

# Πρόσφατες Εξελίξεις και Δυνατότητες στην Υπερηχογραφική Απεικόνιση του Ουροποιητικού συστήματος του Παιδιατρικού Ασθενή

Παπαδοπούλου Φ., Ντούλια Κ.

• Εργαστήριο Κλινικής Ακτινολογίας και Απεικόνισης Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Η υπερηχογραφία αποτελεί πρώτης γραμμής μέθοδο απεικόνισης του ουροποιητικού συστήματος στην παιδική και βρεφική ηλικία και συχνά είναι σε θέση να καταλήξει με μεγάλη ακρίβεια στην τελική διάγνωση. Οι πρόσφατες εξελίξεις, που αφορούν σε ηχομετατροπείς (κεφαλές) και σε εξειδικευμένες τεχνικές, έχουν σαν αποτέλεσμα την δυνατότητα λήψης εικόνων υψηλής ευκρίνειας και περαιτέρω αύξηση του διαγνωστικού φάσματος της υπερηχογραφίας.

Προϋπόθεση για την μεγαλύτερη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των σύγχρονων υπερηχογράφων είναι η καλή προετοιμασία των ασθενών, όπως είναι η επαρκής ενυδάτωση καθώς και η σχολαστική-συστηματική απεικόνιση όλων των δομών που απαρτίζουν το ουροποιητικό σύστημα. Απαραίτητα, η εξέταση θα πρέπει να περιλαμβάνει την απεικόνιση του κατώτερου τμήματος των ουρητήρων και της ουροδόχου κύστης, μετά από επαρκή πλήρωση και μετά ούρηση. Πέραν τούτων, είναι πολύ σημαντικό να εφαρμόζονται οι νεώτερες τεχνικές όπου αυτό είναι δυνατόν ώστε να βελτιστοποιείται η απεικόνιση.

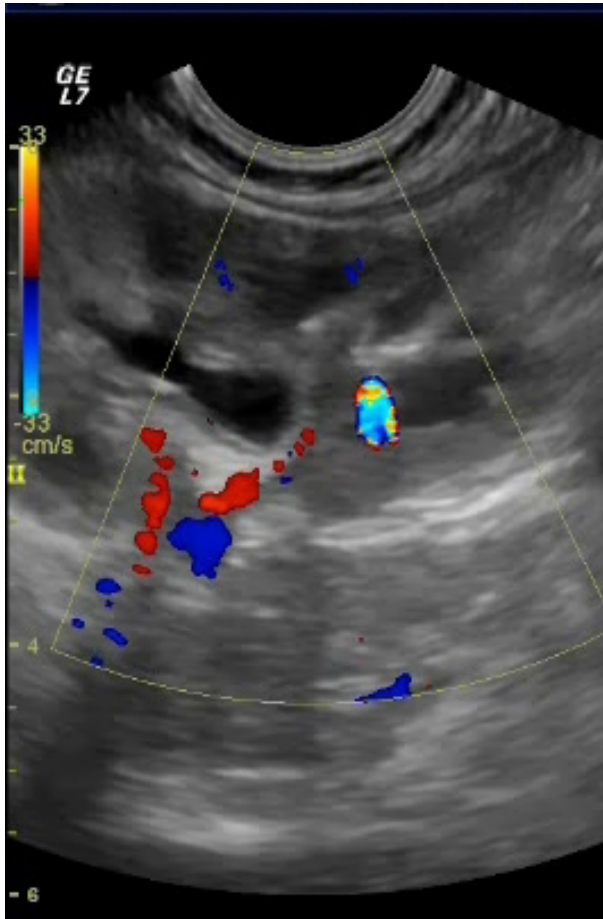
Η αρμονική απεικόνιση στηρίζεται όχι στις ανακλώμενες θεμελιώδεις συχνότητες των υπερήχων, αλλά στις αρμονικές συχνότητες, που παράγονται από τους ιστούς ή τις φυσαλίδες της σκιαγραφικής ουσίας. Αποτέλεσμα είναι η βελτίωση της διαγραφής των ορίων και του εσωτερικού ιδίως των κυ-

στικών δομών και η εξάλειψη των τεχνικών σφαλμάτων (artefacts).

Η περινεϊκή προσπέλαση με υψηλής συχνότητας κεφαλές επιτρέπει την λεπτομερή απεικόνιση της ουρήθρας και του εδάφους της ουροδόχου κύστεως, έτσι ώστε να είναι πλέον δυνατή η απεικόνιση των παθήσεων της ουρήθρας, όπως οι βαλβίδες της οπίσθιας ουρήθρας ή των λειτουργικών διαταραχών της κύστεως, όπως είναι η αστάθεια της κύστεως και η ασυνέργεια εξωστήρα μυός κύστεως-έξω σφιγκτήρα ουρήθρας .

