

NEFROLOGO IN CORSIA

Rene a ferro di cavallo: non è una semplice anomalia di fusione. Analisi di due casi clinici e revisione della letteratura



Francesco Caccetta¹, Maurizio Caroppo¹, Fernando Musio¹, Anna Mudoni¹, Antonella Accogli¹, Maria Dolores Zacheo¹, Domenica Burzo¹, Daniele Bramato², Giancamillo Carluccio², Vitale Nuzzo¹

(1) U.O di Nefrologia e Dialisi A.O Card. G. Panico, Tricase

(2) U.O di Urologia A.O Card. G. Panico, Tricase

Corrispondenza a: Francesco Caccetta; A.O "Card. G. Panico" Piazza Pio XI- Tricase; Cel:+39 339 5737085 Mail: fcaccetta@libero.it

Abstract

Il rene a ferro di cavallo è un difetto anatomico congenito del rene che ricorre nello 0.25% della popolazione ed è caratterizzato generalmente dalla fusione dei poli inferiori dei due reni attraverso un istmo ed a cui possono associarsi anomalie urogenitali e dei vasi renali. Asintomatico in 1/3 dei casi e scoperto il più delle volte casualmente nel corso di un esame radiologico, favorisce la calcolosi renale, l'ostruzione del giunto pieloureterale, l'idronefrosi, il reflusso vescico-ureterale e la pielonefrite. Riportiamo due casi clinici, di pazienti con rene a ferro di cavallo, caratterizzati dalla brusca insorgenza di uno stato settico con insufficienza renale acuta oligo-anurica, alterazioni elettrolitiche e dell'equilibrio acido-base, rapido decadimento delle condizioni generali, con riscontro di calcolosi renale, idronefrosi, pielonefrite acuta ed il cui management clinico ha comportato un significativo e sinergico coinvolgimento nefro-urologico. Il rene a ferro di cavallo non rappresenterebbe così solo una semplice anomalia di fusione ma piuttosto una importante condizione anatomica che, una volta diagnosticata, sarebbe meritevole di un'attenta sorveglianza clinica, radiologica e laboratoristica, al fine di prevenire quelle potenziali complicanze che possono risultare anche particolarmente severe.

Parole chiave: calcolosi renale, insufficienza renale acuta, pielonefrite acuta, rene a ferro di cavallo

Horseshoe kidney: not a simple fusion anomaly

The horseshoe kidney is a congenital anatomical defect of the kidney that occurs in 0.25% of the population and is generally characterized by the fusion of the lower poles of the two kidneys through an isthmus and, with which may be associated urogenital and renal vascular anomalies. The horseshoe kidney is asymptomatic in 1/3 of the cases and, most of the time, accidentally discovered during a radiological examination. It promotes nephrolithiasis, ureteropelvic junction obstruction, hydronephrosis, vesicoureteral reflux and pyelonephritis. We report two cases of patients with horseshoe kidney, characterized by the abrupt onset of a septic state with oligo-anuric acute renal failure, electrolyte and acid-base abnormalities, rapid decay of the general conditions, with detection of nephrolithiasis, hydronephrosis and acute pyelonephritis and whose clinical management resulted in a significant and synergistic nephro-urology involvement. The horseshoe kidney is not only a simple fusion anomaly, but rather an important anatomical condition that, once diagnosed, would be worthy of a careful clinical, radiological and laboratory surveillance, in order to prevent the potential complications that may also be particularly severe.

Key words: acute pyelonephritis, acute renal failure, horseshoe kidney, nephrolithiasis

Introduzione

Il rene a ferro di cavallo (RFC) è un difetto anatomico congenito del rene e delle vie urinarie, a predominanza maschile (M/F 2:1), che compare fra 1/400 e 1/666 nati e ricorre nello 0.25% della popolazione [1] [2]. È caratterizzato generalmente dalla fusione dei poli inferiori dei due reni attraverso un istmo posto davanti all'aorta addominale ed alla vena cava inferiore, al di sotto dell'arteria mesenterica inferiore, e a cui possono associarsi anomalie urogenitali. Decorre in maniera asintomatica in circa 1/3 dei casi ed il più delle volte è scoperto accidentalmente nel corso di un esame radiologico (ecografia o TAC dell'addome) in cui viene evidenziata a carico dei reni, insieme alla fusione polare inferiore, una triade caratterizzata generalmente da: ectopia, malrotazione, anomalie nella vascolarizzazione. Altri rilievi radiologici, presenti con diversa incidenza, sono costituiti da: calcolosi renale, idronefrosi, stenosi del giunto pieloureterale, doppio distretto pielo-caliceale ed ureterale, mono o bilaterale [3] [4] (full text) [5] (full text). Un insieme di fattori che, singolarmente o tra loro associati, predispongono alla calcolosi ostruente, all'insorgenza di infezioni delle vie urinarie od allo sviluppo di quadri clinici progressivamente più severi: pielonefrite acuta, pionefrosi, ascesso renale e perirenale [6] [7] [8] [9] (full text). Viene infine segnalata, accanto alla condizione di RFC, una aumentata frequenza di neoplasie renali [10] [11] (full text) [12].

