

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ, ΤΕΧΝΙΚΗ, ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ, ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΑΝΑΤΟΜΙΑ, ΑΚΤΙΝΟΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΠΑΘΗΣΕΩΝ

## ΑΞΟΝΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΤΕΧΝΙΚΗ ΥΨΗΛΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΟΤΗΤΟΣ

### Εισαγωγή

Η ανακάλυψη και εισαγωγή των νεότερων διαγνωστικών μεθόδων στη διερεύνηση των νοσημάτων του θώρακος, όπως είναι η χρήση της αξονικής τομογραφίας και η βελτίωσή της με την τεχνική της υψηλής διακριτικότητας (HRCT) και σε ειδικές περιπτώσεις η εφαρμογή της μεθόδου της μαγνητικής τομογραφίας, δεν έβαλαν στο περιθώριο τη χρησιμότητα της απλής ακτινογραφικής μεθόδου στην καθημερινή ιατρική πράξη των διαγνωστικών προβλημάτων του θώρακος. Είναι αναμφισβήτητο ότι οι νεότερες μέθοδοι έκαναν δυνατή την αύξηση της ευαισθησίας και της διαγνωστικής ακρίβειας στη μελέτη των νοσημάτων του θώρακος. Η συσχέτιση της ακτινολογικής με την ιστολογική εικόνα μιας παθολογικής εξεργασίας γίνεται τώρα με πολύ μεγαλύτερη ακρίβεια. Πρέπει όμως να τονιστεί ότι η απλή ακτινογραφική εξέταση του θώρακος που πέρασε από τη δοκιμασία του χρόνου την τελευταία εκατονταετία, εξακολουθεί να βρίσκεται στην καθημερινή χρήση περισσότερο από οποτεδήποτε άλλοτε, όπως δείχνουν οι στατιστικές χρησιμοποίησης των διάφορων διαγνωστικών μεθόδων στα μεγάλα ιατρικά κέντρα σε παγκόσμια κλίμακα. Παρ' όλους του διαγνωστικούς περιορισμούς που παρουσιάζει η απλή ακτινογραφία, η εξέταση αυτή μας δίνει σε πολλές περιπτώσεις αρκετές πληροφορίες για τη διάγνωση και τη σωστή θεραπευτική αγωγή του αρρώστου. Ακόμη, η ευκολία και η δυνατότητα να γίνει η εξέταση αυτή και σε μικρούς ακόμη υγειονομικούς σταθμούς και ιατρεία καθώς και η σχετικά μικρή οικονομική επιβάρυνση αποτελούν σημαντικό πλεονέκτημα της μεθόδου. Σε πολλές όμως καταστάσεις στις οποίες ο έμπειρος διαγνώστης θεωρεί χρήσιμη τη συλλογή περισσότερων πληροφοριών για αναθέσει ακριβέστερη διάγνωση

ση σε μια προβληματική παθολογική εξεργασία πρέπει να υποδείξει στον παραπέμποντα γιατρό την ανάγκη για τη χρήση των νεότερων εξεταστικά μεθόδων, όπως είναι η αξονική τομογραφία του θώρακος και ιδιαίτερα η τεχνική της υψηλής διακριτικότητας (HRCT) με τη σωστή αιτιολόγηση και το σκεπτικό. Η απλή ακτινογραφία και στην περίπτωση αυτή είναι χρήσιμη, γιατί όχι μόνο στις περισσότερες περιπτώσεις είναι η πρώτη εξέταση που διαπιστώνει την ύπαρξη μιας παθολογικής εξεργασίας, αλλά μας καθοδηγεί και στην επιλογή της κατάλληλης ειδικής εξεταστικής μεθόδου και της τοπογραφικής ανατομικής θέσης, όπου βρίσκεται η παθολογική εξεργασία που πρέπει να μελετηθεί με περισσότερη ακρίβεια. Η παρακολούθηση του αρρώστου στη συνέχεια μπορεί να γίνει σε πολλές περιπτώσεις πάλι με τη χρησιμοποίηση της απλής ακτινογραφικής εξέτασης που μπορεί να είναι επαρκής για πρακτικούς λόγους.

## ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΤΗΣ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΤΗΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΔΙΑΚΡΙΤΙΚΟΤΗΤΟΣ

Η δεκαετία του 1970 αποτέλεσε ιστορικό σταθμό στην εξέλιξη της διαγνωστικής επιστήμης που οφείλεται στην ανακάλυψη της αξονικής τομογραφίας. Ειδικότερα για τη μελέτη των διαφόρων παθήσεων του θώρακος, περιλαμβανομένων των πνευμόνων, του μεσοθωρακίου και του καρδιαγγειακού συστήματος, η ανακάλυψη αυτή άνοιξε νέους ορίζοντες. Χρειάστηκε όμως μια δεκαετία ακόμη ώστε να δημιουργηθούν οι τεχνολογικές προϋποθέσεις για να γίνει δυνατή η μελέτη της ανατομικής μονάδος του πνευμονικού παρεγχύματος του εξεταζομένου δηλ. του πνευμονικού λοβιδίου\* και η αξιολόγησή του τόσο στη φυσιολογική κατάσταση όσο και στις διάφορες παθο-

\* Οι όροι λόβιο, λοβίδιο και τα παράγωγά τους αναφέρονται στην ίδια ανατομική οντότητα.

λογικές εξεργασίες. Τη δυνατότητα αυτή μας έδωσε η τεχνική της υψηλής διακριτικότητας.

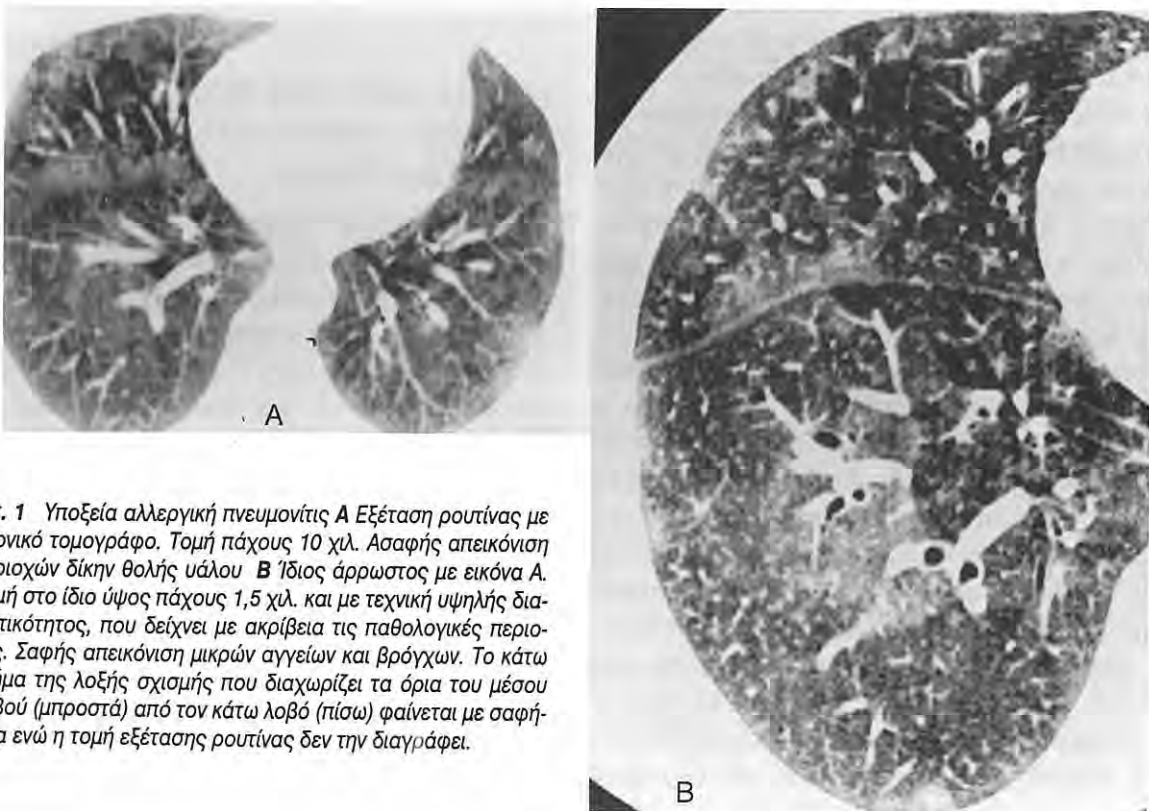
Ο όρος Υψηλή Διακριτικότητα (High Resolution) και οι βασικές αρχές της μεθόδου έγιναν από τον Ιάπωνα Itoh Todo και τους συνεργάτες του στα 1982. Στην επόμενη δεκαετία και μέχρι σήμερα υπάρχει συνεχής έρευνα και εξέλιξη στη βελτίωση της μακροσκοπικής απεικόνισης των βασικών ανατομικών στοιχείων του πνευμονικού λοβιδίου και ιδιαίτερα των παθήσεων που προσβάλλουν διάχυτα το πνευμονικό παρέγχυμα. Στη βελτίωση των λεπτομερειών της μεθόδου συνέβαλαν οι ερευνητικές προσπάθειες των εργοστασίων κατασκευής των αξονικών τομογράφων σε συνεργασία με τους ακτινολόγους που ασχολούνται ιδιαίτερα με την παθολογία του θώρακος. Μολονότι και σήμερα υπάρχουν μερικές διαφορές στην τεχνική της εφαρμογής της μεθόδου αυτής στα διάφορα νοσοκομειακά κέντρα, οι γενικές αρχές στις οποίες βασίζεται η τεχνική είναι οι ίδιες και θα τις περιγράψουμε με συντομία. Αντικειμενικός σκοπός της τεχνικής κυρίως είναι η ακριβέστερη απεικόνιση για τη μελέτη των ανατομικών στοιχείων του πνεύμονος σε φυσιολογικές και παθολογικές καταστάσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με την εφαρμογή των εξής βασικών αρχών:

## I. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΛΕΠΤΩΝ ΤΟΜΩΝ

Οι αξονικοί τομογράφοι σήμερα έχουν τη δυνατότητα να μας δίνουν τομές 1-1,5 χιλιοστού και λεπτότερες. Όσο λεπτότερες είναι οι τομές που χρησιμοποιούμε τόσο ακριβέστερα είναι τα αποτελέσματα της απεικόνισης των ανατομικών στοιχείων που μελετούμε. Οι τομές του αξονικού τομογράφου που χρησιμοποιούμε στη ρουτίνα της εξέτασης του θώρακος στην καθημερινή πράξη έχουν πάχος 10 χιλιοστών, που είναι αδύνατο λόγω του averaging να καταγράψουν το πνευμονικό λοβίδιο και τα στοιχεία που το αποτελούν. Γι αυτό η χρησιμοποίηση των λεπτών τομών πάχους 1-1,5 χιλιοστών αποτελεί ένα από τα βασικά στοιχεία που έκαναν δυνατή την εφαρμογή της τεχνικής υψηλής διακριτικότητας (Εικ. 1).

## II. ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΤΑΛΛΗΛΟΥ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ

Η χρησιμοποίηση του κατάλληλου αλγόριθμου αποσκοπεί στην εφαρμογή της καλύτερης χωρικής διακριτικότητας (spatial resolution) του αξονικού τομογράφου που στηρίζεται στη συλλογή των γεωμετρικών δεδομένων τα οποία συγκεντρώνει με την κατάλληλη συχνότητα ο ηλεκτρονικός υπολογιστής του μηχανήματος. Στην τεχνική της υψηλής διακριτικότητας χρησιμοποιείται ο



