

Η κλινική σημασία των γραμμών «B» στην Καρδιακή Ανεπάρκεια: Τι πρέπει να γνωρίζει ο Καρδιολόγος;

ΣΤΑΥΡΟΣ ΔΗΜΟΠΟΥΛΟΣ¹, ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΠΑΚΟΠΟΥΛΟΣ², ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΤΕΦΑΝΙΔΗΣ³, ΣΕΡΑΦΕΙΜ ΝΑΝΑΣ⁴, ΑΝΔΡΕΑΣ ΚΑΡΑΜΠΙΝΗΣ¹

¹Καρδιοχειρουργική Μονάδα Εντατικής Θεραπείας, Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο, Αθήνα

²Καρδιολογικό Τμήμα, Γ.Ν. Παπανικολάου, Θεσσαλονίκη

³Radiology Department, King's College Hospital, London, UK

⁴1^η Κλινική Εντατικής Θεραπείας, Νοσοκομείο Ευαγγελισμός, Αθήνα

Λέξεις Ευρετηρίου: Υπέρηχος πνεύμονα, πνευμονική συμφόρηση, διάγνωση, πνευμονικό οίδημα, πνεύμονας

Η αξιολόγηση των γραμμών «B» μέσω της υπερηχογραφίας πνεύμονα αποτελεί σήμερα σημαντικό κλινικό εργαλείο για τον καρδιολόγο. Σε ασθενείς με πνευμονική συμφόρηση, οι γραμμές «B» μπορούν να εμφανιστούν ως διάχυτες, πολλαπλές, αμφοτερόπλευρες γραμμές «δίκην ουράς κομήτη» και μπορούν γρήγορα και εύκολα να ανιχνευθούν με τη χρήση του ηχοβολέα διαμέσου των μεσοπλευρίων διαστημάτων του θώρακα. Η ενσωμάτωση της υπερηχογραφίας πνεύμονα και ειδικότερα της αξιολόγησης της παρουσίας των γραμμών «B» στην ολιστική υπερηχογραφική προσέγγιση του καρδιολογικού ασθενούς έχει κεντρική θέση στη διαφορική διάγνωση της δύσπνοιας, ενισχύει τη διάγνωση της οξείας καρδιακής ανεπάρκειας, καθοδηγεί τη μεγιστοποίηση της θεραπευτικής αγωγής στην καρδιακή ανεπάρκεια και συμβάλλει στην παρακολούθηση του ασθενούς. Στόχος της παρούσας ανασκόπησης είναι να συμπεριλάβει τις βασικές αρχές υπερηχογραφίας πνεύμονα για τον καρδιολόγο με έμφαση στην αξιολόγηση των γραμμών «B» και τη σημασία τους στη κλινική πρακτική.

Εισαγωγικά δεδομένα

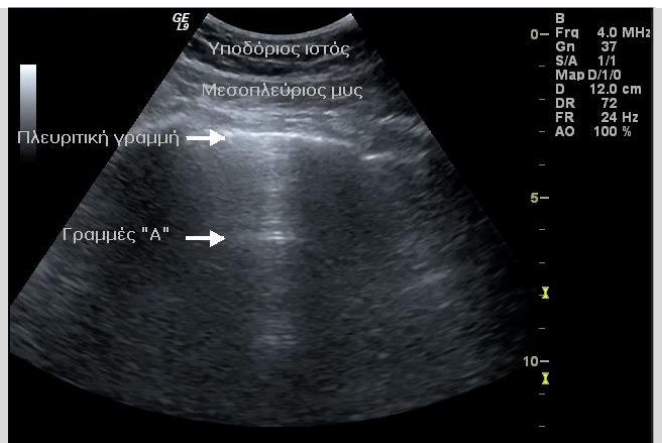
Κατά τη διάρκεια της τελευταίας δεκαετίας, η εξέταση με υπερήχους έχει κατακτήσει υψηλή

θέση στη φαρέτρα των εργαλείων διάγνωσης και παρακολούθησης. Ειδικότερα η υπερηχογραφική απεικόνιση του πνεύμονα τα τελευταία χρόνια κερδίζει ολοένα έδαφος στη διαγνωστική προσέγγιση της παθολογίας του πνεύμονα και φαίνεται να κατέχει κεντρικό ρόλο στην κλινική πρακτική των καρδιολόγων, πνευμονολόγων, εντατικολόγων αλλά και των Ιατρών της Επείγουσας Ιατρικής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, το υπερηχογράφημα να θεωρείται πλέον ως μέρος της φυσικής εξέτασης και κατά πολλούς το στηθοσκόπιο του 21^{ου} αιώνα σε αντίθεση με τη πρό δύο δεκαετιών ισχύουσα άποψη, ότι οι υπέρηχοι δεν μπορούν να αξιολογήσουν το πνευμονικό παρέγχυμα κυρίως λόγω της παρουσίας αέρα («Harrison Principles of Internal Medicine» 2001, page 1454). Μία από τις ομάδες ασθενών που ωφελούνται σημαντικά από την αξιολόγηση με την υπερηχογραφία πνεύμονα είναι οι ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια. Συγκεκριμένα, η εφαρμογή της υπερηχογραφίας πνεύμονα έχει θέση τόσο στη διαγνωστική στρατηγική της νόσου, τη διαφορική διάγνωση μεταξύ άλλων νοσημάτων, όσο και στην πρόγνωση και την παρακολούθηση της νόσου και της θεραπευτικής αποτελεσματικότητας.

Βασικές αρχές υπερηχογραφίας πνεύμονα για την αξιολόγηση της

συμφόρησης του διάμεσου πνευμονικού δικτύου

Η ερμηνεία του υπερηχογραφήματος του πνεύμονα βασίζεται στην ανάλυση φυσιολογικών σημείων-γραμμών και τεχνητών σφαλμάτων («artifacts») που προκύπτουν από αλληλεπιδράσεις των υπερηχητικών ακτίνων με ιστούς που έχουν διαφορετική ακουστική αντίσταση. Σε φυσιολογικό πνεύμονα με φυσιολογικό αερισμό ή υπεραερισμό, απεικονίζεται υπερηχογραφικά ο υπεζωκότας και συγκεκριμένα η κίνηση των πετάλων του υπεζωκότα (πλευριτική γραμμή) ως μια υπερηχογενής οριζόντια γραμμή, η οποία κινείται συγχρόνως με την αναπνοή. Αυτή η κίνηση ονομάζεται σημείο πνευμονικής διολίσθησης («lung sliding sign») και οι παράλληλες με τον υπεζωκότα σε ίση απόσταση υπερηχογενείς γραμμές που αναπαράγονται, ονομάζονται γραμμές «Α» («A» lines), (Εικόνα 1).¹



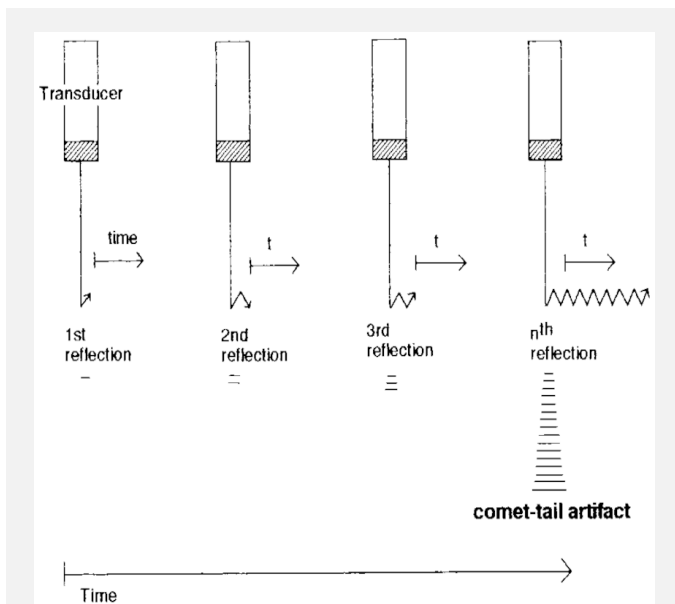
Εικόνα 1. Φυσιολογικός πνεύμονας. Πλευριτική γραμμή και γραμμές «Α».

