαντικότερα παθολογικά ευρήματα εύκολα αναγνωρίσιμα που σχετίζονται με άμεση απώλεια αερισμού αποτελούν οι Β-γραμμές. Οι Β-γραμμές ορίζονται ως υπερηχογενή artefacts (reverberation), που έχουν εκκίνηση από την πλευρική γραμμή, διασχίζουν την οθόνη και κινούνται ακολουθώντας το σημείο ολίσθησης. Καταργούν δε τις Α-γραμμές. Παράγονται αφενός από τα οίδηματώδη μεσολοβίδια και αφετέρου από την αύξηση της ηχοανακλαστικότητας που δημιουργείται από την αλληλεπίδραση του μέσου (αέρας σε γεινίαση με υγρό) και την πλευρική γραμμή. Εμφάνιση Β γραμμών ισοδυναμεί με απώλεια αερισμού η οποία είναι σοβαρή όταν καταλαμβάνεται ο κυψελιδικός χώρος. Όταν η απόσταση μεταξύ των Β-γραμμών είναι 7 ± 1 mm (B7-γραμμές) αυτό συνηγορεί υπέρ πάχυνσης των μεσολοβιδίων διαφραγμάτων (ινωτική βλάβη), ενώ όταν η μεταξύ τους απόσταση είναι μικρότερη των 3 mm (B3-γραμμές), η εμφάνισή τους αντιστοιχεί στις περιοχές θολής υάλου (ground glass) της αξονικής τομογραφίας θώρακος και οφείλεται σε διάμεσο και κυψελιδικό οίδημα. Το πρώτο πρότυπο για παράδειγμα, δεν θα ανταποκριθεί στην χορήγηση διουρητικών, ενώ το δεύτερο ανταποκρίνεται άμεσα σε θεραπείες που στοχεύουν στην αιτία του πνευμονικού οίδηματος (διουρητικά, εξωνεφρική κάθαρση, εφαρμογή PEEP) ακόμα και εντός λίγων λεπτών ή ωρών. [26] Ως λευκός πνεύμονας (white lung) ορίζεται υπερηχογραφικά ο πλήρως κατειλημμένος από Β-γραμμές πνεύμονας. Αποτελεί συχνή απεικόνιση στο ARDS, στο καρδιογενές πνευμονικό οίδημα ή την κυψελιδική αιμορραγία. (Εικ.8)



Εικ. 8. Πολλαπλές Β-Γραμμές (κόκκινα βέλη), που αρχίζουν από την πλευρική (Λευκό βέλος)



ΕΕΙ



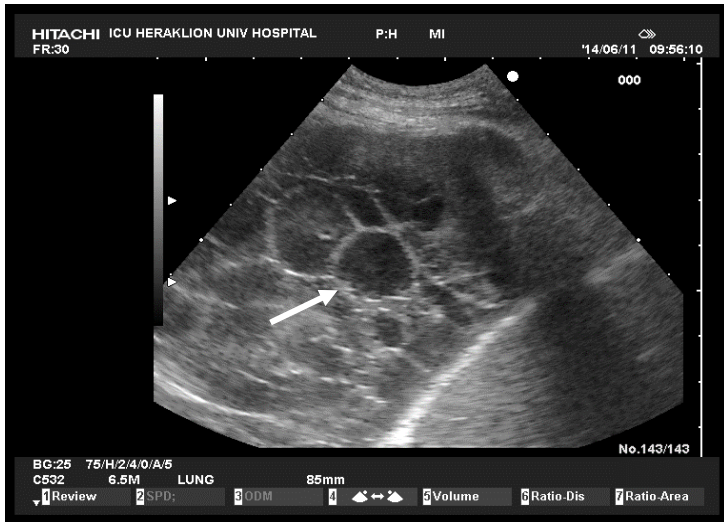
ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Η χρήση της υπερηχοτομογραφίας στην διάγνωση της πνευμονίας υπερτερεί της ακτινογραφίας θώρακος με ακρίβεια που προσεγγίζει αυτή της αξονικής τομογραφίας που εξακολουθεί να θεωρείται η εξέταση εκλογής[27]. Η πνευμονία απεικονίζεται ως περιοχή χωρίς καθορισμένα όρια και έχει πολλές μορφές. Απεικονίζεται είτε ως δυναμική περιοχή με Β- γραμμές, είτε ως πυκνωτική περιοχή λοβώδους κατανομής με ελάχιστη διατήρηση αερισμού (ηπάτωση). Σε κάθε μορφή της η πνευμονία χαρακτηρίζεται από το αεροβρογχόγραμμα το οποίο είναι δυναμικό και έχει διάφορες μορφές linear, tree like, tree like colour doppler[28]. Όταν η θέση της σχετίζεται με το διάφραγμα ή συνοδεύεται από παραπνευμονική συλλογή τα όρια του διαφράγματος γίνονται ασαφή το πάχος του μπορεί να αυξηθεί και να απωλέσει την ομαλή του μορφή. Αύξηση της αγγειοβρίθειας της περιοχής αποτελεί επιπλέον σημείο της πνευμονίας. Η υπερηχοτομογραφία είναι επίσης χρήσιμη για την παρακολούθηση της εξέλιξης της πνευμονίας, συμπεριλαμβανομένης και της πνευμονίας που σχετίζεται με τον αναπνευστήρα[28, 29].

