



Evaluación preoperatoria de tumores renales con invasión vascular mediante reconstrucciones volumétricas e impresión 3D

Ana Fernández Tamayo, Miguel Paniagua González, Felipe Herranz Amo, Rubén Pérez Mañares, Mateo González Estévez, Carlos Segura Escribano, Juan Miranda Bautista, Rafael Buongermini

Hospital Gregorio Marañón, Madrid

Objetivo docente:

1. Repasar la estadificación de los carcinomas de células renales (CCR) mediante TC, incluyendo los diferentes grados de invasión de la vena renal y vena cava inferior mediante la clasificación de la Clínica Mayo para la afectación vascular macroscópica.
2. Explorar la utilidad de las reconstrucciones multiplanares, volumétricas e impresión 3D durante la planificación quirúrgica de tumores renales.



Revisión del tema:

Introducción

El carcinoma de células renales (CCR) representa el 2-3% de las neoplasias sólidas del adulto según la Sociedad Española de Oncología Médica, y su detección continúa siendo, en la mayoría de los casos, incidental, visualizándose en pruebas de imagen realizadas por otra causa.

La evaluación por TC de los tumores renales constituye un aspecto fundamental del estudio preoperatorio en los casos susceptibles de tratamiento quirúrgico, con hallazgos clave como la infiltración de la pelvis renal, la presencia de adenopatías retroperitoneales y la afectación metastásica a distancia.

Existen varios sistemas de clasificación de la extensión tanto local como a distancia de los tumores renales, que incluyen el TNM del AJCC, la clasificación de Mayo, y el Renal Score.

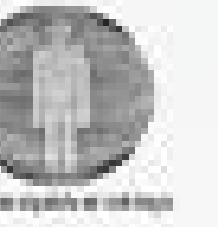
Revisión del tema:

1. Estadificación de tumores renales

La estadificación del CCR según el sistema **TNM del American Joint Committee of Cancer (AJCC)** es la siguiente [1]:

Tumor	
T1	Tumor ≤ 7 cm de eje mayor y limitado al riñón
T1a	Tumor ≤ 4 cm de eje mayor
T1b	Tumor > 4 cm y ≤ 7 cm
T2	Tumor > 7 cm de eje mayor y limitado al riñón
T2a	Tumor > 7 cm pero ≤ 10 cm
T2b	Tumor > 10 cm
T3	Tumor con invasión venosa o hacia el espacio perirrenal , pero que respeta la glándula suprarrenal ipsilateral y la fascia de Gerota
T3a	Invasión de la vena renal o sus ramas segmentarias, o invasión del espacio perirrenal o de la grasa del seno renal, sin superar la fascia de Gerota
T3b	Invasión de la vena cava inferior infradiafragmática
T3c	Invasión de la vena cava inferior con extensión más allá del diafragma o invasión mural de la vena cava
T4	Tumor con invasión de la fascia de Gerota, incluyendo la infiltración de la glándula suprarrenal ipsilateral
Ganglios	
N0	Sin metástasis ganglionares
N1	Metástasis ganglionares locorregionales
Metástasis a distancia	
M0	Sin metástasis a distancia
M1	Metástasis a distancia

Estadio	T	N	M
I	T1	N0	M0
II	T2 T1 o T2	N0 N1	M0 M0
III	T3 T4	N0 o N1 Cualquier N	M0 M0
IV	Cualquier T	Cualquier N	M1



Revisión del tema:

1. Estadificación de tumores renales

Con respecto a la invasión tumoral de la vena cava inferior, una de las más empleadas es la **clasificación de la Clínica Mayo**, que se resume en lo siguiente [2]:

Extensión del trombo	Definición
Nivel I	Trombo tumoral a la altura de la desembocadura de la vena renal , o en la VCI a < 2 cm de la desembocadura de la vena renal
Nivel II	Trombo tumoral con extensión a la VCI > 2 cm desde la desembocadura de la vena renal, pero inferior a la vena cava retrohepática
Nivel III	Trombo tumoral con extensión a la vena cava retrohepática
Nivel IV	Trombo tumoral con extensión supradiafragmática o hasta la aurícula derecha

Revisión del tema:

1. Estadificación de tumores renales

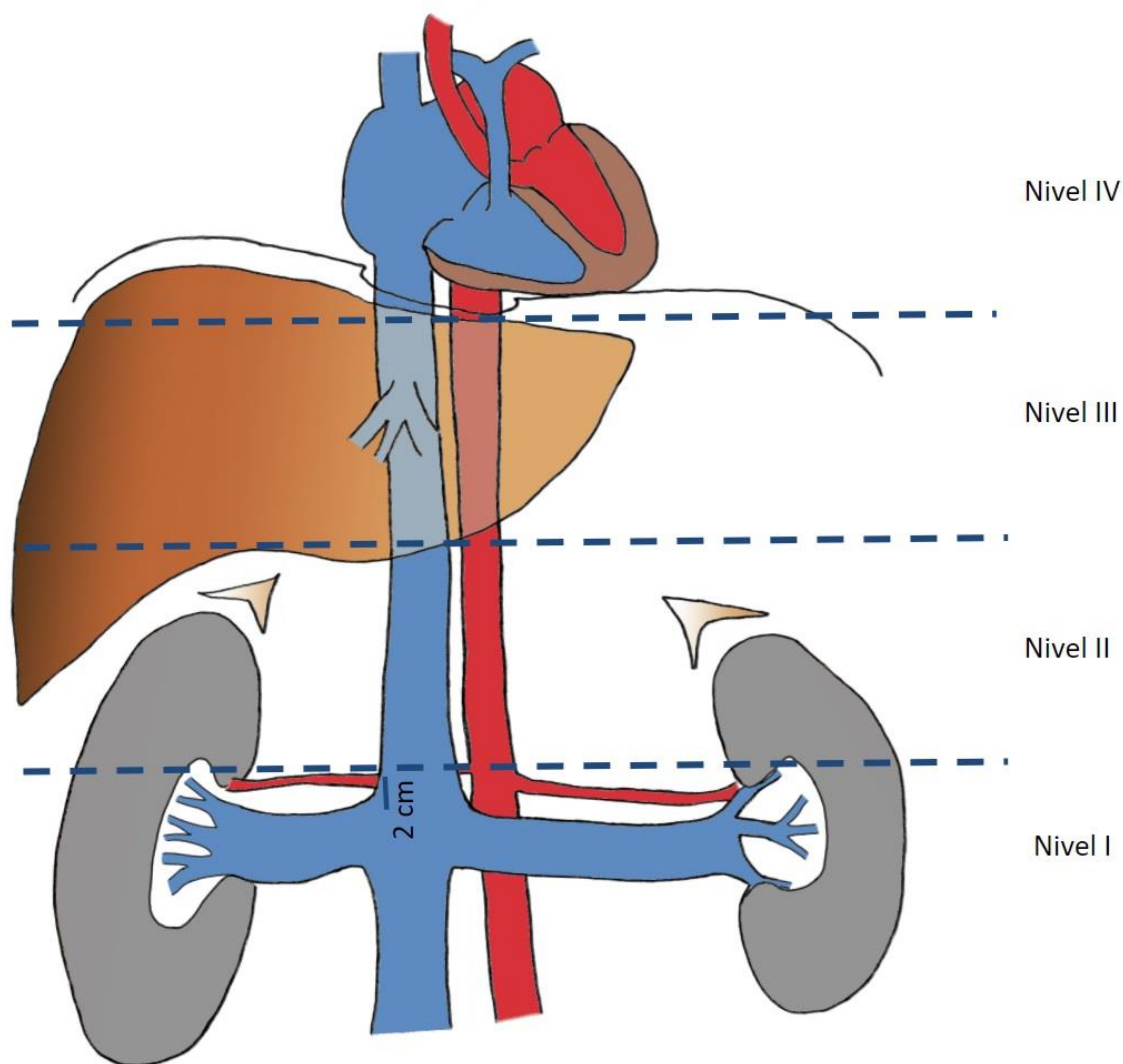


Figura 1. Clasificación de la Clínica Mayo. Se establece una escala de la invasión venosa tumoral en los CCR según su extensión proximal, estableciendo como límites 2 cm tras la desembocadura de la vena renal en la VCI, las venas hepáticas y el diafragma.