Η μέθοδος αξιολόγησης της συμφόρησης του διάμεσου πνευμονικού δικτύου βασίζεται στην απεικόνιση των τεχνητών σφαλμάτων («artifacts»), τα οποία λαμβάνουν τη μορφή δίκην ουράς ενός κομήτη («comet tail») ή αλλιώς γραμμές «B» («B lines»). Η ερμηνεία του φαινομένου των «comet tail artifacts» διατυπώθηκε αρχικά το 1982 από τον Ziskin και συνεργάτες.² Αφορμή στάθηκε η

προσπάθειά τους να εξηγήσουν μια ανεξήγητη υπερηχογραφική εικόνα που είχε ανακαλύψει ένα χρόνο πριν ο Wendell με τους συνεργάτες του.³ Συγκεκριμένα, κατά την απεικόνιση σφαιριδίων μόλυβδου με υπέρηχο στην κοιλιακή χώρα ασθενούς, λάμβαναν εικόνες ενίσχυσης του υπερηχογραφικού σήματος με τη μορφή παράλληλων γραμμών, οι οποίες επεκτείνονταν σε όλο το βάθος της εικόνας. Έτσι ο Ziskin και η ομάδα του, πραγματοποίησαν ένα πείραμα κατά το οποίο σε δεξαμενή ύδατος βυθιζόταν ράβδοι διαφορετικών υλικών (ξύλο, ατσάλι, γυαλί, πλαστικοποιημένο γυαλί και τεφλόν) και αναπαρήγαγαν τις εικόνες της προηγούμενης δημοσίευσης. Το συμπέρασμα ήταν πως σε κάθε περίπτωση πρόσκρουσης της δέσμης των υπερήχων σε μία επιφάνεια επαφής δύο δομών με μεγάλη διαφορά στην ηχογένεια, αυτή ανακλάται επαναλαμβανόμενα χωρίς μεταβολή της έντασής της δημιουργώντας έτσι ένα φαινόμενο που διαρκεί χρονικά στο άπειρο. Η χρονική καθυστέρηση του φαινομένου αυτού γίνεται αντιληπτή από τη συσκευή υπερήχων ως βάθος στις δομές, αναπαριστώντας τες ως παράλληλες γραμμές που εκτείνονται στο βάθος ολόκληρης της οθόνης της συσκευής υπερήχων (Εικόνα 2).⁴

Μεθοδολογία υπερηχογραφίας πνεύμονα

Ο μηχανισμός παραγωγής των γραμμών «B» («B lines») στους πνεύμονες είναι αντίστοιχος με αυτόν που αναφέρθηκε και προηγουμένως.⁵ Οι γραμμές «B» αποτελούν ξεχωριστές υπερηχογραφικές γραμμές τύπου λείζερ που ξεκινούν από την υπεζωκοτική γραμμή, εκτείνονται ως το κάτω μέρος της οθόνης χωρίς εξασθένηση και μετακινούνται συγχρονισμένα με την ολίσθηση του πνεύμονα.⁴ Βασική αρχή αυτής της απεικόνισης, αποτελεί η ανάκλαση της δέσμης των υπερήχων από τα πεπαχυσμένα υπο-υπεζωκοτικά μεσολόβια διαφραγμάτια, τα οποία υπό την παρουσία περίσσειας ύδατος στους πνεύμονες αποτελούν



Εικόνα 2. Μηχανισμός παραγωγής των comet tail artifacts σε συσκευή υπερηχογραφίας. (από Lichtenstein και συν.⁴)

μια δομή με υψηλή ηχογένεια, σε αντίθεση με τον υποηχοϊκό αέρα που τα περιβάλλει.⁶ Η ανάκλαση των υπερήχων λαμβάνει μια υπερηχοϊκή απεικόνιση ανάμεσα στα μεσολόβια διαφραγμάτια και τον υπερκείμενο υπεζωκότα, η οποία είναι γνωστή με τον όρο «B lines» ή «lung comet».⁷ Οι γραμμές «B» ανιχνεύονται εύκολα με τη χρήση μιας κλασικής συσκευής υπερήχων και μιας κεφαλής των 3.0-MHz έως 5.0-MHz, αντίστοιχη με αυτή που χρησιμοποιείται για τη διενέργεια του υπερηχοκαρδιογραφήματος.⁵ Η αξιολόγηση των γραμμών «B» μπορεί να γίνει με τη χρήση γραμμικού ή κυρτού ηχοβολέα αξιοποιώντας τα πλεονεκτήματα υψηλότερης ευκρίνειας και βάθους αξιολόγησης αντίστοιχα. Η εξέταση μπορεί να πραγματοποιηθεί με οποιοδήποτε τύπο υπερηχογράφου, από πλήρως εξοπλισμένο μέχρι συσκευές μεγέθους τσέπης. Οι ασθενείς μπορούν να βρίσκονται σε ύπτια, ημικαθιστή ή καθιστή θέση.⁷ Σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια, όπου ο υπέρηχος πνευμόνων μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για τη διάγνωση αλλά για την παρακολούθηση και την προγνωστική διαστρωμάτωση,

χρησιμοποιείται συχνά ένα ολοκληρωμένο σχέδιο σάρωσης (Εικόνα 3).

Αυτό, περιλαμβάνει 28 σημεία σάρωσης, 16 στη δεξιά και 12 στην αριστερή πλευρά (όπου η παρουσία της καρδιάς συνήθως αποτρέπει την αξιολόγηση μερικών σημείων σάρωσης). Προτείνεται, η σάρωση του πρόσθιου έως πλαγίου θωρακικού τοιχώματος τόσο στο δεξιό όσο και στα αριστερό ημιθωράκιο, από το δεύτερο έως το τέταρτο (στη δεξιά πλευρά έως το πέμπτο) μεσοπλεύριο διάστημα και από την παραστερνική έως την μέση μασχαλιαία γραμμή.⁸ Τοποθετώντας τον ηχοβολέα (probe) στα παραπάνω μεσοπλεύρια διαστήματα, προκύπτουν εικόνες είτε στον διαμήκη (longitudinal) είτε στον εγκάρσιο άξονα (transverse). Η διαφορά έγκειται στην παρουσία της σκιάς των πλευρών που απεικονίζεται στον διαμήκη, ενώ αντίθετα στον εγκάρσιο απουσιάζει και έτσι απεικονίζεται μεγαλύτερο τμήμα της υπεζωκοτικής γραμμής (που δεν διακόπτεται από τις πλευρές). Σε κάθε περίπτωση, σημείο αναφοράς αποτελεί η σαφής αναγνώριση του σημείου διολίσθησης καθώς χωρίς την παρουσία του, είναι αδύνατο να συνάγουμε αξιόπιστες πληροφορίες για τον αερισμό του πνεύμονα.⁶

ΣΚΟΡ	ΑΡΙΘΜΟΣ Γραμμών «B»	ΕΞΩΑΓΓΕΙΑΚΟ ΠΝΕΥΜΟΝΙΚΟ ΥΓΡΟ
0	< ή= 5	Απουσία
1	6-15	Ηπίου βαθμού
2	16-30	Μετρίου Βαθμού
3	>30	Σοβαρού Βαθμού

Πίνακας 1. Αξιολόγηση γραμμών «B» για την εκτίμηση της πνευμονικής συμφόρησης (κλίμακα βαρύτητας)

Όταν υπάρχουν γραμμές «B» σαφώς διακριτές (συνήθως όταν είναι μία, δύο ή τρεις σε μια τοποθεσία σάρωσης), είναι εύκολα υπολογίσιμο το αποτέλεσμα προσδιορίζοντας τον απόλυτο αριθμό των γραμμών αυτών κατά τη διάρκεια ενός αναπνευστικού κύκλου. Κατά την αξιολόγηση των γραμμών «B», το άθροισμά

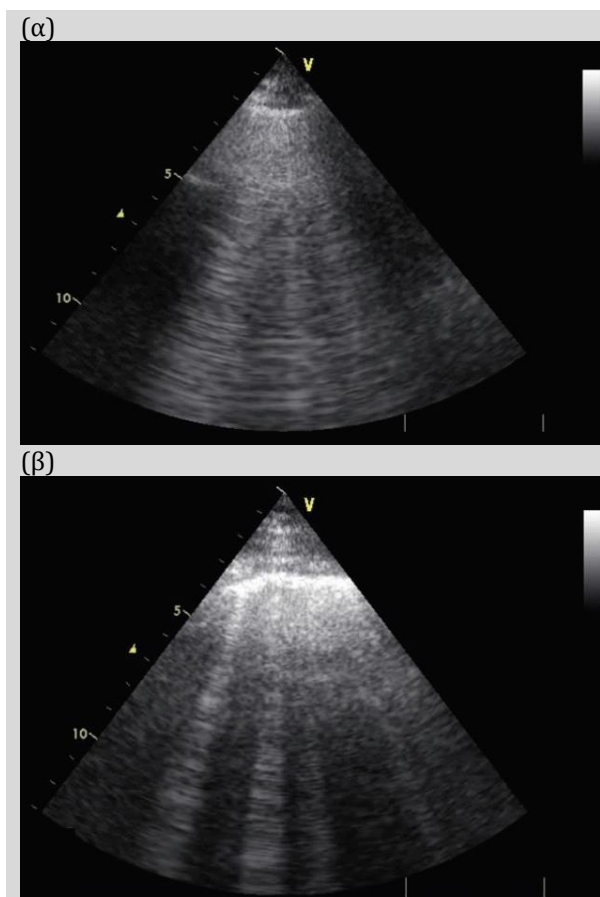
ΔΜΜ	ΔΠΜ	ΔΜ	ΔΠ	ΜΔ	ΑΠ	ΑΜ	ΑΠΜ	ΑΜΜ
				2ο				
				3ο				
				4ο				
				5ο	-	-	-	-