Ο πνευμοθώρακας αποτελεί επείγουσα κατάσταση αναγνωρίσιμη από τον υπέρηχο που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης. Τα χαρακτηριστικά σημεία της υπερηχογραφικής απεικόνισης του πνευμοθώρακα αποτελούν. Η απώλεια του σημείου ολίσθησης. Σημείο της Α-γραμμής (A-line sign): ολική απώλεια των Β-γραμμών και η απεικόνιση ενός αυστηρού προτύπου Α-γραμμών. Όταν δε, συνυπάρχει απώλεια του σημείου ολίσθησης η ειδικότητα αυξάνεται στο 96% για τον ολικό πνευμοθώρακα. Σημείο του πνεύμονα (lung point): το σημείο του πνεύμονα είναι το σημείο μετάβασης από τη φυσιολογική στην παθολογική περιοχή. Απεικονίζεται ευκρινέστερα στο M-mode και η ειδικότητά του είναι 100% για την διάγνωση του πνευμοθώρακα. Η εντόπιση του σημείου του πνεύμονα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ώστε να παράσχει μια ημιποσοτική εκτίμηση του μεγέθους του πνευμοθώρακα[26, 30].

Υπεζωκοτική συλλογή: Το υπερηχογράφημα πνεύμονα θεωρείται εξέταση εκλογής για την ανεύρεση και ταυτοποίηση υπεζωκοτικών συλλογών (αναγνώριση 3-5 ml υγρού), διευκολύνοντας όχι μόνο την διάγνωση αλλά και την ασφαλή παρακέντηση και παροχέτευσή τους. Οι διδρωματικές συλλογές απεικονίζονται ως ανηχογενείς περιοχές, ενώ οι εξιδρωματικές συλλογές είναι συνήθως ηχογενείς, μερικές φορές περιέχοντας ινική και κινητά ή ακίνητα διαφραγμάτια με εγκυστωμένο υγρό. Η χρήση του έγχρωμου Doppler βοηθά στην διαφορική διάγνωση των υπεζωκοτικών συλλογών, με

αποτέλεσμα η υπερηχογραφία (ευαισθησία και ειδικότητα 100%)[26], να θεωρείται ανώτερη της αξονικής τομογραφίας στην ταυτοποίηση των στοιχείων μιας πλευριτικής συλλογής. (Εικ.9)



Εικ. 9 Πολλαπλά διαφραγμάτια και ινική, σχηματισμός πολλών φλεγμονωδών θυλάκων (βέλος).