**Εικ. 1** Υποξεία αλλεργική πνευμονίτις **A** Εξέταση ρουτίνας με αξονικό τομογράφο. Τομή πάχους 10 χιλ. Ασαφής απεικόνιση περιοχών δίκην θολής υάλου **B** Ίδιος άρρωστος με εικόνα **A**. Τομή στο ίδιο ύψος πάχους 1,5 χιλ. και με τεχνική υψηλής διακριτικότητας, που δείχνει με ακρίβεια τις παθολογικές περιοχές. Σαφής απεικόνιση μικρών αγγείων και βρόγχων. Το κάτω τμήμα της λοξής σχισμής που διαχωρίζει τα όρια του μέσου λοβού (μπροστά) από τον κάτω λοβό (πίσω) φαίνεται με σαφήνεια ενώ η τομή εξέτασης ρουτίνας δεν την διαγράφει.

αλγόριθμος υψηλής χωρικής συχνότητας (spatial frequency), όπως είναι ο οστικός αλγόριθμος που δημιουργεί πιο σαφή απεικόνιση των ανατομικών λεπτομερειών και των στοιχείων των λοβιδίων, όπως τα μικρά αγγεία και τα βρογχίδια. Η χρησιμοποίηση του αλγόριθμου αυτού έχει ιδιαίτερη σημασία για τα αποτελέσματα της τεχνικής αυτής.

### III. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Ο χρόνος που χρησιμοποιείται στην τεχνική υψηλής διακριτικότητας πρέπει να είναι μικρός, 1-2 δευτερόλεπτα, για την αποφυγή εκούσιων ή ακούσιων κινήσεων (καρδιακή λειτουργία). Για την ελάττωση του θορύβου (poise) που επιτυγχάνεται με μεγαλύτερο αριθμό φωτονίων, χρησιμοποιούμε αυξημένα στοιχεία δηλ. υψηλό kVp και περισσότερα mAs. Συνήθως γίνεται χρήση 120-140 kVp και 120-140 mAs με διάρκεια χρόνου 1-2 δευτερόλεπτων δηλ. 240-480 mAs. Τα στοιχεία αυτά χρησιμοποιούνται στα περισσότερα ιατρικά κέντρα. Ο σχετικά μικρός χρόνος ελαττώνει τα artifacts.

### IV. ΑΛΛΟΙ ΤΕΧΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ (MATRIX, FIELD OF VIEW)

Για την καλύτερη απεικόνιση των ανατομικών στοιχείων του πνευμονικού λοβιδίου και γενικότερα του πνευμονικού παρεγχύματος πρέπει να χρησιμοποιούμε μεγαλύτερη μήτρα (matrix). Σήμερα όλα τα νεότερα μηχανήματα έχουν μήτρα 512 x 512. Το μέγεθος του πεδίου της απεικόνισης (FOV) πρέπει να περιλαμβάνει όλο το εξεταζόμενο τμήμα του σώματος, στην προκειμένη περίπτωση τα δύο ημιθώρακια. Γι' αυτό χρειάζεται ένα πεδίο μεγέθους περίπου 35-40 εκ. Το μέγεθος του τετραγωνίδου (pixel), με μήτρα 512 x 512 είναι περίπου 0,7 χιλ. Όταν η εξέταση δείξει την ύπαρξη παθολογικής εξεργασίας σε ορισμένη ανατομική θέση που πρέπει να απεικονιστεί με μεγαλύτερη λεπτομέρεια, τότε αντί να γίνει απεικόνιση ολόκληρου του θώρακος, απεικονίζουμε μόνο το ένα ημιθώρακιο, όπου εντοπίζεται η παθολογική εξεργασία. Αν το πεδίο που θα χρησιμοποιήσουμε έχει διάμετρο περίπου 25 εκ., τότε το μέγεθος του τετραγωνίδου με την ίδια μήτρα είναι μικρότερο, περίπου 0,49 χιλ. Το μικρότερο μέγεθος αυτού με την ίδια μήτρα, 512 x 512, μας δίνει καλύτερη χωρική διακριτικότητα (spatial resolution) που μεταφράζεται σε εικόνα με περισσότερες λεπτομέρειες. Αυτό είναι ένα σημαντικό στοιχείο, αφού αντικειμενικός σκοπός της τεχνικής αυτής είναι η καλύτερη μελέτη