Οι δυνατότητες της απεικόνισης με σύγχρονες τεχνικές Doppler έχουν βελτιώσει σημαντικά την ποιότητα της εικόνας και έχουν διευρύνει τις εφαρμογές της μεθόδου. Η υψηλότερη ευαισθησία της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφίας έχει σαν αποτέλεσμα την δυνατότητα απεικόνισης ακόμη και των περιφερικών αγγειακών κλάδων της νεφρικής αρτηρίας.

Επίσης με τη χρήση της έγχρωμης Doppler υπερηχογραφίας είναι δυνατόν να απεικονισθούν με μεγάλη ακρίβεια ουρόλιθοι καθώς και εστίες νεφρασβέστωσης σε θηλές ή πυραμίδες, χάρη στο φαινόμενο «twinkling», που προκαλείται από την ταλάντωση των κρυστάλλων των λίθων όταν προσπέσει η δέσμη των υπερήχων σε αυτούς (εικ.1 ). Παρόμοια εικόνα χρωματικής μείξης (aliasing) προκαλείται και από στροβιλώδη ή υψηλής ταχύτητας ροή με αποτέλεσμα να καθίσταται ευκολό-



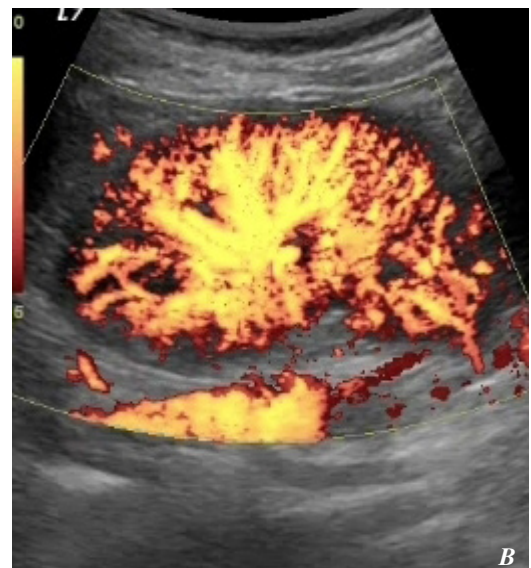
**Εικ. 1** Σημείο “twinkling” με το έγχρωμο Doppler, από μικρό ουρόλιθο σε κάλυκα του κάτω πόλου του νεφρού (περιοχή χρωματικής μείξης αποχρώσεων του μπλε και κόκκινου).

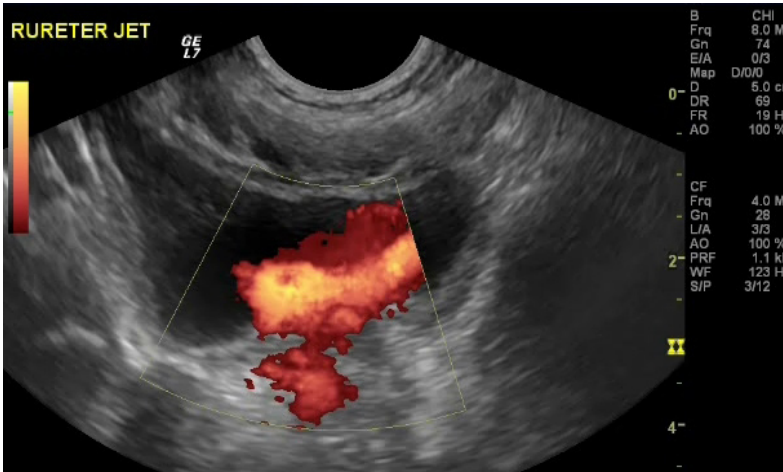
τερη η διάγνωση αγγειακών βλαβών, όπως είναι η αρτηριοφλεβώδης επικοινωνία και η στένωση της νεφρικής αρτηρίας.

Η έγχρωμη δυναμική υπερηχογραφία (Power Doppler Sonography), η οποία απεικονίζει τον όγκο παρά την ταχύτητα ροής, έχει υψηλή ευαισθησία στα σύγχρονα μηχανήματα υπερήχων. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δυνατότητα απεικόνισης της αγγείωσης του νεφρικού παρεγχύματος μέχρι την περιφέρεια του φλοιού. Έτσι περιοχές του παρεγχύματος με ισχαιμία μπορούν να απεικονισθούν με μεγάλη ακρίβεια, όπως για παράδειγμα σε περιπτώσεις απόφραξης ενδονεφρικών αγγειακών κλάδων ή σε περιπτώσεις οξείας εστιακής πυελονεφρίτιδας (εικ.2). Με το έγχρωμο δυναμικό Doppler μπορεί ακόμη να απεικονισθεί η ροή των ούρων από τους ουρητήρες στην ουροδόχο κύστη (ureteral jet) με την προϋπόθεση ότι έχει προηγηθεί επαρκής ενυδάτωση (εικ. 3). Η απεικόνιση αυτή δίδει σημαντικές πληροφορίες για την βατότητα και τον περισταλτισμό των ουρητήρων και εμμέσως για την λειτουργικότητα των νεφρών.