Εικόνα 3. Το συνιστώμενο πρωτόκολλο για την αξιολόγηση των γραμμών Β εκτελείται με σάρωση 28 περιοχών στο πρόσθιο-πλάγιο τοίχωμα του θώρακα (χωρισμένες βάσει των ανατομικών γραμμών και των μεσοπλευρίων διαστημάτων) με τον ασθενή στην ύπτια θέση.⁸

ΔΜΜ:Δεξιά μέση μασχαλιαία, ΔΠΜ:Δεξιά πρόσθια μασχαλιαία, ΔΜ:Δεξιά μεσοκλειδική, ΔΠ:Δεξιά παραστερνική, ΜΔ:Μεσοπλευρίο διάστημα, ΑΜΜ:Αριστερή μέση μασχαλιαία, ΑΠΜ:Αριστερή πρόσθια μασχαλιαία, ΑΜ:Αριστερή μεσοκλειδική, ΑΠ:Αριστερή παραστερνική

τους που βρέθηκαν σε κάθε χώρο σάρωσης αποδίδει μια βαθμολογία, δηλώνοντας την έκταση του εξωαγγειακού υγρού στον πνεύμονα (Πίνακας 1).⁷ Σε κάθε σημείο σάρωσης, οι γραμμές «Β» μπορούν να αθροιστούν από το μηδέν έως το δέκα. Το μηδέν ορίζεται ως πλήρης απουσία γραμμών «Β» στην εξεταζόμενη περιοχή ενώ η πλήρης λευκή οθόνη σε ένα χώρο σάρωσης θεωρείται πως αντιστοιχεί σε 10 γραμμές «Β». Όταν είναι πολυάριθμες, τείνουν να είναι συρρέουσες και αλληλοεπικαλυπτόμενες, έτσι, το να μετράμε μία προς μία είναι λιγότερο εύκολο. Τότε, προκύπτει μετά από αναγωγή της συνολικής επιφάνειας που καλύπτουν στο 100% της επιφάνειας της οθόνης για τη συγκεκριμένη θέση σάρωσης (ποσοστό της λευκής οθόνης σε σύγκριση με την μαύρη οθόνη κάτω από την υπεζωκοτική γραμμή), πχ 80% αντιστοιχεί σε 8 γραμμές «Β» (εικόνα 4).^{9,10} Για να ορίσουμε την εξέταση ως «θετική» στην καρδιακή ανεπάρκεια, αρκεί να βρούμε τουλάχιστον τρεις γραμμές «Β» σε μία θέση σάρωσης και αυτό να επαναλαμβάνεται σε τουλάχιστον δύο θέσεις σάρωσης αμφοτερόπλευρα.

Πέρα του συνιστώμενου πρωτοκόλλου της σχολαστικής και διεξοδικής ανάλυσης των γραμμών «Β» βάσει των οδηγιών της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Καρδιολογίας, έχουν γίνει προσπάθειες απλούστευσης του πρωτοκόλλου υπερηχογραφικής απεικόνισης



Εικόνα 4. Αξιολόγηση-ποσοτικοποίηση των γραμμών «Β»: α) 80% της επιφάνειας σάρωσης αντιστοιχεί σε 8 γραμμές «Β», β) 4 γραμμές «Β»

πνεύμονα για την ευκολότερη και ταχύτερη χρήση του στους ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια. Συγκεκριμένα, οι Scali και συνεργάτες¹¹ ανέδειξαν παρόμοια διαγνωστική ακρίβεια με τη χρήση 4 υπερηχογραφικών

ΔΜΜ	ΔΠΜ	ΔΜ	ΔΠ	ΜΔ	ΑΠ	ΑΜ	ΑΠΜ	ΑΜΜ
				2ο				
				3ο				
				4ο				
				5ο	-	-	-	-

Εικόνα 5. Απλουστευμένο πρωτόκολλο για την αξιολόγηση των γραμμών Β με σάρωση 4 περιοχών (γκρι τετράγωνα) στο πρόσθιο-πλάγιο τοίχωμα του θώρακα (χωρισμένες βάσει των ανατομικών γραμμών και των μεσοπλεύριων διαστημάτων) με τον ασθενή στην ύπτια θέση. ΔΜΜ: Δεξιά μέση μασχαλαία, ΔΠΜ: Δεξιά πρόσθια μασχαλαία,

ΔΜ: Δεξιά μεσοκλειδική, ΔΠ: Δεξιά παραστερνική, ΜΔ: Μεσοπλεύριο διάστημα, ΑΜΜ: Αριστερή μέση μασχαλαία, ΑΠΜ: Αριστερή πρόσθια μασχαλαία, ΑΜ: Αριστερή μεσοκλειδική, ΑΠ: Αριστερή παραστερνική

ανατομικών σημείων συγκριτικά με τη «gold standard» των 28 σημείων και προτείνουν τη χρήση αυτού του πρωτοκόλλου αξιολόγησης στη κλινική πράξη (εικόνα 5)

Η χρήση της υπερηχογραφίας πνεύμονα κατά την άσκηση

Η υπερηχογραφική απεικόνιση του πνεύμονα μπορεί να εφαρμοστεί τόσο στην ηρεμία όσο και κατά την άσκηση ή και κατά την δυναμική αξιολόγηση με φαρμακευτική χορήγηση ινοτρόπων φαρμάκων («stress echo»), ανιχνεύοντας πρώϊμα την πνευμονική συμφόρηση που αναπτύσσεται λόγω των αυξημένων πιέσεων πλήρωσης της αριστερής κοιλίας (αιμοδυναμική συμφόρηση).

Σύμφωνα με μελέτες, οι γραμμές «B» εμφανίζονται αιφνίδια ή αυξάνονται ταχέως κατά την διάρκεια της άσκησης σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια ανεξαρτήτως κλάσματος εξωθήσεως της αριστερής κοιλίας.¹² Η αύξηση στις πιέσεις πλήρωσης της αριστερής κοιλίας μπορεί να συνοδεύεται με ή χωρίς επαγώγιμη ισχαιμία κατά τη διάρκεια της άσκησης.¹³ Έτσι, ένα «κυψελιδο-τριχοειδικό stress echo» πραγματοποιείται στην ουσία με την αξιολόγηση των αλλαγών των γραμμών «B» κατά τη διάρκεια της εξέτασης. Οι αλλαγές αυτές, μπορούν εύκολα να προστεθούν στους ήδη υπάρχοντες υπερηχογραφικούς δείκτες κινητικότητας των τοιχωμάτων και εκτίμησης βαλβιδικών καρδιακών παθήσεων, παρέχοντας έτσι πρόσθετες πληροφορίες εμφάνισης

εξωαγγειακού υγρού στους πνεύμονες («extravascular lung water»). Όταν οι γραμμές «B» αναπτύσσονται ή επιδεινώνονται κατά τη διάρκεια της άσκησης, τα επίπεδα ηρεμίας των καρδιακών πεπτιδίων και οι πνευμονικές πιέσεις είναι υψηλότερες, όπως και οι πιθανότητες για δυσμενή συμβάντα στο άμεσο μέλλον.¹³

Επιπρόσθετα, η παρουσία των γραμμών «B» στο μέγιστο της άσκησης, μπορεί να διακρίνει τους ασθενείς με υψηλή πίεση πλήρωσης αριστερής κοιλίας αλλά χωρίς ανεπάρκεια της κυψελιδο-τριχοειδικής μεμβράνης (αιμοδυναμική συμφόρηση), από τους ασθενείς με υψηλή πίεση πλήρωσης αριστερής κοιλίας και ανεπάρκεια της κυψελιδο-τριχοειδικής μεμβράνης με συνοδό ανακατανομή του υγρού μέσα στους πνεύμονες (πνευμονική συμφόρηση).¹⁴ Αξίζει να σημειωθεί, πως βρίσκεται σε εξέλιξη πρόγραμμα μελέτης ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια που υποβάλλονται σε «stress echo», στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος «Stress Echo 2020» από την Ιταλική Εταιρεία Υπερηχογραφίας όπου πρόσφατα οι ερευνητές δημοσίευσαν μελέτη ποιότητας αξιολόγησης των γραμμών «B» από ειδικούς καρδιολόγους αναδεικνύοντας την υψηλή διαγνωστική ακρίβεια των γραμμών «B» μετά από ταχύρρυθμο διαδικτυακό πρόγραμμα κατάρτισης των συμμετεχόντων-καρδιολόγων.

