

64-Slice CT urography: 30 months of clinical experience

Uro-TC con apparecchiatura a 64 strati: 30 mesi di esperienza clinica

P. Martingano¹ · F. Stacul² · M. Cavallaro¹ · F. Casagrande¹ · S. Cernic¹ · M. Belgrano¹
M. Cova¹

¹U.C.O. di Radiologia, Ospedale di Cattinara, Azienda Ospedaliero-Universitaria, Ospedali Riuniti di Trieste, Strada di Fiume 447, 34149 Trieste, Italy

²S.C. di Radiologia, Ospedale Maggiore, Azienda Ospedaliero-Universitaria, Ospedali Riuniti di Trieste, Piazza Ospitale 1, 34129 Trieste, Italy

Correspondence to: P. Martingano, Tel.: +39-040-3994372, Fax: +39-040-3994500, e-mail: pmartingano@sirm.org

Received: 11 June 2009 / Accepted: 10 November 2009 / Published online: 23 June 2010

© Springer-Verlag 2010

Abstract

Purpose. This study sought to assess the diagnostic accuracy of 64-slice computed tomography urography (CTU) in evaluation of the urinary tract.

Materials and methods. A total of 322 CTU procedures were carried out in 317 consecutive patients (mean age 64.4 years). The findings were compared with previous and subsequent patient workup considering both laboratory and imaging studies, such as urine cytology, abdominal ultrasound and CT, cystoscopy, retrograde pyelography, surgery and pathology.

Results. Out of 322 CTU examinations, 169 showed significant urinary tract changes, whereas 153 revealed no urinary disease, in good agreement with the follow-up. In particular, in bladder evaluation, for which we have a direct comparison with cystoscopy in 125 patients, we calculated a CTU sensitivity, specificity, positive predictive value (PPV), negative predictive value (NPV) and diagnostic accuracy of 85%, 94%, 92%, 89% and 90%, respectively.

Conclusions. CTU was accurate for urinary tract evaluation, but it cannot replace cystoscopy in patients in whom a malignant bladder disease is suspected.

Keywords Multislice computed tomography · CT urography · Urinary tract · Kidney · Bladder

Riassunto

Obiettivo. Scopo del nostro lavoro è stato valutare l'accuratezza diagnostica dell'uro-tomografia computerizzata (TC) eseguita con apparecchiatura a 64 strati nella valutazione delle patologie della via escretrice.

Materiali e metodi. Sono stati effettuati 322 esami uro-TC su 317 pazienti consecutivi (età media 64,6 anni). L'esito è stato confrontato con il precedente e successivo iter diagnostico seguito dal paziente, tenendo in considerazione sia gli esami laboratoristici e strumentali, quali citologia urinaria, ecografia e TC addominale, cistoscopia, cistouretrografia retrograda, sia gli eventuali interventi chirurgici con relativa diagnosi istologica.

Risultati. Tra le 322 uro-TC eseguite, 169 hanno individuato significative alterazioni a carico dell'apparato urinario e 153 non hanno evidenziato aspetti di rilievo, con buona concordanza al follow-up. In particolare a livello vescicale, ove possediamo in 125 pazienti un riscontro diretto dei reperti mediante cistoscopia, abbiamo rilevato un valore di sensibilità dell'85%, una specificità del 94%, un valore predittivo positivo del 92%, un valore predittivo negativo dell'89%, per una accuratezza diagnostica del 90%.

Conclusioni. L'uro-TC si è dimostrata un esame accurato per lo studio della via escretrice, ma non può sostituirsi all'esecuzione di un esame cistoscopico nello studio dei pazienti con sospetta patologia neoplastica vescicale.

Parole chiave Tomografia computerizzata multistrato · Uro-TC · Via escretrice urinaria · Rene · Vescica

Introduction

Intravenous urography (IVU) has been the imaging modality of choice for morphological study of the urinary tract ever since its introduction into clinical practice in the 1930s. However, in recent decades, its role has been progressively downgraded as a result of the technological advances of other imaging techniques, such as ultrasound, computed tomography (CT) and magnetic resonance imaging (MRI) [1–4]. With the advent of CT, the use of a hybrid technique was proposed for studying the urinary tract. This consisted of either a CT study followed by IVU during the same session to obtain detailed and panoramic information about the urinary tract, or CT targeted at the kidneys and urinary sites of the findings identified at the previous IVU study [1, 5]. These solutions are clearly demanding in organisational terms, as they require the coordinated availability of two different radiology sections and expose the patient to a substantial dose of ionising radiation.

The development of multidetector CT (MDCT) systems has provided the possibility of obtaining a high spatial resolution in the three Cartesian axes and, combined with advanced postprocessing techniques, allows for urogram-like, diagnostic-quality images of the urinary tract associated with the typical renal and extrarenal information of a CT examination [5–9]. These advances have led to CT urography, defined by the members of the CT Urography Working Group of the European Society of Urogenital Radiology (ESUR) as a “diagnostic examination optimized for imaging the kidneys, ureters and bladder. The examination involves the use of multidetector CT with thin-slice imaging, intravenous administration of a contrast medium, and imaging in the excretory phase” [9]. CT urography, especially when performed with the multiphase technique, is associated with high radiation doses (10–35 mSv, depending on the number of phases), and this is the main barrier to its widespread use [4, 9–11]. However, as with IVU, CT cannot be considered a standardised examination, and optimisation of CT urography to limit radiation dose involves the use of protocols employing fewer scans and modulation of the study based on the clinical question.

The aim of this study was to evaluate the diagnostic accuracy of CT urography performed with a 64-slice CT scanner and using a dose-limiting technique consisting of a biphasic, unenhanced nephrographic- and excretory-phase protocol involving injection of contrast material as a split bolus after intravenous administration of a diuretic (furosemide).

Introduzione

L'urografia è stata la metodica radiologica utilizzata in modo elettivo per lo studio morfologico delle vie escrettrici urinarie fin dalla sua introduzione nella pratica clinica nel 1930, ma negli ultimi decenni il suo ruolo si è progressivamente ridimensionato alla luce degli sviluppi tecnologici e dell'introduzione di altre tecniche radiologiche, in particolare ecografia, tomografia computerizzata (TC) e risonanza magnetica (RM) [1–4]. Con l'avvento della TC alcuni autori proposero una tecnica ibrida per lo studio delle vie escrettrici, in cui nella stessa seduta era eseguito un esame TC con successiva documentazione urografica per ottenere informazioni dettagliate e panoramiche sulla via escrettrice, oppure un approfondimento mediante TC mirata dopo l'urografia con lo studio dei reni e delle sedi ove erano stati individuati eventuali reperti [1, 5]. Tali soluzioni risultano ovviamente impegnative dal punto di vista organizzativo, perché richiedono la disponibilità coordinata di due diverse sezioni radiologiche ed espongono inoltre il paziente ad una dose di radiazioni considerevole.

Lo sviluppo di sistemi TC multidetettore ha ora fornito la possibilità di ottenere un'elevata risoluzione spaziale sui tre assi cartesiani ed essa, in associazione ad un post-processing avanzato, consente di ottenere immagini delle vie escrettrici di qualità diagnostica simil-urografica cui si associa il bagaglio informativo renale ed extra-renale tipico dell'esame TC [5–9]. È nata così l'uro-TC, definita dai membri del CT Urography Working Group della Società Europea di Radiologia Urogenitale (ESUR), come un “esame diagnostico ottimizzato per l'imaging dei reni, degli ureteri e della vescica, che necessita l'uso di un'apparecchiatura TC multidetettore, con acquisizione di immagini a strato sottile, somministrazione endovenosa di mezzo di contrasto ed una scansione ottenuta in fase escretoria” [9]. L'uro-TC, in particolare quando eseguita con tecnica multifasica, è un esame ad elevata dose di radiazioni (da 10 a 35 mSv a seconda del numero di fasi) ed è attualmente questo il vero problema che ne può limitare l'utilizzo [4, 9–11]. Analogamente a quanto avveniva con l'esame urografico, anche l'uro-TC non può essere considerata un esame standardizzato. L'ottimizzazione dell'uro-TC prevede infatti l'utilizzo di protocolli a minor numero di scansioni, con modulazione dell'esame in base al quesito clinico, e ciò contribuisce a contenere la dose di radiazioni.

Lo scopo di questo studio è stato quello di valutare l'accuratezza diagnostica dell'esame uro-TC eseguito con apparecchiatura TC a 64 strati utilizzando una tecnica tesa

Materials and methods

Patients

The study was conducted from January 2006 to June 2008 on 317 consecutive patients (111 women and 206 men), mean age 64.6 (range 18–92) years. All patients underwent CT urography for a total of 322 examinations, as five patients were studied twice during the 30-month study period. Indications for CT urography are shown in Table 1. The most common was the study of monosymptomatic haematuria (183 patients, 56.8%). We focused our correlation analysis on the 264 patients assessed for a possible urothelial neoplasm, because for this category of patients, we often had available a subsequent finding capable of validating the CT urography result. We therefore considered patients referred to our centre for haematuria, unexplained urinary tract dilatation, cytology positive for the presence of atypical or malignant cells, positive cystoscopy and those being followed up for previous urothelial neoplasm.

a limitare considerevolmente la dose al paziente, ovvero con un protocollo a due fasi, diretta e nefro-escretoria, che richiede l'iniezione del mezzo di contrasto a doppio bolo (split bolus technique), dopo somministrazione per via endovenosa di diuretico (furosemide).

