

PR13: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΟΔΟΣ ΣΤΗΝ ΜΕΤΡΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΔΟΝΕΦΡΙΚΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Ηλίας Κανακάκης, Αθανάσιος Κοπανίδης, Λούης Γιάγκου, Ιωάννης Δαμακούδης, Χρήστος Γιαννούλης, Χρυσάφης Πιπιγκάκης, Αριστείδης Ζαρογιάννος, Μαρίνος Μπερδεμπές, Βασίλειος Τζελέπης



Νοσηλευτικό Ίδρυμα
Μετοχικού Ταμείου Στρατού

Σκοπός:

Η ιδέα της μέτρησης της ενδονεφρικής πίεσης (IRP) αναπτύχθηκε ήδη από τις πρώτες υδροδυναμικές μελέτες του ανώτερου ουροποιητικού τη δεκαετία του 1970. Με την εξέλιξη των τεχνικών ενδοουρολογίας, η ανάγκη για συνεχή παρακολούθηση της IRP έγινε κρίσιμη, ιδίως στην RIRS (Retrograde IntraRenal Surgery), λόγω της συσχέτισής της με επιπλοκές όπως η ουροσθήψη και οι μηχανικές κακώσεις. Προς αυτήν την κατεύθυνση, έχουν αναπτυχθεί τεχνολογίες όπως τα FANS (Flexible And Navigable Sheaths), που ενώ δεν καταγράφουν με ακρίβεια την IRP, συμβάλλουν έμμεσα στη μείωσή της μέσω ενεργητικής αναρρόφησης. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανασκόπηση της τεχνολογικής εξέλιξης των μεθόδων μέτρησης της IRP και η αξιολόγηση της επίδρασής τους στην ασφάλεια των ασθενών.

Υλικό και Μέθοδος:

Πραγματοποιήθηκε συστηματική ανασκόπηση της βιβλιογραφίας μέσω PubMed και PMC, εστιάζοντας σε μελέτες από το 1970 έως το 2025. Επιλέχθηκαν άρθρα που περιγράφουν τεχνικές μέτρησης IRP και τη σύνδεσή τους με κλινικά ή πειραματικά δεδομένα.

Αποτελέσματα:

Η μέτρηση της IRP εξελίχθηκε ως εξής:

- 1970s–1980s: Αναλογικά μανόμετρα υδραργύρου συνδεδεμένα με ουρητηρικούς ή καθετήρες νεφροστομίας [1,2].
- 2000s: Ψηφιακοί μικροαισθητήρες πίεσης σε in vivo εφαρμογές [3].
- 2010s: Χρήση ουρητηρικών θηκών (UAS) για έμμεση διαχείριση της πίεσης [4]., Οπτικοί αισθητήρες πίεσης και 3D in vitro μοντέλα [5].
- 2020s: Ουρητηροσκόπια με ενσωματωμένους αισθητήρες πίεσης, συστήματα αυτορρύθμισης με χρήση τεχνητής νοημοσύνης (AI) και MEMS-enabled (Micro-Electro-Mechanical Systems) ουρητηρικά stents [6, 7].

Η σύγχρονη κατηγοριοποίηση των συστημάτων μέτρησης IRP περιλαμβάνει:

- α) ενδοπροωθούμενα σύρματα με αισθητήρες πίεσης (π.χ. COMET™, PressureWire™ X),
- β) ουρητηροσκόπια με ενσωματωμένους αισθητήρες (π.χ. LithoVue™ Elite),
- γ) συστήματα αυτορρύθμισης πίεσης και θερμοκρασίας (π.χ. iMIMERsys™, Tidor™),
- δ) MEMS-enabled stents.

Η τεχνολογική πρόοδος κατευθύνεται πλέον προς την αυτόνομη, real-time καταγραφή και παρέμβαση στην IRP.

Συμπεράσματα:

Η μέτρηση της IRP εξελίχθηκε από απλά αναλογικά μανόμετρα σε δυναμικά συστήματα παρακολούθησης υψηλής ακρίβειας. Η ενσωμάτωση τεχνολογιών real-time και τεχνητής νοημοσύνης αναμένεται να βελτιώσει περαιτέρω την ασφάλεια των επεμβάσεων RIRS.

Βιβλιογραφία:

1. Hinman F. Hydrodynamics of the upper urinary tract. Invest Urol. 1976;13(2):117-122. PMID: 942386
2. Griffith DP, et al. Ureteral pressure profiles in normal and obstructed systems. J Urol. 1982;127(5):963-965. PMID: 7076906
3. Rehman J, et al. Intraoperative measurement of intrarenal pressure during flexible ureteroscopy. J Endourol. 2003;17(6):429-432. PMID: 14588158
4. Traxer O, Thomas A. Prospective evaluation of ureteral injuries from access sheath insertion. J Urol. 2013;189(2):580-584. PMID: 23017518
5. Doizi S, et al. Comparison of intrarenal pressure during flexible ureteroscopy with or without a ureteral access sheath. J Endourol. 2018;32(10):847-853. PMID: 29718870
6. Li J, et al. Real-time intrarenal pressure monitoring during flexible ureteroscopy using a novel pressure-sensing ureteroscope. World J Urol. 2024;41(5):1231-1237. PMID: 40059027
7. Zhao Y, et al. Evaluation of a novel ureteroscope with integrated pressure sensor for IRP monitoring. BJU Int. 2024;133(2):345-352. PMID: 39992552