Εφαρμογές υπερηχογραφίας πνεύμονα στην χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια

Τα τελευταία χρόνια, η χρήση των γραμμών «B» στην αξιολόγηση της πνευμονικής συμφόρησης σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια, πέρασε από τη θέση της έρευνας, στο κλινικό καθημερινό πεδίο άσκησης της ιατρικής, μέσω και των κλινικών κατευθυντήριων οδηγιών.^{15,16}

Γραμμές «B» και Καρδιακή Ανεπάρκεια

Η καρδιακή ανεπάρκεια ορίζεται ως το κλινικό σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από συμπτώματα και σημεία που προκαλούνται από μία δομική ή / και λειτουργική καρδιακή ανωμαλία με αποτέλεσμα τη μειωμένη ή διατηρημένη καρδιακή παροχή και / ή αυξημένες ενδοκαρδιακές πιέσεις σε κατάσταση ηρεμίας ή κατά τη διάρκεια κόπωσης.¹⁷ Πολλές φορές όμως, πριν εμφανιστούν κλινικά συμπτώματα, οι ασθενείς παρουσιάζουν ασυμπτωματική δομική ή λειτουργική καρδιοπάθεια, που είναι πρόδρομοι του συνδρόμου της καρδιακής ανεπάρκειας. Ειδικότερα, η ανίχνευση γραμμών «B» μέσω της υπερηχογραφικής αξιολόγησης του πνεύμονα τόσο στην ηρεμία αλλά και κατά την άσκηση μπορεί να συμβάλλει στη πρώιμη και έγκαιρη διάγνωση πνευμονικής συμφόρησης. Εξάλλου, είναι γνωστό ότι ο αριθμός των γραμμών «B» αυξάνεται, όταν επιδεινώνεται η λειτουργική κατάσταση του ασθενούς κατά NYHA.¹⁸ Έχει αποδειχθεί ότι σε ασθενείς που προσέρχονται στα ΤΕΠ των νοσοκομείων με δύσπνοια ή / και θωρακικό πόνο, η παρουσία των γραμμών «B» προσδιορίζει μια υποομάδα με υψηλότερο κίνδυνο: όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των γραμμών «B», τόσο χειρότερη η έκβαση και οι επανανοσηλείες.¹⁹

Υπερηχογραφία πνεύμονα σε ασθενείς με διατηρημένο κλάσμα εξωθήσεως της αριστερής κοιλίας

Οι ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια και διατηρημένο κλάσμα εξωθήσεως (HFpEF), αποτελούν το 50% των ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια και τυπικά παραμένουν ασυμπτωματικοί στην ηρεμία ενώ εμφανίζουν δύσπνοια και πνευμονική συμφόρηση κατά την άσκηση, συνεπεία της διαστολικής τους δυσλειτουργίας. Ο Simonovic με τους συνεργάτες του, ερεύνησαν αλλαγές που συμβαίνουν στην πνευμονική κυκλοφορία κατά τη διάρκεια της δυναμικής υπερηχογραφίας με άσκηση, σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια και διατηρημένο κλάσμα εξωθήσεως και αξιολόγησαν τόσο εργαστηριακά όσο και υπερηχογραφικά δεδομένα, ανάμεσά τους και τις γραμμές «B». Τα αποτελέσματα συγκρίθηκαν με άτομα ελέγχου χωρίς καρδιακή ανεπάρκεια. Σύμφωνα με αυτούς, τόσο οι ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια όσο και οι μάρτυρες, δεν εμφάνιζαν σημεία πνευμονικής συμφόρησης (γραμμές B<5) κατά την ηρεμία. Κατά την άσκηση όμως, η αύξηση των γραμμών «B» ήταν σαφέστατα υψηλότερη στους ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια και διατηρημένο κλάσμα εξωθήσεως σε σχέση με τους μάρτυρες, ενώ στην ανάνηψη είχαν τάση μείωσης προς την αρχική τιμή ηρεμίας και οι δύο ομάδες.²⁰

Υπερηχογραφία Πνεύμονα στην Οξεία Καρδιακή Ανεπάρκεια

Σε ασθενείς με συμφορητική καρδιακή ανεπάρκεια ή αυξημένο ενδαγγειακό μεταφορτίο, η ανακατανομή των υγρών στους πνεύμονες οδηγεί σε πνευμονικό οίδημα. Η παρουσία ελευθέρου ύδατος στο εξωαγγειακό δίκτυο των πνευμόνων, κυρίως στο διάμεσο χώρο, αποτελεί αντιπροσωπευτικό στοιχείο του ολικού όγκου ύδατος του σώματος και συνδέεται άμεσα με τη λειτουργικότητα και την πίεση πλήρωσης της αριστερής κοιλίας. Η ηχοκαρδιογραφία είναι η πιο χρήσιμη και ευρέως διαδεδομένη εξέταση σε ασθενείς με υποψία οξείας καρδιακής ανεπάρκειας για να τεθεί η διάγνωση. Παρέχει άμεσες πληροφορίες για τις διαστάσεις και τους όγκους των

καρδιακών κοιλοτήτων, τη συστολική και διαστολική λειτουργία των κοιλιών, το πάχος των τοιχωμάτων, τη λειτουργία των βαλβίδων και την ύπαρξη ή όχι πνευμονικής υπέρτασης. Επιπρόσθετα, η υπερηχογραφική αναζήτηση των γραμμών «B» και η εκτίμηση της διαμέτρου και της αναπνευστικής διακύμανσης της κάτω κοίλης φλέβας, συστήνεται ως επικουρική διαγνωστική μέθοδος για την καρδιακή ανεπάρκεια στις κατευθυντήριες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Καρδιολογικής Εταιρείας.¹⁷ Πρόσφατα η Ομάδα Εργασίας της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Καρδιολογίας για την οξεία καρδιακή ανεπάρκεια επισημαίνει και προτείνει την άμεση εστιασμένη υπερηχοκαρδιογραφική αξιολόγηση που συμπεριλαμβάνει την αξιολόγηση του πνεύμονα και την εκτίμηση της κάτω κοίλης φλέβας σε όλους τους ασθενείς με πιθανή εικόνα οξείας καρδιακής ανεπάρκειας.²¹

Σύμφωνα με την Carlino και τους συνεργάτες της,²² σε μια πρόσφατη μελέτη, η συνδυασμένη παρουσία του αμφοτερόπλευρου διάμεσου οιδήματος όπως προκύπτει από την υπερηχογραφία πνεύμονα και είτε η διάταση του αριστερού κόλπου ή το μειωμένο κλάσμα εξωθήσεως <40% ή και τα δύο, έχουν εξαιρετική ακρίβεια στη διάγνωση της οξείας καρδιακής ανεπάρκειας. Η διάταση του αριστερού κόλπου επεκτείνει το φάσμα των αναγνωρίσιμων μορφών οξείας καρδιακής ανεπάρκειας επιτρέποντας έτσι την ταυτοποίηση ακόμη και του οξέος συνδρόμου με διατηρημένο κλάσμα εξωθήσεως.

Η δυνατότητα υπερηχογραφικής αξιολόγησης και του πνεύμονα στο τέλος της υπερηχοκαρδιογραφικής μελέτης, αυξάνει την ακρίβεια της διάγνωσης της οξείας καρδιακής ανεπάρκειας. Το παρά την κλίνη θωρακικό υπερηχογράφημα (ακόμη και με ηχοκαρδιογράφο τσέπης εφόσον είναι εφικτό) για εύρεση σημείων διάμεσου οιδήματος και υπεζωκοτικής συλλογής, μπορεί να φανεί ιδιαίτερα χρήσιμο για την διάγνωση ακόμα και σε ασθενείς με φυσιολογικό / διατηρημένο κλάσμα εξωθήσεως.