Materiali e metodi

Pazienti

Lo studio è stato condotto da gennaio 2006 a giugno 2008 su 317 pazienti consecutivi (111 di sesso femminile e 206 di sesso maschile), con età media di 64,6 anni (range 18–92 anni). Essi sono stati sottoposti ad uro-TC, per un totale di 322 esami, in quanto cinque pazienti sono stati sottoposti all'indagine due volte nel corso dei 30 mesi di studio. Le indicazioni all'esecuzione dell'uro-TC sono riassunte in Tabella 1. L'indicazione principale è stata lo studio dell'ematuria monosintomatica (183 pazienti, 56,8%). Abbiamo

Table 1 Computed tomography urography indications

Indications (322 cases)	Number	Percent
Haematuria	183	56.8
Known urothelial neoplasm	27	8.4
Previous urothelial neoplasm	20	6.2
Hydronephrosis	20	6.2
Positive urine cytology	14	4.3
Acute/chronic flank pain	10	3.1
Stones	10	3.1
Positive or doubtful ultrasound	8	2.5
Chronic or recurrent infections	8	2.5
Postsurgical follow-up	4	1.3
Congenital anomalies	4	1.3
Iatrogenic trauma	3	0.9
Other	11	3.4

Tabella 1 Indicazioni all'esecuzione dell'esame uro-TC

Indicazioni (322 casi)	Numero	Percentuale
Ematuria	183	56,8
Nota neoplasia uroteliale	27	8,4
Pregressa neoplasia uroteliale	20	6,2
Dilatazione delle vie escrettrici	20	6,2
Citologia urinaria positiva	14	4,3
Dolore al fianco/colica	10	3,1
Litiasi	10	3,1
Ecografia positiva o dubbia	8	2,5
Infezioni croniche o ricorrenti	8	2,5
Controllo post intervento chirurgico	4	1,3
Anomalie anatomiche	4	1,3
Danni iatrogeni	3	0,9
Altro	11	3,4

CT urography

All CT urography studies were conducted on a 64-slice MDCT system (Aquilion 64, Toshiba Medical Systems, Tokyo, Japan). No preliminary patient preparation was required except for emptying of the bladder immediately before entering the CT suite. Patients were placed in a supine position on the CT patient table, and an arm vein was cannulated with an 16-gauge needle cannula through which 0.1 mg/kg furosemide was injected immediately before obtaining the scout images. The diuretic was used in all but the first eight patients; subsequently, given the poor results obtained in these cases, it was decided to introduce diuretic administration as an integral part of the study protocol. No patient had contraindications to the use of furosemide.

In almost all patients, a preliminary low-dose unenhanced scan extending from the upper pole of the kidneys to the bladder base was acquired at 120 kV and with automatic current modulation. Contrast-enhanced scans were performed with the split-bolus technique whereby a first dose of contrast medium of 400 mgI/kg was injected at 2 ml/s, followed by an interval of 7 min, and a second bolus of 200 mgI/kg at a rate of 2 ml/s. We used nonionic contrast media at concentrations varying between 320 and 370 mgI/ml (Visipaque 320, Iomeron 350, Ultravist 370).

The nephrographic-excretory phase scan was acquired at 110 s after the beginning of injection of the second bolus, with the following parameters: collimation 64×0.5 mm, pitch 0.828, 120 kV, automatic current modulation based on the scout image with Sure Exposure software, standard smooth reconstruction kernel (type 13) with accepted standard deviation (SD) of 12.5 (for patients with suspected neoplasm or papillary disease) and smooth kernel (type 11) with accepted SD of 12.5 (for studies of anatomy or recurrent stone disease). In 48 patients (14.9%), we obtained a second scan in the prone position with coverage of either the entire urinary system or the bladder only, owing to delayed opacification of the urinary tract or the presence of equivocal findings on the first scan.

Image processing

Axial images were reconstructed to 5-mm slice thickness for documentation purposes only. Image volume was reconstructed to 0.5 mm with 0.3-mm reconstruction intervals for multiplanar (MPR) and volumetric reformations and sent to the processing workstation equipped with Vitrea software version 3.8.1 and 4.1 (Vital Images Inc., Minnetonka, MN, USA). Reconstructions included 3D volume rendering, 3D and thick-slab maximum intensity projection (MIP), average intensity projection (AIP) MPR in the true coronal plane of the kidney and curved MPR (cMPR) along the course of the ureters using “vessel probe” software and

focalizzato l'analisi di correlazione sui 264 pazienti sottoposti all'esame per la valutazione di una possibile lesione neoplastica uroteliale, in quanto questa categoria di pazienti ci consentiva spesso un successivo riscontro in grado di validare il reperto dell'uro-TC. Sono stati quindi presi in considerazione i pazienti giunti alla nostra osservazione per ematuria, dilatazione delle vie escretrici inspiegata, esame citologico positivo per la presenza di cellule atipiche o carcinomatose, reperto cistoscopico positivo, oppure nell'ambito del follow-up di una pregressa neoplasia uroteliale.

Esame uro-TC

Tutti gli esami uro-TC sono stato condotti utilizzando un'apparecchiatura TC a 64 strati (Aquilion 64, Toshiba Medical Systems, Tokyo, Giappone). Non è stata richiesta ai pazienti alcuna preparazione preliminare, tranne lo svuotamento della vescica immediatamente prima dell'ingresso in sezione radiologica. I pazienti sono stati quindi posti in decubito supino sul lettino dell'apparecchiatura TC e si è proceduto ad incannulamento di una vena dell'arto superiore con ago-cannula da 18 G attraverso la quale è stata iniettata furosemide alla dose di 0,1 mg/kg, immediatamente prima di ottenere le immagini scout. Il diuretico è stato utilizzato in tutti i pazienti ad eccezione dei primi 8; in seguito, visti i risultati non ottimali ottenuti in questi casi, si è deciso di introdurre la somministrazione come parte integrante del nostro protocollo di studio. Non ci sono stati pazienti con controindicazioni all'utilizzo di tale farmaco.

In quasi tutti i pazienti è stata acquisita una preliminare scansione diretta a bassa dose, a 120 kV e con modulazione automatica della corrente, estesa dal polo superiore dei reni alla base vescicale. Per la scansione contrastografica è stato utilizzato il metodo split-bolus con una prima iniezione di mezzo di contrasto di 400 mgI/kg, a 2 ml/s, seguita da una pausa di 7 minuti, e quindi da un secondo bolo di 200 mgI/kg a 2 ml/s. Sono stati utilizzati mezzi di contrasto non ionici a concentrazione variabile fra 320 e 370 mgI/ml (Visipaque 320, Iomeron 350, Ultravist 370).

La scansione nefro-escretoria è stata eseguita a 110 secondi dall'inizio dell'iniezione del secondo bolo, con i seguenti parametri di acquisizione: collimazione 64×0,5 mm, pitch 0,828, 120 kV, modulazione automatica della corrente in base all'immagine scout con software Sure Exposure, filtro di ricostruzione di tipo 13 (standard-smooth) con deviazione standard accettata di 12,5 (per i pazienti con sospetto neoplastico o di patologia della papilla) e filtro 11 (smooth) con deviazione standard accettata di 12,5 (in caso di studio anatomico o per patologia litiasica recidivante). In 48 pazienti (14,9%) è stata necessaria l'esecuzione di una seconda scansione in posizione prona, estesa a tutto l'apparato urinario o alla sola vescica,

subsequent manual correction. The evaluation was done on the MPR images and image volume visualised at a thickness of 3 mm in the axial, coronal and sagittal planes.

Follow-up

For each patient, we considered the study indications and results, which were then assessed in the light of previous and subsequent investigations. This approach required analysis of laboratory and imaging tests, such as urine cytology, ultrasound and abdominal CT, cystoscopy retrograde pyelography and histological reports of any surgical procedures. We considered the findings of examinations performed in the month prior to CT urography and during a mean follow-up of 16.7 (range 4–34) months.

Results

Of 322 CT urography studies, 169 had evidence of significant urinary tract changes, and 153 had no significant findings. The 169 abnormal studies showed the following findings, some of which were in the same study: 11 congenital anomalies, 15 renal neoplasms, 103 urothelial neoplasms (eight calyceal, two pelvic, 30 ureteral and 63 bladder), 38 cases of lithiasis, six cases of renal infection, 14 cases of ureteropelvic junction syndrome, three cases of medullary sponge kidney, two cases of medullary necrosis, two cases of calyceal fornix fissuring, one calyceal diverticulum and one ureterocoele. The 11 congenital anomalies included five cases of unilateral ureteral duplication; two of bilateral ureteral duplication; one of ureteral triplication; one of agenesis of the kidney, ipsilateral ureter and seminal vesicle; and two of horseshoe kidney. Of the 15 diagnoses of renal parenchymal neoplasm, 13 were confirmed by histological examination following nephrectomy, whereas two cases were lost to follow-up. All histologically proven renal neoplasms (100%) were identified on CT urography.

With regard to urothelial neoplasms (Table 2), a calyceal process was depicted in eight cases. Of these, three were confirmed by histology (Fig. 1), three were not followed up at our hospital and two were false positive findings. In one case, the lesion was not confirmed by histology on the surgical specimen after nephroureterectomy in a patient with other localisations of urothelial tumour, so the 3-mm finding was therefore probably related to a clot or fibrin flake. One case of suspicious thickening of the calyceal wall was not confirmed by subsequent workup, and the histological diagnosis was inflammation of the pelvicalyceal collecting system. In two cases, the urothelial neoplasm was located in the renal pelvis; one of these cases was confirmed by postoperative histology, whereas the other was not followed up at our hospital.