Riportiamo i casi di due pazienti con RFC caratterizzati dalla brusca insorgenza di uno stato settico con associata insufficienza renale acuta oligo-anurica, alterazioni elettrolitiche e dell'equilibrio acido-base, rapido decadimento delle condizioni generali ed il cui management clinico ha comportato un significativo e sinergico coinvolgimento nefro-urologico.

Caso clinico 1

Uomo di 55 anni, giungeva al P.S. con il 118 per improvviso malessere con successiva perdita di coscienza mentre era alla guida dell'automobile. All'ingresso in Ospedale veniva riscontrato un importante stato febbrile (39.5° C), polso ritmico, frequenza cardiaca di 130 bpm, P.A 110/65 mmHg, saturazione 92%, Glasgow coma scale 15 punti. Obiettivamente paziente disorientato, tremori generalizzati, cute marezzata, perdita di urine. In anamnesi vomito, diarrea e dolore al fianco destro insorti due giorni prima con progressiva contrazione della diuresi. Non riferiva patologie pregresse degne di nota o assunzione abituale di farmaci. Gli esami di laboratorio evidenziavano una severa insufficienza renale, elevati indici di flogosi, iponatriemia, acidosi metabolica (Tabella 1) e veniva così disposto il ricovero in Nefrologia. Dopo poche ore dall'ingresso in reparto, nonostante l'avvio di una terapia reidratante prontamente instaurata, permaneva una condizione di oligoanuria con urine purulente. Eseguiva una TAC dell'addome che in particolare evidenziava la presenza di un RFC con marcata idronefrosi a destra e calcolo a stampo in sede pelvica del diametro di circa 3 cm, plurimi piccoli calcoli a livello dei calici, evidente flogosi del tessuto corticale peraltro ridotto di spessore, imbibizione del tessuto adiposo perirenale ed ispessimento della fascia lateroconale; a sinistra idronefrosi di II° grado con ectasia dell'uretere sino allo sbocco in vescica in assenza di calcoli radiopachi. Presenti inoltre adenopatie in sede paraortica sinistra, retrocavale, interaortocavale ed inferiormente al carrefour ed una focale ectasia dell'aorta addominale nel tratto sottorenale (calibro massimo di 29 mm) con calcificazioni parietali (Figura 1, Figura 2, Figura 4). Veniva così posizionato uno stent ureterale JJ a sinistra (Figura 3, Figura 4, Figura 5), potenziata la terapia infusione reidratante con asso-

ciata una antibioticoterapia a largo spettro (levofloxacin 500 mg e.v./die e piperacillina/tazobactam 4 + 0.5 g e.v x 2/di), protratta per circa due settimane, che peraltro trovava conferma dall'antibiogramma eseguito sull'emocoltura risultata positiva per Escherichia Coli. Si assisteva così ad un rapido miglioramento delle condizioni generali, alla ripresa della diuresi e della funzionalità renale (Tabella 1). In 4^a giornata comparsa di una tachiaritmia da fibrillazione atriale trattata dapprima con amiodarone e.v e successivamente, dopo ecocardiogramma transesofageo, con cardioversione elettrica e successivo ripristino del ritmo sinusale. La terapia con levofloxacin era poi prescritta per os a domicilio per altri 10 giorni. Dopo circa 3 mesi intervento di eminefrectomia destra e dopo un altro mese rimozione dello stent. L'esame istologico del pezzo operatorio evidenziava "rene sede di estesa flogosi linfoplasmacellulare interstiziale e peripelica, aree di fibrosi, sclerosi glomerulare, atrofia dei tubuli con fenomeni di tiroidizzazione, come da pielonefrite cronica".