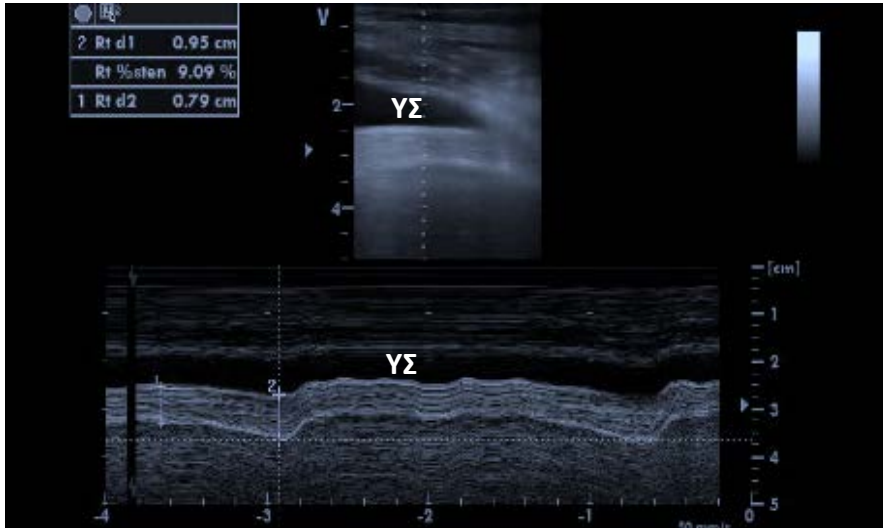
Εκτίμηση του Διαφράγματος

Η υπερηχογραφία επιτρέπει την άμεση απεικόνιση του διαφράγματος και της μετατόπισής του κατά τη διάρκεια του αναπνευστικού κύκλου. Επειδή το ήπαρ αποτελεί άριστο παράθυρο η λειτουργικότητα ελέγχεται στη ζώνη μεταξύ 9^{ης} και 11^{ης} πλευράς.[31] Η ζώνη αυτή αποτελεί το σημείο όπου η κυλινδρική επιφάνεια του διαφράγματος εφάπτεται στο κατώτερο θωρακικό τοίχωμα, (ZAP, zone of apposition). Στη μονοδιάστατη λήψη (M-mode), η μετατόπιση, η ταχύτητα της σύσπασης και η παράδοξη κινητικότητα του διαφράγματος σε περίπτωση παράλυσης μπορούν εύκολα να αναγνωρισθούν[32]. Επιπλέον, με την χρήση του υπερηχογραφήματος μπορεί να μετρηθεί ο βαθμός πάχυνσης (thickening fraction) του διαφράγματος παρέχοντας μια μη επεμβατική εκτίμηση του έργου της αναπνοής στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς της ΜΕΘ.[33] Υπολογίζεται μέσω της εξίσωσης $TF\% = \frac{TEI - TEE}{TEE}$ όπου TEI η πάχυνση κατά το τέλος της εισπνοής, και TEE η πάχυνση κατά το τέλος της εκπνοής. Τέλος ο βαθμός πάχυνσης του διαφράγματος μπορεί να δώσει χρήσιμες πληροφορίες για την πρόβλεψη ενός επιτυχημένου απογαλακτισμού από τον μηχανικό αερισμό[34, 35]. (Εικ.10)



ΕΕΙ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ



Εικ.10. Μέτρηση της πάχυνσης του διαφράγματος. ΤΕΙ Μέτρηση κατά το τέλος της εισπνοής (μέγιστη πάχυνση), ΤΕΕ πάχυνση κατά το τέλος της εκπνοής. ΥΣ : Υπεζωκοτική συλλογή.

ΥΠΕΡΗΧΟΓΡΑΦΗΜΑ ΚΟΙΛΙΑΣ

Η υπερηχογραφία της κοιλιάς είναι λιγότερο διαδεδομένη σε σύγκριση αυτή της εκτίμησης της καρδιακής και αναπνευστικής λειτουργίας. Ο λόγος είναι κυρίως ότι η κοιλιακή χώρα είναι κατειλημμένη από το αεροπληθές λεπτό και παχύ έντερο.

Η χρήση του υπερηχογραφήματος κοιλιάς στους βαρέως πάσχοντες ασθενείς εντός της Μονάδας Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) επικεντρώνεται στην ανίχνευση της παρουσίας ενδοκοιλιακού υγρού, στην αναγνώριση αποφρακτικών διαταραχών των νεφρών και της ουροδόχου κύστης, καθώς και στη διάγνωση νοσημάτων της χοληδόχου κύστης και των ενδοηπατικών χοληφόρων αγγείων. Επιπλέον, η στοχευμένη αξιολόγηση του τραύματος με υπερηχογραφία, ή Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST) εξέταση, εστιάζεται στον εντοπισμό συλλογής υγρού στον περιτοναϊκό και περικαρδιακό χώρο, και αποτελεί gold standard στη διεθνή κλινική πράξη τόσο κατά την αρχική εκτίμηση των πολυτραυματιών ήδη από την προσέλευσή τους στο τμήμα επειγόντων, αλλά και στη ΜΕΘ.[36]

Στοχευμένη αξιολόγηση τραύματος με τη χρήση υπερηχογραφίας (Focused Assessment with Sonography for Trauma, ή FAST)

Η χρήση υπερήχων στην αξιολόγηση των πολυτραυματιών εφαρμόστηκε πριν από 40 χρόνια στην Ευρώπη και την Ασία και αποτελεί πλέον εξέταση εκλογής κατά την αρχική αξιολόγηση στο τμήμα επειγόντων περιστατικών, αλλά και στη ΜΕΘ.



ΕΕΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

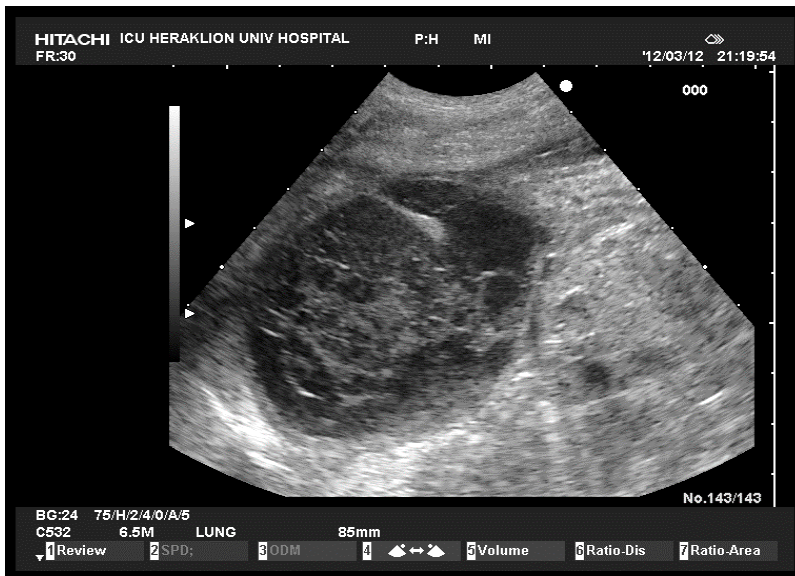
Η κλασική τεχνική του FAST echo περιλαμβάνει τέσσερις βασικές προβολές. Οι τρεις πρώτες προβολές αφορούν στα ακουστικά παράθυρα του δεξιού άνω τεταρτημορίου (RUQ) της κοιλιακής χώρας, το αριστερό ανώτερο τεταρτημόριο (LUQ) και τις υπερηβικές περιοχές, συμπεριλαμβανομένου του ήπατος, σπλήνα και ουροδόχου κύστης. Οι λήψεις αυτές στοχεύουν στην εκτίμηση των τριών εξαρτώμενων περιοχών της περιτοναϊκής κοιλότητας κατά την ύπτια θέση. Η τέταρτη προβολή αφορά στην εκτίμηση της περικαρδιακής κοιλότητας μέσω της υποξιφοειδικής προσέγγισης. Η διευρυσμένη FAST εξέταση ή "eFAST", περιλαμβάνει απεικόνιση του θώρακα για την ανίχνευση υπεζωκοτικού υγρού, και την αναγνώριση πνευμοθώρακα.[36, 37]