Revisión del tema:

1. Estadificación de tumores renales

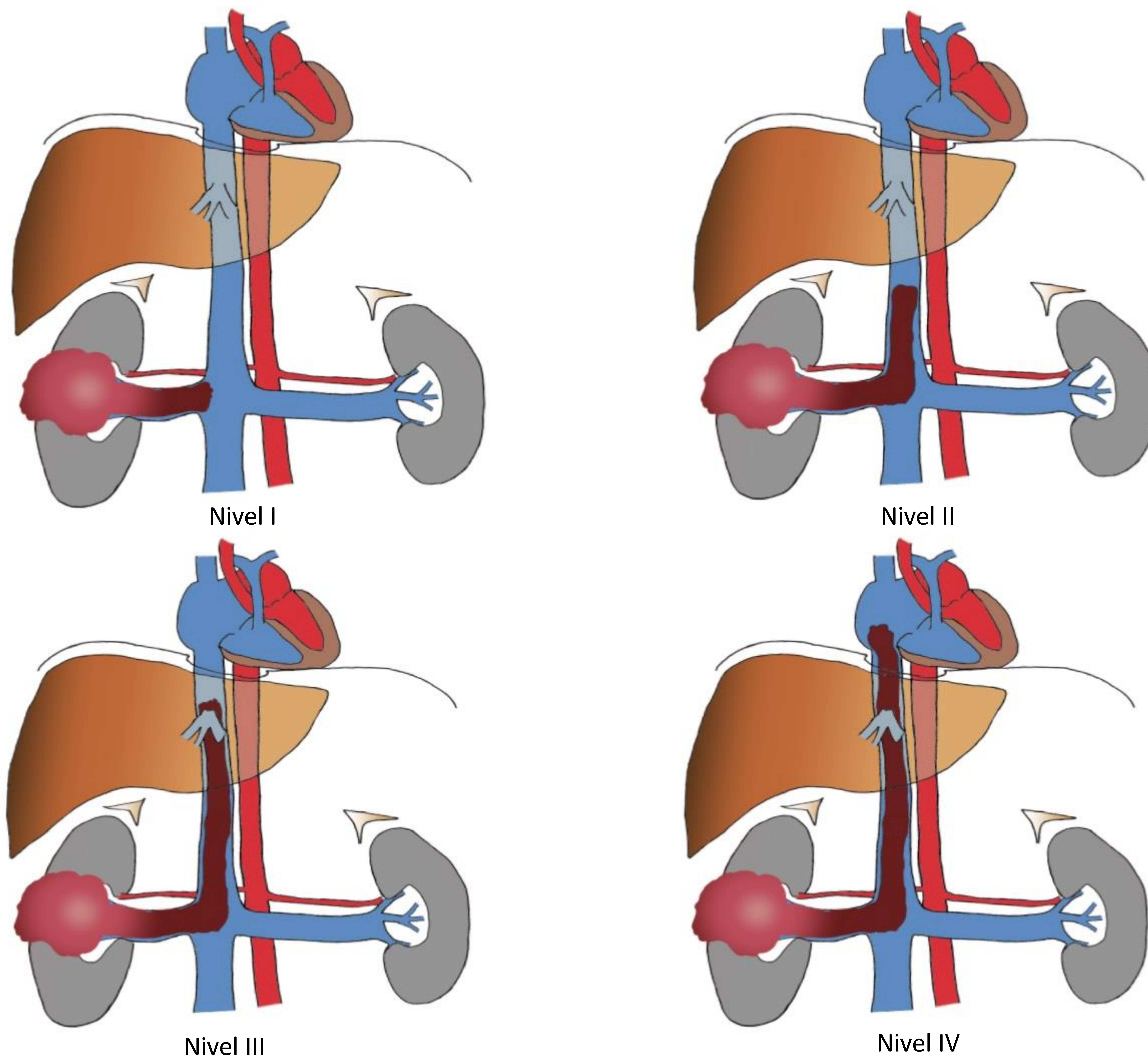


Figura 2. Clasificación de la Clínica Mayo. Representación de los diferentes estadios de invasión venosa del CCR, clasificados en función de su extensión proximal.

Nivel I: trombo tumoral a la altura de la desembocadura de la vena renal, o en la VCI a < 2 cm de la desembocadura de la vena renal.

Nivel II: trombo tumoral con extensión a la VCI > 2 cm desde la desembocadura de la vena renal, pero inferior a la vena cava retrohepática.

Nivel III: trombo tumoral con extensión a la vena cava retrohepática.

Nivel IV: trombo tumoral con extensión supradiafragmática o hasta la aurícula derecha

Revisión del tema:

1. Estadificación de tumores renales



Figura 1. Reconstrucción MIP coronal oblicua de TC en fase arterial que muestra una voluminosa masa hipervascolar ocupando el parénquima renal derecho, que produce una invasión de la luz de la vena renal ipsilateral sin alcanzar la vena cava inferior, correspondiente a un nivel I de la clasificación de la Clínica Mayo. En los cortes inferiores pulmonares se observa la afectación metastásica pulmonar, traduciendo un estadio IV.