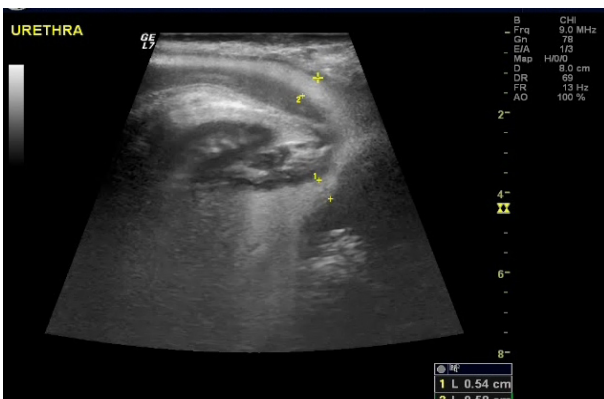
Η τρισδιάστατη απεικόνιση με υπερήχους δίνει τη δυνατότητα απεικόνισης του ουροποιητικού συστήματος σε τρία επίπεδα, με αποτέλεσμα την πιστότερη και πληρέστερη αποτύπωση των οργάνων, ιδίως σε περιπτώσεις σημαντικής υδρονέφρωσης ή πολύπλοκης παθολογικής εξεργασίας. Ακόμη, με την 3-D υπερηχογραφία είναι δυνατός ο ακριβέστερος υπολογισμός του όγκου του νεφρικού παρεγχύματος, καθώς και η εικονική αναπα-

**Εικ. 2** Δυναμικό έγχρωμο Doppler (Power Doppler) σε οξεία πυελονεφρίτιδα. Στην οξεία φάση παρατηρούνται στους πόλους περιοχές μειωμένης αγγείωσης, λόγω διάμεσον οιδήματος (2α), που αποκαθίσταται 6 μήνες μετά την λοίμωξη (2β).





**Εικ. 3** Ροή ούρων από τον δεξιό ουρητήρα στην ουροδόχο κύστη (ureteral jet) σε δυναμικό έγχρωμο Doppler (Power Doppler).



**Εικ. 4** Φυσιολογική ουρήθρα αγοριού κατά την ούρηση σε υπερηχογραφική ανιούσα κυστεογραφία (VUS).



**Εικ. 5** Παλινδρόμηση ηχογενών μικροφουσαλίδων του σκιαγραφικού Sonovue (4ου βαθμού ΚΟΥΠ) στο κάτω πυελοκαλυκτικό σύστημα του δεξιού νεφρού, ο οποίος εμφανίζει πλήρη διπλασιασμό, ενώ το άνω σύστημα απεικονίζεται φυσιολογικά στην υπερηχογραφική κυστεογραφία.

ράσταση της εσωτερικής επιφάνειας της ουροδόχου κύστεως (εικονική κυστεοσκόπηση).

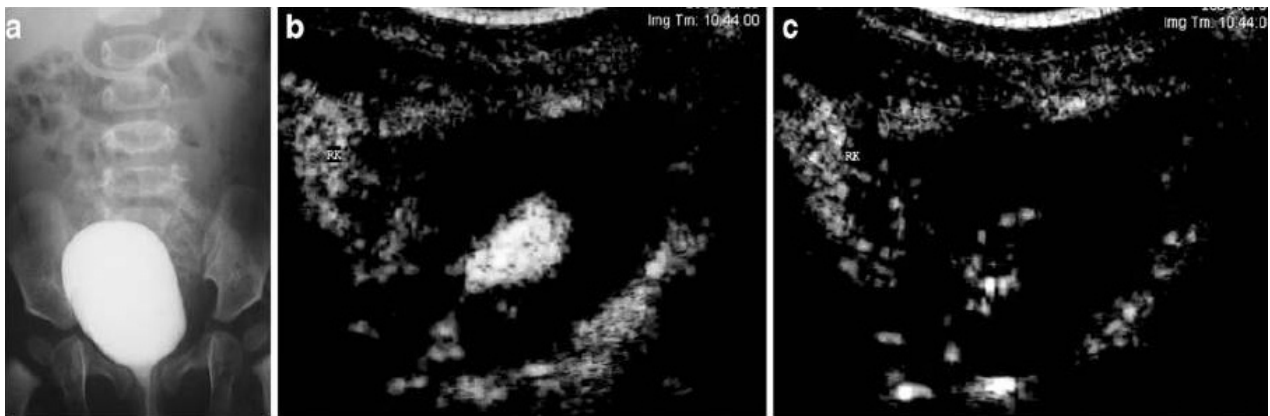
Η υπερηχογραφική ανιούσα κυστεογραφία με σκιαγραφικό αποτελεί την τελευταία δεκαετία αξι-