Υπερηχογραφία Πνεύμονα και Ακτινογραφία Θώρακα

Ο ρόλος της ακτινογραφίας θώρακος είναι πολλές φορές μη ειδικός και έχει περιορισμένη χρήση στη διαφορική διάγνωση ασθενών με υποψία καρδιακής ανεπάρκειας. Η ακτινογραφία θώρακα, μπορεί να διαπιστώσει, υπεζωκοτικές συλλογές, διάμεσο ή κυψελιδικό πνευμονικό οίδημα, πνευμονική φλεβική συμφόρηση και καρδιομεγαλία σε ασθενή με καρδιακή ανεπάρκεια και είναι περισσότερο χρήσιμη στην οξεία καρδιακή ανεπάρκεια από ότι στην μη οξεία. Παρόλα αυτά, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι μπορεί να υπάρχει σημαντική δυσλειτουργία αριστερής κοιλίας χωρίς καρδιομεγαλία. Σε ποσοστό μάλιστα έως 20% των ασθενών με οξεία καρδιακή ανεπάρκεια, η ακτινογραφία θώρακα είναι σχεδόν φυσιολογική.^{17,23,24} Πρόσφατα, οι Maw και συνεργάτες, μέσω συστηματικής ανασκόπησης και μέτα-ανάλυσης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ανάμεσα στους ενήλικες που παρουσιάζονται σε ένα νοσοκομείο με οξεία δύσπνοια, υπάρχει μια απόκλιση 15% στην ευαισθησία μεταξύ υπερήχου πνεύμονα και ακτινογραφίας θώρακα, (88% έναντι 73%), με υπεροχή του υπερήχου, ενώ στην ειδικότητα της μεθόδου, δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά (90%) για την ανίχνευση πνευμονικού οιδήματος. Συγκεκριμένα, για κάθε 100 ασθενείς που παρουσιάζονται με δύσπνοια λόγω οξέως καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος, ο υπέρηχος μπορεί να διαγνώσει 15 ακόμη περιπτώσεις σε σχέση με την ακτινογραφία, χωρίς αύξηση του αριθμού των ψευδώς θετικών διαγνώσεων.²⁵ Επίσης, η απουσία ακτινογραφικών ευρημάτων, δεν αποκλείει την ύπαρξη υψηλής πίεσης ενσφηνώσεως των πνευμονικών τριχοειδών (PCWP).²³ Σε ασθενείς με οξεία καρδιακή ανεπάρκεια, ο υπέρηχος πνεύμονα, μπορεί να ανιχνεύσει την ύπαρξη ακόμα και μικρής πλευριτικής συλλογής αυξάνοντας έτσι τη διαγνωστική του ακρίβεια. Σε σχέση με την παρά την κλίνη ακτινογραφία θώρακος, ο

υπέρηχος έχει καλύτερη ευαισθησία και διαγνωστική ακρίβεια, μπορεί να εκτιμήσει μικρές συλλογές κάτω των 500 ml και να εντοπίσει την κατάλληλη περιοχή για διαγνωστική ή/και εκκενωτική παρακέντηση.²⁶

Υπερηχογραφία Πνεύμονα και Νατριουρητικά Πεπτίδια

Σύμφωνα με τις πρόσφατες κατευθυντήριες οδηγίες της Ευρωπαϊκής Εταιρείας Καρδιολογίας, όλοι οι ασθενείς που εμφανίζουν οξεία δύσπνοια με υπόνοια οξείας καρδιακής ανεπάρκειας έχουν τεκμηριωμένη ένδειξη μέτρησης των επιπέδων πλάσματος νατριουρητικού πεπτιδίου στα πλαίσια της διαφορικής διάγνωσης. Παρά ταύτα, υπάρχουν αρκετοί περιορισμοί στη καθολική χρήση των νατριουρητικών πεπτιδίων που έχουν να κάνουν κυρίως με το κόστος, το χρόνο της εξέτασης και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων (αύξησης των τιμών) λόγω των συχνών συννοσηροτήτων (νεφρική ανεπάρκεια, χρόνια αποφρακτική πνευμονοπάθεια, πνευμονική εμβολή, σήψη).

Η υπερηχογραφία πνεύμονα με την αξιολόγηση των γραμμών «B», φαίνεται να είναι μια πιθανή εναλλακτική λύση στις οξείες καταστάσεις όπου δεν είναι διαθέσιμα τα νατριουρητικά πεπτίδια, όταν δεν υπάρχει αρκετός χρόνος για να εκτελεστεί η εξέταση, όπως σε ασθενείς με ραγδαία ανάπτυξη αναπνευστικής ανεπάρκειας ή σε ασθενείς με συννοσηρότητες. Επιπλέον, θα μπορούσαν να βοηθήσουν όταν τα επίπεδα των νατριουρητικών πεπτιδίων βρίσκονται στη γκριζα ζώνη. Εξάλλου έχει διαπιστωθεί ότι οι γραμμές «B» είναι αξιόπιστες στην πρόβλεψη της καρδιογενούς προέλευσης της δύσπνοιας, με ακρίβεια μάλιστα συγκρίσιμη με εκείνη των νατριουρητικών πεπτιδίων.²⁷

Υπερηχογραφία πνεύμονα και παρακολούθηση ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια

Η διάγνωση, η ποσοτικοποίηση και η παρακολούθηση της αιμοδυναμικής συμφόρησης άρα και της αποτελεσματικότητας της φαρμακευτικής θεραπείας, κατά τη διάρκεια της νοσηλείας, είναι σημαντική για τον κλινικό ιατρό. Η εμμένουσα κατακράτηση υγρών στους πνεύμονες που δεν αναγνωρίζεται και δεν αντιμετωπίζεται επαρκώς πριν από το εξιτήριο του ασθενούς, σχετίζεται με αρνητική κλινική έκβαση σε ασθενείς με καρδιακή ανεπάρκεια.^{28,29}

Η ακτινογραφία θώρακος και η παρακολούθηση του σωματικού βάρους είναι οι πιο ευρέως διαδεδομένοι τρόποι παρακολούθησης της ομάδας αυτής των ασθενών. Ωστόσο, οι διακυμάνσεις του σωματικού βάρους μπορεί να μην αντανακλούν πάντα τις αλλαγές στον ενδαγγειακό όγκο και μία μείωση του βάρους σχετιζόμενη με απώλεια μυϊκής μάζας να επηρεάσει την στρατηγική της διουρητικής θεραπείας.³⁰ Αυτό το κενό έρχεται να καλύψει η υπερηχογραφία πνεύμονα μέσω των γραμμών «B» ως εναλλακτικό διαγνωστικό εργαλείο για την κλινική παρακολούθηση της πνευμονικής συμφόρησης³¹. Έχει παρατηρηθεί άλλωστε η σημαντική μείωση ή πλήρης εξαφάνιση των γραμμών «B» μετά από επιθετική διουρητική φόρτιση³² ή μετά από αιμοκάθαρση.^{33,34} Εμμένουσες γραμμές «B» μάλιστα, κατά την έξοδο του ασθενούς, μετά από νοσηλεία για καρδιακή ανεπάρκεια, προβλέπουν την επανεισαγωγή των ασθενών στους 3 με 6 μήνες παρακολούθησης.

Εξωνοσοκομειακή χρήση υπερηχογραφίας πνεύμονα

Μια άλλη εφαρμογή της υπερηχογραφίας πνεύμονα, εξαιτίας της απλότητας και της χαμηλής τεχνολογίας που χρησιμοποιεί, είναι η κατ' οίκον ή στο ιατρείο παρακολούθηση μή νοσηλευόμενων ασθενών με χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια. Κλιμάκωση της φαρμακευτικής θεραπείας σε ασθενείς που αν και ασυμπτωματικοί, δείχνουν σημαντική αύξηση του αριθμού των γραμμών «B», θα μπορούσε να μειώσει τις επανανοσηλείες. Άλλωστε οι

ασθενείς αυτοί εμφανίζουν τα συμπτώματα της πνευμονικής συμφόρησης με μερικές ημέρες καθυστέρηση.³⁵ Σε μια μελέτη όπου εκτιμήθηκαν εξωτερικοί ασθενείς με μέτρια έως σοβαρή καρδιακή ανεπάρκεια με μειωμένο κλάσμα εξωθήσεως, οι γραμμές «B» συσχετίστηκαν σημαντικά με την κλίμακα κλινικής συμφόρησης, τον λόγο πρώιμης διαστολικής ταχύτητας διαμτροειδικής ροής (κύμα E) προς την πρώιμη διαστολική ταχύτητα του μιτροειδικού δακτυλίου (κύμα e') δηλ το E / e' (δείκτης εκτίμησης των πιέσεων της αριστερής κοιλίας και υπολογισμού της αιμοδυναμικής συμφόρησης) και το νατριουρητικό πεπτίδιο (NT-proBNP), προτείνοντας με ακρίβεια το κατώφλι των >15 γραμμών «B» ως σημείο συμφόρησης.³⁶ Συστήνεται λοιπόν η αξιολόγηση των γραμμών «B» να αποτελεί μέρος της υπερηχογραφικής αξιολόγησης εξωτερικών ασθενών στις προγραμματισμένες επισκέψεις επανελέγχου.³⁷ Για τον λόγο αυτό, ο υπέρηχος των πνευμόνων έχει πρόσφατα αξιολογηθεί ως ιδιαίτερα αξιόπιστη τεχνική για την εκτίμηση της παρουσίας υγρού στους πνεύμονες ασθενών με καρδιακές παθήσεις και χαρακτηρίζεται από υψηλή εγκυρότητα και επαναληψιμότητα.³⁸