των μικρών ανατομικών στοιχείων και παθολογοανατομικών εξεργασιών. Είναι δυνατό να ελαττώσουμε ακόμη περισσότερο το απεικονιζόμενο πεδίο, π.χ. σε διάμετρο 12 εκ., που έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ελάττωση του μεγέθους των τετραγωνιδίων σε 0,24 χιλ., οπότε η εικόνα που έχουμε μας δίνει ακόμη περισσότερες λεπτομέρειες της περιοχής του θώρακος που θέλουμε να μελετήσουμε. Για την απεικόνιση μιας μικρής ανατομικής λεπτομέρειας απαιτούνται τουλάχιστον 2 τετραγωνίδια (pixels), ώστε να μπορούμε να την διακρίνουμε. Έτσι η διακριτική ικανότητα περιορίζεται θεωρητικά στην απεικόνιση ενός ανατομικού στοιχείου μεγέθους περίπου 0,5 χιλ., αφού χρειάζονται 2 pixels και το μέγεθος ενός pixel μπορεί να ελαττωθεί σε 0,24 χιλ. περίπου. Εν τούτοις, είναι δυνατόν χρησιμοποιώντας το σωστό αλγόριθμο με υψηλή χωρική διακριτικότητα (high spatial resolution), όπως είναι ο οστικός αλγόριθμος, να διακρίνουμε σημαντικές ανατομικές λεπτομέρειες μικρότερου πάχους, μέχρι 0,1 χιλ. όπως είναι τα μεσολοβίδια διαφράγματα. Αυτό οφείλεται στη μεγάλη διαφορά του δείκτη απορρόφησης που έχει ο ιστός των μεσολοβιδίων διαφραγμάτων από τον πολύ μικρότερο δείκτη απορρόφησης που έχει ο αέρας που τα περιβάλλει. Το ίδιο ισχύει και με τα μεσολοβίδια αγγεία που έχουν διάμετρο περίπου 0,3 χιλ. Η εξέταση πρέπει να γίνεται με την καθοδήγηση του ακτινολόγου που έχει επισημάνει την ακριβή περιοχή για τη μελέτη της παθολογικής εξεργασίας. Η λεπτομερειακή αυτή αναζήτηση και μελέτη απαιτούν περισσότερη απασχόληση του μηχανήματος και παρακολούθηση της εξέτασης από τον ακτινολόγο που καθοδηγεί τους χειριστές του μηχανήματος της αξονικής τομογραφίας.

### V. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΕΙΚΟΝΟΣ (WINDOW LEVEL - WINDOW WIDTH)

Η χρησιμοποίηση των κατάλληλων παραθύρων (windows) συμβάλλει στην καλύτερη απεικόνιση και μελέτη. Για τη διερεύνηση του πνευμονικού παρεγχύματος χρησιμοποιούμε window-level-700 και window width 1000 στην κλίμακα του Hounsfield. Όταν υπάρχουν διαγνωστικά προβλήματα πνευμονικών παθολογικών καταστάσεων κοντά στο θωρακικό τοίχωμα, για καλύτερη απεικόνιση και διαχωρισμό της παθολογικής εξεργασίας μπορεί να χρησιμοποιήσουμε window width 1500 ή και 2000. Η χρησιμοποίηση των τιμών αυτών όμως ελαττώνει το κοντράστ μεταξύ των αγγείων, των

βρόγχων και του αεροπληθούς πνευμονικού παρεγχύματος, γι' αυτό δε συνιστάται στην καθημερινή εξεταστική ρουτίνα.