Caso clinico 2

Donna di 56 anni nota per RFC, ipertensione arteriosa, diabete mellito, calcolosi renale, pregresso intervento di eminefrectomia destra. Giungeva alla nostra osservazione per dolore al

Tabella 1. Caso Clinico 1

Parametri	Unità di misura	Ingresso	V giornata
Creatinina	mg/dl	7.7	0.91
Sodiemia	mmol/L	122	139
Potassiemia	mmol/L	4.1	3.9
Uricemia	mg/dl	10.3	5.7
HCO ₃ ⁻	mmol/L	17.9	30.1
Globuli Bianchi	10 ³ /ml	31.400	12.000
Neutrofili	%	97.9	74.2
Piastrine	10 ³ /ml	109.000	100.000
PCR	mg/dl	42.3	9.95
Procalcitonina	ng/mL	474.9	23.09
Sedimento urinario		Tappeto di leucociti	Rari leucociti ed eritrociti
Antitrombina III	attività	66	95
Emocoltura		Positiva (Escherichia Coli)	
Diuresi	ml/24h	400	7.500



Figura 1.
Evidenza di rene a ferro di cavallo, marcata idronefrosi destra, calcolosi a stampo in sede pelvica ed imbibizione edemigena del tessuto perirenale e della fascia renale da pielonefrite. Idronefrosi sinistra



Figura 2.
Idronefrosi II grado a sinistra, calcolosi caliceale a destra



Figura 3.
Stent vescico-ureterale rene sinistro

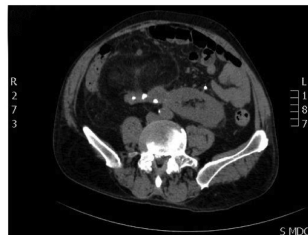


Figura 4.
Plurimi calcoli rene destro, stent vescico-ureterale rene sinistro



Figura 5.
Calcolosi a stampo in sede pelvica rene destro, stent vescico-ureterale rene sinistro

fianco sinistro, iperpiressia (39° C), insufficienza renale, anuria, iperglicemia, iponatriemia, elevati indici di flogosi (Tabella 2). Una TAC dell'addome evidenziava esiti di nefrectomia, rene sinistro residuo dismorfo, mal ruotato con doppio distretto caliceale intrarenale e microimmagini litiasiche caliceali. Presenza di grossolana cavità ascessualizzata, con spesse pareti, lungo lo spazio peri-renale posteriore infiltrante il muscolo quadrato dei lombi con assi trasversi massimi di 6 x 3.5 cm ed estensione cranio-caudale di 5 cm; più cranialmente altro isolato ascesso perirenale posteriore di circa 2 x 1.5 cm ed al polo renale superiore ulteriore espanso con assi massimi di circa 5 cm x 4 cm, con multipli microascessi adiacenti la corticale renale, che si fistolizza, dopo aver infiltrato il muscolo trasverso del torace, nei tessuti molli sottocutanei della regione lombare omolaterale. Ectasia fusiforme dell'aorta sottorenale con diametro massimo di circa 35 mm e trombosi parietale eccentrica in sede postero-laterale sin (Figura 6). La paziente veniva così sottoposta a pielografia retrograda con visualizzazione di una importante idroureteronefrosi in assenza di ostruzioni litiasiche e pertanto si procedeva al posizionamento di uno stent sinistro e di un drenaggio percutaneo dell'ascesso (Figura 7, Figura 8, Figura 9, Figura 10). Veniva poi avviata una terapia infusione reidratante associata a meropenem e piperacillina/tazobactam con successivo miglioramento delle condizioni generali, dello stato febbrile, della funzionalità renale (Tabella 2) e delle immagini radiologiche. Dopo circa 1 mese nuovo episodio febbrile con rilievo di una piccola raccolta fluida in sede perirenale posteriore e periepatica trattata nuovamente con prolungata antibiotico terapia e con progressiva risoluzione del quadro clinico e radiologico dopo circa altri 2 mesi.