Η εκτίμηση του δεξιού ανώτερου τεταρτημορίου (RUQ) πραγματοποιείται με τοποθέτηση του ηχοβολέα στο σημείο όπου η οριζόντια υποξιφοειδική γραμμή διασταυρώνεται με τη δεξιά μέση μασχαλιαία γραμμή. Η θέση αυτή παρέχει μια στεφαναία άποψη του ήπατος, του δεξιού νεφρού, του ηπατονεφρικού χώρου (ο χώρος του θύλακα του Morison), καθώς και του διαφράγματος. Η παρουσία υγρού στο RUQ εμφανίζεται τυπικά ως μια υποηχογενή ζώνη μεταξύ του νεφρού και του ήπατος. Συνεχίζοντας τη σάρωση ουραία δύναται να απεικονιστεί ο κάτω πόλος του νεφρού όπου αναγνωρίζεται συλλογή υγρού πέραν του χώρου του Morison. Στο αριστερό ανώτερο τεταρτημόριο (LUQ) ο ηχοβολέας τοποθετείται στο σημείο διασταύρωσης της οριζόντιας υποξιφοειδική γραμμής με την οπίσθια μασχαλιαία γραμμή. Η τοποθέτηση αυτή παρέχει στεφαναία άποψη του σπλήνα, του αριστερού νεφρού, του χώρου μεταξύ του σπλήνα και του νεφρού, καθώς και τμήματος του διαφράγματος. Η παρουσία υγρού στο LUQ δεν περιορίζεται κατ' ανάγκη στο σπληνονεφρικό χώρο, οπότε και θεωρείται απαραίτητη η καθολική σάρωση του αριστερού ανώτερου τεταρτημορίου προς αναγνώριση συλλογών στην υποφρενική χώρα, πλευρικά του σπλήνα και στον κατώτερο πόλο του νεφρού.[36, 37]

Κατά την σάρωση του δεξιού και του αριστερού ανώτερου τεταρτημορίου είναι αναγκαία η εκτίμηση του διαφράγματος. Ο πνεύμονας βρίσκεται ακριβώς πάνω και δίπλα στο διάφραγμα και σε φυσιολογικές συνθήκες, λόγω της υψηλής ηχοανακλαστικότητας του διαφράγματος και του πνευμονικού παρεγχύματος, λαμβάνουμε τον σπλήνα και το ήπαρ ως "mirror-image artifact". [36-38]

Η τρίτη προβολή του FAST echo είναι η πυελική λήψη. Ο ηχοβολέας τοποθετείται ακριβώς στη μέση γραμμή άνωθεν της ηβικής σύμφυσης. Το βάθος των λήψεων θα πρέπει να προσαρμόζεται

έτσι ώστε η ουροδόχος κύστη, που απεικονίζεται ως ωοειδής υποηχογενής δομή, να καταλαμβάνει λιγότερο από το ήμισυ της οθόνης, για να επιτρέψει την ταυτοποίηση ελεύθερου υγρού στο οπίσθιο τμήμα της κύστης και στη μήτρα στις γυναίκες, (ορθοκυστικός χώρος και χώρος του Ντάγκλας αντίστοιχα). (Εικ.11). [37, 38]



Εικ. 11. Απόστημα ελάσσονος πυέλου σε ασθενή με σήψη.