In 30 patients, the finding involved the ureter. In 16 of

a causa di un ritardo di opacizzazione della via escretrice o per la presenza di reperti dubbi.

Elaborazione delle immagini

Le immagini assiali sono state ricostruite a spessore di 5 mm per la sola documentazione; il volume di immagini per le ricostruzioni multiplanari (MPR) e volumetriche è stato ricostruito a 0,5 mm, intervallo di ricostruzione di 0,3 mm, ed inviato alla consolle di elaborazione con software Vitrea versione 3.8.1 e 4.1 (Vital Images Inc., Minnetonka, Minnesota, USA). Sono state eseguite ricostruzioni volume rendering 3D, maximum intensity projection (MIP) 3D e MIP a strato spesso, average intensity projection (AIP) MPR sul piano coronale vero del rene e MPR curve (cMPR) con utilizzo del pacchetto software dedicato allo studio vascolare vessel probe lungo il decorso degli ureteri, con successiva correzione manuale. La valutazione è stata eseguita utilizzando le ricostruzioni MPR eseguite e il volume di immagini visualizzate ad uno spessore di 3 mm sui piani assiale, coronale e sagittale.

Follow-up

Per ciascun paziente sono state considerate le indicazioni all'esecuzione dell'esame ed il suo esito, che è stato poi valutato alla luce dell'eventuale precedente e successivo iter diagnostico seguito dal paziente stesso. Questo tipo di approccio ha richiesto la presa visione di esami sia laboratoristici sia strumentali, quali citologia urinaria, ecografia e TC addominale, cistoscopia, cistouretrografia retrograda, e, se presenti, di interventi chirurgici con relativa diagnosi istologica. Sono stati presi in considerazione i reperti degli esami eseguiti nel mese precedente l'uro-TC e per un follow-up medio successivo di 16,7 mesi (range 4–34 mesi).

Risultati

Tra le 322 uro-TC eseguite, 169 hanno evidenziato significative alterazioni a carico dell'apparato urinario e 153 non hanno evidenziato aspetti di rilievo. Tra i 169 esami uro-TC positivi sono stati riscontrati, in alcuni casi nello stesso esame, i seguenti reperti: 11 varianti anatomiche, 15 processi neoplastici renali, 103 processi produttivi uroteliali (8 a livello caliceale, 2 a livello della pelvi renale, 30 a livello dell'uretere e 63 in sede vescicale), 38 casi di litiasi, 6 casi di infezione renale, 14 casi di sindrome del giunto, 3 casi di rene a spugna, 2 casi di necrosi midollare, 2 casi di fissurazione dei fornici caliceali, un diverticolo caliceale e un ureterocoele. Le 11 varianti anatomiche comprendono 5 casi di doppio

Table 2 Comparison between neoplastic urothelial lesions recognised by CTU and patients' clinical history. Thirteen patients, not included, were lost to follow-up

CTU diagnosis of urothelial neoplasm			
	Calyx-pelvis (n=6)	Ureter (n=23)	Bladder (n=61)
True positive	4	12	57
False positive	2	11	4

Tabella 2 Confronto fra la diagnosi di neoplasia uroteliale in uro-TC e la storia clinica del paziente; in 13 casi, non presentati in tabella, il paziente è stato perso al follow-up

	Calico-pieliche (n=6)	Ureterali (n=23)	Vescicali (n=61)
Veri positivi	4	12	57
Falsi positivi	2	11	4

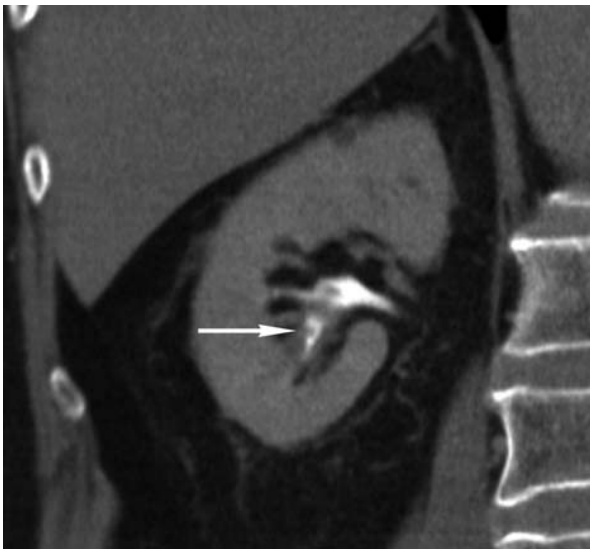
**Fig. 1** Coronal image of the right kidney: wall thickening of the inferior calyx with a small filling defect (arrow). Surrounding sinus fat is not recognisable due to pathologically proven infiltration by the urothelial neoplasm.

Fig. 1 Immagine coronale del rene destro; a livello del calice maggiore inferiore è riconoscibile un ispessimento parietale con un piccolo difetto di riempimento (freccia). Non è riconoscibile il grasso circostante, aspetto indicativo per una diffusione extraparietale del tumore uroteliale, confermata istologicamente.

them, CT had led to a diagnosis of frank neoplasm, whereas in 14, it revealed a doubtful wall thickening with other localisations of urothelial neoplasm. Of the 16 cases of frank neoplasm at CT, 12 were confirmed by histology (Fig. 2), three did not undergo further imaging or surgical procedures at our hospital and in one case, subsequent histology at the ureteral level revealed fibrotic tissue in a patient with known bladder neoplasm (Fig. 3). As regards the remaining 14 cases, in ten we are unaware of any specific ureteral histology being performed after endoscopic transurethral bladder surgery, whereas four were lost to follow-up. In 63 cases, the urothelial

distretto unilaterale, 2 casi di doppio distretto bilaterale, 1 caso di triplo distretto, un'agenesia renale, ureterale e della vescichetta seminale omolaterale e 2 casi di rene a ferro di cavallo. Delle 15 diagnosi di processo produttivo parenchimale renale, 13 sono state confermate all'esame istologico dopo nefrectomia, mentre 2 casi sono stati persi al follow-up. È stato riconosciuto il 100% delle neoplasie renali istologicamente accertate.

Per quanto riguarda la patologia neoplastica uroteliale (Tabella 2), in otto casi è stato descritto un processo produttivo caliceale, di cui 3 confermati all'esame istologico (Fig. 1), 3 senza successivo follow-up presso il nostro ospedale e 2 risultati falsi positivi. In un caso la lesione non è stata confermata all'esame istologico effettuato sul pezzo anatomico dopo una nefroureterectomia, eseguita in un paziente con altre localizzazioni di tumore uroteliale. Pertanto il reperto, delle dimensioni di 3 mm, era verosimilmente espressione di un coagulo o di un fiocco di fibrina. Un caso di ispessimento sospetto della parete caliceale non è stato confermato dalla storia successiva, con diagnosi istologica di calico-pielite. In due casi il processo produttivo uroteliale si localizzava a livello della pelvi renale, uno di essi confermato dall'esame istologico post-intervento ed l'altro senza successivo follow-up presso il nostro ospedale.

In 30 pazienti il reperto era a sede ureterale. In 16 di essi ci si era orientati per una franca neoplasia, mentre in 14 era stato segnalato un ispessimento parietale di dubbia natura in pazienti con altre localizzazioni di processo produttivo uroteliale. Tra i primi 16 casi, 12 sono stati confermati istologicamente (Fig. 2), mentre 3 pazienti non hanno eseguito ulteriori esami strumentali o interventi presso il nostro ospedale e in un caso il successivo riscontro istologico a livello ureterale è stato di tessuto fibrotico, peraltro in un paziente con tumore vescicale accertato (Fig. 3). Facendo riferimento ai restanti 14 casi: in 10 casi non ci