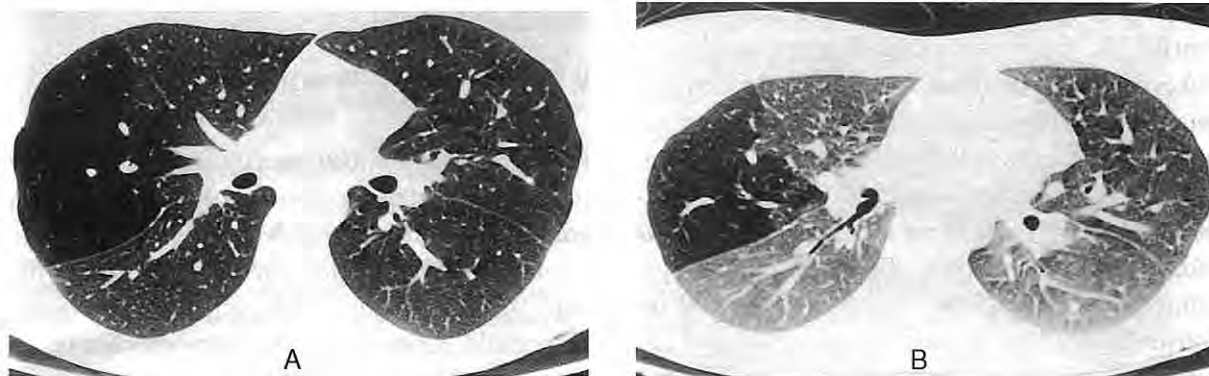
### ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΕΚΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΘΕΣΗΣ

Η εξέταση του αρρώστου, κατά κανόνα, γίνεται σε βαθιά εισπνευστική θέση. Η εξέταση όμως στην εκπνευστική θέση είναι χρήσιμη σε ορισμένες περιπτώσεις και εφαρμόζεται σε συνδυασμό και σύγκριση με την απεικόνιση του πνευμονικού παρεγχύματος στην εισπνευστική θέση. Τέτοιες ενδείξεις είναι περιπτώσεις αποφρακτικών παθήσεων του πνεύμονος, όπως είναι το εμφύσημα, οι κυστικές νόσοι του πνεύμονος, ή σε περιπτώσεις αρρώστων στους οποίους υπάρχει η υποψία του συνδρόμου James Swyer (Εικ. 2). Τελευταία χρησιμοποιείται και στην προεγχειρητική μελέτη για τη χειρουργική αφαίρεση περιοχών των πνευμόνων, μια τεχνική που αποσκοπεί στην ελάττωση του μεγέθους του όγκου των πνευμόνων, όταν η ελάττωση της πνευμονικής λειτουργίας οφείλεται στην ύπαρξη πολλών εμφυσηματικών περιοχών (Lung Reduction procedure). Αυτές οι εμφυσηματικές εστίες φυσιολογικά δε συμβάλλουν στη λειτουργικότητα των πνευμόνων, ενώ αντίθετα εμποδίζουν, λόγω της πιέσεως που εξασκούν, τη φυσιολογική λειτουργία των υγιέστερων τμημάτων των πνευμόνων. Η παρουσία των τμημάτων που πρέπει να αφαιρούνται χειρουργικά γίνεται φανερή με την εξέταση στην εκπνευστική θέση και σε σύγκριση που γίνεται με την εξέταση σε βαθιά εισπνευστι-

κή θέση. Οι περιοχές που κατακρατούν τον αέρα που έχει εγκλωβιστεί στην εκπνευστική φάση, σε σύγκριση με το υπόλοιπο πνευμονικό παρέγχυμα, είναι οι παθολογικές, απεικονίζονται ως ακτινοδιαφανείς και αφαιρούνται χειρουργικά με σημαντική βελτίωση της φυσιολογικής λειτουργίας του υπόλοιπου πνευματικού παρεγχύματος. Πρέπει να υπενθυμίσουμε ότι οι αναπνευστικές λειτουργικές δοκιμασίες που θέτουν τη διάγνωση μιας πνευμονικής δυσλειτουργίας δεν καταδεικνύουν την εντόπιση των παθολογικών εξεργασιών. Αυτή είναι μια πληροφορία πολύ βασική για το χειρουργό που πρόκειται να προβεί στη χειρουργική αφαίρεση μιας παθολογικής εστίας ή εστιών. Την πληροφορία αυτή την δίνει μόνο η ακτινολογική διερεύνηση με τον αξονικό τομογράφο και την τεχνική της υψηλής διακριτικότητας.