Η τέταρτη και τελευταία λήψη του FAST echo είναι η υποξιφοειδική προβολή της καρδιάς. Στη συγκεκριμένη λήψη ο δείκτης του ηχοβολέα τοποθετείται προς τη δεξιά πλευρά του ασθενούς με τον ηχοβολέα κάτωθεν της ξιφοειδούς απόφυσης. Η δεξιά κοιλία διαχωρίζει στην πλειοψηφία των ασθενών την καρδιά με το ήπαρ. Σε φυσιολογικές συνθήκες αναγνωρίζεται το έντονα ηχογενές περικάρδιο έναντι του λιγότερο ηχογενούς μυοκαρδίου. Η ύπαρξη περικαρδιακού υγρού αναγνωρίζεται ως υποηχογενής έως ανηχογενής ζώνη μεταξύ του περικάρδιου και του μυοκαρδίου.[36-38]

Η ευαισθησία και η ειδικότητα για τον εντοπισμό ελεύθερου περιτοναϊκού υγρού είναι πολύ υψηλή, μεγαλύτερη από το 95%. Στην υπεζωκοτική συλλογή λόγω αιμοθώρακα ο υπέρηχος μπορεί να ανιχνεύσει πολύ μικρή ποσότητα της τάξεως των 20 ml σε αντίθεση με την ακτινογραφία που αναδεικνύει ποσότητες μεγαλύτερες από 200 ml.[27]

Ασκήτης και παρακέντηση ασκίτικου υγρού

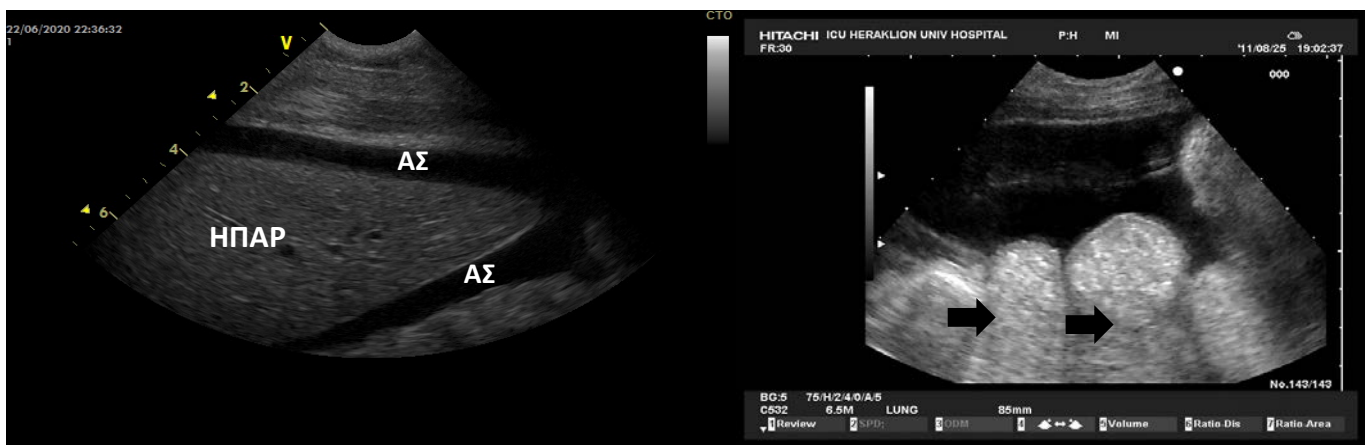


ΕΕΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

Μέσω της χρήσης καθοδήγησης υπερήχων δίνεται η δυνατότητα επιβεβαίωσης της κλινικής υποψίας ύπαρξης ενδοκοιλιακού υγρού και διευκολύνεται η αναρρόφηση του υγρού αποφεύγοντας παράλληλα τις γεινιάζουσες δομές, όπως π.χ. το έντερο ή το αγγειακό σύστημα, μειώνοντας έτσι σημαντικά την πιθανότητα επιπλοκών. (Εικ. 12)



Εικ.12 Ασκιτική συλλογή (ΑΣ) γύρω από το ήπαρ και ανάμεσα στις εντερικές έλικες. (βέλη)

Νεφροί και ουροδόχος κύστη

Το ουροποιητικό σύστημα είναι καλά ορατό με την εφαρμογή της υπερηχογραφίας και έτσι η χρήση του είναι σημαντικά διαδεδομένη και ευρεία για την αναγνώριση βλαβών που αφορούν τόσο το ανώτερο όσο και το κατώτερο ουροποιητικό.

Η παρουσία κενής ουροδόχου κύστης σε ασθενή με ουροκαθετήρα, απεικονίζεται δυσχερώς λόγω της ύπαρξης μόνο του ανηχογενούς γεμάτο υγρού μπαλονιού του ουροκαθετήρα εντός αυτής. Αντιθέτως, στους ασθενείς με μειωμένη διούρηση λόγω δυσλειτουργίας του καθετήρα, η κύστη απεικονίζεται διατεταμένη ανηχογενής. Στους ασθενείς με οξεία νεφρική ανεπάρκεια η χρήση υπερήχων αποτελεί σημαντικό εργαλείο για τη διαφορική διάγνωση της οξείας νεφρικής ανεπάρκειας. Η φυσιολογική απεικόνιση του νεφρού περιλαμβάνει υπερηχογενή μυελό και σχετικά υποηχογενή φλοιό. Στις περιπτώσεις απόφραξης το απαγωγό σύστημα συλλογής αρχίζει να διαστέλλεται,

επεκτείνοντάς προς τους μικρούς και μεγαλύτερους κάλυκες και καταλήγοντας σε διάταση και του φλοιού των νεφρών.