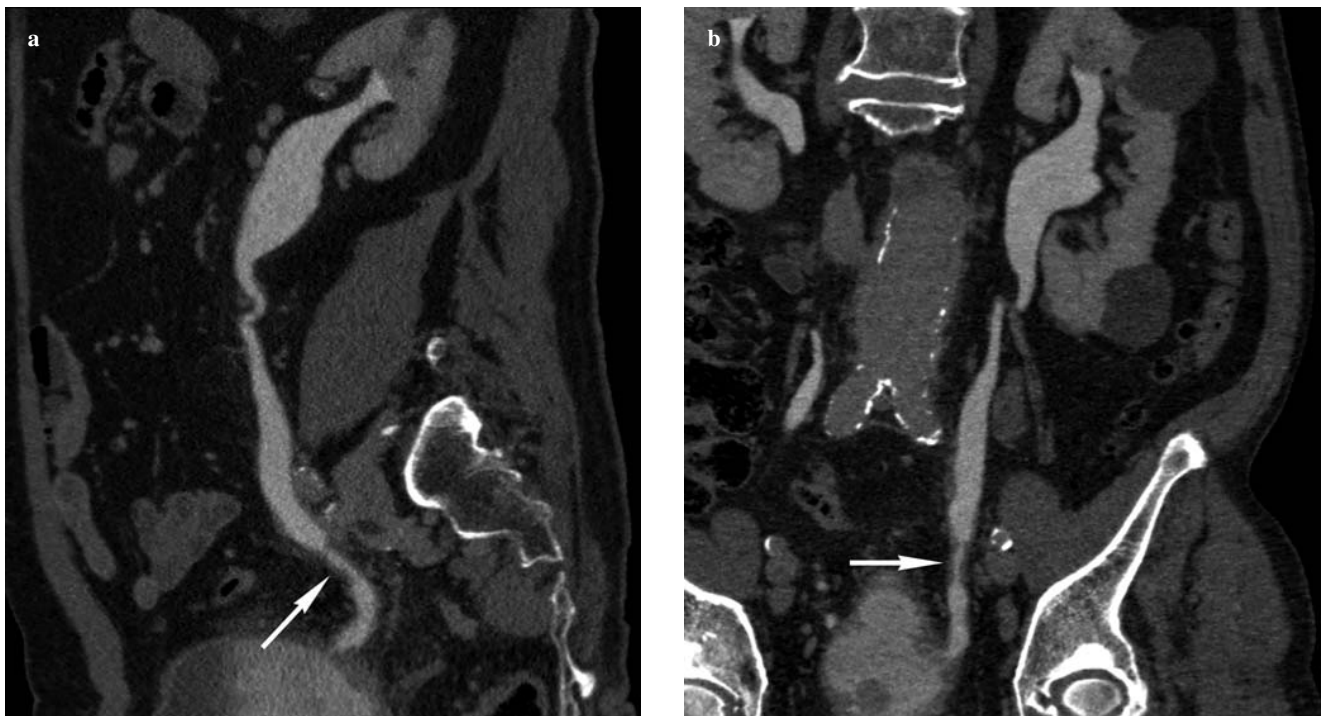


Fig. 2a,b Curved multiplanar reconstructions in the sagittal (a) and coronal (b) planes of the right ureter showing a pelvic ureteral wall thickening with luminal stricture (arrows); the urothelial neoplasm was confirmed by surgery. The prostate causes a bladder-filling defect.

Fig. 2a,b Ricostruzioni cMPR sul piano sagittale (a) e coronale (b) dell'uretere destro che evidenziano un ispessimento della parete ureterale con riduzione del lume nel tratto pelvico (freccie); al successivo intervento di resezione è stata confermata la presenza di un tumore uroteliale. In vescica si apprezza un difetto di riempimento dovuto ad oggetto prostatico.

neoplasm involved the bladder. Of these, 57 were confirmed at cystoscopy with histological sampling or at endoscopic tumour resection or cystectomy (Figs. 4 and 5), two had no follow-up confirmation and in four, the finding of a doubtful thickening was not confirmed at subsequent cystoscopy (Fig. 6). Nonneoplastic lesions included 38 cases of lithiasis, which was confirmed by subsequent workup in 21 cases. Although we had no follow-up data for 17 patients, the diagnosis can be considered definitive even without further validation by the subsequent clinical history. All stones, including the small millimetre-sized ones, were also recognised in the contrast-enhanced scan performed after diuretic administration. In one case, the diagnosis was lithiasic pyonephrosis, which was confirmed by histology on the surgical specimen, whereas another patient had an active fungal infection, which had been suspected due to clinical history and CT finding of mobile filling defects and confirmed by subsequent CT studies and by response to therapy. In four patients, there was evidence of scarring due to previous renal infections, including one case of renal tuberculosis; three of them were confirmed by subsequent follow-up, whereas one did not undergo other investigations. There were 14 cases of ureteropelvic junction syndrome, five of which were confirmed by surgery (Fig. 7) and nine with no further information. In three patients, the finding of

risulta sia stata eseguita una verifica specifica in sede ureterale al successivo intervento di resezione vescicale endoscopica transuretrale, mentre in 4 casi non si hanno notizie del paziente al follow-up. Sessantatré casi di processo produttivo uroteliale erano a sede vescicale, di cui 57 confermati alla cistoscopia con prelievo istologico o all'intervento di resezione endoscopica o di cistectomia (Fig. 4 e 5), 2 senza riscontro al follow-up, mentre in 4 casi il reperto di ispessimento di dubbia natura non è stato confermato alla successiva cistoscopia (Fig. 6). Per quanto riguarda la patologia non neoplastica, sono stati evidenziati 38 casi di patologia litiasica, confermati in base alla storia del paziente successiva all'esame in 21 di essi, mentre per 17 pazienti non abbiamo riscontro ulteriore, per quanto l'esame possa essere considerato sicuramente positivo anche senza ulteriore validazione da parte della storia clinica. In tutti i casi le formazioni litiasiche, anche di dimensioni millimetriche, sono risultate riconoscibili anche nella scansione contrastografica eseguita dopo somministrazione del diuretico. In un caso è stata posta diagnosi di pionirosi metalitiasica confermata all'esame istologico del pezzo operatorio, mentre in un altro paziente è stata riconosciuta un'infezione micotica attiva, sospettata in base alla clinica ed al reperto uro-TC di

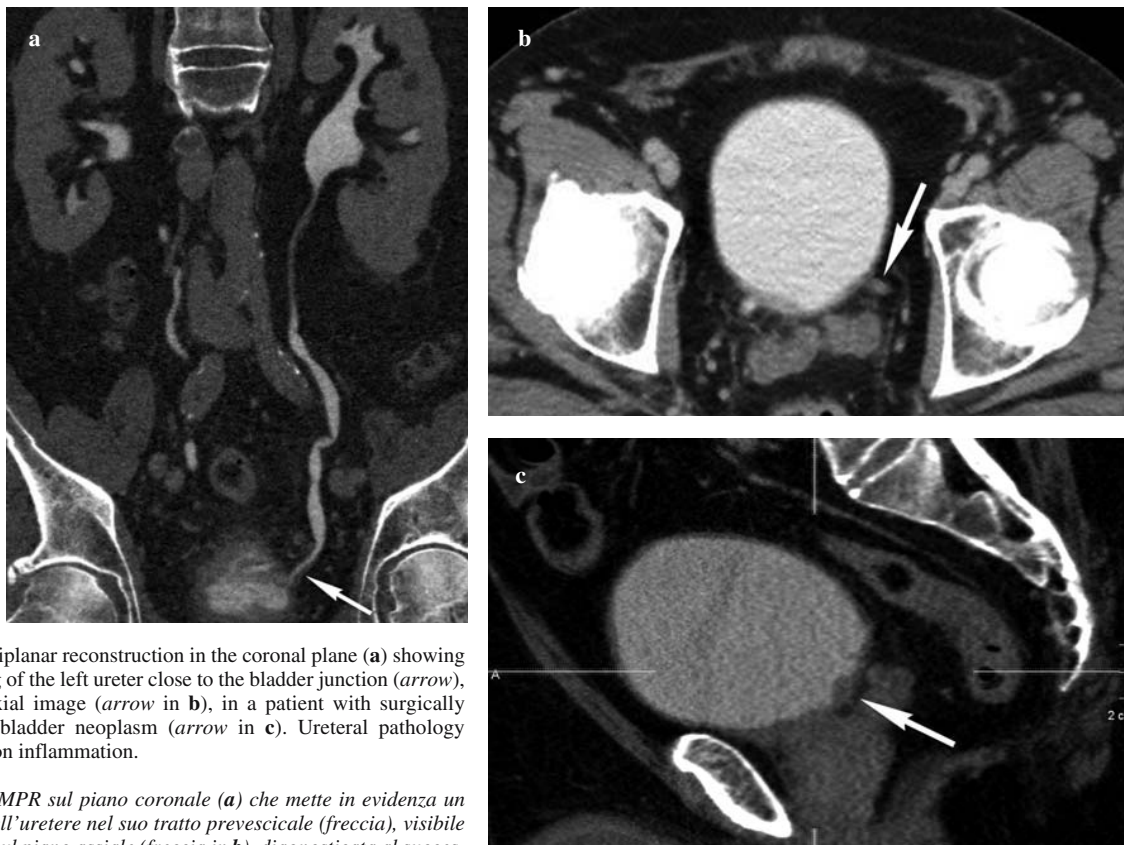


Fig. 3a-c Curved multiplanar reconstruction in the coronal plane (**a**) showing a focal wall thickening of the left ureter close to the bladder junction (*arrow*), also visible on the axial image (*arrow* in **b**), in a patient with surgically confirmed urothelial bladder neoplasm (*arrow* in **c**). Ureteral pathology showed chronic chorion inflammation.

Fig. 3a-c Immagine cMPR sul piano coronale (**a**) che mette in evidenza un focale ispessimento dell'uretere nel suo tratto prevescicale (*freccia*), visibile anche nell'immagine sul piano assiale (*freccia* in **b**), diagnosticata al successivo intervento come flogosi cronica del corion, in paziente con evidenza di localizzazione vescicale di neoplasia uroteliale (*freccia* in **c**), confermata all'esame istologico.