όπιστη εναλλακτική μέθοδο ανάδειξης της κυστεοουρηθρικής παλινδρόμησης και σε πολλές περιπτώσεις έχει υποκαταστήσει τις κλασσικές μεθόδους, δηλαδή την ραδιοϊσοτοπική και την ανιούσα ακτινοσκοπική κυστεογραφία. Η παραγωγή σκιαγραφικών ουσιών που περιέχουν σταθεροποιημένες μικροφουσαλίδες έδωσε μεγάλη ώθηση στη διάγνωση της ΚΟΥΠ με υπερήχους. Το **Levovist (Bayer-Schering, Berlin, Germany)** αποτέλεσε για πολλά χρόνια την πρώτη σκιαγραφική ουσία για το σκοπό αυτό. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται το **SonoVue (Bracco, Milan, Italy)** σκιαγραφική ουσία 2<sup>ης</sup> γενιάς, η οποία περιέχει μικροφουσαλίδες εξαφθοριούχου θείου, σταθεροποιημένες με κέλυφος φωσφολιπιδίων. Και οι δύο σκιαγραφικές ουσίες είναι ασφαλείς και δεν έχουν αναφερθεί σοβαρές παρενέργειες κατά την ενδοκυστική τους χρήση. Η υπερηχογραφική ανιούσα κυστεογραφία προϋποθέτει και αυτή, όπως και οι κλασσικές μέθοδοι, καθετηριασμό της ουροδόχου κύστεως και εισαγωγή σκιαγραφικής ουσίας υπερήχων. Η εξέταση αρχίζει με τον προκαταρκτικό τυπικό έλεγχο νεφρών-ουρητήρων-κύστεως. Ακολουθεί καθετηριασμός της ουροδόχου κύστεως και εισαγωγή φυσιολογικού ορού και της σκιαγραφικής ουσίας. Κατά την διάρκεια της πλήρωσης της κύστεως εξετάζονται υπερηχογραφικά η ουροδόχος κύστη και οι ουρητήρες σε ύπτια θέση. Οι νεφροί εξετάζονται σε πρηνή θέση τόσο κατά την πλήρωση όσο και κατά την ούρηση. Κατά την ούρηση ελέγχεται και η ουρήθρα σε ύπτια θέση (εικ. 4). Η διάγνωση της κυστεοουρηθρικής παλινδρόμησης στηρίζεται στην απεικόνιση μικροφουσαλίδων σκιαγραφικού στους ουρητήρες ή στο πυελοκαλυκτικό σύ-

στημα (εικ. 5). Η ταξινόμησή της γίνεται με τρόπο παρόμοιο με αυτόν του διεθνούς συστήματος ταξινόμησης της παλινδρόμησης στην κλασική κυστεογραφία. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της υπερηχογραφικής κυστεογραφίας είναι ότι στερείται ιοντίζουσας ακτινοβολίας. Επί πλέον έχει μεγαλύτερη ευαισθησία στην ανίχνευση της παλινδρόμησης σε σύγκριση με την ακτινοσκοπική και την ραδιοϊσοτοπική κυστεογραφία (εικ.6). Μετά την ανάπτυξη τεχνικών απεικόνισης αρμονικών συχνοτήτων και την ανάπτυξη λογισμικών εξειδικευμένων

αποκλειστικά σε σκιαγραφικά  $^{215}$  γενιάς (contrast specific software) με χαμηλό μηχανικό δείκτη, αυξήθηκε περαιτέρω η αξιοπιστία της μεθόδου και έγινε ευκολότερη από τεχνική άποψη η υπερηχογραφική ανάδειξη της παλινδρόμησης.

Τέλος, η υπερηχογραφία με ενδοφλέβια χρήση σκιαγραφικών τα τελευταία χρόνια έχει βρει αρκετές εφαρμογές σε ενήλικες κυρίως, αλλά και σε παιδιά, βελτιώνοντας σημαντικά τη δυνατότητα απεικόνισης του νεφρικού τραύματος, όγκων, αγγειακών και άλλων βλαβών.



**Εικ. 6** Κυστεοσπρητηρική παλινδρόμηση 3ου βαθμού στον δεξιό νεφρό αναδεικνύεται μόνο στην υπερηχογραφική κυστεογραφία (b) σαν αυξημένη ηχογεννητικότητα σε πρόγραμμα σκιαγραφικού, ενώ η ακτινοσκοπική κυστεογραφία είναι αρνητική για ΚΟΥΠ (a). Ο δεξιός νεφρός σε ίδια εγκάρσια τομή, πριν την χορήγηση του σκιαγραφικού Sonovue, απεικονίζεται με χαμηλή ηχογεννητικότητα (c).