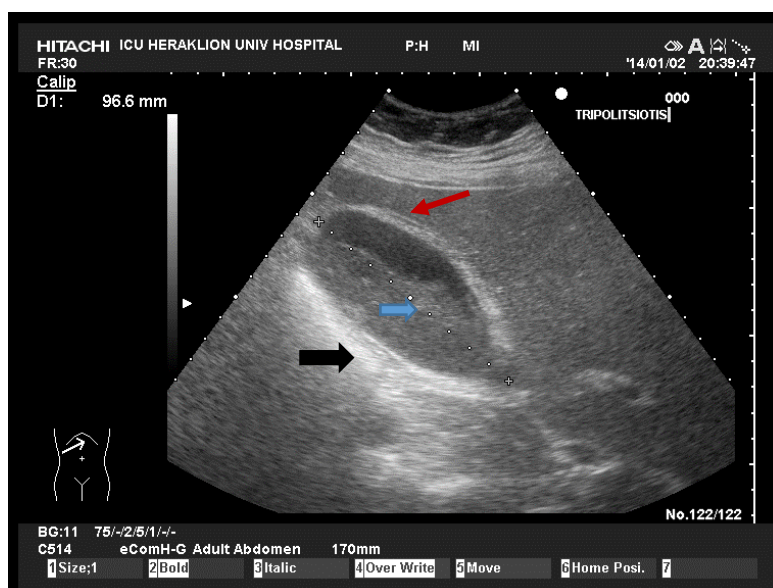
Υπερηχογράφημα κοιλιακής αορτής

Η εκτίμηση της κοιλιακής αορτής κρίνεται αναγκαία σε κάθε μη ταυτοποιημένο αιμοδυναμικά ασταθή ασθενή καθώς και στις περιπτώσεις της ετερόπλευρης υδρονέφρωσης, σε ασθενείς με οξύ κοιλιακό άλγος ή οξύ ραχιαίο άλγος. Η φυσιολογική αορτή έχει διάμετρο μικρότερη των 3 cm, με τον κίνδυνο ρήξης να αυξάνεται ραγδαία όταν η αορτή αυξάνεται σε μέγεθος μεγαλύτερη από 5.5cm. [36]

Χοληδόχος κύστη και χοληφόρα αγγεία

Η χρήση του υπερήχου αποτελεί εξέταση εκλογής για τη διάγνωση της οξείας προσβολής του χοληφόρου δένδρου συμπεριλαμβανομένης της χολοκυστίτιδας, της χοληδοχολιθίας και των λοιπών νοσημάτων που σχετίζονται με τα ενδοηπατικά χοληφόρα αγγεία.

Επιμήκη και εγκάρσια σάρωση της χοληδόχου κύστης μπορεί να αναδείξει το πεπαχυσμένο τοίχωμα της κύστης (>0.3mm), περιχολοκυστική συλλογή υγρού και διατεταμένο κοινό χοληδόχο πόρο (>4mm). Η αναγνώριση του κοινού χοληφόρου πόρου πραγματοποιείται με τη χρήση του έγχρωμου Doppler ως ανηχογενής σωληνοειδής δομή χωρίς ροή, που βρίσκεται πρόσθια της πυλαίας φλέβας. (Εικ. 13) [39]



Εικ. 13. Χοληδόχος κύστη φλεγμαίνουσα, οριακών διαστάσεων, με πάχυνση και διαστρωμάτωση του τοιχώματος (βέλος μαύρο) σχεδόν πλήρης περιεχομένου (βέλος μπλε) και ελάχιστο περιχολοκυστικό υγρό, (βέλος κόκκινο).