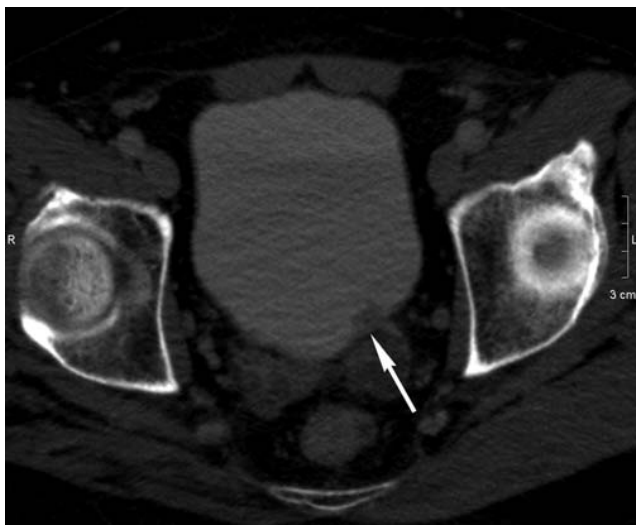


Fig. 4 AIP image in the axial plane showing a small filling defect posterior to the left ureterovesical junction (*arrow*). This information proved especially useful to the cystoscopy operator, as the lesion was otherwise difficult to detect (histological confirmation of bladder neoplasm).

Fig. 4 Immagine AIP sul piano assiale che mette in evidenza un piccolo difetto di riempimento (*freccia*) posteriormente al meato ureterale sinistro; tale informazione si è rilevata particolarmente utile per il cistoscopista, non essendo la lesione immediatamente visualizzabile (conferma istologica di neoplasia vescicale).

difetti di riempimento a livello pelvi-caliceale mobili con il decubito, confermata dagli esami TC successivi e dalla risposta alla terapia. In 4 pazienti erano riconoscibili gli esiti cicatriziali di infezioni renali pregresse, compreso un caso di tubercolosi renale; 3 di essi sono stati confermati al successivo follow-up mentre uno non ha eseguito ulteriori esami. Abbiamo riscontrato, inoltre, 14 casi di sindrome del giunto, di cui abbiamo conferma operatoria in 5 pazienti (Fig. 7) e nessuna informazione successiva in 9. In 3 pazienti il riconoscimento di dilatazione dei tubuli, complicata in 2 casi da microlitiasi intratubulare, ha fatto porre diagnosi di rene a spugna, senza però ulteriori esami successivi (Fig. 8). Due pazienti, già sottoposti a diversione urinaria, presentavano una necrosi midollare, in un caso con presenza di coaguli endoureterali, ma non possediamo un successivo riscontro. Sono inoltre stati riconosciuti 2 casi di stenosi ureterale su base fibrotico/cicatriziale, di cui una confermata all'intervento chirurgico e una senza successivo riscontro, un diverticolo caliceale con un calcolo nel contesto (Fig. 9), due casi di fissurazione dei fornic caliceali ed un ureterocele, senza successiva verifica. In un paziente è stata riconosciuta la presenza di coaguli in vescica senza ulteriori

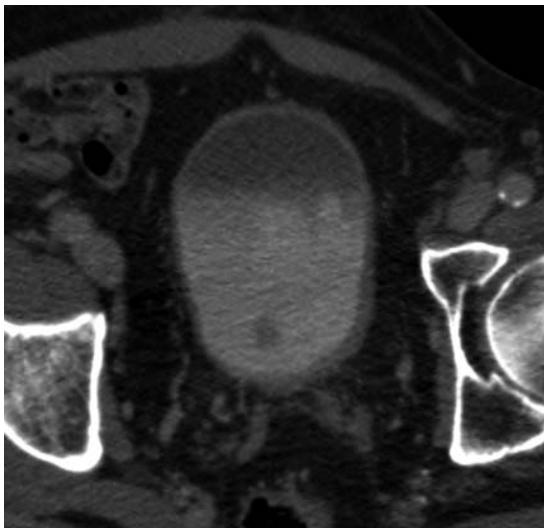


Fig. 5 Axial image showing bladder-wall thickening on the left. Cystoscopy failed to recognise any urothelial lesion, but biopsy performed in this area on the basis of the computed tomography finding confirmed cancer.

Fig. 5 L'immagine sul piano assiale evidenzia un maggiore spessore della parete vescicale a livello laterale sinistro. Pur in assenza di una lesione uroteliale visibile alla cistoscopia, la successiva biopsia mirata sulla base del reperto TC ha confermato la presenza di neoplasia in tale sede.

tubular dilatation, complicated by intratubular microlithiasis in two cases, led to a diagnosis of medullary sponge kidney, although no further investigations were available (Fig. 8). Two patients with a history of previous urinary diversion had medullary necrosis, in one case with the presence of endoureteral blood clots, but no data from subsequent workup were available. There were also two cases of ureteral stenosis due to fibrosis/scarring, one of them confirmed at surgery and

lesioni di parete, confermati dalla successiva cistoscopia.

La panoramicità dell'esame TC ha permesso la stadiazione del tumore urinario, con il riconoscimento in 11 casi di interessamento linfonodale secondario, in un caso di trombosi neoplastica della vena renale e della vena cava inferiore, in un caso di multiple metastasi ossee, polmonari, epatiche, nonché l'identificazione in 3 casi di varianti anatomiche dei vasi renali, importanti per la programmazione dell'intervento chirurgico. Sono state riconosciute inoltre patologie extra-urinarie di diversa gravità in 143/322 casi (44,4%).

Dei 153 casi di uro-TC che non hanno evidenziato patologie di rilievo, in 79 casi non abbiamo un riscontro nella storia successiva del paziente, in 62 casi la negatività è stata confermata ai successivi esami cistoscopici ed istologici, in un caso anche con esame istologico a livello ureterale, in 4 casi la negatività è stata confermata da successivi esami di imaging, mentre in 8 casi l'esame è risultato falsamente negativo. Il rilievo patologico in questi ultimi pazienti è stato evidenziato in corso di cistoscopia per la presenza di sottili frange papillari in due casi, di lesioni papillomatose millimetriche in due casi, di un'area arrossata estesa per alcuni centimetri, ma non rilevata, in un caso. In tre pazienti nemmeno la cistoscopia era stata in grado di rilevare la formazione neoplastica, riconosciuta solo dall'esame istologico su mapping vescicale, giustificato dalla presenza di cellule carcinomatose nelle urine. Considerando le lesioni neoplastiche istologicamente accertate, nessuna lesione a livello della via escretrice intrarenale ed ureterale è stata misconosciuta in corso di esame uro-TC.

In 125 pazienti è stato possibile effettuare un confronto



Fig. 6a,b Left bladder-wall thickening visible on axial (a) and coronal (b) images in a patient with previous destructive pelvic surgery due to infiltrating rectal cancer. The finding was considered suspicious on computed tomography urography but was not confirmed by cystoscopy.

Fig. 6a,b Ispessimento parietale sinistro della vescica, visibile nelle immagini assiale (a) e coronale (b), in paziente con esiti di intervento demolitivo pelvico per carcinoma infiltrante del retto, il quadro, giudicato sospetto all'uro-TC, non è stato confermato alla successiva cistoscopia.



Fig. 7a-c Renal pelvis dilatation with delayed opacification and filling defects that were mobile with position changes [axial images in supine (**a**) and prone (**b**) positions] in a patient with pelvic junction syndrome complicated by clots and debris in the renal pelvis. Note the ureteropelvic junction stenosis on the thick-slab maximum intensity projection image (**c**).

Fig. 7a-c Dilatazione della pelvi renale con ritardo di opacizzazione e presenza di difetti di riempimento mobili con il decubito (immagini assiali a paziente supino in **a** e prono in **b**) per la presenza di detriti e coaguli, in paziente con sindrome del giunto. Si noti la stenosi a livello giuntale nell'immagine MIP a strato spesso (**c**).

the other with no subsequent confirmation; one calyceal diverticulum containing a stone (Fig. 9); two cases of calyceal fornix fissuring; and one ureterocoele, without further validation. One patient showed evidence of blood clots in the bladder without additional wall lesions, a finding confirmed by subsequent cystoscopy.

The panoramic capabilities of CT enabled staging of urinary neoplasms, with identification of nodal involvement in 11 cases, of neoplastic thrombosis of the renal vein and inferior vena cava in one and of multiple bone, lung and liver metastases in one. CT also allowed identification of congenital anomalies of the renal vasculature in three cases, thus providing important information for surgical planning. In addition, CT detected extraurinary pathology of varying severity in 143/322 cases (44.4%).