Φυσιολογικά η αύξηση της σκιερότητας του πνεύμονος σε μονάδες Hounsfield μεταξύ εισπνευστικής και εκπνευστικής θέσης είναι περίπου 100-150 μονάδες στην κλίμακα, με αύξηση των μονάδων στην εκπνευστική φάση. Η διαφορά αυτή σναστρέφεται στις παθολογικές περιοχές, όπου επέρχεται διάταση των εμφυσηματικών περιοχών από τον εγκλωβισμό του αέρος λόγω της απόφραξης των αγωγών του αέρος (βρόγχοι και βρογχιόλια) από τη στένωσή τους στην εκπνευστική θέση.

Η χρησιμοποίηση της τεχνικής της υψηλής διακριτικότητας στις περιπτώσεις αυτές για την απεικόνιση των παθολογικών εστιών μας δίνει την ακριβή εικόνα και έκταση της αποφρακτικής πνευμονοπάθειας.



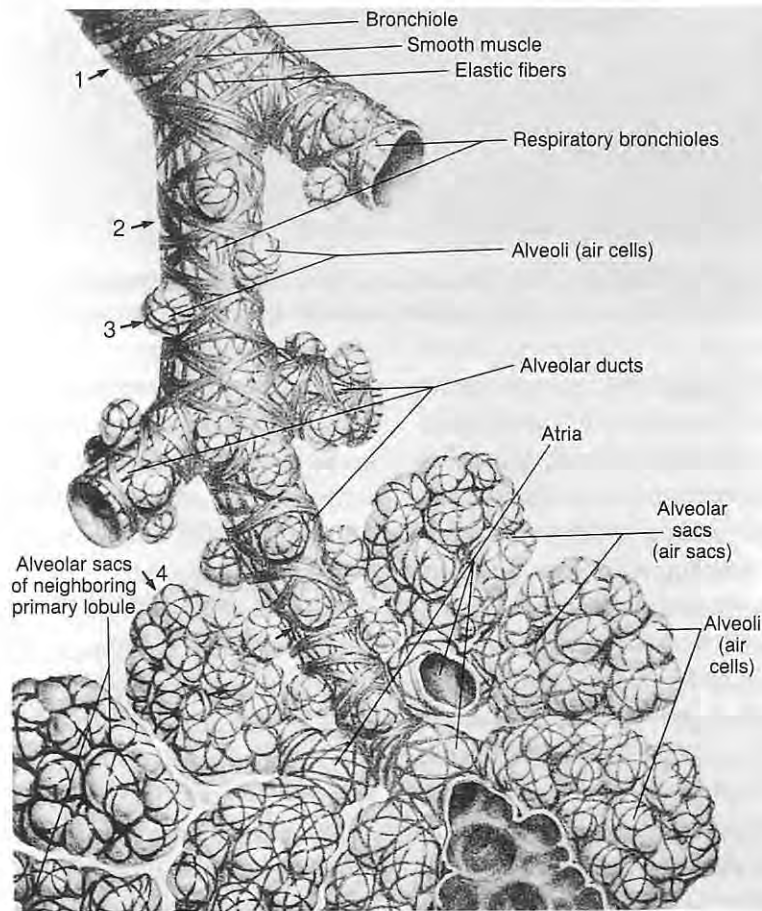
**Εικ. 2** Σύνδρομο Swyer James. Τεχνική υψηλής διακριτικότητας. **A** Εισπνευστική φάση: Παρατηρείται αυξημένη διαφάνεια του πλάγιου τμήματος του δεξιού μέσου λοβού. **B** Εκπνευστική φάση: Η αυξημένη διαφάνεια παραμένει, ενώ ελαττώνεται σημαντικά η διαφάνεια στο υπόλοιπο της τομής του αριστερού πνεύμονος που είναι φυσιολογικό, αφού ο αέρας είναι λιγότερος με αυξημένο τον πνευμονικό ιστό κατά κυβικό εκ. στην εκπνευστική θέση. Ο αέρας έχει εγκλωβισθεί στο παρέγχυμα που αντιστοιχεί στο πλάγιο τμήμα του μέσου λοβού στην εκπνευστική θέση στο παθολογικό αυτό τμήμα που οφείλεται σε αποφρακτική βρογχιολίτιδα στην παιδική συνήθως ηλικία.