Ο ρόλος του υπέρηχου πνεύμονα στη Διαφορική Διάγνωση Δύσπνοιας

Τα μείζονα αίτια οξείας δύσπνοιας ασθενών που προσέρχονται στο Τμήμα Επειγόντων Περιστατικών είναι η οξεία καρδιακή ανεπάρκεια (50%), η παρόξυνση ΧΑΠ / ασθματική κρίση (20%), η πνευμονία (20%) και η πνευμονική εμβολή (5-10%). Ειδικότερα η οξεία καρδιακή ανεπάρκεια είναι μία πολύ απειλητική για τη ζωή κλινική κατάσταση που χρήζει επείγουσας αξιολόγησης και αντιμετώπισης συνήθως με επείγουσα νοσηλεία.³⁹ Για το λόγο αυτό απαιτείται πρώιμη διάγνωση (ακόμα και προνοσοκομειακά) με στόχο την έγκαιρη

αντιμετώπιση και παρακολούθηση. Ο υπέρηχος πνεύμονα αποτελεί μία εκ των βασικών εξετάσεων στη διαφορική διάγνωση της οξείας δύσπνοιας ακόμα και προνοσοκομειακά αλλά και στη λήψη θεραπευτικών αποφάσεων.^{40,41}

Διαφορική διάγνωση παρόξυνσης ΧΑΠ και οξείας καρδιακής ανεπάρκειας

Το 1998 ο Lichtenstein και οι συνεργάτες του, περιέγραψαν πρώτοι ότι οι γραμμές «B» μπορούν να διαφοροποιήσουν το οξύ καρδιογενές πνευμονικό οίδημα από την παρόξυνση της χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας (ΧΑΠ), καθώς αυτές ήταν παρούσες σε όλους τους ασθενείς με καρδιογενές οίδημα, ενώ σε 24 από τους 26 ασθενείς με παρόξυνση ΧΑΠ, απουσίαζαν, με ευαισθησία μάλιστα 100% και ειδικότητα 92%.⁴²

Διαφορική διάγνωση συνδρόμου οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας («ARDS») και οξείας καρδιακής ανεπάρκειας

Το σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας (ARDS) είναι ένα σύνδρομο διάχυτης πνευμονικής βλάβης με υψηλή θνησιμότητα. Η διαφορική του διάγνωση από το οξύ καρδιογενές πνευμονικό οίδημα είναι σημαντική για την κατάλληλη θεραπευτική προσέγγιση, όμως παραμένει συχνά δύσκολη κυρίως στην απεικόνιση με την ακτινογραφία θώρακος. Σύμφωνα με μελέτες, η υπερηχογραφία πνεύμονα, αποτελεί σημαντικό διαγνωστικό εργαλείο με ευαισθησία 98% και ειδικότητα 88% στη διάγνωση της παρουσίας του ARDS συγκριτικά με την εξέταση εκλογής (CT θώρακα).⁴³ Οι γραμμές «B» είναι παρούσες τόσο στο καρδιογενές όσο και στο μη καρδιογενές πνευμονικό οίδημα (ARDS) καθιστώντας τη διαφορική διάγνωση δύσκολη. Ωστόσο, υπάρχουν υπερηχογραφικά σημεία που μπορεί να συμβάλλουν στη διαφοροποίηση των δύο κλινικών εκδηλώσεων, (πίνακας 2). Όπως προαναφέρθηκε, η υπεζωτική γραμμή αποτελεί σημείο αναφοράς της εξέτασης. Η παρουσία της υπεζωκοτικής γραμμής με

	Οξύ Καρδιογενές πνευμονικό οίδημα	Χρόνια καρδιακή ανεπάρκεια	ARDS	Πνευμονική Ύψωση
Κλινική κατάσταση	Οξεία	Χρόνια	Οξεία	Χρόνια
Αριθμός γραμμών «B»	++++	+ / ++ / +++	++++	+ / ++ / +++
Κατανομή γραμμών «B»	Πολλαπλές, αμφοτερόπλευρες διαχέουσες (λευκός πνεύμονας)	Πολλαπλές, αμφοτερόπλευρες διαχέουσες (λευκός- μαύρος πνεύμονας)	Ετερογενής κατανομή	Οπίσθια κατώτερα τμήματα πνευμόνων
Άλλα υπερηχογραφικά σημεία πνεύμονα	Πλευριτική συλλογή	Πλευριτική συλλογή	Πλευριτική συλλογή, ενοποίηση παρεγχύματος	Πάχυνση υπεζωκότα
Υπερηχογράφημα καρδιάς	Παθολογικό	Παθολογικό	Συνήθως φυσιολογικό	Συνήθως φυσιολογικό

ανομοιογένεια, ακανόνιστου σχήματος (μη γραμμική) και παραμορφωμένη είναι τυπική του μη καρδιογενούς πνευμονικού οιδήματος, όπως συμβαίνει στο σύνδρομο οξείας αναπνευστικής δυσχέρειας ή στην πνευμονική ίνωση.⁶ Οι γραμμές «B» στο «ARDS» επίσης δεν μεταβάλλονται με την αλλαγή θέσης ή την άσκηση, καθώς επίσης πιο συχνά διαπιστώνονται ατελεκτασίες στις βάσεις των πνευμόνων στο σύνδρομο αναπνευστικής δυσχέρειας που μπορούν να μεταβληθούν με την εφαρμογή θετικών τελοεκπνευστικών πιέσεων.⁴⁴

Διάγνωση πνευμοθώρακα

Σημαντική είναι η συμβολή της υπερηχογραφίας πνεύμονα στη διάγνωση του πνευμοθώρακα με σημαντικά υψηλότερη ευαισθησία από ότι η ακτινογραφία θώρακος. Συγκεκριμένα, η απουσία του σημείου πνευμονικής διολίσθησης («lung sliding sign») χωρίς την παρουσία γραμμών B με κλινική εικόνα οξέως θωρακικού άλγους ή/και

αιμοδυναμικής αστάθειας θέτει υψηλά την υποψία πνευμοθώρακα.⁴⁵

Πλεονεκτήματα υπερηχογραφίας πνεύμονα

Λόγω της διενέργειας της εξέτασης παρά την κλίνη του ασθενούς, ακόμη και με συσκευές τσέπης, της απουσίας ακτινοβολίας, της καλής αναπαραγωγιμότητας της μεθόδου και της αποδοτικότητας σε σχέση με το κόστος, ο υπερηχογράφος κατέχει δεσπόζουσα θέση στη διαγνωστική προσέγγιση ασθενών για πολλές ειδικότητες. Η εκτίμηση της κατάστασης του ασθενούς γίνεται από τον ίδιο κλινικό ιατρό που γνωρίζει με ακρίβεια τη κλινική εικόνα του ασθενούς. Επίσης, αίρεται η ανάγκη μεταφοράς του ασθενούς πολλές φορές ακόμη και σε άλλο κτίριο από αυτό που νοσηλεύεται για την πραγματοποίηση της ακτινογραφίας ή / και της αξονικής τομογραφίας. Οι εικόνες μπορούν να ερμηνευτούν άμεσα και η διενέργεια της

εξέτασης μπορεί να πραγματοποιηθεί δυναμικά και όλο το 24ωρο, επιτρέποντας έτσι την εκτίμηση των θεραπευτικών παρεμβάσεων. Ένα ακόμη πλεονέκτημα είναι ο βραχύς χρόνος εκπαίδευσης που απαιτείται για την κατάρτιση της ανίχνευσης των γραμμών «B» μέσω της υπερηχογραφίας πνεύμονα όπως έχει φανεί σε προηγούμενες μελέτες.⁴⁶ Η υπερηχογραφία πνεύμονα μπορεί επίσης να εκτελεστεί και σε προνοσοκομειακό επίπεδο, ακόμα και με υπερηχογραφικές συσκευές τσέπης. Έχει τη δυνατότητα να ποσοτικοποιεί έμμεσα την πνευμονική συμφόρηση τόσο κατά την ηρεμία όσο και κατά την άσκηση διαγιγνώσκοντας πρώιμα την απορρύθμιση της καρδιακής ανεπάρκειας και να αξιολογεί δυναμικά την απόκριση στη θεραπεία (π.χ.διουρητικά) μειώνοντας σημαντικά τη διάρκεια νοσηλείας.^{47,48} Ο συνδυασμός της υπερηχογραφίας πνεύμονα με την αξιολόγηση των γραμμών «B» και του υπερήχου καρδιάς προσδίδει πολύτιμες επιπρόσθετες πληροφορίες για το βαθμό πνευμονικής συμφόρησης του ασθενούς δίνοντας μία πιο ολοκληρωμένη κλινική προσέγγιση στην εικόνα του ασθενούς.