Of the 153 cases of CT urography without significant findings, 79 had no subsequent clinical history available, 62

diretto fra i reperti radiologici a livello vescicale e il risultato dell'esame cistoscopico ed eventualmente istologico, eseguito a breve distanza di tempo (1–10 giorni) dall'uro-TC (Tabella 3). Dei 51 pazienti valutati come positivi per patologia neoplastica vescicale, 47 sono stati riconosciuti positivi alla cistoscopia e 4 negativi; dei 74 pazienti valutati come negativi all'uro-TC, 66 hanno avuto un referto cistoscopico concorde e 8 discordi. I casi falsamente positivi corrispondono alla segnalazione di dubbi ispessimenti della parete vescicale, mentre negli 8 casi falsamente negativi la cistoscopia ha riconosciuto la presenza di un tumore papillomatoso di pochi millimetri in 2 casi, la presenza di frange papillari in 2 casi, la presenza di un'area arrossata non rilevata di alcuni centimetri in un caso e in 3 casi è stato l'esame istologico su mapping vescicale a dimostrare la presenza di neoplasia. Tali valori permettono di calcolare un valore di sensibilità dell'85%, una specificità del

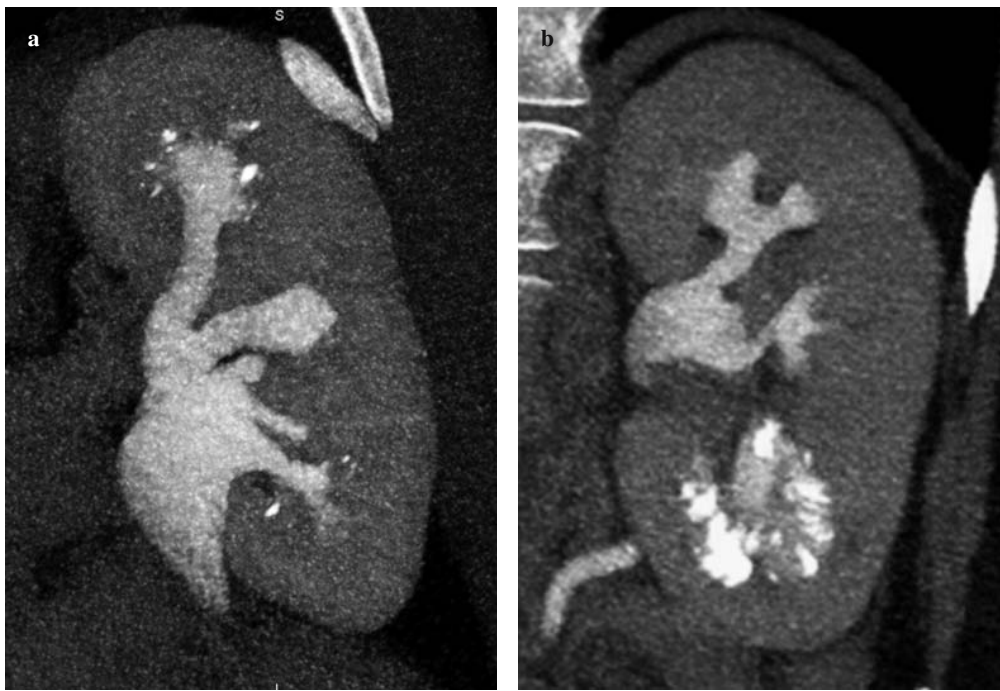


Fig. 8a,b Thin-slab maximum intensity projection images in a true coronal oblique plane of the left kidney (two different patients). Medullary sponge kidney (a), with stones within tubular cystic dilatations. Localised medullary sponge kidney (b), which involves the lower calyceal group only, with multiple stones within significantly dilated tubules.

Fig. 8a,b Immagine MIP a strato sottile su un piano obliquo coronale vero del rene sinistro (due pazienti diversi). In a rene a spugna complicato da formazioni litiasiche nel contesto delle dilatazioni cistiche tubulari, in b rene a spugna parcellare, con interessamento del solo gruppo caliceale inferiore, importante dilatazione dei tubuli renali con multiple formazioni litiasiche allungate nel contesto.

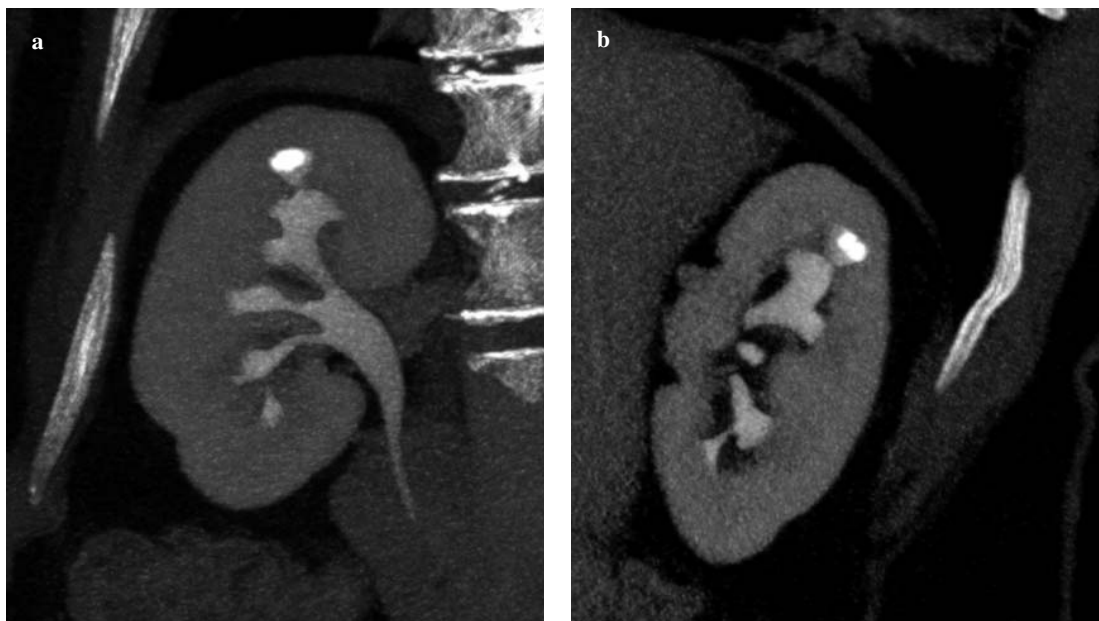


Fig. 9 Thin-slab maximum intensity projection image in a true coronal (a) and sagittal (b) oblique plane of the right kidney showing a diverticulum originating from a minor calyx of the upper group containing a stone.

Fig. 9 Immagini MIP a strato sottile su piani obliqui, coronale (a) e sagittale (b) veri del rene destro; si rileva diverticolo caliceale a partenza da un calice minore del gruppo superiore con formazione litiasica nel contesto.

were confirmed negative by subsequent cystoscopy and histology, including in one case ureteral histology, and four were confirmed negative by subsequent imaging examinations. By contrast, in eight cases, CT examination proved to be false negative, and the pathological finding was revealed by cystoscopy, with the presence of thin papillary fronds in two cases, millimetre-sized papillomatous lesions in two

94%, un valore predittivo positivo del 92%, un valore predittivo negativo dell'89%, per una accuratezza diagnostica del 90%.

Discussione

L'uro-TC si è affermata negli ultimi anni come eccellente

and a reddened but not raised area extending over several centimetres in one. In three patients, cystoscopy failed to identify the neoplastic formation, which was only recognised at histological examination after bladder mapping due to the presence of malignant cells in the urine. Considering the histologically proven neoplastic lesions, none of the intrarenal or ureteral lesions was missed at CT urography.

For 125 patients, we performed a direct comparison between imaging findings at the bladder level and results of cystoscopy (in some cases with histology) performed within 1–10 days after CT urography (Table 3). Of the 51 patients with positive CT findings for bladder neoplasm, 47 were also positive at cystoscopy, whereas four were negative. Of the 74 patients with negative CT findings, 66 also had negative and eight had positive cystoscopy. The four false positive cases correspond to the finding of a doubtful thickening of the bladder wall, whereas in the eight false negative cases, cystoscopy detected a millimetre-sized papillary bladder tumour in two cases, papillary fronds in two and a nonraised reddened area extending over several centimetres in one. In three cases, the presence of the neoplasm was demonstrated by histology after bladder mapping. These data correspond to a sensitivity of 85%, a specificity of 94%, a PPV of 92% and an NPV of 89%, leading to a diagnostic accuracy of 90%.

Discussion

CT urography has recently established itself as an excellent modality for studying the urinary system, and the technique is rapidly replacing IVU, which will probably survive only in centres not equipped with multislice CT scanners [4, 9, 11, 12]. In our institute, in fact, IVU has not been performed since May 2006, only a few months after the 64-slice CT scanner was installed. Compared with IVU, CT urography has the advantage of being far better tolerated by patients, as

modalità di studio dell'apparato urinario e questa tecnica sta rapidamente sostituendo l'urografia tradizionale la quale probabilmente sopravvivrà a breve solo nelle strutture prive della TC multistrato [4, 9, 11, 12]. Infatti nel nostro istituto l'urografia non viene più eseguita dal maggio 2006, pochi mesi dopo l'istallazione della TC multistrato a 64 strati. Rispetto all'urografia, l'uro-TC ha il vantaggio di essere estremamente meglio tollerata dal paziente, necessitando del solo digiuno preliminare, senza ulteriori preparazioni (dieta, purganti, clismi evacuativi). Anche l'esecuzione della procedura è più rapida e più confortevole dell'urografia, non essendovi necessità di compressione ureterale, che oltretutto è controindicata nei pazienti con aneurisma aortico o sottoposti a recente intervento chirurgico addominale. La maggior rapidità della procedura ha evidenti risvolti positivi sotto il profilo organizzativo [9–11, 13].