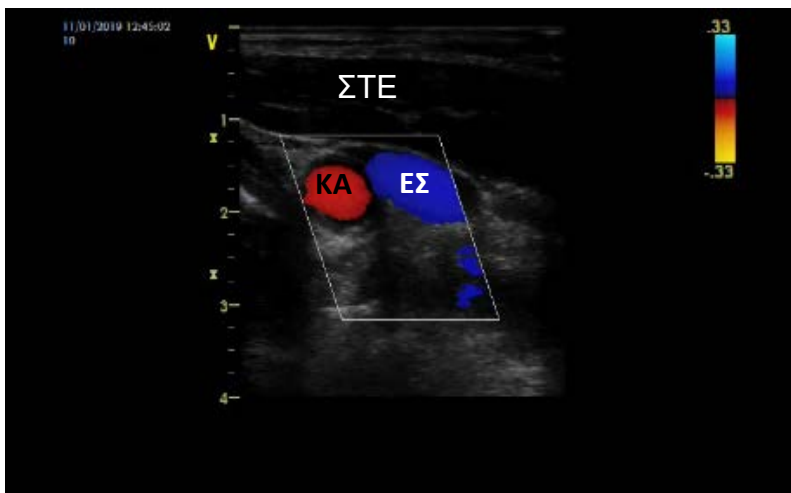


ΕΕΙ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΑΓΓΕΙΑ

Η χρήση του υπερηχογραφήματος τα τελευταία χρόνια έχει αυξηθεί στο χώρο της ΜΕΘ κυρίως για τον καθετηριασμό των μεγάλων αγγείων (Εικ.14). [40] Επιπλέον, επί υποψίας εν τω βάθει φλεβικής θρόμβωσης εύκολα και παρακλίνια μπορεί να τεθεί η διάγνωση. Η εξέταση των 5 ανατομικών σημείων και η σύμπτωση της μηριαίας φλέβα (κοινής και επιπολής) και της ιγνυακής στα δεδομένα ανατομικά σημεία. Η παρουσία θρόμβου εντός του αγγείου και η απουσία σύμπτωσης με την εφαρμογή πίεσης είναι διαγνωστικά σημεία της οξείας αυτής κατάστασης.



Εικ.14.

ΣΤΕ: Στεροκλειδομαστοειδής.
ΚΑ: Καρωτίδα ΕΣ: Έσω
σφαγίτιδα.

ΆΛΛΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΥΠΕΡΗΧΟΥ ΣΤΗ ΜΕΘ αποτελούν η αναγνώριση αέρα στην περιτοναϊκή κοιλότητα, η διαδερμική παρακέντηση της χοληδόχου κύστης, η αναγνώριση αιματωμάτων, ο έλεγχος της τραχείας, η διαδερμική μέσω υπερήχου τραχειοστομίας και πολλές άλλες χρήσεις. [41]



EEI

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Moore, C.L. and J.A. Copel, *Point-of-care ultrasonography*. N Engl J Med, 2011. **364**(8): p. 749-57.
2. Denault, A., et al., *Whole body ultrasound in the operating room and intensive care unit*. Korean J Anesthesiol, 2019. **72**(5): p. 413-428.
3. Karabinis, A., M. Fragou, and D. Karakitsos, *Whole-body ultrasound in the intensive care unit: a new role for an aged technique*. J Crit Care, 2010. **25**(3): p. 509-13.
4. Narula, J., Y. Chandrashekhar, and E. Braunwald, *Time to Add a Fifth Pillar to Bedside Physical Examination: Inspection, Palpation, Percussion, Auscultation, and Insonation*. JAMA Cardiol, 2018. **3**(4): p. 346-350.
5. Robba, C., et al., *Brain ultrasonography: methodology, basic and advanced principles and clinical applications. A narrative review*. Intensive Care Med, 2019. **45**(7): p. 913-927.
6. Bendella, H., et al., *Cerebral Ventricular Dimensions After Decompressive Craniectomy: A Comparison Between Bedside Sonographic Duplex Technique and Cranial Computed Tomography*. Neurocrit Care, 2017. **26**(3): p. 321-329.
7. Robba, C., et al., *Optic nerve sheath diameter: the next steps*. Intensive Care Med, 2019. **45**(12): p. 1842-1843.
8. Lochner, P., et al., *Optic nerve sheath diameter: present and future perspectives for neurologists and critical care physicians*. Neurol Sci, 2019. **40**(12): p. 2447-2457.
9. Blanco, P. and A. Abdo-Cuza, *Transcranial Doppler ultrasound in the ICU: it is not all sunshine and rainbows*. Crit Ultrasound J, 2018. **10**(1): p. 2.
10. Bertuetti, R., et al., *How to use cerebral ultrasound in the ICU*. Minerva Anestesiol, 2020.
11. Rasulo, F.A. and R. Bertuetti, *Transcranial Doppler and Optic Nerve Sonography*. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2019. **33** Suppl 1: p. S38-S52.
12. Bellner, J., et al., *Transcranial Doppler sonography pulsatility index (PI) reflects intracranial pressure (ICP)*. Surg Neurol, 2004. **62**(1): p. 45-51; discussion 51.
13. Vinke, E.J., et al., *Potential of Contrast-Enhanced Ultrasound as a Bedside Monitoring Technique in Cerebral Perfusion: a Systematic Review*. Ultrasound Med Biol, 2017. **43**(12): p. 2751-2757.
14. Bowcock, E.M., et al., *Basic critical care echocardiography: How many studies equate to competence? A pilot study using high fidelity echocardiography simulation*. J Intensive Care Soc, 2017. **18**(3): p. 198-205.
15. Godement, M., M. Malbrain, and A. Vieillard-Baron, *Emergency bedside ultrasound-benefits as well as caution: Part 2: Echocardiography*. Curr Opin Crit Care, 2019. **25**(6): p. 605-612.
16. Xirouchaki N, G.D., *Ultrasound uses in ICU*. Encyclopedia of Intensive Care Medicine, ed. J.B.H. Jean-Louis Vincent. 2012: Springer Berlin, Heidelberg.
17. Vieillard-Baron, A. and P. Mayo, *Lung ultrasonography and echocardiography in the Intensive Care Unit: a combined and practical approach*. Minerva Anestesiol, 2018. **84**(3): p. 398-408.
18. Boissier, F., et al., *Left ventricular systolic dysfunction during septic shock: the role of loading conditions*. Intensive Care Med, 2017. **43**(5): p. 633-642.
19. Nagueh, S.F., et al., *Recommendations for the Evaluation of Left Ventricular Diastolic Function by Echocardiography: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging*. Eur Heart J Cardiovasc Imaging, 2016. **17**(12): p. 1321-1360.