Περιορισμοί υπερηχογραφίας πνεύμονα

Η ανίχνευση των γραμμών «B» παρότι διαπιστώνονται σχεδόν πάντα στην πνευμονική συμφόρηση ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια ανάλογα της βαρύτητας, είναι δυνατόν να βρεθούν και σε άλλες καταστάσεις διάμεσου-κυψελιδικού συνδρόμου όπως το «ARDS» ή λοιμώξεις του αναπνευστικού. Αυτό κάνει τα υπερηχογραφικά αυτά μοτίβα να μην είναι ειδικά, υπογραμμίζοντας έτσι την ανάγκη να ερμηνευτούν αυτές οι εικόνες στο πλαίσιο της συνολικής κλινικής εικόνας του ασθενούς (κλινική εξέταση, ιστορικό, κλπ). Παχύσαρκοι ασθενείς ή ασθενείς με υποδόριο εμφύσημα είναι συχνά δύσκολο να εξεταστούν λόγω της αδυναμίας των υπερήχων να διεισδύσουν στις γεμάτες αέρα δομές. Οι επασβεστώσεις του

υπεζωκότα, το παραδιαφραγματικό εμφύσημα, το οίδημα ανά σάρκα, η παρουσία κεντρικών γραμμών και σωλήνων, αποτελούν επίσης περιοριστικούς παράγοντες. Τέλος, σημαντικό περιοριστικό παράγοντα αποτελεί η ανάγκη εκπαίδευσης-κατάρτισης του εξεταστή στην υπερηχογραφική αξιολόγηση του πνεύμονα και του υπεζωκότα.

Προοπτικές

Καθώς οι συσκευές υπερήχων γίνονται ολοένα και μικρότερες και η εξοικείωση με τον εστιασμένο υπέρηχο αυξάνεται, η χρήση τους θα γίνεται όλο και ευρύτερη.⁴⁹ Πολλαπλές μελέτες υποστηρίζουν την επιπρόσθετη αξία της υπερηχογραφίας πνεύμονα για την διαχείριση της καρδιακής ανεπάρκειας. Η υπερηχογραφία του πνεύμονα αποτελεί ένα αξιόπιστο εναλλακτικό εργαλείο αξιολόγησης της πνευμονικής συμφόρησης με ολοένα και πιο εδραιωμένο ρόλο στις κατευθυντήριες οδηγίες της Καρδιολογίας.¹⁵ Στο μέλλον θα πρέπει να αποσαφηνιστεί όποια σύγχυση υπάρχει σχετικά με την ορολογία και να οριστεί ανάλογη «τυποποίηση» της μεθόδου ώστε η κλινική χρήση της συγκεκριμένης τεχνικής να συμπεριλαμβάνεται στη διαγνωστική φαρέτρα του κάθε σύγχρονου καρδιολόγου. Σε ότι αφορά την αύξηση της τεκμηρίωσης για το όφελος στην παρακολούθηση ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια, απαραίτητη είναι η διενέργεια τυχαιοποιημένων μελετών. Αναμφίβολα οι καρδιολόγοι του μέλλοντος θα χρησιμοποιούν ακόμα το στηθοσκόπιο για την αξιολόγηση του πνεύμονα των ασθενών τους, αλλά φαίνεται ότι θα είναι επιβεβλημένη και η χρήση της υπερηχογραφίας πνεύμονα.⁵⁰

Συμπεράσματα

Η αξιολόγηση των γραμμών «B» μέσω της υπερηχογραφίας πνεύμονα φαίνεται να είναι χρήσιμη σε όλα τα στάδια της διαχείρισης ασθενών με καρδιακή ανεπάρκεια:

Α) Στην οξεία δύσπνοια με υποψία πιθανής οξείας καρδιακής ανεπάρκειας, στην απορρύθμιση της χρόνιας καρδιακής ανεπάρκειας (οξεία επί χρονίας) και στη διαφορική διάγνωση.

Β) Στην τιτλοποίηση θεραπειών κατά τη νοσηλεία καθώς και στην προγνωστική διαστρωμάτωση των ασθενών κατά το εξιτήριο.

Γ) Στην παρακολούθηση ασθενών εξωνοσοκομειακά για τη βελτιστοποίηση της αγωγής και επιλογή ασθενών για νοσηλεία.

Βιβλιογραφία

1. Stefanidis K, Dimopoulos S, Politis P, Nanas S. The contemporary role of transthoracic ultrasonography in the evaluation of chest diseases in the intensive care unit. *Arch Hellen Med* July-August 2010; 27(4): 614-621
2. Ziskin MC, Thickman DI, Goldenberg NJ, Lapayowker MS, Becker JM. The comet tail artifact. *J Ultrasound Med* 1982; 1: 1-7
3. Wendell BA, Athey PA. Ultrasonic appearance of metallic foreign bodies in parenchymal organs. *J Clin Ultrasound* 1981; 9: 133-135
4. Lichtenstein D., Meziere G, Biderman P, Gepner A, Barre O. The comet-tail artifact. An ultrasound sign of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Respir Crit Care Med* 1997; 156: 1640-1646
5. Gargani L. Lung ultrasound: a new tool for the cardiologist. *Cardiovasc Ultrasound* 2011; 9: 6
6. Gargani L. Ultrasound of the Lungs: More than a Room with a View. *Heart Fail Clin* 2019; 15: 297-303
7. Picano E, Frassi F, Agricola E, et al. Ultrasound lung comets: a clinically useful sign of extravascular lung water. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 19: 356-363
8. Picano E and Pellikka PA. Ultrasound of extravascular lung water: a new standard for pulmonary congestion. *European Heart Journal* 2016 Jul 14;37(27):2097-104
9. Jambrik Z, Gargani L, Adamicza A, et al. B-lines quantify the lung water content: a lung ultrasound versus lung gravimetry study in acute lung injury. *Ultrasound Med Biol* 2010; 36: 2004-2010
10. Gargani L, Volpicelli G. How I do it: lung ultrasound. *Cardiovasc Ultrasound* 2014;12:25
11. Scali MC, Zagatina A, Simova I, et al. Stress Echo 2020 study group of the Italian Society of Cardiovascular Echography (SIEC). B-lines with Lung Ultrasound: The Optimal Scan Technique at Rest and During Stress. *Ultrasound Med Biol*. 2017 Nov;43(11):2558-2566.
12. Agricola E, Picano E, Oppizzi M et al A: Assessment of stress-induced pulmonary interstitial edema by chest ultrasound during exercise echocardiography and its correlation with left ventricular function. *J Am Soc Echocardiogr* 2006; 1:457-63
13. Scali MC, Simionuc A, Mandoli GE, Dini FL, Marzilli M, Picano E. The added value of exercise-echocardiography in heart failure patients: assessing dynamic changes in extravascular lung water. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2015;16 (suppl 2): S102-S129
14. Lancellotti P, Pellikka PA, Budts W et al. Recommendations for the clinical use of stress echocardiography in nonischemic heart disease: joint document of the European Association of Cardiovascular imaging and the American Society of Echocardiography. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging* 2017 Feb;30(2):101-138
15. Mayo PH, Beaulieu Y, Doelken P et al: American College of Chest Physicians/La Société de Réanimation de Langue Française statement on competence in critical care ultrasonography. *Chest* 2009, 135:1050-60
16. Gheorghide M, Follath F, Ponikowski P, et al. European Society of Cardiology; European Society of Intensive Care Medicine: Assessing and grading congestion in acute heart failure: a scientific statement from the acute heart failure committee of the heart failure association of the

European Society of Cardiology and endorsed by the European Society of Intensive Care Medicine. *Eur J Heart Fail* 2010; 12:423-33

17. Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 2016 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2016;69(12):1167

18. Frassi F, Gargani L, Gligorova S, Ciampi Q, Mottola G, Picano E. Clinical and echocardiographic determinants of ultrasound lung comets. *Eur J Echocardiogr* 2007; 8:474-9

19. Frassi F, Gargani L, Tesorio P, Raciti M, Mottola G, Picano E: Prognostic value of extravascular lung water assessed with ultrasound lung comets by chest sonography in patients with dyspnea and/or chest pain. *J Card Fail* 2007;13:830-5

20. Simonovic D, Coiro S, Carluccio E, et al. Exercise elicits dynamic changes in extravascular lung water and haemodynamic congestion in heart failure patients with preserved ejection fraction. *European Journal of Heart Failure* 2018 in press doi:10.1002/ejhf.1228