L'uro-TC è un esame panoramico, che consente nella stessa seduta di valutare non solo le vie escrettrici, ma anche il parenchima renale e le altre strutture addominali, come testimoniato dall'elevato numero di reperti collaterali, anche di notevole impatto clinico, che abbiamo riscontrato. L'utilizzo della tecnica di iniezione split-bolus per la somministrazione del mezzo di contrasto, con l'acquisizione di una fase combinata nefro-urografica, consente di ridurre notevolmente la dose di esposizione al paziente, a fronte di un elevato numero di informazioni diagnostiche [4, 10, 11, 13]. Vari lavori presenti in letteratura hanno dimostrato la validità diagnostica dell'uro-TC [1, 4, 5, 7–11, 13–20]. Nei 264 pazienti del nostro studio che si presentavano con sospetto di tumore uroteliale, quindi in presenza di ematuria, dilatazione delle vie escrettrici inspiegata, esame citologico positivo per la presenza di cellule atipiche o carcinomatose, reperto cistoscopico positivo o nel follow-up di una pregressa

Table 3 Comparison between computed tomography urography (CTU) and cystoscopy and/or pathology diagnoses in bladder evaluation

		Cystoscopy and/or pathology		Total
		Positive	Negative	
CTU	Positive	47	4	51
	Negative	8	66	74
	Total	55	70	125

Tabella 3 Confronto fra la diagnosi dell'uro-TC e della cistoscopia e/o istologia a livello vescicale

		Cistoscopia e/o referto istologico		Totale
		Positivi	Negativi	
Uro-TC	Positiva	47	4	51
	Negativa	8	66	74
	Totale	55	70	125

it requires only a preliminary fast without further preparation (diet, laxatives, cleansing enemas). Even the performance of CT urography is faster and more comfortable than IVU, as there is no need for ureteral compression, which is in any case contraindicated in patients with aortic aneurysm or recent abdominal surgery. The greater rapidity of the procedure leads to clear advantages in organisational terms [9–11, 13].

CT urography is a panoramic study that allows simultaneous evaluation not only of the urinary tract but also of the renal parenchyma and other abdominal structures, as testified by the large number of collateral findings – some also clinically very relevant – identified in our series. The use of the split-bolus technique for contrast administration, with acquisition of a combined nephrographic and excretory phase, enables considerable reduction in radiation dose to the patient while providing a large amount of diagnostic information [4, 10, 11, 13]. Several papers have demonstrated the diagnostic value of CT urography [1, 4, 5, 7–11, 13–20]. Of the 264 patients referred to us for suspected urothelial neoplasm – thus presenting with haematuria, unexplained urinary tract dilatation, cytology positive for cell atypia or malignancy, positive cystoscopy – or for the follow-up of a previous urothelial tumour, urinary disease was recognised in 135 cases (51.1%). In particular, neoplastic disease was diagnosed in 92 patients (68.1%) and other urinary conditions (medullary sponge kidney, lithiasis, infection, pyeloureteral junction syndrome, cicatricial stenosis) in 43 cases (31.9%). In 129 cases (48.9%), the examination was normal. For the 164 patients (62%) for whom we had subsequent diagnostic data (Table 4), considering the overall result of the examination and the single findings, positive diagnoses were confirmed in 93 cases (97.8%) and refuted in two (2.2%), whereas negative results were confirmed in 64 cases (92.8%), and refuted in five (7.2%), in which the patient effectively had a small urothelial tumour of the bladder, which was missed at CT.

Van Der Molen et al. [9], in reviewing the literature, reported a sensitivity of 92.4%–100% and a specificity of 89.0%–97.4% in detecting the cause of haematuria. These values are in line with our data, from which we can determine, although imprecisely given the lack of confirmatory evidence in some patients, a sensitivity per patient of 95%, a specificity of 97%, a PPV of 98% and a NPV of 93%, leading to a diagnostic accuracy of 96%. Given the frequency of synchronous urothelial neoplasms in our series, in patients with other positive urothelial findings, we decided to report even those cases of ureteral thickening without clear signs of malignancy, such as uniform thickening causing neither stenosis nor luminal irregularity, to enable them to be further investigated. However, the very presence of these cases resulted in an increase in false positive results in ureteral evaluation. It is clear that this sort of finding should not lead directly to ureteral resection or nephroureterectomy procedures but requires further evaluation with ureteroscopy and

neoplasia uroteliale, è stata riconosciuta una patologia urinaria in 135 casi (51,1%). In particolare si trattava di patologia neoplastica in 92 pazienti (68,1%) e di altro tipo di patologia (rene a spugna, litiasi, infezione, sindrome del giunto, stenosi cicatriziale) in 43 casi (31,9%). In 129 casi (48,9%) l'esame ha dato esito negativo. Per i 164 pazienti (62%) di cui possediamo un riscontro diagnostico successivo (Tabella 4), considerando l'esito generale dell'esame e non i singoli reperti, la diagnosi positiva è stata confermata in 93 casi (97,8%) e smentita solo in 2 pazienti (2,2%), la negatività è stata confermata in 64 casi (92,8%), mentre in 5 casi (7,2%) il paziente presentava in realtà una neoplasia uroteliale a livello vescicale, seppur di dimensioni ridotte, che non era stata riconosciuta.

Van Der Molen et al. [9], analizzando la letteratura, hanno riportato una sensibilità nell'identificazione della causa di ematuria variabile fra il 92,4% e il 100%, con una specificità dell'89,0%–97,4%, in linea, quindi, con i nostri dati dai quali si può calcolare, seppure in modo impreciso per l'assenza di una conferma dei reperti in tutti i pazienti, una sensibilità per paziente del 95%, una specificità del 97%, un valore predittivo positivo del 98% e negativo del 93%, per un'accuratezza diagnostica del 96%. Nella nostra casistica, alla luce della frequenza di lesioni neoplastiche uroteliali sincrone, si è deciso di segnalare nei pazienti con altra positività uroteliale anche quegli ispessimenti ureterali senza segni chiari di malignità, quali gli ispessimenti uniformi che non determinano né stenosi né irregolarità del lume, affinché venissero sottoposti ad ulteriori accertamenti. Proprio per la presenza di questi casi si è registrato un aumento dei falsi positivi nella valutazione ureterale. Appare evidente come un rilievo di questo tipo non debba condurre direttamente ad un intervento di resezione ureterale o di nefroureterectomia, ma debba richiedere una valutazione mediante ureterosopia ed eventuale biopsia, prima di programmare l'iter terapeutico del paziente.

La possibilità di avere un riscontro diretto dei reperti uro-TC, sia positivi che negativi, nei pazienti sottoposti anche a cistoscopia nei giorni prossimi all'esame, ci ha permesso di calcolare in modo accurato la validità diagnostica dell'uro-TC nel riconoscimento della patologia vescicale, che risulta particolarmente elevata, in linea con i migliori risultati presenti in letteratura [4, 9, 20], con una sensibilità dell'85%, una specificità del 94%, un valore predittivo positivo del 92%, un valore predittivo negativo dell'89%, per una accuratezza diagnostica del 90%. Bisogna sottolineare, inoltre, come i casi falsamente positivi da noi individuati corrispondano a quei pazienti in cui era stato riscontrato un reperto dubbio a livello vescicale, con consiglio di verifica cistoscopica, mentre i casi

Table 4 Comparison between computed tomography urography (CTU) and patient history in 164 of 264 patients with suspected urinary neoplasm and available follow-up

		Patient history		Total
		Positive	Negative	
CTU	Positive	93	2	95
	Negative	5	64	69
	Total	98	66	164

Tabella 4 Confronto fra esito dell'esame uro-TC e successiva storia clinica nei 164 dei 264 pazienti con sospetta patologia neoplastica urinaria di cui possediamo riscontro al follow-up

		Storia clinica		Totale
		Positiva	Negativa	
URO-TC	Positiva	93	2	95
	Negativa	5	64	69
	Totale	98	66	164

possibly biopsy before planning the treatment strategy.

The possibility of having direct confirmation of both positive and negative CT urography findings for patients who underwent cystoscopy within a few days of the examination allowed us to accurately calculate the diagnostic performance of CT urography in detecting bladder disease. This was found to be particularly high, in keeping with the best results published in the literature [4, 9, 20], with a sensitivity of 85%, a specificity of 94%, a PPV of 92%, an NPV of 89% and a diagnostic accuracy of 90%. Moreover, it should be noted that the false positive cases refer to patients with doubtful bladder findings who were recommended for cystoscopy, whereas the true positive cases were all confirmed. Besides having high specificity, CT urography also has a good level of sensitivity in the assessment of the bladder. Its sensitivity is burdened, however, by a limitation that probably cannot be overcome and is related to the detection of small millimetre-sized protruding tumours or lesions that do not cause wall thickening. For this reason, we believe that CT urography should always be associated with cystoscopy in patients with suspected urothelial tumour. However, it is also true that not even cystoscopy is able to identify all neoplastic processes. In our series, in addition to the five cases in which cystoscopy identified findings undetected at CT urography – such as a urothelial discolouration (n=1), urothelial irregularity in the form of thin papillary fronds (n=2) or millimetre-sized protruding lesions (n=2) – there were three cases in which neither CT urography nor cystoscopy succeeded in identifying the lesions responsible for positive urine cytology, lesions that were only identified by histology after bladder mapping with random sampling. In addition, CT urography findings can guide the performance of cystoscopy as demonstrated in two of our patients: in one, a small neoplastic lesion located posterior to the ureterovesical junction in a bladder with extensive

considerati sicuramente positivi sono stati tutti confermati. Accanto all'elevata specificità, l'esame uro-TC presenta anche una buona sensibilità nella valutazione della vescica, gravata però da un limite, probabilmente invalicabile, rappresentato dal riconoscimento di tumori aggettanti di dimensioni di pochi millimetri, oppure di lesioni che non determinano un aumento dello spessore di parete. Per questo motivo riteniamo che l'uro-TC vada sempre eseguita in associazione alla cistoscopia nei pazienti in cui si sospetti un tumore uroteliale. Tuttavia, è da notare come neanche la cistoscopia riconosca tutti i processi produttivi. Nella nostra casistica abbiamo rilevato 5 casi in cui la cistoscopia ha riconosciuto lesioni non visibili in uro-TC, come la presenza di un'alterazione cromatica dell'urotelio (1 caso), la sua irregolarità sottoforma di sottili frange papillari (2 casi), o millimetrici processi aggettanti (2 casi), ma in 3 casi né l'uro-TC né la cistoscopia sono state in grado di identificare la lesione responsabile della positività citologica urinaria, individuata invece dall'esame istologico su mapping vescicale con prelievi randomizzati. I reperti uro-TC possono, inoltre, guidare l'esecuzione della cistoscopia come dimostrato in due pazienti della nostra casistica, ove in un caso una lesione neoplastica di piccole dimensioni localizzata posteriormente al meato ureterale in una vescica con ampie trabecolature è stata individuata grazie alla precisa indicazione radiologica, mentre in un altro caso la biopsia effettuata in corrispondenza dell'ispessimento parietale descritto dall'uro-TC, pur in assenza di alterazioni visibili dell'urotelio, è risultata positiva per neoplasia.