Discussione

Il RFC, descritto per la prima volta da Berengario da Carpi nel 1522 [13] [14], costituisce una delle più comuni malformazioni del rene che origina dalla anomala fusione delle gemme metanefrogene tra la 4° e l'8° settimana di embriogenesi ed è caratterizzato dalla presenza di un istmo che unisce, in circa il 90% dei casi, i poli inferiori di entrambi i reni. L'istmo, generalmente di natura parenchimatosa e solo nel 15% dei casi fibroso, è localizzato anteriormente ai grossi vasi addominali, a livello dei corpi vertebrali L3-L5 ed al di sotto dell'origine

Tabella 2. Caso Clinico 2

Parametri	Unità di misura	Ingresso	VI giornata
Creatinina	mg/dl	2.5	0.98
Sodiemia	mmol/L	126	139
Potassiemia	mmol/L	3.5	4.2
HCO3-	mmol/L	18.4	29.8
Glicemia	mg/dl	367	106
Globuli Bianchi	10 ³ /ml	12740	7400
Neutrofili	%	77.3	53.7
PCR	mg/dl	6.12	2.08
Procalcitonina	ng/mL	0.7	0.2
Sedimento urinario		Tappeto di leucociti	Numerosi leucociti, rari eritrociti
Antitrombina III	attività	46.9	67.1
Urinocoltura		Positiva (Enterococcus faecium, Candida Albicans)	
Diuresi	ml/24h	100	3500



Figura 6.
Esiti di nefrectomia in progressore a ferro di cavallo, rene sinistro
dismorfico, malruotato con visualizzazione di una estesa cavità ascitica



Figura 7.
Stent vescico-ureterale rene sinistro



Figura 8.
Stent vescico-ureterale rene sinistro

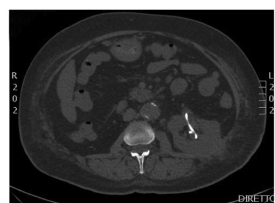
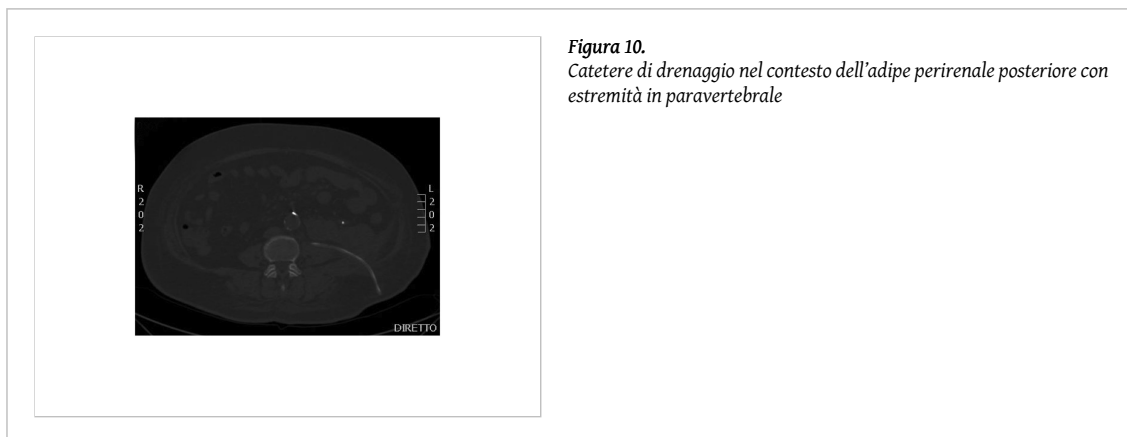


Figura 9.
Stent vescico-ureterale rene sinistro



dell'arteria mesenterica inferiore dall'aorta addominale. Si riconoscono anche fusioni fra polo superiore di un rene e polo inferiore dell'altro con configurazione a L o ad S o fra tutti e quattro i poli tale da rendere un'immagine a focaccia [15]. La diagnosi è spesso tardiva ed accidentale nel corso di un esame radiologico o a seguito della comparsa di un dolore addominale. L'esame ecografico eseguito con paziente sia in decubito supino che laterale, in modo da esplorare il rene nella direzione anteriore, antero-laterale, laterale e dorsale, permette infatti di individuare le caratteristiche proprie del RFC. Caratteristiche ecografiche che sono costituite da: 1) ectopia renale (posizione caudale, pelvica o lombare), 2) malrotazione con bacinetto renale anterotato in posizione mediale-anteriore, 3) calici atipici, in particolare quelli inferiori che si presentano in posizione orizzontale, 4) ureteri che decorrono anteriormente all'istmo, in posizione di scavalco. La visualizzazione ecografica dell'istmo in un 15% dei casi non risulta agevole principalmente per l'inserzione bassa dei reni, oppure allorché vi sia la presenza di gas intestinale, di linfonodi aumentati di volume, di trombosi della vena renale, di fibrosi retro peritoneale, di neoplasie o per il sovrapporsi di altre strutture anatomiche dell'addome quali ad esempio il pancreas [16] (full text) [17]. Indispensabile poi l'ausilio dell'esame TAC dell'addome che fornisce, oltre ad una più fine e completa valutazione radiologica dell'apparato urinario, anche ulteriori indicazioni in merito alle caratteristiche intrinseche al RFC con particolare riguardo per esempio alle dimensioni dell'istmo e della pelvi renale. Kawada et al. [18] (full text) hanno infatti, in uno studio TAC condotto su 106 pazienti con RFC (70 pazienti con litiasi renale), misurato la lunghezza massima complessiva media della pelvi renale, risultata di 12.7 ± 9.2 mm, senza apprezzabili differenze nei due gruppi, e la larghezza minima dell'istmo (11.0 ± 5.6 mm vs 9.5 ± 5.1 mm, $p = 0.048$) che risultava più ampia nel gruppo di pazienti con calcolosi, ipotizzando così una possibile relazione fra le dimensioni dell'istmo e la genesi della nefrolitiasi. Un'ulteriore apporto riguarda poi la vascolarizzazione del rene che risulta nel RFC estremamente variabile (Tabella 3) dato il frequente riscontro di multiple arterie renali; solo nel 20% è infatti presente una singola arteria per rene [19]. Da segnalare poi il riscontro di aneurismi dell'aorta addominale nello 0.12% dei pazienti con RFC [20] (full text) L'imaging radiologico risulta inoltre fondamentale per documentare le eventuali complicanze quali ad esempio: urolitiasi, idronefrosi di vario grado, stenosi del giunto ureteropelvico, duplicazione calico-pielica ed ureterale, mono o bilaterale. L'idronefrosi è generalmente secondaria all'inserzione alta degli ureteri e al loro decorso lungo l'istmo, oppure a reflusso vescico-ureterale che è presente in circa la metà dei pazienti con RFC. Altre cause di idronefrosi sono poi individuate nella stenosi del giunto che è presente in circa il 35% dei pazienti con RFC ed alla calcolosi che può essere indovata nella pelvi o nell'uretere e dunque risultare ostruente. La calcolosi renale che ha un'incidenza di circa il 20 - 60% nei pazienti con RFC [21], svolge un ruolo rilevante nello sviluppo delle complicanze poiché costituisce un elemento fondamentale sia per la possibile ostruzione del deflusso urinario sia per lo sviluppo di infezioni

delle vie urinarie. L'infezione delle vie urinarie in particolare è infatti presente nel 27-41% dei pazienti con RFC ed è secondaria alla calcolosi, alla stasi urinaria ed al reflusso vescico-ureterale. Infezioni che possono poi progredire da forme più semplici a forme più complesse e dunque si possono riconoscere quadri clinici legati ad episodi di pielonefrite acuta batterica, focale o diffusa, di pielonefrite xantogranulomatosa, a forme più rare di pielonefrite enfisematosa, fino all'ascesso renale e perirenale, con un impegno terapeutico crescente che può arrivare, nei casi più severi, all'eminefrectomia [22] (full text) [23]. La calcolosi renale, svolge così un ruolo centrale nella storia clinica dei pazienti con RFC. Deriva principalmente dalle anomalie anatomiche proprie del RFC (inserzione alta degli ureteri, stenosi del giunto) e quindi da una alterata dinamica urinaria. Uno studio di Raj et al. [24] condotto su 37 pazienti con RCF ha in più evidenziato la presenza di anomalie del metabolismo ed in particolare una incidenza significativa di ipercalciuria ed ipocitraturia in quelli con nefrolitiasi. La calcolosi renale, unitamente all'idronefrosi cronica ed alle infezioni delle vie urinarie, può infine costituire un fattore di rischio per lo sviluppo di neoplasie renali ed i pazienti con RFC presentano infatti un aumentato rischio di tumori renali. Le neoplasie renali comprendono il tumore di Wilms, l'adenocarcinoma, il carcinoma a cellule transizionali e tumori di derivazione neuroendocrina [25] [26] (full text). Diviene così fondamentale una attenta e precoce gestione della calcolosi renale. Da un lato dunque avviare il paziente ad uno studio metabolico della calcolosi al fine di individuare la presenza di eventuali anomalie favorevoli la nefrolitiasi (ipocitraturia, iperossaluria, iperuricuria, ipercalciuria) ed instaurare così una opportuna terapia farmacologica. Dall'altro, dopo l'accertamento della presenza di una calcolosi renale, valutare il trattamento più idoneo per la sua risoluzione. La litotrissia che costituisce generalmente l'intervento di prima scelta nel caso di calcoli < 2 cm deve essere attentamente considerata nei pazienti con RFC poiché, sia l'ectopia renale, la mal rotazione, il decorso anomalo degli ureteri lungo l'istmo e l'eventuale presenza di una ostruzione del giunto pielo-ureterale o di una idronefrosi di grado variabile, condizionano fortemente la frantumazione dei calcoli e l'eliminazione dei frammenti [27] [28]. Ray et al. hanno infatti evidenziato che in pazienti con RFC la litotrissia ha successo nel 25% dei casi dopo un singolo trattamento ed a tre mesi solo il 9% dei pazienti era libero da calcoli. L'aumento del numero di trattamenti portava il successo terapeutico post-trattamento ed una condizione *stone free* a tre mesi rispettivamente al 63.6% ed al 39.1% [29]. Analoghi risultati sono stati poi descritti da altri autori [30] [31] [32] ribadendo così la validità della litotrissia, in termini di efficacia e di sicurezza, ma legandone il successo essenzialmente alla localizzazione ed alle dimensioni del calcolo. Per calcoli con diametro > 2 cm sono necessarie infatti altre procedure quali ad esempio la nefrolitotomia percutanea che risulta l'intervento di prima scelta, soprattutto per calcoli a stampo, la pielolitotomia laparoscopica oppure tecniche combinate di ureterosopia ed uso di litotrissia laser. L'intervento di ureteropieoloplastica è poi necessario per la correzione della stenosi del giunto pielo-ureterale [33] [34] [35] [36]. Nei casi infine di pielonefrite xantogranulomatosa è d'uso il ricorso all'eminefrectomia [9] (full text) [22] (full text). L'interesse e la particolarità dei due casi descritti derivano così dalla combinazione delle complicanze legate alla condizione di RFC. In un caso la scoperta dell'anomalia di fusione avveniva nel contesto dell'insorgenza di una sintomatologia clinica estremamente impegnativa con stato settico, perdita di coscienza, insufficienza renale acuta, squilibrio idro-elettrolitico, acidosi metabolica e piodronefrosi con riscontro di calcolosi renale a stampo che successivamente nell'immediato decorso clinico si complicava ulteriormente con la comparsa di una fibrillazione atriale verosimilmente legata alle variazioni elettrolitiche secondarie al ripristino di una diuresi efficace. Faceva poi seguito l'intervento di eminefrectomia. Nel secondo caso clinico, accanto ad una storia di RFC già nota con pregresso intervento di eminefrectomia, vi era il rilievo di un importante e significativo ascesso perirenale associato ad altri multipli microascessi, con avvio

Tabella 3. Vascolarizzazione del rene a ferro di cavallo Classificazione di Eisendrath (19)

Classificazione	Descrizione	Incidenza
Tipo I	1 arteria renale per ogni singolo rene	20%
Tipo II	1 arteria renale per ogni singolo rene ed un ramo aortico all'istmo	30%
Tipo III	2 arterie per ogni singolo rene ed 1 arteria all'istmo	15%
Tipo IV	2 arterie per ogni singolo rene con 1 o più arterie che originano dalle arterie iliache incluso il ramo istmico	15%
Tipo V	Multiple arterie renali che originano dall'aorta, dalla arteria mesenterica e dall'arteria iliaca	20%

alla fistolizzazione nei tessuti sottocutanei, che condizionava da un lato la comparsa di uno stato settico con squilibrio elettrolitico e scompenso glicemico e dall'altro una condizione di insufficienza renale acuta con oligo-anuria. Derivandone poi una prolungata ospedalizzazione anche per una recidiva dell'infezione delle vie urinarie e delle formazioni microascessuali. Un altro dato radiologico saliente era poi costituito dal riscontro di un doppio distretto caliceale intrarenale del rene residuo con associata calcolosi caliceale in un caso e di una ectasia dell'aorta addominale nel tratto sottorenale, di circa 3 cm, in entrambi i casi. La presenza di un RFC era così associata, in tutte e due i casi descritti, alla comparsa dello stato settico e dell'insufficienza renale acuta che hanno richiesto un significativo e tempestivo coinvolgimento sinergico: nefrologico per il monitoraggio della funzionalità renale, per la correzione dello squilibrio idrico ed elettrolitico, per la gestione della terapia dello stato settico, anche alla luce della ridotta funzionalità renale, e della prolungata antibiotico-terapia, per la gestione delle complicanze ed urologico concretizzato rapidamente con il posizionamento dello stent ureterale, con il drenaggio percutaneo dell'ascesso renale ed infine con l'intervento di eminefrectomia.

Conclusioni

Il RFC non rappresenta così solo una semplice anomalia di fusione ma un'importante condizione anatomica che predispone alla comparsa di severi quadri clinici che insorgono in maniera acuta e che talora possono essere momento unico per la scoperta della malformazione renale fino ad allora misconosciuta. Di qui l'utilità, nei pazienti noti per RFC, di una opportuna e periodica sorveglianza clinica, radiologica e laboratoristica mirata alla prevenzione delle complicanze. L'aumentato rischio di neoplasie renali costituisce poi un altro importante e significativo obiettivo del follow up a lungo termine.

Bibliografia

[1] Weizer AZ, Silverstein AD, Auge BK et al. Determining the incidence of horseshoe kidney from radiographic data at a single institution. *The Journal of urology* 2003 Nov;170(5):1722-6

[2] Bauer S. Anomalies of upper urinary tract. In: Walsh PC, editor. *Campbell's Urology*. 8th ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 2002.

[3] Natsis K, Piagkou M, Skotsimara A et al. Horseshoe kidney: a review of anatomy and pathology. *Surgical and radiologic anatomy* : SRA 2014 Aug;36(6):517-26

[4] Nahm AM, Ritz E Horseshoe kidney. *Nephrology, dialysis, transplantation* : official publication of the European Dialysis and

Transplant Association - European Renal Association 1999 Nov;14(11):2740-1 (full text)

[5] Mirzazadeh M, Richards KA Complete duplication of collecting system in a horseshoe kidney presenting with recurrent urinary tract infections: report of an exceedingly rare congenital anomaly and review of literature. *TheScientificWorldJournal* 2011;11:1591-6 (full text)

[6] Jira H, Ameer A, Kasmaoui E et al. [Pathologic horseshoe kidney. Report of 13 cases]. *Annales d'urologie* 2002 Jan;36(1):22-5

- [7] Sriramaveen P, Sridhar A, Sandeep Y et al. Acute kidney injury due to emphysematous pyelonephritis on a horseshoe kidney. *Renal failure* 2011;33(7):730-1
- [8] Rodríguez Alonso A, González Blanco A, Bonelli Martín C et al. [Acute diffuse bacterial nephritis in horse shoe kidney]. *Actas urológicas españolas* 2002 Nov-Dec;26(10):806-10
- [9] Sausville J, Chason J, Phelan M et al. Laparoscopic heminephrectomy in a horseshoe kidney affected by xanthogranulomatous pyelonephritis. *JLS : Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons / Society of Laparoendoscopic Surgeons* 2009 Jul-Sep;13(3):462-4 (full text)
- [10] Mizusawa H, Komiyama I, Ueno Y et al. Squamous cell carcinoma in the renal pelvis of a horseshoe kidney. *International journal of urology : official journal of the Japanese Urological Association* 2004 Sep;11(9):782-4
- [11] Jones L, Reeves M, Wingo S et al. Malignant tumor in a horseshoe kidney. *Urology journal* 2007 Winter;4(1):46-8 (full text)
- [12] Krishnan B, Truong LD, Saleh G et al. Horseshoe kidney is associated with an increased relative risk of primary renal carcinoid tumor. *The Journal of urology* 1997 Jun;157(6):2059-66
- [13] Da Carpi JB (1522) *Isogogae breves*. 'A short introduction to anatomy.' (transl. Lind LR). Chicago: University of Chicago Press. 1959 (cited by Cook and Stephens)
- [14] De Santo NG, Bisaccia C, De Santo LS et al. Berengario da Carpi. *American journal of nephrology* 1999;19(2):199-212
- [15] Kaufman MH, Findlater GS An unusual case of complete renal fusion giving rise to a 'cake' or 'lump' kidney. *Journal of anatomy* 2001 Apr;198(Pt 4):501-4
- [16] Strauss S, Dushnitsky T, Peer A et al. Sonographic features of horseshoe kidney: review of 34 patients. *Journal of ultrasound in medicine : official journal of the American Institute of Ultrasound in Medicine* 2000 Jan;19(1):27-31 (full text)
- [17] Meola M, Petrucci I, Giovannini L et al. [Ultrasound and color Doppler applications in nephrology. The normal kidney: anatomy, vessels and congenital anomalies]. *Giornale italiano di nefrologia : organo ufficiale della Società italiana di nefrologia* 2012 May-Jun;29(3):333-47
- [18] Kawada S, Ichikawa T, Koizumi J et al. Assessment of renal shape of horseshoe kidney with multidetector row CT in adult patients: relationship between urolithiasis and renal isthmus. *The Tokai journal of experimental and clinical medicine* 2013 Dec 20;38(4):159-66 (full text)
- [19] Eisendrath DN, Phifer FM, Culver HB et al. HORSESHOE KIDNEY. *Annals of surgery* 1925 Nov;82(5):735-64
- [20] Ruppert V, Umscheid T, Rieger J et al. Endovascular aneurysm repair: Treatment of choice for abdominal aortic aneurysm coincident with horseshoe kidney? Three case reports and review of literature. *Journal of vascular surgery* 2004 Aug;40(2):367-70 (full text)
- [21] Grainger R, Murphy DM, Lane V et al. Horseshoe kidney--a review of the presentation, associated congenital anomalies and complications in 73 patients. *Irish medical journal* 1983 Jul;76(7):315-7
- [22] Khan A, Myatt A, Palit V et al. Laparoscopic heminephrectomy of a horseshoe kidney. *JLS : Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons / Society of Laparoendoscopic Surgeons* 2011 Jul-Sep;15(3):415-20 (full text)
- [23] Rollino C, Beltrame G, Ferro M et al. [Pyelonephritis]. *Giornale italiano di nefrologia : organo ufficiale della Società italiana di nefrologia* 2012 Sep-Oct;29 Suppl 56:S21-7
- [24] Raj GV, Auge BK, Assimos D et al. Metabolic abnormalities associated with renal calculi in patients with horseshoe kidneys. *Journal of endourology / Endourological Society* 2004 Mar;18(2):157-61
- [25] Rubio Briones J, Regalado Pareja R, Sánchez Martín F et al. Incidence of tumoural pathology in horseshoe kidneys. *European urology* 1998;33(2):175-9
- [26] Anand A, Seth A, Singh MK et al. Neuroendocrine tumor in horseshoe kidney. *Indian journal of pathology & microbiology* 2010 Jan-Mar;53(1):195-7 (full text)
- [27] Collado Serra A, Parada Moreno R, Rousaud Barón F et al. Current management of calculi in horseshoe kidneys. *Scandinavian journal of urology and nephrology* 2000 Apr;34(2):114-8
- [28] Traxer O, Lechevallier E, Saussine C et al. [Urolithiasis with complex or anomalous renal anatomy]. *Progres en urologie : journal de l'Association française d'urologie et de la Société française d'urologie* 2008 Dec;18(12):992-6
- [29] Ray AA, Ghiculete D, D'A Honey RJ et al. Shockwave lithotripsy in patients with horseshoe kidney: determinants of success. *Journal of endourology / Endourological Society* 2011 Mar;25(3):487-93
- [30] Tunc L, Tokgoz H, Tan MO et al. Stones in anomalous kidneys: results of treatment by shock wave lithotripsy in 150 patients. *International journal of urology : official journal of the Japanese Urological Association* 2004 Oct;11(10):831-6
- [31] Gómez Pascual JA, Soler Martínez J, García Galisteo E et al. [Extracorporeal shock-wave lithotripsy as treatment of lithiasis in horseshoe kidney]. *Archivos españoles de urologia* 2003 Jan-Feb;56(1):39-44; discussion 44-5
- [32] Yohannes P, Smith AD The endourological management of complications associated with horseshoe kidney. *The Journal of urology* 2002 Jul;168(1):5-8
- [33] Raj GV, Auge BK, Weizer AZ et al. Percutaneous management of calculi within horseshoe kidneys. *The Journal of urology* 2003 Jul;170(1):48-51
- [34] Chouaib A, Al-Qahtani S, Thoma A et al. [Horseshoe kidney stones: benefit of flexible ureterorenoscopy with holmium laser]. *Progres en urologie : journal de l'Association française d'urologie et de la Société française d'urologie* 2011 Feb;21(2):109-13
- [35] Traxer O, Letendre J Extracorporeal lithotripsy endoscopically controlled by ureterorenoscopy (LECURS): a new concept for the treatment of kidney stones--first clinical experience using digital ureterorenoscopes. *World journal of urology* 2014 Jun;32(3):715-21
- [36] Liatsikos EN, Kallidonis P, Stolzenburg JU et al. Percutaneous management of staghorn calculi in horseshoe kidneys: a multi-institutional experience. *Journal of endourology / Endourological Society* 2010 Apr;24(4):531-6