21. Price S, Platz E, Cullen L et al, for the Acute Heart Failure Study Group of the European Society of Cardiology Acute Cardiovascular Care Association, Echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure. Expert consensus document. *Nature Reviews Cardiology* 2017; 14(7):427-440

22. Carlino MV, Paladino F, Sforza A, et al. Assessment of left atrial size in addition to focused cardiopulmonary ultrasound improves diagnostic accuracy of acute heart failure in the Emergency Department. *Echocardiography* 2018; 35(6): 785-791

23. Collins SP, Lindsell CJ, Storrow AB, Abraham WT; ADHERE Scientific Advisory Committee, Investigators and Study Group. Prevalence of negative chest radiography results in the emergency

department patient with decompensated heart failure. *Ann Emerg Med*. 2006;47(1):13-18

24. Mueller-Lenke N, Rudez J, Staub D, et al. Use of chest radiography in the emergency diagnosis of acute congestive heart failure. *Heart*. 2006;92(5):695-696

25. Maw A, Hassanin A, et al. Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Lung Ultrasonography and Chest Radiography in Adults With Symptoms Suggestive of Acute Decompensated Heart Failure, A Systematic Review and Meta-analysis, *JAMA Network Open*. 2019;2(3):e190703

26. Eibenberger KL, DockWI, Ammann ME, Dorffner R, Hörmann MF, Grabenöger F: Quantification of pleural effusions: sonography versus radiography. *Radiology* 1994; 191: 681-684

27. Gargani L, Frassi F, Soldati G, Tesorio P, Gheorghide M, Picano E: Ultrasound lung comets for the differential diagnosis of acute cardiogenic dyspnoea: a comparison with natriuretic peptides. *Eur J Heart Fail* 2008; 10:70-7

28. Gargani L, Pang PS, Frassi F, et al. Persistent pulmonary congestion before discharge predicts rehospitalization in heart failure: a lung ultrasound study. *Cardiovasc Ultrasound* 2015;13:40

29. Gheorghide M, Filippatos G, De Luca L, Burnett J: Congestion in acute heart failure syndromes: an essential target of evaluation and treatment. *Am J Med* 2006;119(12 Suppl 1):S3-S10

30. Chaudhry SI, Wang Y, Concato J, Gill TM, Krumholz HM: Patterns of weight change preceding hospitalization for heart failure. *Circulation* 2007; 116:1549-54

31. Volpicelli G, Caramello V, Cardinale L, Mussa A, Bar F, Frascisco MF: Bedside ultrasound of the lung for the monitoring of acute decompensated heart failure. *Am J Emerg Med* 2008;26:585-91

32. Martindale JL, Secko M, Kilpatrick JF, et al. Serial sonographic assessment of pulmonary edema in patients with hypertensive acute

- heart failure. *J Ultrasound Med* 2018;37(2):337-45
33. Mallamaci F, Benedetto FA, Tripepi R, Rastelli S, Castellino P, Tripepi G, Picano E, Zoccali C: Detection of pulmonary congestion by chest ultrasound in dialysis patients. *JACC Cardiovasc Imaging* 2010;3:586-94
34. Donadio C, Bozzoli L, Colombini E, et al. Effective and timely evaluation of pulmonary congestion: qualitative comparison between lung ultrasound and thoracic bioelectrical impedance in maintenance hemodialysis patients. *Medicine (Baltimore)* 2015;94:e473
35. Yu CM, Wang L, Chau E, Chan RH, Kong SL, Tang MO, Christensen J, Stadler RW, Lau CP: Intrathoracic impedance monitoring in patients with heart failure: correlation with fluid status and feasibility of early warning preceding hospitalization. *Circulation* 2005, 112:841-8
36. Miglioranza M, Gargani L, Tofani Sant' Anna R et al., Lung Ultrasound for the Evaluation of Pulmonary Congestion in Outpatients: A Comparison With Clinical Assessment, Natriuretic Peptides, and Echocardiography, *JACC: Cardiovascular imaging* 2013; 6(11): 1141-1151
37. Miglioranza MH, Picano E, Badano LP, et al. Pulmonary congestion evaluated by lung ultrasound predicts decompensation in heart failure outpatients. *Int J Cardiol* 2017;240:271-8
38. Agricola E, Bove T, Oppizzi M, et al. "Ultrasound comet-tail images": a marker of pulmonary edema: a comparative study with wedge pressure and extravascular lung water. *Chest* 2005; 127: 1690-1695
39. Kajimoto K, Madeen K, Nakayama T, et al. Rapid evaluation by lung-cardiac-inferior vena cava (LCI) integrated ultrasound for differentiating heart failure from pulmonary disease as the cause of acute dyspnea in the emergency setting. *Cardiovasc Ultrasound* 2012;10:49
40. Stefanidis K, Dimopoulos S, Nanas S. Basic principles and current applications of lung ultrasonography in the intensive care unit. *Respirology*. 2011 Feb;16(2):249-56
41. Girerd N, Seronde MF, Coiro S, et al. INI-CRCT, Great Network, and the EF-HF Group. Integrative Assessment of Congestion in Heart Failure Throughout the Patient Journey. *JACC Heart Fail*. 2018 Apr;6(4):273-285.
42. Lichtenstein D, Meziere G: A lung ultrasound sign allowing bedside distinction between pulmonary edema and COPD: the comet-tail artifact. *Intensive Care Med* 1998; 24:1331
43. Stefanidis K, Dimopoulos S, Kolofousi C, et al. Sonographic lobe localization of alveolar-interstitial syndrome in the critically ill. *Crit Care Res Pract*. 2012;2012:179719
44. Stefanidis K, Dimopoulos S, Tripodaki ES, et al. Lung sonography and recruitment in patients with early acute respiratory distress syndrome: a pilot study. *Crit Care*. 2011 Aug 4;15(4):R185
45. Lichtenstein D, Meziere G, Biderman P, et al. The comet-tail artifact: an ultrasound sign ruling out pneumothorax. *Intensive Care Med* 1999;25:383-8
46. Scali MC, Ciampi Q, Picano E, Bossone E, Ferrara F, Cortigiani L. Quality control of B-lines analysis in stress Echo 2020. *Cardiovascular Ultrasound* 2018 Sep 25; 16: 20
47. Picano E, Gargani L, Gheorghide M: Why, when, and how to assess pulmonary congestion in heart failure: pathophysiological, clinical, and methodological implications. *Heart Fail Rev* 2010;15:63-72
48. Mozzini C, Di Dio Perna M, Pesce G, et al. Lung ultrasound in internal medicine efficiently drives the management of patients with heart failure and speeds up the discharge time. *Intern Emerg Med* 2018;13(1):27-33.
49. Sicari R, Galderisi M, Voigt JU, Habib G, Zamorano JL, Lancellotti P, Badano LP. The use of pocket-size imaging devices: a position statement of the European Association of Echocardiography. *Eur J Echocardiogr* 2011;12: 85-87.
50. Picano E, Scali MC, Ciampi Q, Lichtenstein D. Lung Ultrasound for the Cardiologist. *JACC*

Cardiovasc Imaging. 2018 Nov;11(11):1692-1705.

Διεύθυνση αλληλογραφίας: Σταύρος Δημόπουλος
Ωνάσειο Καρδιοχειρουργικό Κέντρο
Λ. Συγγρού 356 ΤΚ 17674 Καλλιθέα
Fax:210-9493331
Τηλέφωνο:210-9493335
e-mail: stdimop@gmail.com

Clinical significance of “B” lines in Heart Failure: What should cardiologist know?

¹Stavros Dimopoulos, ²Christos Mpakopoulos, ³Konstantinos Stefanidis, ⁴Serafim Nanas, ¹Andreas Karabinis
¹Cardiac Surgery ICU, “Onassis Cardiac Surgery Center”, Athens, Greece
²Department of Cardiology, G.N. Papanikolaou, Thessaloniki, Greece
³Radiology Department, King’s College Hospital, London, UK
⁴1st Critical Care Medicine Department, Evangelismos Hospital, Athens, Greece

Assessment of “B” lines by lung sonography has been a valid clinical tool for the cardiologist in the current clinical practice. In patients with pulmonary congestion, “B” lines appear as diffuse, multiple, bilateral lines (“comet tail artifacts”) and can be easily and rapidly detected by the ultrasound probe through the intercostal spaces. During the holistic sonographic approach of cardiac patient, lung sonography and particularly “B” lines evaluation has central role in differential diagnosis of dyspnea, enhances diagnosis of acute heart failure, guides treatment optimization and contributes to the patient’s monitoring. Aim of the present review is to include the basic principles of lung sonography for the cardiologist with emphasis in “B” lines evaluation and its significance in clinical practice.

Key words: lung ultrasound; pulmonary congestion; diagnosis; pulmonary edema; lung