

## LAVORO ORIGINALE

## ESCLUSIONE ENDOVASCOLARE DELL'ANEURISMA DELL'ARTERIA RENALE

Paolo Mingazzini<sup>1</sup>, Pietro Mingazzini<sup>2</sup>, Maurizio Cariati<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Diagnostico Italiano, <sup>2</sup> Azienda Ospedaliera San Carlo Borromeo di Milano

### Riassunto

L'aneurisma dell'arteria renale (AAR) è una malattia rara, spesso asintomatica e oggetto di riscontro occasionale, si associa perlopiù ad ipertensione nefrovascolare. Essa merita attenta considerazione soprattutto per il rischio di rottura con grave emorragia interna. L'ipertensione causata dall'AAR è oggi ben controllabile con farmaci, ma a consigliarne la correzione sono le complicanze (trombosi, embolizzazione del parenchima renale e rottura). L'indicazione chirurgica è quindi dettata dalle dimensioni (>2 cm) e dai sintomi di rottura, quali dolore ed ematuria. La chirurgia vascolare aperta, in sito, o anche ex vivo, con perfusione fredda e autotrapianto, permette la ricostruzione angioplastica dell'arteria; ma il trattamento endovascolare, con embolizzazione dell'aneurisma, e soprattutto la sua esclusione con stent ricoperti, è da considerare la prima scelta. Anche nei casi di aneurisma renale rotto, come in quello riportato, è possibile l'esclusione percutanea dell'aneurisma, preservando la perfusione e funzionalità del rene.

### Summary

**Endovascular exclusion of renal artery aneurysm.** Renal artery aneurysm (RAA) is a rare pathology, often asymptomatic and discovered incidentally, it is mostly associated with renovascular hypertension. RAA deserves careful consideration especially for the risk of rupture with severe internal bleeding. Hypertension caused by RAA is nowadays well controllable by medication, but RAA correction is recommended because of its complications (thrombosis, embolization of the renal parenchyma and rupture). The indication for surgery is therefore dictated by the size (> 2 cm) and symptoms of rupture, such as pain and hematuria. Open vascular surgery, performed in vivo, or even ex vivo with cold perfusion and auto-transplantation, allows the angioplastic reconstruction of the artery. But endovascular treatment with embolization of the aneurysm, and especially its exclusion by covered stents, is considered the first choice. Even in cases of renal aneurysm rupture, like in the reported case, percutaneous exclusion of the aneurysm is feasible via endovascular techniques, preserv-

ing perfusion and function of the kidney.

**Parole chiave:** Aneurisma dell'arteria renale, Esclusione endovascolare

**Key Words:** Renal artery aneurysms, Endovascular exclusion

*Ho potuto accostarmi alla chirurgia dell'arteria renale già all'inizio della mia attività chirurgica, con il professor Ugo Ruberti al Policlinico di Milano. Ho quindi seguito il suo evolversi nell'arco di oltre quarant'anni (anche nel periodo più recente all'Ospedale Bassini ho collaborato volentieri con i Colleghi Urologi per il trattamento delle neoplasie renali estese ai vasi ilari e alla vena cava). Mi sembra dunque possa essere d'interesse riconsiderare l'evoluzione nel trattamento degli aneurismi dell'arteria renale, specie negli anni più recenti, caratterizzati dall'enorme sviluppo di tecniche e materiali endovascolari, con Pietro Mingazzini, che prosegue una ragguardevole esperienza presso l'unità endovascolare da lui diretta all'Ospedale San Carlo Borromeo di Milano ed il Collega Maurizio Cariati, direttore del Dipartimento di Scienze Diagnostiche nella stessa Azienda Ospedaliera.*

### Definizione e Cenni Storici

L'aneurisma dell'arteria renale (AAR) è definito come una dilatazione localizzata dell'arteria renale o dei suoi rami, che supera il doppio del diametro dell'arteria nativa. Il diametro medio dell'arteria renale normale, secondo studi ecografici e angiografici è di mm 5,68 +/- 1,19 (1). La prima osservazione riportata in letteratura sull'aneurisma dell'arteria renale è quella di Rouppe, che nel 1770 riferì di un marinaio deceduto per shock emorragico dopo una caduta sul fianco destro, alla cui autopsia fu riscontrata la rottura di un voluminoso pseudoaneurisma dell'arteria renale.(2)

### Inquadramento Clinico

Studi autoptici riportano un'incidenza di AAR dello 0,1% circa, mentre studi su serie angiografiche e TC contrasto arrivano a 0,7-1% (3,4), dato che si può spiegare col fatto

che tali esami sono abitualmente utilizzati nello screening dell'ipertensione, spesso associata ad AAR.

L'età media varia tra i 40 e i 60 anni nelle diverse casistiche (4-7), con una prevalenza, seppur modesta, del sesso femminile. La localizzazione è soprattutto al tronco dell'arteria renale, spesso a livello della prima biforcazione o dei rami principali. Gli AAR sono, infatti, extraparenchimali nell'85% dei casi e intraparenchimali nel 15%; possono essere bilaterali nel 20% e multipli nel 30% dei casi (8,9). Riguardo alla forma, possono essere fusiformi, ma soprattutto sacculari, con un colletto all'origine dall'arteria; possono anche avere forma particolare (bilobati ecc.).

L'etiologia prevalente è displastica, oppure arteriosclerotica, anche se molti autori ritengono che le alterazioni arteriosclerotiche, come la frequente calcificazione parietale, siano sovrapposizioni secondarie all'aneurisma.

Le lesioni displastiche dell'arteria renale sono state oggetto di studi approfonditi da parte degli autori (10-15); la forma che più frequentemente si associa ad aneurismi è la fibrodisplasia della media, dal caratteristico aspetto angiografico a corona di rosario.

Oltre agli "aneurismi veri" sopra descritti, vi sono gli "pseudoaneurismi dell'arteria renale", secondari a traumi contusivi o anche di origine iatrogena, in seguito a biopsia renale o nefrostomia, oppure a cateterismo selettivo dell'arteria renale. Vi sono anche aneurismi originatisi da dissecazione dell'arteria, aneurismi micotici, oppure, ancor più rari, aneurismi che si accompagnano ad altre patologie quali panarterite nodosa, tubercolosi, neurofibromatosi, malattia di Kawasaki. Queste ultime forme sono generalmente intraparenchimali e condizionano la nefrectomia.

La gravidanza è poi spesso associata alla rottura di AAR, probabilmente poiché lo stato gravidico ne favorisce la dilatazione, sia per il maggior flusso ematico, che per le alterazioni ormonali indotte nella parete arteriosa.

Gli AAR sono prevalentemente *asintomatici*, questo ne spiega la diagnosi spesso accidentale, nel corso d'indagini condotte sull'addome per altre cause, mediante Ecografia, TC, RM, o Angiografia.

Gli AAR possono anche manifestare **sintomatologia**: la più frequente è l'*ipertensione arteriosa*, che si associa nel 90% dei casi. Essa può essere spiegata da una coesistenza stenosi dell'arteria renale, con attivazione del sistema renina-angiotensina. In assenza di stenosi l'ipertensione può essere causata da embolizzazioni distali dell'aneurisma e ischemia parenchimale, ma anche semplicemente da modificazioni emodinamiche del flusso indotte dall'aneurisma, che innescano il meccanismo angiotensinico (12).

Il *dolore* è altro sintomo importante e da non trascurare, tipicamente al fianco, o all'addome, può essere segno di minaccia di fissurazione o rottura dell'aneurisma. Anche l'ematuria può presentarsi negli AAR in rottura. Rara la compressione pieloureterale provocata da voluminosi aneurismi.

L'*embolizzazione* distale, da parte di frammenti trombotici

da apposizioni parietali nell'aneurisma renale, condiziona infarti nel parenchima renale.

La *rottura* dell'AAR è indubbiamente il sintomo più grave, e rappresenta anche la maggior complicanza, che fortunatamente, a una revisione recente, si dimostra soltanto in un 3% dei casi (16), accompagnandosi a emorragia retroperitoneale massiva, con grave shock, spesso mortale.

## Diagnosi

Una discreta parte di AAR sono asintomatici, e lo rimangono a lungo; ciò rende più difficile la diagnosi e spiega il fatto che spesso siano un reperto accidentale. D'altronde lo sviluppo progressivo dell'ipertensione, l'associazione a stenosi vascolare, e quindi a ipoperfusione parenchimale, possono danneggiare nel tempo il rene, che potrebbe altresì essere recuperato con una rivascolarizzazione chirurgica, in grado di correggerne nel contempo l'ipertensione nefrogena. La tendenza dilatativa inoltre, propria delle lesioni aneurismatiche, può portare infine alla rottura, con quadro clinico acuto e pericolo di vita. L'intervento d'urgenza, senza un'opportuna pianificazione, può condizionare una nefrectomia di necessità, anche nei casi trattabili con perfusione e ricostruzione vascolare. Queste considerazioni sottolineano pertanto l'importanza di una diagnosi precoce e di uno studio accurato dell'AAR, per decidere il trattamento più opportuno.

Già una semplice Ecografia addominale può diagnosticare l'AAR, il reperto occasionale più frequente è però in corso di TC addome, praticata per altre cause. Raccomandiamo sempre uno screening completo nelle ipertensioni arteriose, del resto attualmente condotto su precise linee guida, per non trascurare la possibile origine nefro-vascolare, con dosaggio della renina e studio della vascolarizzazione renale. Un esame Angio TC o Angio RM, con le apparecchiature attuali, è in grado di fornire informazioni sufficienti sulle caratteristiche anatomiche di AAR, accurate misurazioni e, attraverso la ricostruzione tridimensionale e la sua rotazione, lo studio della possibilità di ricostruzione vascolare angioplastica o di esclusione con endoprotesi. (Fig.1)

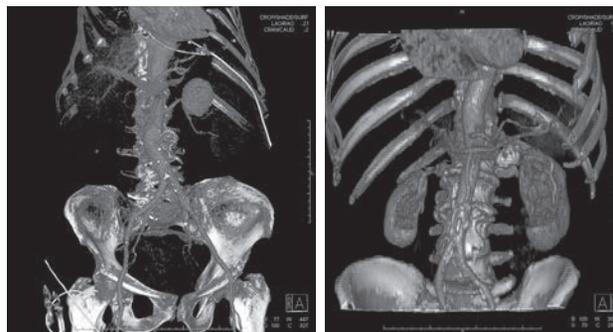


Fig. 1 (a e b): Aneurisma dell'arteria renale, ricostruzioni tridimensionali all'angioTC.

Anche il parenchima renale può essere valutato nella sua dimensione e funzionalità, con i tempi di perfusione ed eliminazione del mezzo di contrasto. Ulteriori indagini possono essere la scintigrafia o il dosaggio dell'attività reninica plasmatica con i prelievi venosi selettivi nei due lati, sarà necessario ricorrere ad essi solo per precisare un'indicazione chirurgica di lato, o per valutare la funzionalità dei singoli reni.

### Indicazioni Terapeutiche

La conoscenza della storia naturale della malattia, come in altre patologie, è quella che può guidarci al trattamento indicato per gli AAR. In tal senso son tuttora valide le osservazioni fatte anni fa sulle lesioni displastiche o arteriosclerotiche (14), più recentemente confermate da altri autori (18,19). Saranno dunque soprattutto le caratteristiche anatomiche e le dimensioni dell'aneurisma che permetteranno di decidere sulla scelta tra terapia medica osservazionale, piuttosto che chirurgica.

Con il progressivo sviluppo di nuovi farmaci, il controllo pressorio nell'ipertensione nefrovascolare indotta dall'AAR è oggi molto più efficace, pertanto il trattamento medico, con periodici controlli è giustificato negli aneurismi renali stabili e di piccole dimensioni.

L'indicazione chirurgica è stata riconsiderata criticamente in alcuni recenti lavori, che dimostrano una scarsa tendenza alla rottura per piccoli AAR, osservati per un periodo di 4 anni, con aumento di diametro dello 0,6 +/- 0,16 mm per anno (20). D'altronde sono state riportate rotture di AAR sotto i 2 cm; ed anche calcificazioni estese che non preservano dal pericolo di rottura. Riteniamo dunque sensato conservare i classici **Criteri per l'indicazione chirurgica**, che ha come fine la preservazione dalla rottura dell'aneurisma; essi sono: AAR *con diametro superiore ai 2 cm*, o anche inferiori, se *sintomatici*. Sono considerati sintomatici gli AAR che presentano *ipertensione non controllata* dai farmaci; se causano *dolore* al fianco o all'addome o se manifestano *ematuria*. Analogamente costituisce indicazione alla correzione chirurgica la presenza di trombi a livello dell'aneurisma e, soprattutto, la dimostrazione d'infarti renali multipli da *embolizzazione distale* (20-24). Riguardo alle **Tecniche Chirurgiche**, esse consistono nell'*aneurismectomia* con *angioplastica diretta*, quando è possibile resecare l'aneurisma e ricostruire l'arteria con sutura diretta, o anche con resezione di un tratto di arteria interessato e anastomosi termino-terminale; *angioplastica indiretta* se viene utilizzato un patch, per evitare stenosi del vaso, utilizzando vena autologa o protesi vascolare. Altra tecnica è quella del distacco dell'arteria e suo *reimpianto* sull'aorta, che può essere *diretto, o con innesto* protesico o in vena.

La metodica originale proposta a suo tempo da Ruberti (13-15) nel caso di lesioni del tratto medio-distale dell'ar-

teria renale prevede il distacco del vaso dall'aorta (portando dal lato destro l'arteria anteriormente alla vena cava), la sua apertura longitudinale, prolungata, se necessario, su una branca ed una lunga anastomosi di un innesto aorto-renale "a becco di flauto" allargando l'arteria e conservando le branche eventuali sul fondo dell'anastomosi stessa. Con tale metodica la riparazione ex vivo diventa raramente necessaria. L'accesso chirurgico è usualmente attraverso laparotomia mediana o sottocostale; per il rene sinistro alcuni autori preferiscono un accesso retroperitoneale, con incisione al fianco.

Questi interventi non estraggono il rene dalla sua posizione, vengono perciò chiamati **riparazioni in situ**. Nel caso poi che il tempo richiesto per la ricostruzione vascolare sia prolungato (oltre i 20'-30'), al semplice clampaggio dopo eparinizzazione (*ischemia calda*) è opportuno associare un lavaggio dell'organo attraverso l'arteria con soluzione fredda (generalmente Ringer Lattato a 4 °C con aggiunta di Mannitolo), Tale procedura è chiamata *perfusione fredda* ed è stata da noi adottata sia per ricostruzioni complesse in situ, sia in caso di isolamento dell'organo, che viene estratto dalla cavità addominale mobilizzando un tratto di uretere, per procedere a **ricostruzione ex vivo** su banco e **autotrapianto renale** (22, 25, 26). La ricostruzione dell'arteria può avvenire in tal modo anche per aneurismi della biforcazione o di branche, con reimpianto di una branca sull'altra, o confezione di una nuova biforcazione, con tecnica "a pantalone".

Alcuni autori hanno proposto il prelievo del rene attraverso nefrectomia laparoscopica assistita, seguita da riparazione ex vivo e autotrapianto, riportando buoni risultati, questo al fine di ridurre il trauma chirurgico laparotomico (26, 27, 28).

Il Robot Chirurgico, che viene sempre più sovente utilizzato in determinate procedure, è stato usato anche nella riparazione di AAR (29). Il vantaggio è quello di poter praticare attraverso i bracci meccanici microsuture vascolari con estrema precisione, Anche in un campo operatorio profondo.

Alla **chirurgia tradizionale aperta**, spesso necessaria per le dimensioni del rene o le caratteristiche anatomiche dell'AAR, viene sempre più preferita la **chirurgia endovascolare percutanea** (30,33).

L'accesso è abitualmente in anestesia locale per puntura dell'arteria femorale all'inguine e cateterismo selettivo dell'arteria renale interessata.

Le procedure endovascolari applicabili all'AAR consistono essenzialmente nell'**embolizzazione** con spirali della cavità aneurismatica, agevole negli aneurismi saccolari, senza branche importanti che originano dalla sacca, con colletto ristretto (24,35). L'embolizzazione produce, infatti, la rapida trombosi dell'aneurisma e la sua conseguente esclusione dal letto vascolare renale. All'embolizzazione

può essere associato il posizionamento di stent nell'arteria renale, come nel caso illustrato. Tali procedure devono essere condotte con la massima accuratezza, onde evitare la diffusione di emboli al parenchima renale (36).

Ma le possibilità più interessanti offerte dalle tecnologie attuali sono gli **stent** espandibili e soprattutto gli **stent graft** ricoperti (endoprotesi) a basso profilo e facilmente avanzabili anche in arterie angolate e posizionabili con estrema precisione. Attraverso di essi è possibile anche la correzione di lesioni complesse, preservando l'origine delle branche importanti dell'arteria renale.

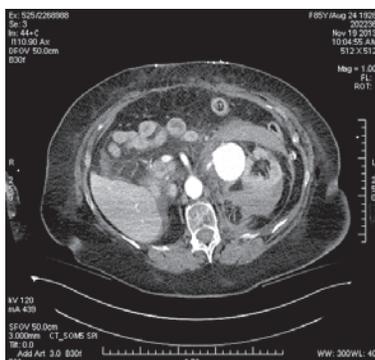
Un'ulteriore opportunità è offerta dai cosiddetti stent multistrato a modulazione di flusso, che consentono la trombosi dell'aneurisma e la preservazione della pervietà delle branche arteriose (37).

La **nefrectomia** è infine da riservare ai casi "di necessità" ossia quando vi sia estesa compromissione del parenchima renale, per aneurismi multipli intraparenchimali, o invasione del parenchima da voluminoso aneurisma, o riduzione della porzione di rene funzionante, a causa di ripetute embolizzazioni, a partenza dall'aneurisma, con estese aree d'infarto renale. Nefrectomia di necessità può essere anche indicata per intervento salvavita, nel caso di rottura di AAR, onde arrestare rapidamente una grave emorragia, quando la perdita ematica abbia condotto ad uno shock avanzato, con serio pericolo di vita.

Le nefrectomie pianificate devono avere quindi indicazione molto ridotta, e comunque, anche in caso di anatomia ostile, la ricostruzione vascolare può essere tentata su banco, dopo asportazione e perfusione fredda del rene; se questa non fosse possibile, il rene non sarebbe poi autotrapiantato.

## Casi Clinici

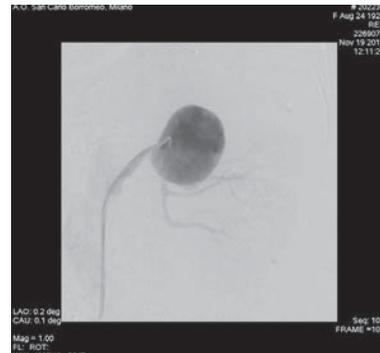
**Caso N°1:** donna di 85 anni con storia d'ipertensione arteriosa, monorene chirurgico, giunta alla nostra osservazione con i sintomi di shock emorragico e forti dolori al fianco sinistro.



**Fig.2: AngioTC, aneurisma dell'arteria renale sinistra ed ematoma perirenale.**

Una angio CT rivelava un aneurisma di 6 cm, localizzato all'ilo renale sin, con vasto ematoma perirenale (**fig. 2**). In anestesia locale, con accesso per puntura dell'arteria femorale comune destra, dopo somministrazione e.v. di 5.000 u. d'eparina, è stato posizionato un introduttore Shuttle 7F 45 cm (Cook)<sup>®</sup> nel tronco dell'arteria renale sin (**fig 3**). Abbiamo quindi avanzato due guide 0.18 Thruway (Boston)<sup>®</sup> attraverso l'aneurisma sino ai due rami di divisione dell'arteria renale (**fig 4,5**),

posizionando uno stent graft Viabahn 6 x 50 mm (Gore)<sup>®</sup>



**Fig.3: Cateterismo selettivo dell'arteria e angiografia dell'aneurisma.**



**Fig.4: Angiografia delle due branche dell'arteria renale sinistra.**



**Fig.5: Cateterismo selettivo delle due branche dell'arteria renale.**

a copertura dell'aneurisma (**fig.6**), aggiungendo poi distalmente uno stent graft balloon expandable Atrium® 6 x16, a perfetta copertura del colletto distale dell'aneurisma, ove persisteva un piccolo leak (**fig.7,8**).



**Fig.6: Posizionamento dello stent-graft viabahn.**



**Fig.7: Minimo leak all'estremo distale dell'aneurisma.**



**Fig.8: Sealing con piccolo stent-graft atrium®.**

L'angiografia di controllo dimostrava una buona pervietà dell'arteria, con esclusione completa della sacca aneurismatica (**Fig. 9**).

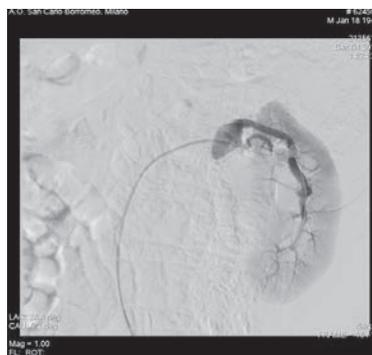


**Fig.9: Al controllo, esclusione completa dell'aneurisma, con buona perfusione delle due branche arteriose renali.**

**Caso N°2:** uomo di 70 anni, giunto in Pronto Soccorso per coliche renali recidivanti a sinistra. Esegue angioTC, che evidenzia voluminosa cisti ilare ed aneurisma saccoforme dell'arteria renale sin. del diametro di 3 cm. (**fig.10**). L'angiografia evidenzia distensione del bacinetto con



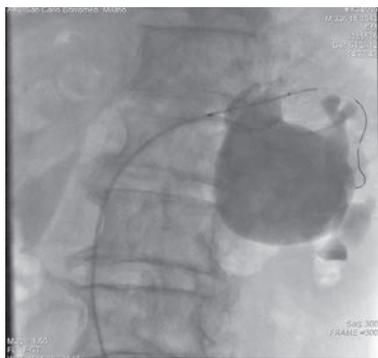
**Fig.10: AngioTC, aneurisma dell'arteria renale sinistra.**



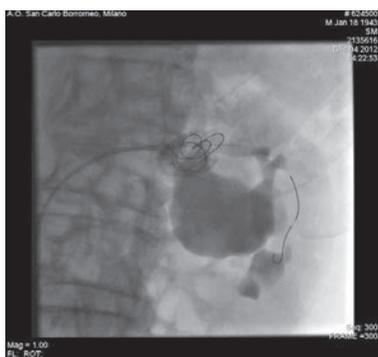
**Fig.11: Aneurisma alla biforcazione renale, con piccolo ramo polare che origina dalla sacca.**

aneurisma al terzo distale dell'arteria renale. Posizionato introduttore Shuttle 6F 45 cm (Cook)® in arteria renale, si naviga con guida Thruway (Boston)® attraverso l'aneurisma, sino all'arteria distale (**fig.11**). Si posiziona stent

auto espandibile Sinus (Optimed)<sup>®</sup> 7x60 mm a cavaliere dell'aneurisma (**fig.12**). Introdotto quindi un microcatetere Progreat (Terumo)<sup>®</sup>, attraverso le maglie dello stent, si esegue embolizzazione della sacca (**fig.13**), con spirali a distacco controllato IDC Interlock (Boston)<sup>®</sup> (**fig.14**). Il controllo finale evidenzia la pervietà della arteria renale con la completa esclusione dell'aneurisma.



**Fig.12: Cateterismo del tronco principale (grossa cisti pellica) e posizionamento di stent.**



**Fig.13: Introduzione di spirali attraverso le maglie dello stent.**



**Fig.14: Sino ad occupare tutta la sacca aneurismatica.**

## Discussione e Conclusioni

Seppure di non frequente riscontro, l'aneurisma dell'arteria renale rappresenta un'interessante patologia, per l'ipertensione arteriosa da esso causata e per la sua evolutività, con possibili complicanze, quali rottura, trombosi intraneurismatica ed embolizzazioni distali con infarti renali. Le considerazioni fatte dagli autori all'inizio della propria esperienza (10-15) conservano a tutt'oggi piena validità (in particolare il trattamento chirurgico con rivascolarizzazione in 32 pazienti trattati). Gli studi istopatologici originali hanno inoltre evidenziato la particolare evolutività delle differenti forme displastiche dell'arteria renale.

Le nuove acquisizioni di farmaci anti-ipertensivi specifici consentono un miglior controllo terapeutico permettendo il trattamento osservazionale nei casi di piccoli aneurismi. La chirurgia conserva peraltro piena validità nel preservare la funzione renale, correggere lo stato ipertensivo e prevenire il rischio di rottura dell'aneurisma. Le indicazioni chirurgiche valgono per gli aneurismi oltre i 2 cm, con ipertensione scarsamente controllata, con trombosi dell'aneurisma, embolizzazioni e infarti renali; oppure sintomi d'imminente rottura, ossia dolori al fianco, ematuria o rapido aumento di volume dell'AAR. Lo sviluppo nelle tecniche e nei materiali, in particolare negli anni recenti, ha posto la chirurgia endovascolare come prima scelta nel trattamento degli AAR.

Anche se la chirurgia aperta, con le varie metodiche di aneurismectomia e rivascolarizzazione in situ o ex vivo, con perfusione fredda e autotrapianto, consente altissime percentuali di successo, con una mortalità prossima allo zero; il trattamento endovascolare, per la sua minor invasività e più breve ospedalizzazione è quello preferito. Oltre alle tecniche di embolizzazione con microspirali, i recenti stent, specie ricoperti (stent-graft) con basso profilo e plasticità nell'avanzamento e nell'adattarsi a morfologie complesse dell'aneurisma, forniscono alta precisione nel posizionamento, importante per preservare branche arteriose vitali e conservare così perfusione e funzionalità del rene. Anche nei casi d'emergenza, per rottura dell'AAR con grave emorragia, le metodiche d'esclusione endovascolare sono in grado di fornire la soluzione terapeutica efficace e duratura, senza leakage secondari nell'aneurisma. I casi clinici riportati ne sono la dimostrazione esemplare. Con questi criteri e procedure è possibile ridurre al minimo i casi in cui, specie per avanzata riduzione del parenchima funzionante, sia preferibile ricorrere alla nefrectomia d'elezione.

## Nota:

I casi clinici sono del dott. Piero Mingazzini: sono stati trattati presso l'unità di Chirurgia Endovascolare da lui diretta all'Ospedale S. Carlo Borromeo di Milano

**Bibliografia**

- 1) Aytac SK, Yigit H, Sancak T, et al. Correlation between the diameter of the main renal artery and the presence of an accessory renal artery: sonographic and angiographic evaluation. *J Ultrasound Med.* May 2003;22(5):433-9
- 2) Rouppe DL. Renal Artery Aneurysm. *Nova Acta Phis-Med Acad Nat Curios.* 1770; iv: 76.
- 3) Baandrup U, Fjeldborg O, Olsen S. Spontaneous dissecting aneurysm of the renal arteries. A case and a review of the literature. *Virchows Arch A Pathol Anat Histopathol.* 1983;402(1):73-82.
- 4) Bulbul MA, Farrow GA. Renal artery aneurysms. *Urology.* Aug 1992;40(2):124-6.
- 5) Seppala FE, Levey J. Renal artery aneurysm: case report of a ruptured calcified renal artery aneurysm. *Am Surg.* Jan 1982;48(1):42-4.
- 6) Tham G, Ekelund L, Herrlin K, et al. Renal artery aneurysms. Natural history and prognosis. *Ann Surg.* Mar 1983;197(3):348-52.
- 7) Zhang LJ, Yang GF, Qi J, Shen W. Renal artery aneurysm: diagnosis and surveillance with multidetector-row computed tomography. *Acta Radiol.* Apr 2007;48(3):274-9.
- 8) Stanley JC, Rhodes EL, Gewertz BL, et al. Renal artery aneurysms. Significance of macroaneurysms exclusive of dissections and fibrodysplastic mural dilations. *Arch Surg.* Nov 1975;110(11):1327-33.
- 9) Bastounis E, Pikoulis E, Georgopoulos S, et al. Surgery for renal artery aneurysms: a combined series of two large centers. *Eur Urol.* 1998;33(1):22-7.
- 10) Miani S, Mingazzini PM, Mingazzini P. Correlazioni anatomo-cliniche nella patologia ipertensiogena dell'arteria renale. *Policlinico Sez. Chir.* 1980;87: 575-578.
- 11) Miani S, Mingazzini P, Giordanengo F. (1981). Istopatologia dell'arteria renale.. *Minerva Med.* 1981; 73:157-160.
- 12) Mingazzini P, Mattioli A, Miani S, Scorza R, Ruberti U. Ipertensione arteriosa ed aneurismi dell'arteria renale. *Policlinico Sez. Chir.* 1984; 91: 645-648.
- 13) Mingazzini P, Miani S, Scorza R, Ruberti U. Diagnostica clinica ed anatomo-patologica e trattamento chirurgico delle displasie dell'arteria renale. *Policlinico Sez. Chir.* 1984; 91: 665-667.
- 14) Ruberti U, Miani S, Scorza R, Mingazzini P, Biasi GM. Aneurysms of the renal artery. *International Angiol.* 1987; 6: 407-414.
- 15) Ruberti U, Miani S, Scorza R, Mingazzini P, Giordanengo F, Lovaria A. Renal artery lesions: our experience in corrective techniques. In: *Atti XXVI World Congress of the International College of Surgeons.* Milano, Monduzzi Ed. 1988; 9: 511-518.
- 16) Cohen JR, Shamash FS. Ruptured renal artery aneurysms during pregnancy. *J Vasc Surg.* 1987;6(1):51-9.
- 17) Morita K, Seki T, Iwami D, Sasaki H, Fukuzawa N, Nonomura K. Long-term outcome of single institutional experience with conservative and surgical management for renal artery aneurysm. *Transplant Proc.* Jul-Aug 2012;44(6):1795-9.
- 18) Persu A, Touze E, Mousseaux E. Diagnosis and management of fibromuscular dysplasia, an expert consensus. *Eur J Clin Invest.* 2012; 42: 338-47.
- 19) Busu R, Rattazzi M, Leoni M, Puato M, Di Paola F, Pualetto P. An unusual case of fibromuscular dysplasia with bilateral renal macroaneurysms: three year outcome after endovascular treatment. *Open Cardiovasc Med J.* 2013; 7: 50-53.
- 20) Klausner JQ, Harlander-Locke MP, Plotnik AN, Lehrman E, Derubertis BG, Lawrence PF. Current treatment of renal artery aneurysms may be too aggressive. *J Vasc Surg* 2014; 2157-5.
- 21) Henke PK, Cardneau JD, Welling TH, Upchurch GR, Wakefield TW, Jacobs LA, Proctor SB, Greenfield LJ, Stanley JC. Renal artery aneurysms: a 35 year clinical experience with 252 aneurysms in 158 patients. *Ann Surg* 2001; 234(4): 454-62.
- 22) English WP, Pearce JD, Craven TE, Wilson DB, Edwards MS, Ayerdi J, Geary RL, Dean RH, Hansel KJ. Surgical management of renal artery aneurysms. *J Vasc Surg* 2004; 40(1): 53-60.
- 23) Gonzales J, Esteban M, Andres G, Linares E, Martinez-Salamanca JI. Renal artery aneurysms *Curr Urol Rep* 2014; 15(1): 376.
- 24) Masatoshi J, Yoshinori I, Toshifumi K, Takahiro T. Surgical procedures for renal artery aneurysms. *Ann Vasc Surg* 2012; 5(2):157-160.
- 25) Pfeiffer T, Reiher L, Grabitz K, Grunhage B, Hafele S, Voiculescu A, Furst G, Sandmann W. Reconstruction for renal artery aneurysm: operative techniques and long term results. *J Vasc Surg* 2003;37(2):293-300.
- 26) Naraynsingh V, Harnarayan P, Hariharan S. A safe surgical approach to a giant intrarenal arteriovenous fistula and aneurysm. *Urol J* 2009;6(4): 295-297.
- 27) King BJ, Steinthorsson G, Di Carlo A. Complex renal artery aneurysm managed with hand assisted laparoscopic nephrectomy, ex vivo repair and autotransplantation. *Ann Vasc Surg* 2013;13:640-7.
- 28) Bertoldo U, Gontero P, Varetto G, Garneri P, Castagno C, Oderla M, Soria F, Rispoli P. Renal artery aneurism treated with laparoscopic nephrectomy, ex vivo repair and autotransplantation *J Cardiovasc Surg.* 2014;16.
- 29) Giulianotti PC, Bianco FM, Addeo P, Lombardi A, Coratti A, Sbrana F. Robot-assisted laparoscopic repair of renal artery aneurysm. *J Vasc Surg* 2010;51:842-9.
- 30) Zhang Z, Yang M, Song L, Tong X, Zou Y. Endovascular treatment of renal artery aneurysms *J Vasc Surg* 2013; 57(3): 765-70.
- 31) Antomiou G, Antoniou S. Endovascular stent graft repair of renal artery aneurysms. *Int Ang.* 2011; 30(%):481-7.
- 32) Abdel Kerim A, Cassagnes L, Alfidja A, Gageanu C, Favrot G, Dumoussset E, Ravel A, Boyer L, Chabrot P. Endovascular treatment of 8 renal artery aneurysms. *Acta Radiol.* 2012; 53(4):430-4.
- 33) Tsilimparis M, Reeves JG, Dayama A, Perez SD, Debus ES, Ricotta JJ. Endovascular vs open repair of renal artery aneurysms: outcomes of repair and long term renal function. *J Am Coll Surg* "013; 217(2):263-9.
- 34) Mohan IV, Stephen MS. Peirpheral arterial aneurysms: open or endovascular surgery? *Prog Cardiovasc Dis.* 2013; 56(1): 36-56.
- 35) Soga Y, Sakai K, Nobuyoshi M. Renal artery aneurysm treated with coil embolization. *Cath Cardiovasc Interv* 2007;69:697-700.
- 36) Tshomba Y, Deleo G, Ferrari S. Renal artery aneurysm: improved renal function after coil embolization *J Endovasc Ther* 2002;9:54-8.
- 37) Ruffino MA; Rabbia C. Endovascular treatment of visceral artery aneurysms with Cardiat's multilayer flow modulator: preliminary results at six month follow up. *J Cardiovasc Surg.* 2011; 52(3):311-22.