Πριν κλείσουμε τη σύντομη αυτή εισαγωγή στην τεχνική της υψηλής διακριτικότητας, πρέπει να αναφέρουμε ότι η νεότερη μέθοδος της ελικοειδούς αξονικής τομογραφίας δεν παρουσιάζει πλεονεκτήματα στις ενδείξεις για τις οποίες χρησιμοποιούμε την τεχνική της υψηλής διακριτικότητας. Η συνεχής κίνηση του αρρώστου που είναι μέρος της μεθόδου της ελικοειδούς αξονικής τομογραφίας αποτελεί μάλλον μειονέκτημα για την λεπτομερή εξέταση υψηλής διακριτικότητας που πρέπει να γίνεται με πλήρη ακινησία του αρρώστου και με τομές που είναι πολύ λεπτές όχι περισσότερο από 1-1,5 χιλ. Στη σπειροειδή αξονική τομογραφία λόγω της ταυτόχρονης με την εξέταση κίνησης του αρρώστου το εξεταζόμενο πάχος της τομής είναι ουσιαστικά μεγαλύτερο, ώστε οι λοβιδικές ανατομικές λεπτομέρειες μεγέθους 0,2-0,5 χιλ. υπολείπονται στην απεικόνιση σε σχέση με την τεχνική υψηλής διακριτικότητας. Γενικά η τεχνική της υψηλής διακριτικότητας χρησιμοποιείται πιο συχνά στη μελέτη των νοσημάτων

που προσβάλλουν διάχυτα το πνευμονικό παρέγχυμα, ενώ η σπειροειδής τεχνική πλεονεκτεί στην εξέταση εντοπισμένων παθολογικών εξεργασιών, όπως είναι οι μονήρεις ή μεταστατικές παθολογικές εξεργασίες, γιατί σ' αυτήν όλες οι τομές γίνονται χωρίς τη διακοπή με τις αλληπάλληλες αναπνευστικές κινήσεις για κάθε τομή, που δυνατόν να έχουν διάφορο βάθος, με αποτέλεσμα να διαφύγει μια παθολογική εξεργασία.

### ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΑΝΑΤΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΠΝΕΥΜΟΝΟΣ

Η ερμηνεία και η κατανόηση των εικόνων που μας δίνει η τεχνική της υψηλής διακριτικότητας του αξονικού τομογράφου προϋποθέτουν την εξοικείωση με την ανατομική υφή του πνεύμονος και ιδιαίτερα με αυτήν της ανατομικής μονάδας του πνευμονικού παρεγχύματος, δηλ. του πνευμονικού λοβιδίου και των στοιχείων που το αποτελούν (Εικ. 3, 4).



**Εικ. 3** Τελικοί αεροφόροι χώροι του πνεύμονος. Σχηματική παράσταση πνευμονικού λοβιδίου (NETTER). 1. Τελικό βρογχίολιο. 2. Αναπνευστικό βρογχίολιο. 3. Κυψελίδα στο τοίχωμα αναπνευστικού βρογχίολιου. 4. Κυψελίδες κυψελιδικών σάκκων.