Secondo Silverman et al. [4] l'uro-TC, grazie al suo elevato valore predittivo negativo, sembra poter giocare un importante ruolo come unico esame nei pazienti con

trabeculation was identified thanks to the precise radiological indication; in the other, a biopsy at the site of wall thickening identified by CT, though in the absence of visible urothelial changes, proved to be positive for neoplasm.

According to Silverman et al. [4], CT urography, with its high NPV, appears able to play an important role as the sole examination required in patients with microscopic haematuria and a low risk of bladder cancer. This consideration is, however, based on data published by Sadow et al. [20], which appear more encouraging than those observed in our series. Recently, the use of CT cystography with virtual cystography has been proposed [21]. In selected patients, this examination showed a high level of diagnostic accuracy, higher than that of conventional CT urography, especially in lesions <5 mm. However, the examination is rather laborious and fails to exhaustively answer the clinical question regarding the cause of haematuria, as it is limited to the bladder (which is readily, albeit invasively, studied by the urologist) and excludes evaluation of the upper urinary tract.

The major barrier to CT urography is not its diagnostic accuracy but radiation dose. In our clinical practice, CT urography is not considered a standardised examination but it is always adapted to the clinical question and to the patient's age as regards both number of phases and scan parameters. Whenever possible, we omit the unenhanced scan and use the split-bolus technique to obtain information on both the renal parenchyma and urinary tract with a single scan. In very few cases only did we obtain an additional scan; regardless, this scan was limited to studying doubtful finding only. With this approach, we are able to deliver a dose ranging between 6 and 30 mSv (14–16 mSv on average depending on patient size) – that is, at the lower end of the spectrum reported in the literature.

Conclusions

Data collected over 30 months of experience with CT urography performed with 64-slice CT equipment demonstrated the high diagnostic value of the examination both for benign and for malignant diseases. The study of patients with suspected urothelial neoplasm cannot, however, be considered complete without the performance of cystoscopy. CT urography may shorten the diagnostic workup of patients with a definite CT finding of bladder neoplasm by the direct recommendation of patients for rigid cystoscopy and thus for a combined diagnostic and therapeutic procedure in a single session.

ematuria microscopica ma a basso rischio per neoplasia vescicale, sebbene questa considerazione si basi sui dati pubblicati da Sadow et al. [20], che risultano più rassicuranti di quelli della nostra casistica. Recentemente è stato proposto anche l'uso di un esame di cistografia TC con cistografia virtuale [21]. Tale esame ha dimostrato un'elevata accuratezza diagnostica in pazienti selezionati, maggiore rispetto all'esame uro-TC convenzionale, particolarmente nelle lesioni sotto i 5 mm, va peraltro rilevato come tale esame sia piuttosto indaginoso e soprattutto come non risponda completamente al quesito clinico di ricerca della causa di ematuria, limitandosi allo studio vescicale, agevolmente, seppur invasivamente effettuato dagli urologi, mentre le alte vie escrettrici rimangono escluse dalla valutazione.

Il limite più importante all'utilizzo dell'uro-TC non risulta essere l'accuratezza diagnostica, ma la dose di radiazioni cui vengono sottoposti i pazienti. Nella nostra pratica clinica l'uro-TC non è considerato un esame standardizzato, ma viene sempre modulato in base al quesito clinico e all'età del paziente sia per quanto riguarda il numero di fasi che i parametri di scansione. Quando possibile evitiamo di eseguire la scansione diretta, utilizzando la tecnica del doppio bolo otteniamo informazioni sia sul parenchima renale che sulla via escrettrice con un'unica scansione e solo in un numero molto limitato di casi si è ricorsi all'esecuzione di un'ulteriore scansione, comunque limitata per estensione allo studio del solo reperto dubbio. Questi accorgimenti fanno sì che la dose da noi erogata vari in un range tra 6 e 30 mSv (in media 14–16 mSv in base alle dimensioni del paziente), ai limiti inferiori dei valori riportati dalla letteratura.

Conclusioni

I dati relativi all'esperienza acquisita in 30 mesi di uro-TC eseguite mediante apparecchiatura a 64 strati hanno dimostrato l'elevato valore diagnostico dell'esame sia nella patologia benigna che in quella maligna. Lo studio dei pazienti con sospetta patologia neoplastica uroteliale non può, però, prescindere dall'esecuzione di un esame cistoscopico. L'uro-TC può accorciare l'iter diagnostico del paziente in caso di sicuro riscontro di neoplasia vescicale, indirizzando direttamente verso un esame eseguito mediante cistoscopia rigida, per un approccio sia diagnostico che terapeutico nella stessa seduta.

Conflict of interest None

References/Bibliografia

- Hoffman A, Ofer A, Nitecki S et al (1997) Reconstructed CT ureteropyelography for accurate diagnosis of urinary tract lesions after kidney transplantation. *Transplant Proc* 29:2699–2700
- Kocakoc E, Bhatt S, Dogra VS (2005) Renal multidetector row CT. *Radiol Clin North Am* 43:1021–1047
- Warshauer DM, McCarthy SM, Street L et al (1988) Detection of renal masses: sensitivities and specificities of excretory urography/linear tomography, US, and CT. *Radiology* 169:363–365
- Silverman SG, Leyendecker JR, Amis E Jr (2009) What is the current role of CT Urography and MR Urography in the evaluation of the urinary tract. *Radiology* 250:309–323
- Perlman ES, Rosenfield AT, Wexler JS et al (1996) CT urography in the evaluation of urinary tract disease. *J Comput Assist Tomogr* 20:620–626
- McNicholas MM, Raptopoulos VD, Schwartz RK et al (1998) Excretory phase CT urography for opacification of the urinary collecting system. *AJR Am J Roentgenol* 170:1261–1267
- Morcos SK (2007) Computed tomography urography technique, indications and limitations. *Curr Opin Urol* 17:56–64
- Tsili AC, Efremidis SC, Kalef-Ezra J et al (2007) Multi-detector row CT urography on a 16-row CT scanner in the evaluation of urothelial tumors. *Eur Radiol* 17:1046–1054
- Van Der Molen AJ, Cowan NC, Mueller-Lisse UG et al (2008) CT urography: definition, indications and techniques. A guideline for clinical practice. *Eur Radiol* 18:4–17
- Nolte-Ernsting C, Cowan N (2006) Understanding multislice CT urography techniques: Many roads lead to Rome. *Eur Radiol* 16:2670–2686
- Stacul F, Rossi A, Cova MA (2008) CT urography: the end of IVU? *Radiol Med* 113:658–669
- Townsend BA, Morteale KJ, Tuncali K, Cohan RH (2009) Current use of computed tomography urography: survey of the Society of Uroradiology. *J Comput Assist Tomogr* 33:96–100
- Gray Sears CL, Ward JF, Sears ST et al (2002) Prospective comparison of computerized tomography and excretory urography in the initial evaluation of asymptomatic microhematuria. *J Urol* 168:2457–2460
- Albani JM, Ciaschini MW, Strem SB et al (2007) The role of computerized tomographic urography in the initial evaluation of hematuria. *J Urol* 177:644–648
- Caoili EM, Cohan RH, Inampudi P et al (2005) MDCT urography of upper tract urothelial neoplasms. *AJR Am J Roentgenol* 184:1873–1881
- Lang EK, Macchia RJ, Thomas R et al (2003) Improved detection of renal pathologic features on multiphase helical CT compared with IVU in patients presenting with microscopic hematuria. *Urology* 61:528–532
- Chow LC, Kwan SW, Olcott EW et al (2007) Split-bolus MDCT urography with synchronous nephrographic and excretory phase enhancement. *AJR Am J Roentgenol* 189:314–322
- Kawashima A, Vrtiska TJ, LeRoy AJ et al (2004) CT urography. *Radiographics* 24 [Suppl 1]:S35–S54
- Lang EK, Macchia RJ, Thomas R et al (2002) Computerized tomography tailored for the assessment of microscopic hematuria. *J Urol* 167:547–554
- Sadow CA SS, O’Leary MP, Signorovitch JE (2008) Bladder cancer detection with CT urography in an academic medical center. *Radiology* 249:195–202
- Panebianco V, Osimani M, Lisi D et al (2009) 64-detector row CT cystography with virtual cystoscopy in the detection of bladder carcinoma: preliminary experience in selected patients. *Radiol Med* 113:52–69