EEI

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ

20. Main, A.B., et al., *Subcostal TAPSE: a retrospective analysis of a novel right ventricle function assessment method from the subcostal position in patients with sepsis*. *Ultrasound J*, 2019. **11**(1): p. 19.
21. Sanfilippo, F., et al., *Tissue Doppler assessment of diastolic function and relationship with mortality in critically ill septic patients: a systematic review and meta-analysis*. *Br J Anaesth*, 2017. **119**(4): p. 583-594.
22. De Geer, L., J. Engvall, and A. Oscarsson, *Strain echocardiography in septic shock - a comparison with systolic and diastolic function parameters, cardiac biomarkers and outcome*. *Crit Care*, 2015. **19**: p. 122.
23. Vieillard-Baron, A., *Heart-lung interactions in the ICU: physiology, evaluation and clinical applications*. *Ann Transl Med*, 2018. **6**(18): p. 346.
24. Mayo, P., et al., *The ICM research agenda on critical care ultrasonography*. *Intensive Care Med*, 2017. **43**(9): p. 1257-1269.
25. Mojoli, F., et al., *Lung Ultrasound for Critically Ill Patients*. *Am J Respir Crit Care Med*, 2019. **199**(6): p. 701-714.
26. Xirouchaki, N., et al., *Impact of lung ultrasound on clinical decision making in critically ill patients*. *Intensive Care Med*, 2014. **40**(1): p. 57-65.
27. Xirouchaki, N., et al., *Lung ultrasound in critically ill patients: comparison with bedside chest radiography*. *Intensive Care Med*, 2011. **37**(9): p. 1488-93.
28. Xirouchaki, N., et al., *Tree-like colour Doppler in diagnosing pneumonia in critically ill: a picture is worth a thousand words*. *Intensive Care Med*, 2018. **44**(4): p. 494-495.
29. Bouhemad, B., et al., *Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia*. *Crit Care Med*, 2010. **38**(1): p. 84-92.
30. Volpicelli, G., et al., *Semi-quantification of pneumothorax volume by lung ultrasound*. *Intensive Care Med*, 2014. **40**(10): p. 1460-7.
31. Matamis, D., et al., *Sonographic evaluation of the diaphragm in critically ill patients. Technique and clinical applications*. *Intensive Care Med*, 2013. **39**(5): p. 801-10.
32. Soilemezi, E., et al., *Sonographic assessment of changes in diaphragmatic kinetics induced by inspiratory resistive loading*. *Respirology*, 2013. **18**(3): p. 468-73.
33. Vivier, E., et al., *Diaphragm ultrasonography to estimate the work of breathing during non-invasive ventilation*. *Intensive Care Med*, 2012. **38**(5): p. 796-803.
34. Mayo, P., et al., *Ultrasonography evaluation during the weaning process: the heart, the diaphragm, the pleura and the lung*. *Intensive Care Med*, 2016. **42**(7): p. 1107-17.
35. Tenza-Lozano, E., et al., *Lung and diaphragm ultrasound as predictors of success in weaning from mechanical ventilation*. *Crit Ultrasound J*, 2018. **10**(1): p. 12.
36. Kameda, T. and N. Taniguchi, *Overview of point-of-care abdominal ultrasound in emergency and critical care*. *J Intensive Care*, 2016. **4**: p. 53.
37. Bloom, B.A. and R.C. Gibbons, *Focused Assessment with Sonography for Trauma (FAST)*, in *StatPearls*. 2020: Treasure Island (FL).
38. Ianniello, S., et al., *Extended-FAST plus MDCT in pneumothorax diagnosis of major trauma: time to revisit ATLS imaging approach?* *J Ultrasound*, 2019. **22**(4): p. 461-469.
39. Wong, A., A. Vieillard-Baron, and M. Malbrain, *Emergency bedside ultrasound: benefits as well as caution - part 1. General*. *Curr Opin Crit Care*, 2019. **25**(6): p. 613-621.
40. Saugel, B., T.W.L. Scheeren, and J.L. Teboul, *Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice*. *Crit Care*, 2017. **21**(1): p. 225.
41. Prada, G., et al., *Tracheal, Lung, and Diaphragmatic Applications of M-Mode Ultrasonography in Anesthesiology and Critical Care*. *J Cardiothorac Vasc Anesth*, 2019.



ΕΕΙ



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΙΑΤΡΙΚΗ