

# SOLUCIONES ENDOVASCULARES DEL TRASPLANTE RENAL

Ángela Guitián Pinilla<sup>1,2</sup>, Beatriz García Martínez<sup>1,2</sup>, Pilar Cifrián Casuso<sup>1,2</sup>, Álvaro Sánchez Mulas<sup>1,2</sup>, César Antonio López López<sup>1,2</sup>, Pablo Sanz Bellón<sup>1,2</sup>, Julia García Prado<sup>1,2</sup>, Miguel Lorenzo Vidal<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Hospital Universitario Marqués de Valdecilla

<sup>2</sup>Instituto de Investigación de Valdecilla (IDIVAL)



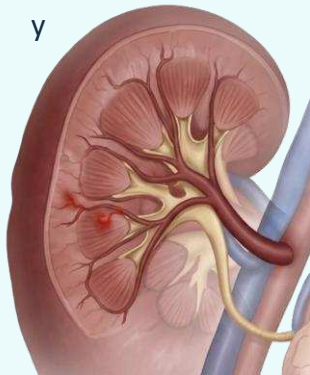
1

## OBJETIVOS DOCENTES

### 1. REVISAR LAS PRINCIPALES COMPLICACIONES

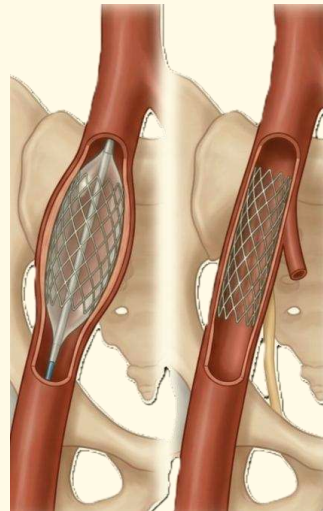
Revisar las **principales complicaciones vasculares** del trasplante renal que pueden beneficiarse de un tratamiento endovascular.

- Estenosis de la arteria renal
- Sangrado activo
- Fístulas arteriovenosas y Pseudoaneurismas



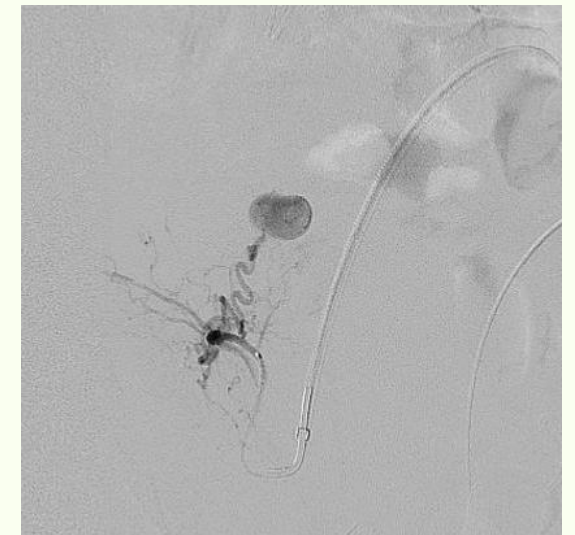
### 2. ESTRATEGIAS Y DISPOSITIVOS ENDOVASCULARES

Estrategias y dispositivos endovasculares para cada complicación, indicaciones del tratamiento endovascular.



### 3. CASOS CLÍNICOS

Presentar **casos clínicos representativos** tratados en nuestro centro



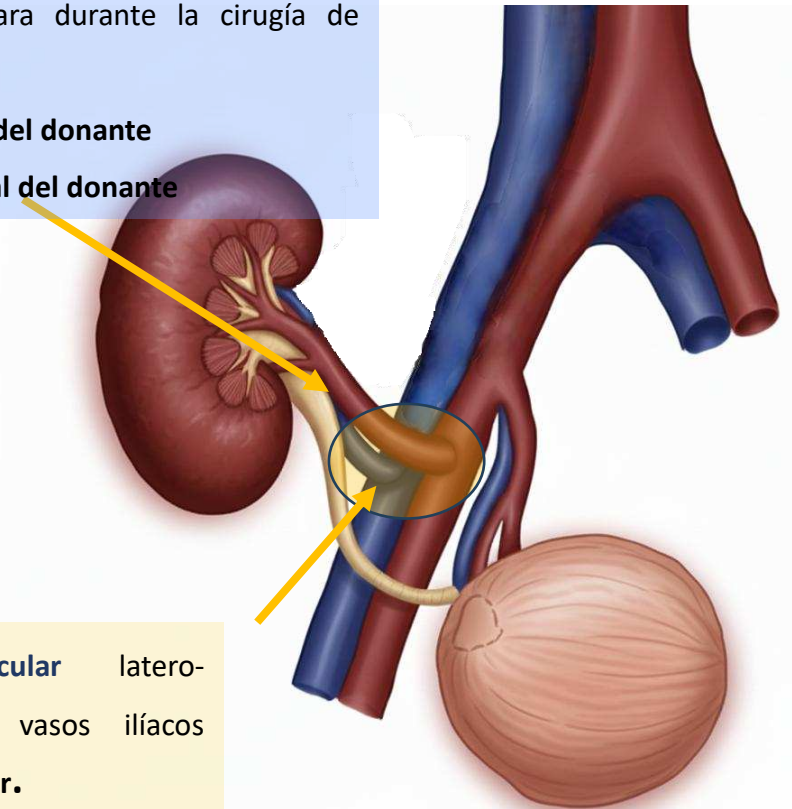
2

## INTRODUCCIÓN

- El trasplante renal es el tratamiento de elección en la **enfermedad renal terminal**.
- Las complicaciones vasculares ocurren en un **3 – 15 %** de los trasplantes.
- Pueden **comprometer la viabilidad** del injerto y se asocian a una elevada morbilidad si no se identifican y tratan de forma precoz.
- La radiología intervencionista permite un **tratamiento mínimamente invasivo** con altas tasas de éxito y preservación del injerto.

- Aporte vascular del injerto dependiente del donante: se prepara durante la cirugía de banco (ex vivo)

- Vena renal del donante
- Arteria renal del donante



**Anastomosis vascular** latero-terminal con los vasos ilíacos externos del receptor.

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

1

### SANGRADO ACTIVO

Temporalidad: suele producirse en el **postoperatorio inmediato** o tras manipulación del injerto renal.

Causas:

1. Microtraumatismos **durante la cirugía** de banco a las arterias capsulares o durante la implantación al injerto (*figura 1*)
2. **Fallo en la anastomosis vascular** (arterial o venosa) (*figura 2*).
3. **Daño de estructuras vecinas** durante la implantación del injerto.
4. **Manipulación del injerto renal** (biopsia, nefrostomía, etc).

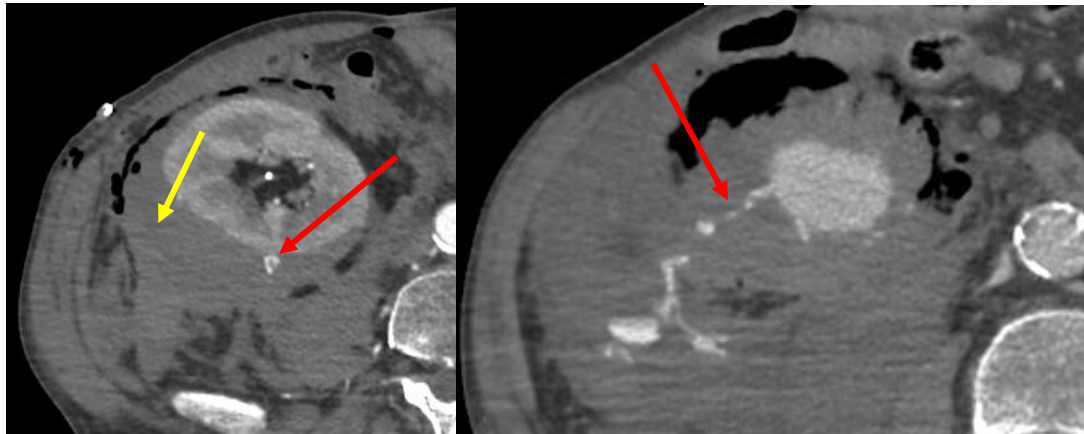


Figura 1: Hematoma subcapsular (flecha amarilla) y sangrado activo de ramas capsulares

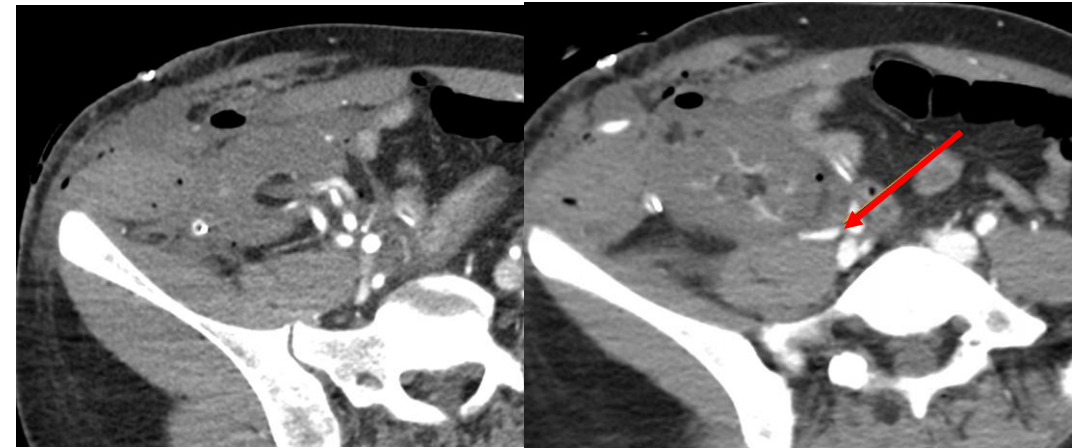


Figura 2: Fallo en la anastomosis vascular con hipoperfusión renal

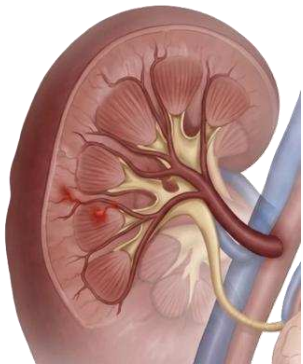
3

## COMPLICACIONES VASCULARES

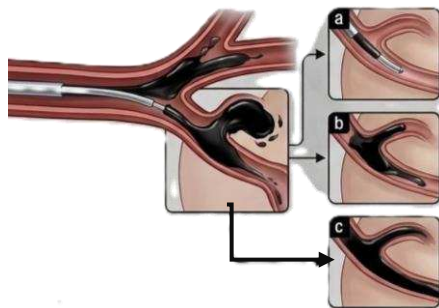


En pacientes hemodinámicamente estables (o estabilizados), la **angiografía con embolización supraselectiva** se considera el **tratamiento de primera línea**.

\*Si el sangrado procede de un fallo de la anastomosis vascular, suele requerir reintervención quirúrgica.



Sangrado activo



Cateterización supraselectiva de la rama de la que depende el sangrado y oclusión de la rama con agente embolizante líquido no - adhesivo



Embolización y detección del sangrado

### INDICACIONES DEL TRATAMIENTO ENDOVASCULAR EN EL SANGRADO ACTIVO

#### 1. Lesión vascular:

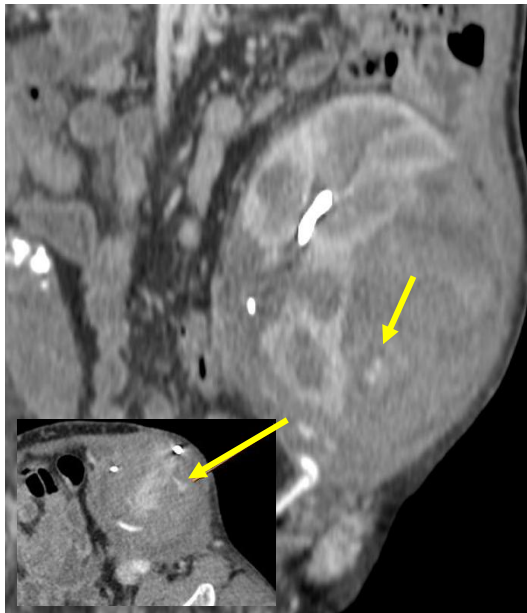
- Documentada en imagen: extravasación de contraste en angio-TC o en angiografía.
- Sospecha alta: hematoma perirrenal o hemoperitoneo en aumento sin confirmación de sangrado activo en pruebas de imagen (angiografía diagnóstica – terapéutica, de forma simultánea).

2. Posibilidad de tratamiento selectivo con **preservación del injerto**.
3. Pacientes **hemodinámicamente estables** o estabilizados (preferible).
4. Alternativa a reintervención quirúrgica en pacientes frágiles.

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

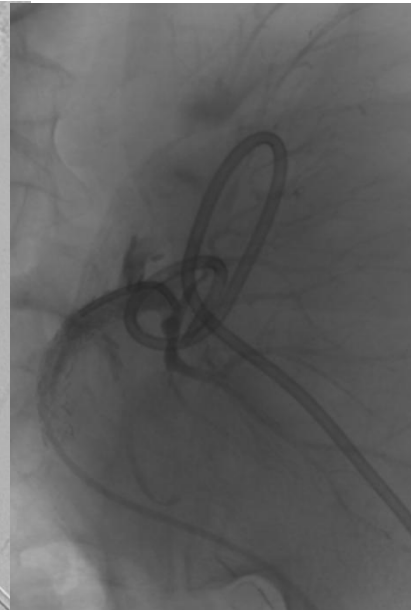
### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 1 – SANGRADO INTRAPARENQUIMATOSO



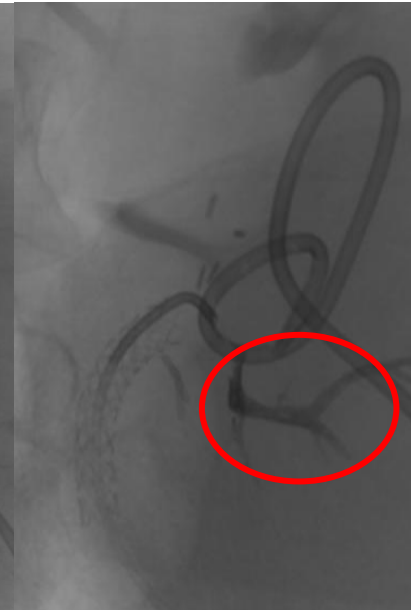
TC abdominal con contraste en fase portal:  
**Rotura en libro del injerto** tras colocación de nefrostomía quirúrgica. Pequeños **focos de sangrado activo** (flechas amarillas) en el polo inferior del injerto.



Arteriografía: Punción retrógrada de la arteria femoral izquierda.  
Cateterización de la arteria renal del injerto con catéter tipo BER-I → **pequeños focos de sangrado en el polo inferior**



**Cateterización aselektiva** de la rama segmentaria inferior con microcatéter



**Oclusión con agente embolizante líquido no adhesivo** (moldea el lecho vascular).

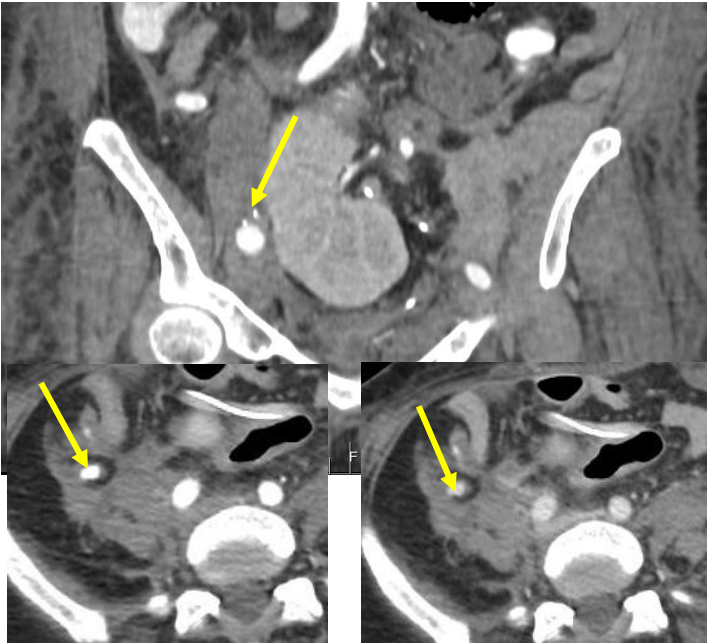


Resultado angiográfico satisfactorio.

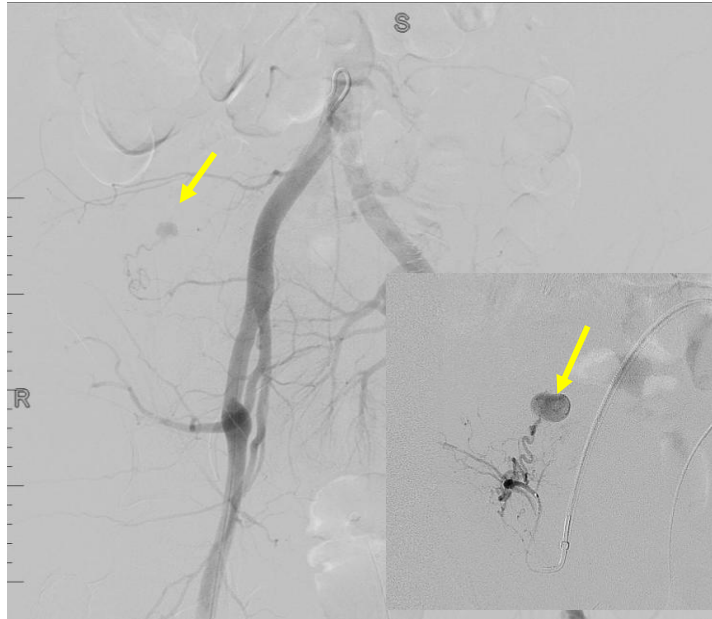
3

## COMPLICACIONES VASCULARES

### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 2 – SANGRADO PERIINJERTO



TC abdominal con contraste en fase arterial y portal: Lesión de morfología ovalada en la región postero-lateral de la fosa ilíaca derecha, que se rellena de contraste y no cambia su morfología entre ambas fases compatible con **pseudoaneurisma**.



Arteriografía: Punción retrógrada de la arteria femoral derecha (posteriormente, cambio al acceso contralateral). Cateterización de la división anterior de la hipogástrica derecha → **pseudoaneurisma de la arteria iliolumbar** (imagen aumentada cateterización supraselectiva)



Se accede con microcatéter 1.7F.

**Oclusión con agente embolizante líquido no - adhesivo 12** (flecha roja).

Resultado angiográfico satisfactorio.

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

2

### FÍSTULA ARTERIO-VENOSA

Conexión anómala entre una arteria y una vena adyacentes de origen adquirido, hasta en el 70 % tras una biopsia intraparenquimatosa.

Se produce en el 6 – 8 % de los trasplantes.

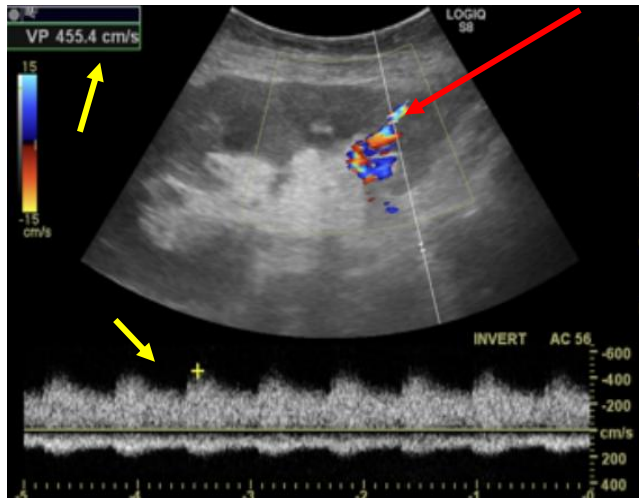
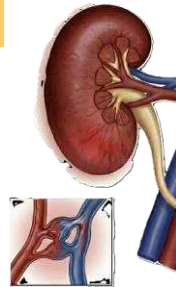


Figura 3: FAV polo inferior.

- Ecografía Doppler color con **flujo turbulento localizado** más allá de los límites de un vaso.
- Modo Doppler espectral: Arterias con altas velocidades y resistencias bajas (círculo amarillo) y **vena con flujo arterializado**.

3

### PSEUDOANEURISMA

Dilatación vascular que **NO involucra a las tres capas** de la pared arterial, con alto riesgo de sangrado.

- Intrarrenales: más frecuentes, post-biopsia.
- Extrarrenales: más raros, pero potencialmente más graves. Se producen en la zona de la anastomosis (trauma durante la cirugía, daño isquémico por afectación de los vasa vasorum o infección) .

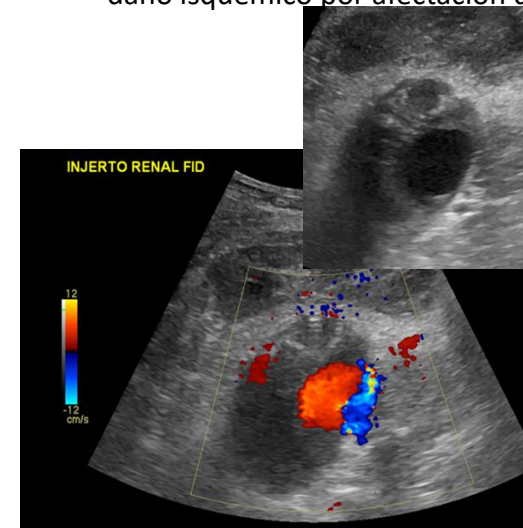
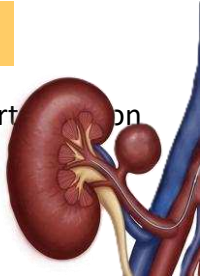


Figura 4: Pseudoaneurisma en la anastomosis.

- En el modo B ecográfico: formación anecoica con trombosis parcial del saco aneurismático
- Doppler color y espectral: **signo del yin-yang** con patrón espectral en vaivén.

3

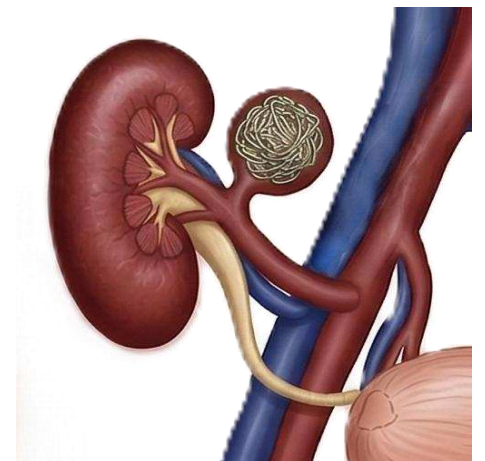
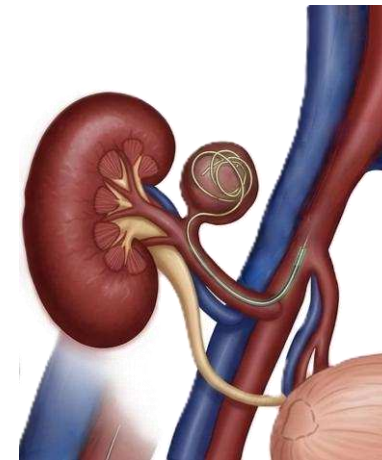
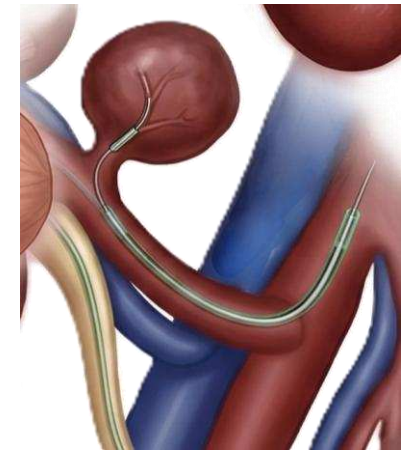
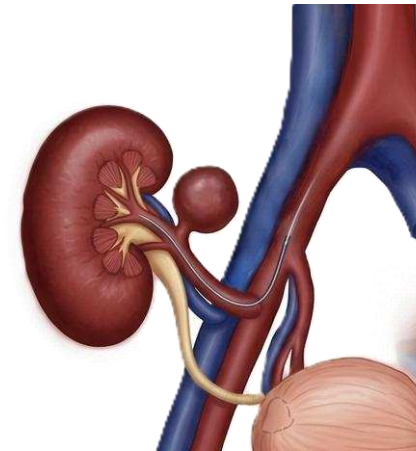
## COMPLICACIONES VASCULARES



En pacientes con repercusión clínica o riesgo de complicaciones, la **angiografía con embolización supraselectiva** es el **tratamiento de primera línea**.

### INDICACIONES DE TRATAMIENTO DE FÍSTULAS ARTERIO-VENOSAS Y PSEUDOANEURISMAS

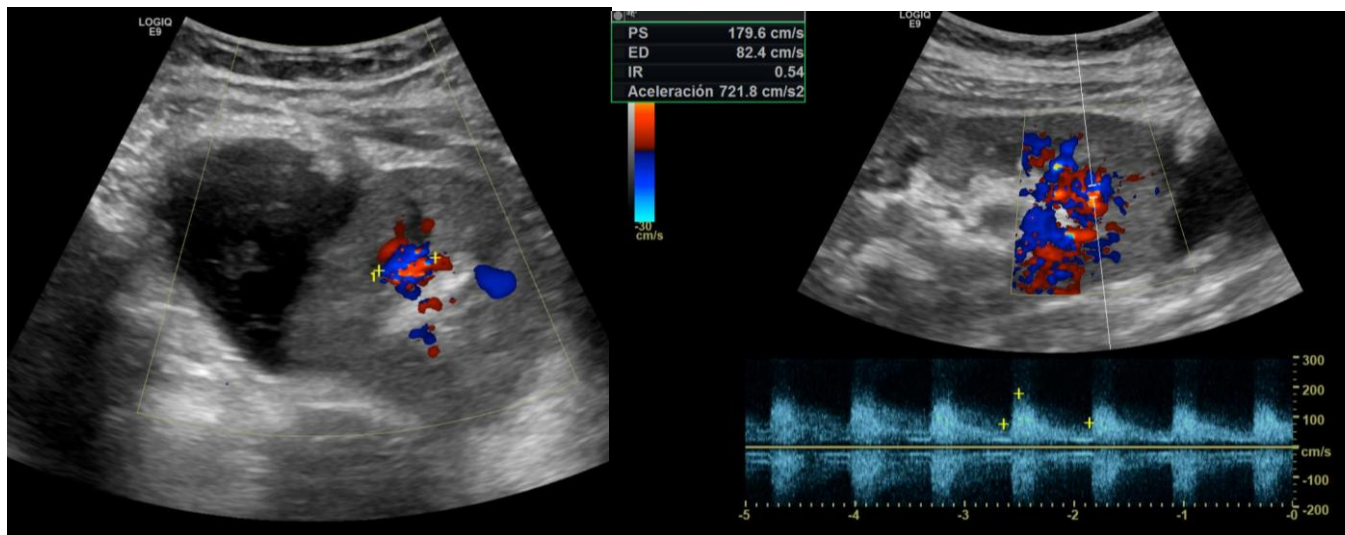
- **Hematuria macroscópica persistente o recurrente** atribuible a la FAV o pseudoaneurisma.
- **Deterioro de la función del injerto** (fenómeno de “robo vascular”)
- **Fístula de alto flujo o gran tamaño / Pseudoaneurisma de gran tamaño.**
- **Fístula persistente** en el seguimiento sin cierre espontáneo / **Pseudoaneurisma en crecimiento.**
- **Pseudoaneurisma y fístula asociados** (mayor riesgo de sangrado).
- **Hipertensión arterial secundaria** al shunt derivado de la fístula.



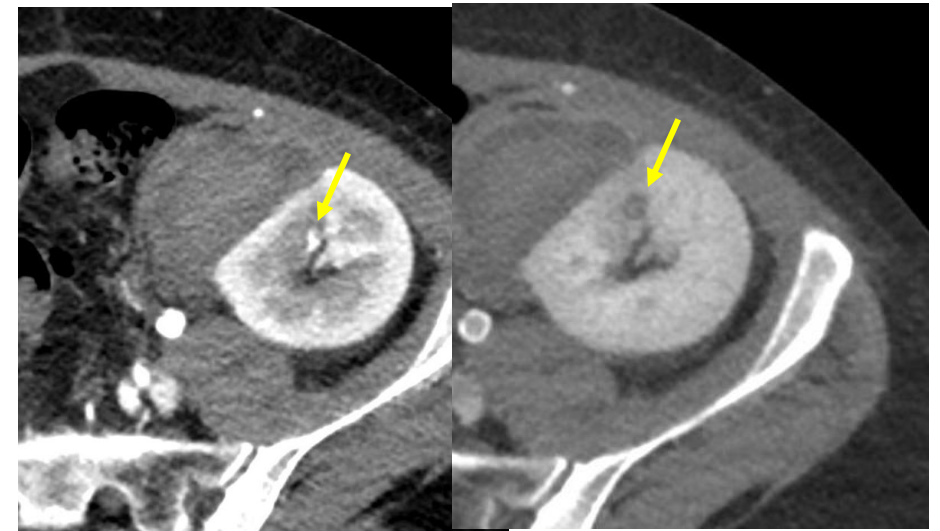
3

## COMPLICACIONES VASCULARES

### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 3 – FÍSTULA ARTERIOVENOSA POST-BIOPSIA



Ecografía Doppler color y espectral: Paciente con **hematuria macroscópica post-biopsia renal**, en el que se objetiva un **ovillo vascular** en el polo inferior del injerto localizado en FII con un flujo de alta velocidad y baja resistencia en el seno del ovillo compatible con FAV. Medial al injerto se identifica una colección con ecos en su interior compatible con **hematoma**

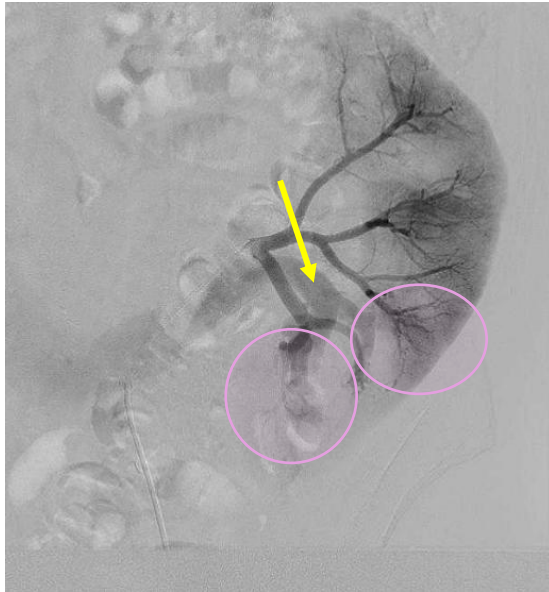


TC abdominal en fase arterial (izquierda) y portal (derecha) tras contraste: **Opacificación temprana de la arteria y vena** segmentaria en la fase arterial con lavado precoz en fase portal.

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 3 – FÍSTULA ARTERIOVENOSA POST-BIOPSIA



Arteriografía: Punción retrógrada de la AF izquierda.  
2 FAV (*círculo rosa punto de conexión*) en el polo inferior en dos ramas arteriales adyacentes, dependientes de un tronco común.  
Opacificación precoz venosa (*flecha amarilla*).



Embolización con microcoils de liberación controlada 3-7 mm y se complementa con microtapón vascular de 5 mm en el tronco común.

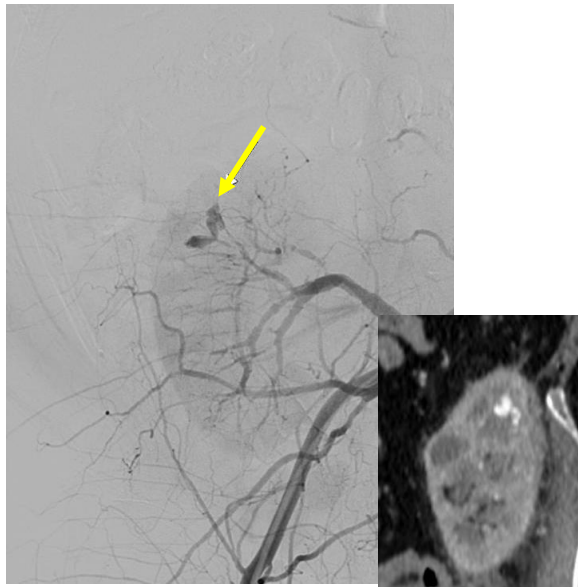


Resultado final, sin complicaciones inmediatas

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

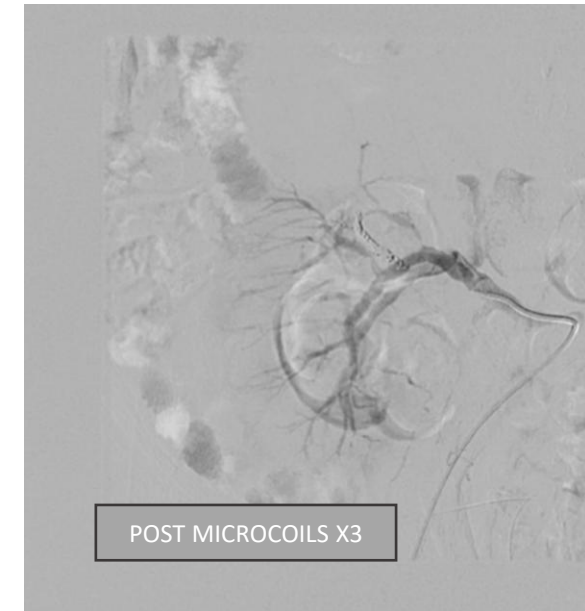
### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 4 – PSEUDOANEURISMA



Arteriografía: Punción retrógrada de la AF derecha.  
Angiografía → pseudoaneurisma bilobulado en polo superior del injerto renal (se correlaciona con los hallazgos del TC)



Cateterización de la rama arterial supraselectivamente y embolización con **microcoils de liberación controlada**



Resultado post-embolización satisfactorio

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

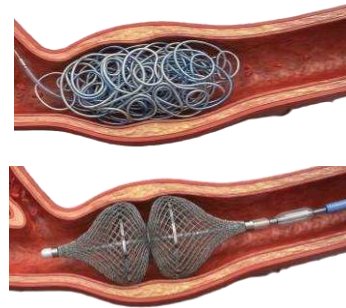
### ARSENAL TERAPÉUTICO ¿QUÉ AGENTE EMBOLIZANTE EMPLEAR?

A

#### AGENTES MECÁNICOS

Oclusión física del vaso mediante un dispositivo sólido

- **Coils** (espirales metálicas)
- **Vascular plugs** (dispositivos autoexpandibles de nitinol)



#### Usos frecuentes

- Pseudoaneurismas
- Fístulas arteriovenosas
- Oclusión arterial selectiva
- Embolización combinada

#### VENTAJAS

- Alta precisión de liberación
- Control angiográfico inmediato
- Bajo riesgo de embolización distal
- Muy útiles en vaso de **mediano o gran calibre**

#### LIMITACIONES

- No penetran en el lecho distal
- Requieren cateterización selectiva
- Riesgo de recanalización si packing insuficiente
- Menos eficientes en sangrado difuso o microvascular.

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

### ARSENAL TERAPÉUTICO ¿QUÉ AGENTE EMBOLIZANTE EMPLEAR?

B

#### AGENTES PARTICULADOS

Oclusión distal de arteriolas y capilares

- **Partículas sintéticas:**
  - PVA (polivinil alcohol)
  - Microesferas calibradas.
- **Agentes reabsorbibles:** espuma de gelatina



#### Usos frecuentes

- Hemorragia parenquimatosa
- Tumores hipervasculares
- Control temporal de sangrado.

#### VENTAJAS

- Oclusión distal y difusa
- Útiles en **sangrado parenquimatoso**
- Permiten tratar lechos vasculares amplios

#### LIMITACIONES

- Menor control del territorio embolizado.
- Riesgo de embolización no deseada
- Oclusión potencialmente no permanente (especialmente espuma de gelatina).

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

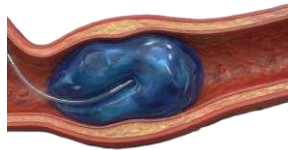
### ARSENAL TERAPÉUTICO ¿QUÉ AGENTE EMBOLIZANTE EMPLEAR?

C

#### AGENTES EMBOLIZANTES LÍQUIDOS

Oclusión permanente mediante solidificación intravascular

- **Adhesivos:**
  - N-butil-cianoacrilato (NBCA)
- **No adhesivos:**
  - Onyx©
  - Squid©



#### Usos frecuentes

- Sangrado activo
- Malformaciones vasculares
- Pseudoaneurismas complejos
- Fístulas arteriovenosas

#### VENTAJAS

- Penetración muy distal
- Alta eficacia en sangrado activo
- Oclusión permanente
- Muy útiles en lesiones **complejas o con muchas aferencias**

#### LIMITACIONES

- Técnica más compleja, requiere experiencia del operador.
- Mayor tiempo de procedimiento (especialmente EVOH)
- Microcatéter compatible
- Riesgo de reflujo y embolización no deseada.

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

4

### ESTENOSIS DE LA ARTERIA RENAL DEL INJERTO



Es la complicación vascular más frecuente (incidencia 1 -23)

- Localización: su principal localización es en la **anastomosis vascular** o en el **segmento proximal**.
- Temporalidad: Ocurre entre los 3 meses y los 2 primeros años.
- Importancia: compromiso de la perfusión sanguínea del injerto renal.
- Causas:
  - Estenosis anastomótica
  - Vasculopatía por rechazo crónico
  - Hiperplasia mio-intimal
  - Aterosclerosis del donante
  - Torsión / acodamiento del segmento proximal (precoz)
  - Compresión extrínseca
  - Disección

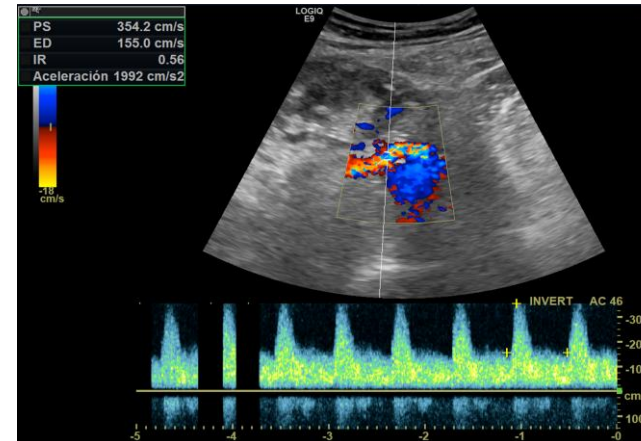


Figura 4. Estenosis de la arteria renal: Ecografía Doppler color y espectral de la arteria renal del injerto con **aliasing post-estenosis** y una **velocidad pico sistólica (VPS) > 200 cm/s**.

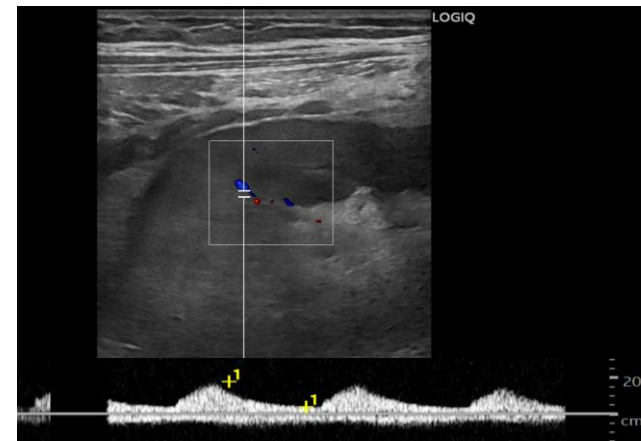


Figura 6. Estenosis de la arteria renal con **compromiso hemodinámico parenquimatoso**. Ecografía Doppler color y espectral con **ondas parvus et tardus**, con índices de resistencia bajos (< 0,5)

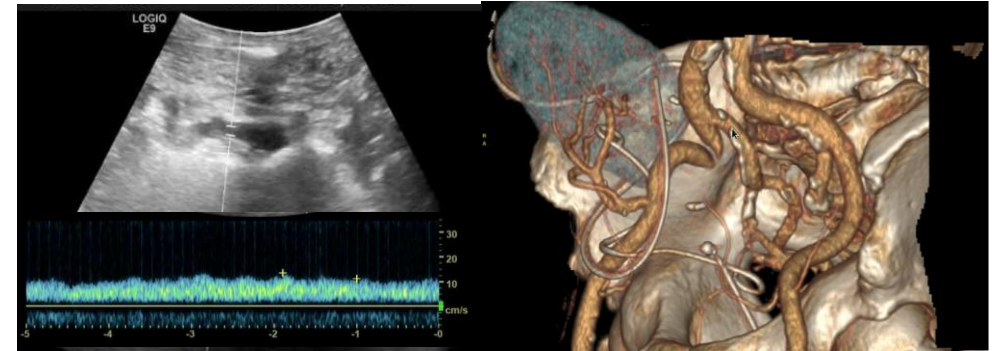
3

## COMPLICACIONES VASCULARES

5

### ESTENOSIS DE LA ARTERIA ILÍACA EXTERNA

La estenosis ilíaca proximal al injerto debe sospecharse ante HTA resistente y deterioro de la función renal, con Doppler que muestra un *patrón parvus – tardus* en la arteria renal del injerto.



| Causa                                                                                                                  | Momento de aparición                   | Localización más frecuente                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------------|
| • <b>Enfermedad aterosclerótica del receptor</b> (+ frecuente)                                                         | Variable (antes del implante – tardío) | Ilíaca común o ilíaca externa proximal     |
| • <b>Estenosis anastomótica</b> (sutura tirante, mala alineación vascular, torsión –angulación del vaso, daño intimal) | Precoz                                 | Anastomosis ilíaca externa – injerto renal |
| • <b>Disección arterial</b> por clampaje u procedimientos endovasculares                                               | Precoz                                 | Ilíaca externa (zona de clampaje)          |
| • <b>Hiperplasia intimal postquirúrgica</b>                                                                            | Intermedio - tardío                    | Perianastomótica                           |
| • <b>Compresión extrínseca</b>                                                                                         | Precoz - intermedio                    | Ilíaca externa cerca del injerto           |
| • <b>Trombosis</b>                                                                                                     | Precoz - subagudo                      | Segmentos de la AIE manipulados            |

3

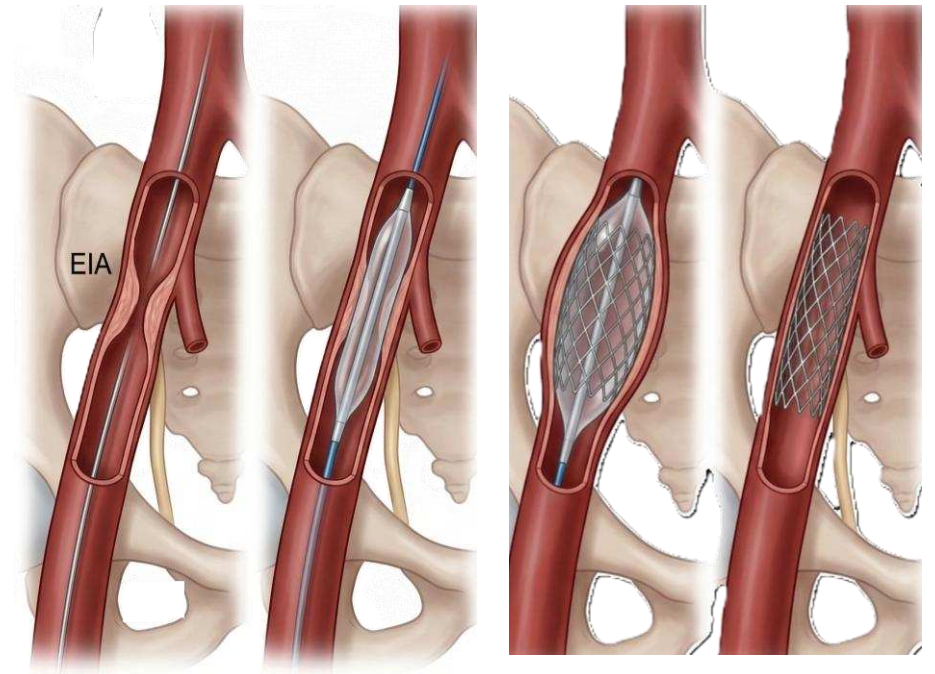
## COMPLICACIONES VASCULARES



El tratamiento endovascular con **angioplastia con catéter balón +/- stent autoexpandible** (ilíaca externa) o **stent balón expandible** (arteria del injerto) es actualmente el **tratamiento de primera línea** en las estenosis de la arteria renal, así como de las arterias ilíacas común y externa. El uso o no de stent dependerá de su proximidad al hilio renal o a ramas de la arteria.

### INDICACIONES EN LA ESTENOSIS DE LA ARTERIA RENAL E ILÍACA EXTERNA

- **Hipertensión arterial** refractaria o de nueva aparición.
- **Deterioro progresivo de la función del injerto**, potencialmente reversible.
- **Estenosis > 50-70 % con repercusión hemodinámica significativa.**
- Hallazgos por imagen compatibles con **estenosis crítica**, independientemente de la situación clínica.



Cateterización

Angioplastia

Liberación stent  
balón- expandible

Resultado stent  
liberado

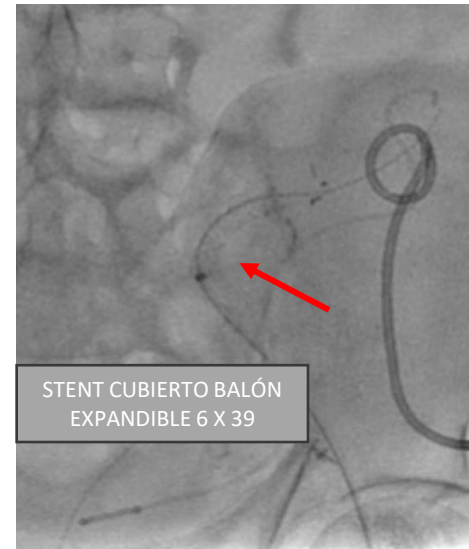
3

## COMPLICACIONES VASCULARES

### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 5 – ESTENOSIS Y PSEUDOANEURISMAS EN LA ARTERIA RENAL DEL INJERTO



Paciente con deterioro de la función renal que presenta una arteria del injerto de calibre irregular , con múltiples estenosis cortas y dilataciones saculares postestenóticas (aneurismáticas) en el TC abdominal, confirmadas mediante arteriografía.



STENT CUBIERTO BALÓN  
EXPANDIBLE 6 X 39

Arteriografía: Punción retrógrada AF izquierda.

**Angioplastia de la arteria renal con stent cubierto balón expandible 6 x 39, sin cubrir la anastomosis vascular.**

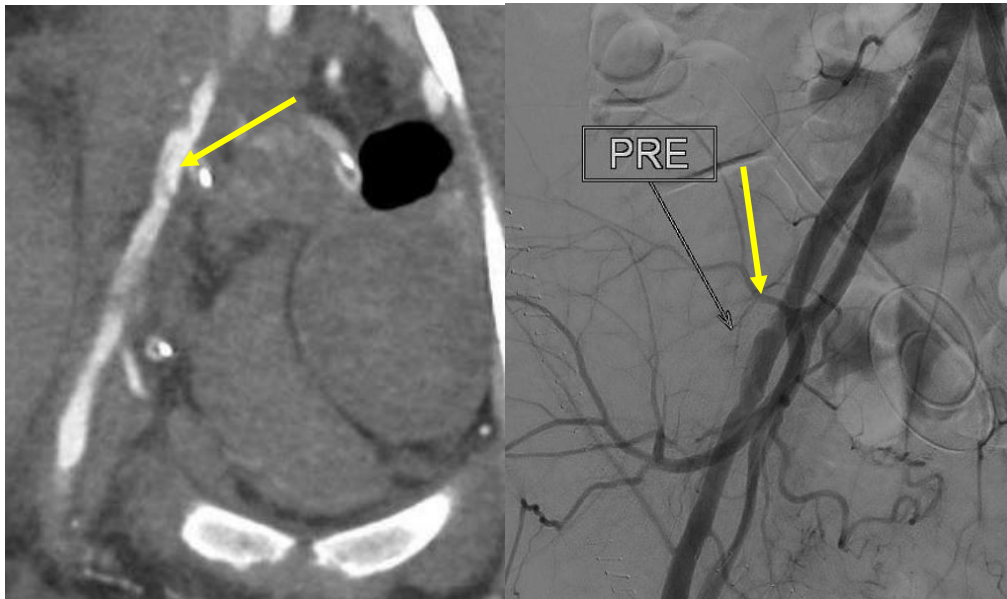


Recuperación del calibre regular de la arteria renal

3

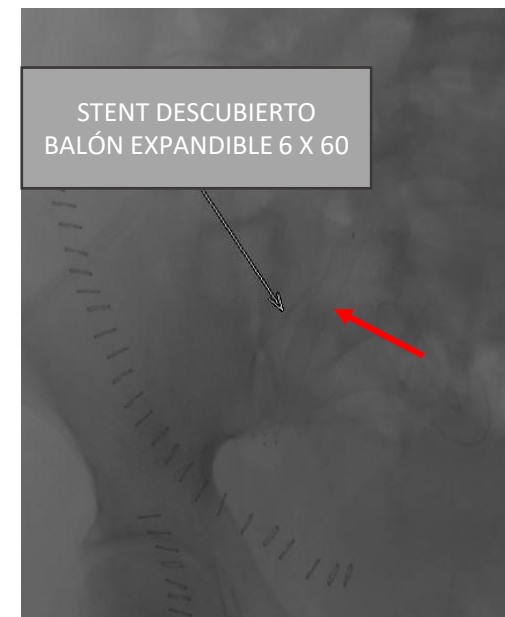
## COMPLICACIONES VASCULARES

### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 6 – DISECCIÓN DE LA ARTERIA ILÍACA EXTERNA

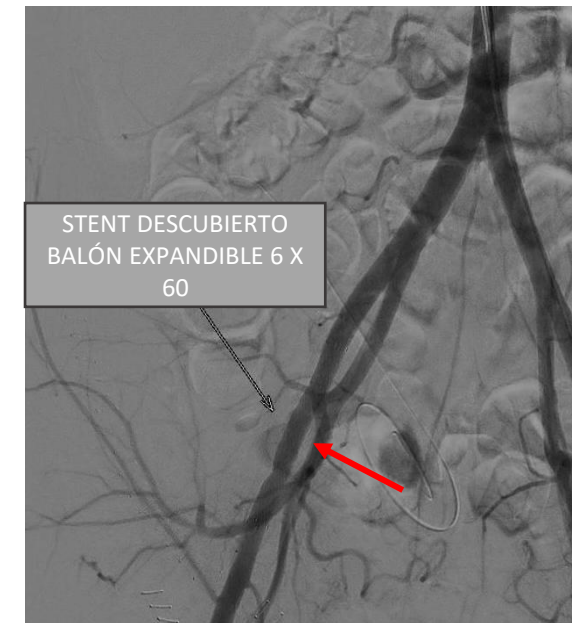


Paciente con trombosis arterial del injerto que precisó su explantación y, a las 24 horas, presenta dolor en el miembro inferior derecho.

El angio-TC y la arteriografía muestran una **disección** de la arteria ilíaca externa (**flap intimal** – flecha amarilla) en el segmento de la anastomosis vascular.



**Angioplastia con stent descubierto balón expandible 6 x 60** en la arteria ilíaca externa derecha cubriendo todo el tramo de la disección.



Resultado angiográfico satisfactorio

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 7 – ESTENOSIS DE LA ARTERIA RENAL DEL INJERTO EN LA ANASTOMOSIS

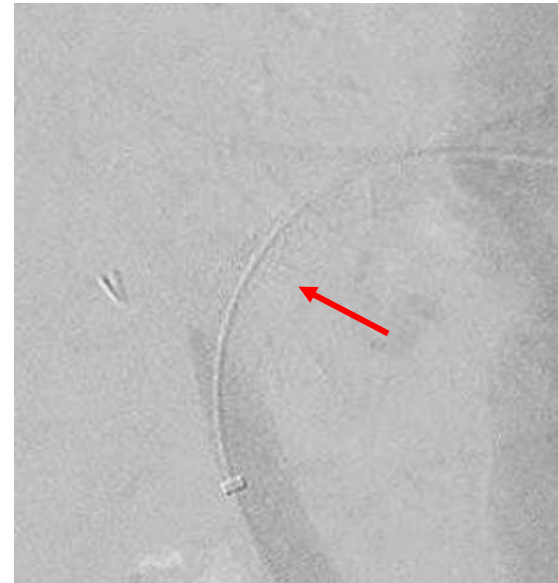


Angio-TC: **Estenosis focal en la anastomosis** vascular detectada en ecografía de control con VPS elevadas en la arteria renal y con repercusión hemodinámica intraparenquimatosa (IR 0,4 – 0,49)



Arteriografía: Punción retrógrada AF izquierda.

**Estenosis corta moderada en la anastomosis.**



Se pasa guía y se coloca **stent-descubierto balón expandible 5x 18.**



Recuperación del calibre del origen de la arteria renal

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

6

### INFARTO RENAL

| Tipo de causa                                                                                                                                                                                          | Causa                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Momento de aparición                                                                                  | Localización más frecuente                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Trombótica</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Arteria del injerto:</li> <li>Arteria segmentaria o intrarrenal</li> <li>Venoso</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Arteria del injerto:</b> problemas técnicos, torsión – acodamiento, daño endotelial, estado protrombótico.</li> <li><b>Arteria segmentaria:</b> post-biopsia, rechazo agudo, hipercoagulabilidad)</li> <li>Venoso: daño intimal, estado procoagulante</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Precoz</li> <li>Intermedio – tardío</li> <li>Precoz</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Infarto global del injerto</li> <li>Infarto focal / segmentario</li> <li>Congestión → infarto global</li> </ul> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Estenótica</b></li> </ul>                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Estenosis crítica con reducción severa del flujo arterial</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                         | Meses                                                                                                 | Infartos segmentarios y progresivos                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Embólica</b></li> </ul>                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fibrilación auricular, material ateromatoso, post-procedimientos endovasculares</li> </ul>                                                                                                                                                                          | Precoz                                                                                                | Infarto segmentario                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Compresiva</b></li> </ul>                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>Linfocele, hematoma</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                      | Precoz - intermedio                                                                                   | Variable                                                                                                                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Inmunológico</b></li> </ul>                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Rechazo agudo o vasculopatía del injerto</b></li> </ul>                                                                                                                                                                                                          | Precoz - crónico                                                                                      | Infartos corticales múltiples                                                                                                                          |

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

El injerto renal es altamente sensible a la isquemia. En la mayoría de los casos requiere una intervención quirúrgica.

**Pueden beneficiarse de tratamiento endovascular** los infartos de origen trombótico, estenótico o embólico si:

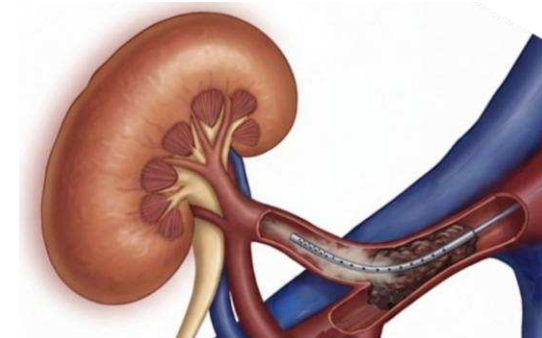
- Diagnóstico precoz
- Injerto viable en pruebas de imagen
- Trombo / estenosis accesible angiográficamente

### INDICACIONES DEL PROCEDIMIENTO ENDOVASCULAR

- **Confirmación temprana** con injerto viable en pruebas de imagen.
- **Trombosis distal**, donde la cirugía suele ser poco eficaz.
- Pacientes con alto riesgo quirúrgico.

### TÉCNICAS ENDOVASCULARES

- **Trombólisis dirigida por catéter** (uroquinasa, alteplasa):
  - En trombos recientes.



- **Trombectomía mecánica:** (aspiración manual o dispositivos de trombectomía)
  - Trombos voluminosos
  - Necesidad de reperusión rápida
- **Angioplastia + stent:**
  - Estenosis

3

## COMPLICACIONES VASCULARES

### SOLUCIONES ENDOVASCULARES: CASO 9 – TROMBOSIS SELECTIVA DE ARTERIA SEGMENTARIA DEL RENAL



Paciente con dolor en FII.

Arteriografía → amputación de una rama segmentaria renal anterior compatible con émbolo.



Sobrepaso del trombo con microcatéter y trombectomía con farmacomecánica con catéter de aspiración 6F



Trombectomía con mejoría parcial en la angiografía de control.

Infarto establecido en polo superior del injerto

4

## CONCLUSIONES

- Las **complicaciones vasculares** del trasplante renal aparecen en un 3- 15 % de los casos según las series, y pueden comprometer la viabilidad del injerto, precisando un diagnóstico precoz.
- La radiología intervencionista desempeña un papel esencial en el manejo moderno de las complicaciones vasculares del trasplante renal, reduciendo la necesidad de reintervención quirúrgica y contribuyendo a **mejorar la supervivencia del injerto y del paciente**.
- El intervencionismo endovascular se ha consolidado como el tratamiento de primera línea en muchas complicaciones vasculares del injerto, como la estenosis arterial, los pseudoaneurismas, las fístulas arteriovenosas y determinadas hemorragias.
- La **embolización selectiva** en las hemorragias, fístulas arteriovenosas y pseudoaneurismas, y la **angioplastia con o sin stent** constituyen las principales herramientas terapéuticas.
- La correcta selección del agente embolizante o del dispositivo endovascular es clave, dependiendo del tipo de lesión, el calibre vascular y el objetivo terapéutico.
- El manejo multidisciplinar entre nefrólogos, urólogos, cirujanos vasculares y radiólogos intervencionistas es fundamental para optimizar los resultados y preservar la función del injerto.

- Fananapazir J, Tublin ME, Han MB, Bude RO. Vascular complications of renal transplantation: a pictorial review. Radiographics. 2016;36(7):1965–1984.
- Bruno S, Remuzzi G, Ruggerenti P. Transplant renal artery stenosis. J Am Soc Nephrol. 2004;15(1):134–141.
- Hurst FP, Abbott KC. Endovascular management of vascular complications in renal transplantation. Cardiovasc Intervent Radiol. 2014;37(1):1–10.
- Patel NH, Jindal RM, Wilkin T, Rose S, Johnson MS. Endovascular treatment of transplant renal artery stenosis: clinical outcomes and patency rates. J Vasc Surg. 2012;55(2):457–464.
- Saad WE, Davies MG, Sahler L, Lee DE, Patel NC, Waldman DL. Endovascular management of vascular complications in renal transplant recipients. AJR Am J Roentgenol. 2005;185(2):512–522.
- Gaba RC, Couture PM, Lakhoo J. Embolization techniques and materials: an overview. Semin Intervent Radiol. 2010;27(2):98–109.
- Sabri SS, Saad WE, Turba UC, Angle JF. Transcatheter embolization for acute arterial bleeding: indications and outcomes. J Vasc Interv Radiol. 2012;23(6):723–731.
- Aktas A, Kaya C, Koseoglu OF, et al. Endovascular treatment of transplant renal artery stenosis: long-term outcomes. Cardiovasc Intervent Radiol. 2017;40(4):567–574.
- Harraz AM, Kamal AI, Shokeir AA. Vascular complications after kidney transplantation: current management and outcomes. Exp Clin Transplant. 2018;16(2):123–134.
- Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO) Transplant Work Group. KDIGO clinical practice guideline for the care of kidney transplant recipients. Am J Transplant. 2009;9(Suppl 3):S1–S155.