Revisión del tema:

1. Estadificación de tumores renales

Por último, existe una clasificación altamente interesante de cara al tratamiento quirúrgico llamada **renal SCORE**, que evalúa el riesgo quirúrgico de los distintos tipos de CCR, y recoge los siguientes aspectos [3]:

Radio (cm)	≤ 4		$> 4 \text{ y } < 7$		≥ 7
Diámetro mayor en cualquier plano	+ 1 punto		+2 puntos		+ 3 puntos
Endofítico / exofítico	$\geq 50\%$ exofítico		$< 50\%$ exofítico		Completamente endofítico
% de la masa que protruye sobre el parénquima renal	+ 1 punto		+ 2 puntos		+ 3 puntos
N Cercanía (<i>nearness</i>) al sistema colector (mm)	≥ 7		$> 4 \text{ y } < 7$		≤ 4
Distancia más corta	+ 1 punto		+ 2 puntos		+ 3 puntos
Anterior o posterior	Anterior		Posterior		Ninguna
Posición del tumor relativa a un plano coronal que atraviese los vasos hiliares	Sufijo -a		Sufijo -p		Sufijo -x
Localización con respecto a las líneas polares	Completamente por encima o debajo	Cruza una línea polar	$>50\%$ atravesando una línea polar	Cruza el plano axial medio del riñón	Completamente entre líneas polares
	+ 1 punto	+ 2 puntos	+ 3 puntos	+ 3 puntos	+ 3 puntos
Hiliar	No		Sí		
Contacto con la arteria o vena renal			Sufijo -h		



Revisión del tema:

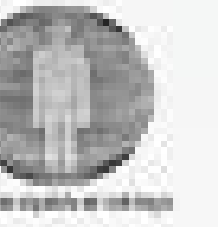
1. Estadificación de tumores renales

Tras ello, divide los tumores en tres grandes categorías:

- **4 a 6 puntos:** complejidad quirúrgica baja
- **7 a 9 puntos:** complejidad quirúrgica intermedia
- **10 - 12 puntos:** complejidad quirúrgica alta

Esta clasificación es de utilidad a la hora del diseño de la conducta quirúrgica, ya sea nefrectomía parcial o radical.

Mayores puntuaciones en el RENAL score se han visto relacionadas con un mayor tiempo quirúrgico y un aumento de las complicaciones postoperatorias [3].



Revisión del tema:

2. Valoración mediante volumetría e impresión 3D

Gracias al avance tecnológico que vivimos, las reconstrucciones multiplanares y volumétricas y la impresión 3D de los tumores renales y sus estructuras adyacentes han permitido la mejora tanto de nuestra comunicación con el equipo quirúrgico como de la comprensión de la anatomía tumoral y su disposición espacial en el espacio perirrenal.

Revisión del tema:

2. Valoración mediante volumetría e impresión 3D

En nuestra experiencia, se realiza un estudio prequirúrgico mediante TC que incluya fases arterial y venosa, y se selecciona aquella con mayor contraste entre el tejido renal sano y el tumor para facilitar la segmentación.

La segmentación se realiza con programas específicos de postprocesado que permitan una segmentación semiautomática y la conversión del resultado a un formato .stl imprimible.

El postproceso de dichos archivos y su impresión definitiva se realiza *in-house*, gracias al equipo de Bioingeniería y el FabLab de nuestro centro, creándose modelos con un máximo de dos colores diferentes, normalmente en formato PLA, pudiendo realizarse distintos recortes que ayuden a la visualización tumoral o que faciliten la orientación espacial preoperatoria.

Revisión del tema:

2. Valoración mediante volumetría e impresión 3D

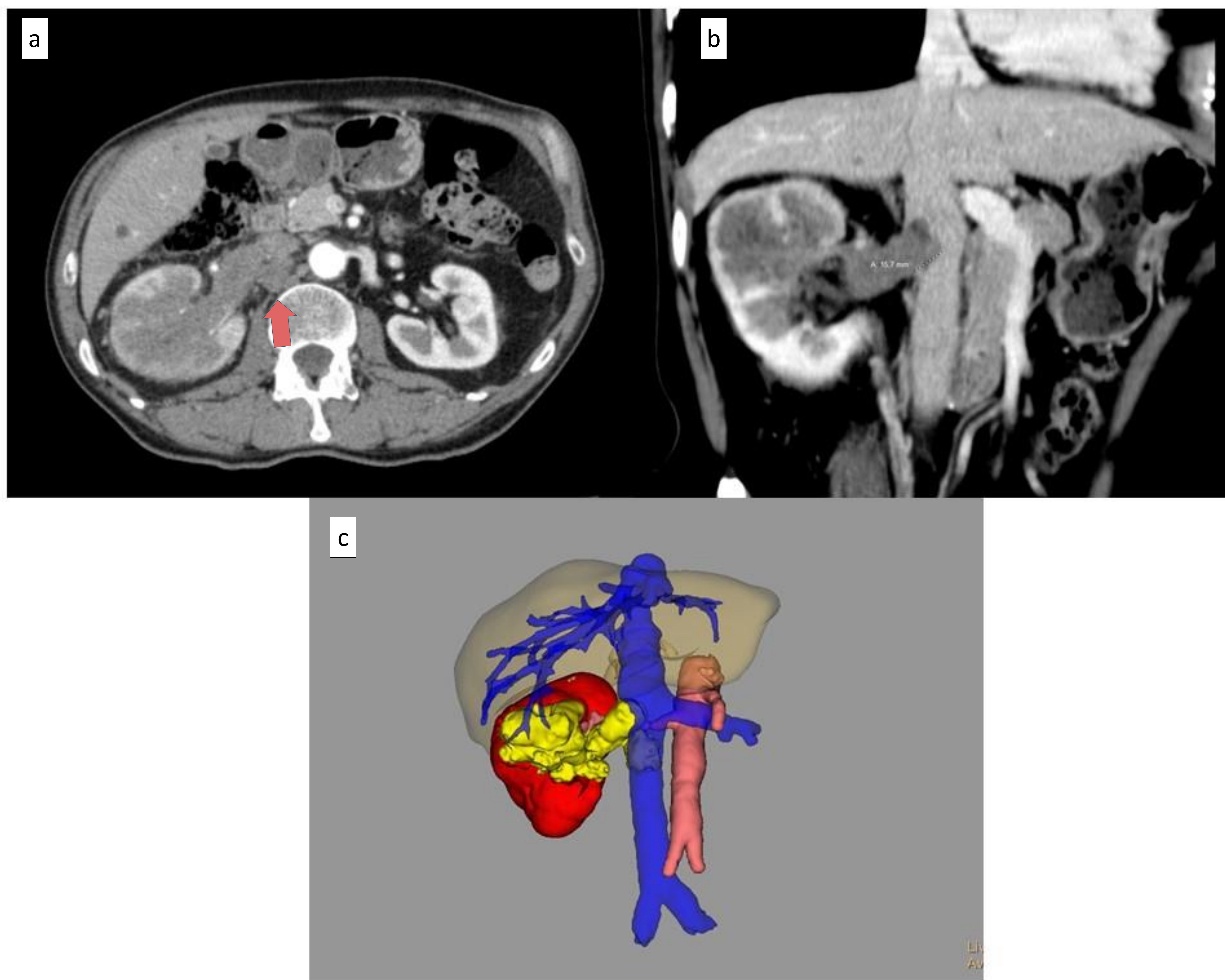


Figura 2. TC abdominopélvico con fases arterial (a) y venosa (b), que muestra una lesión de aspecto neofornativo renal derecha predominantemente hipodensa, con ocupación de la luz de la vena renal derecha y ampliación del calibre vascular a expensas de un tejido con densidad de partes blandas, de aspecto tumoral, que alcanza la vena cava inferior hasta <2cm de la desembocadura de la renal. Existen adenopatías retroperitoneales asociadas (*flecha*) con pérdida del plano graso de clivaje con respecto a la cava que sugieren infiltración tumoral.

c) Reconstrucción volumétrica del caso de cara a la nefrectomía radical ilustrando la tumoración renal, el trombo tumoral y las adenopatías retroperitoneales (amarillo), parénquima renal restante (*rojo*), la vena cava inferior y venas hepáticas (*azul*), hígado (*ámbar*) y aorta abdominal con AMS (*rojo claro*).

La pieza quirúrgica demostró una neoplasia epitelial de células grandes de probable origen metastásico pulmonar.



Revisión del tema:

2. Valoración mediante volumetría e impresión 3D

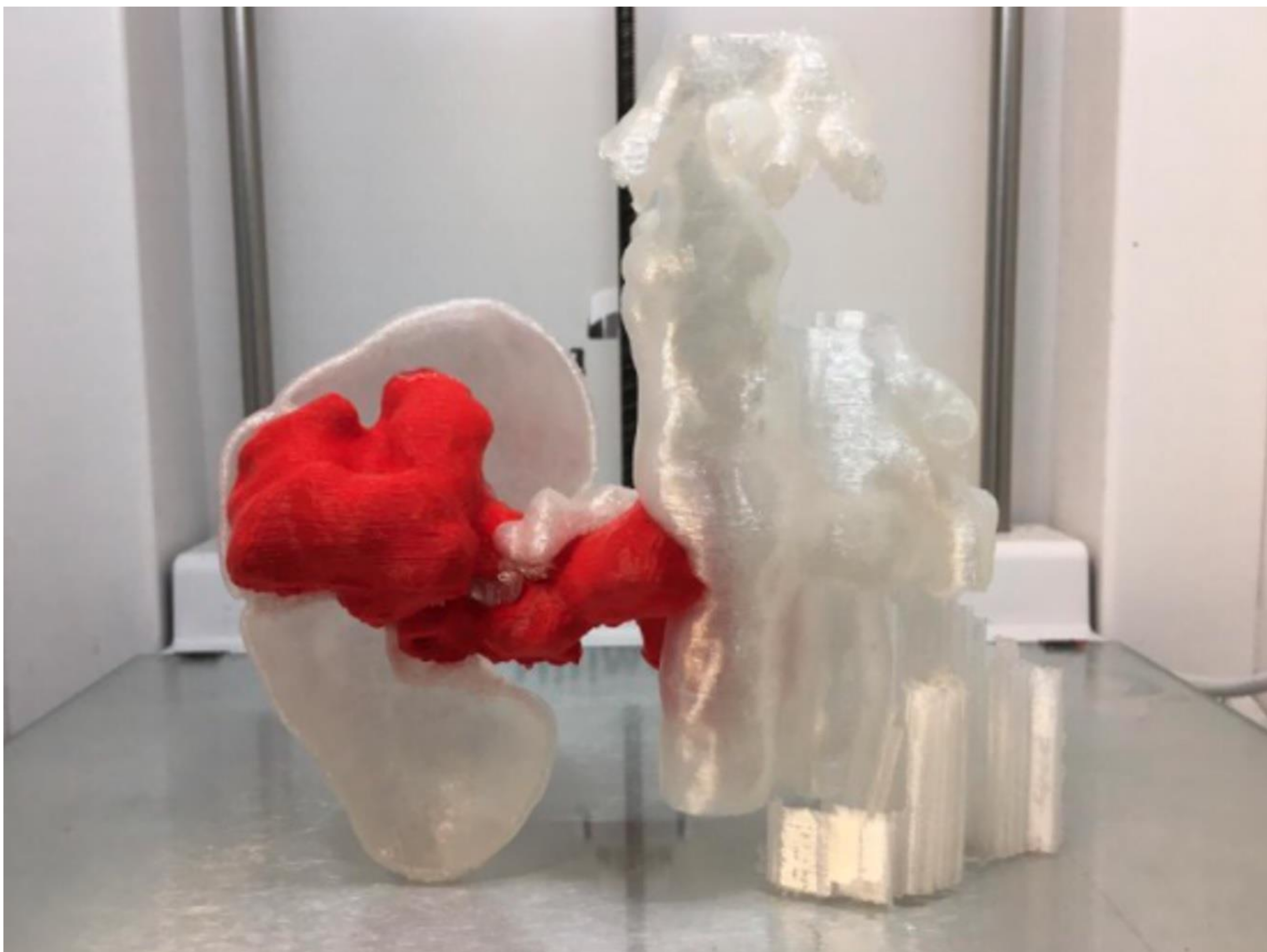


Figura 3. Biomodelo tumoral imprimido en 3D (PLA, bicolor) del paciente en la Figura 2, que representa la tumoración renal y el trombo tumoral en color rojo, y el parénquima renal y las estructuras vasculares en color blanco semitransparente. El riñón se corta a través de un plano coronal para mejorar la visualización anatómica del tumor, y las estructuras vasculares se imprimieron huecas para poder visualizar la invasión de las adenopatías retroperitoneales y del trombo tumoral de la luz vascular.

Revisión del tema:

2. Valoración mediante volumetría e impresión 3D

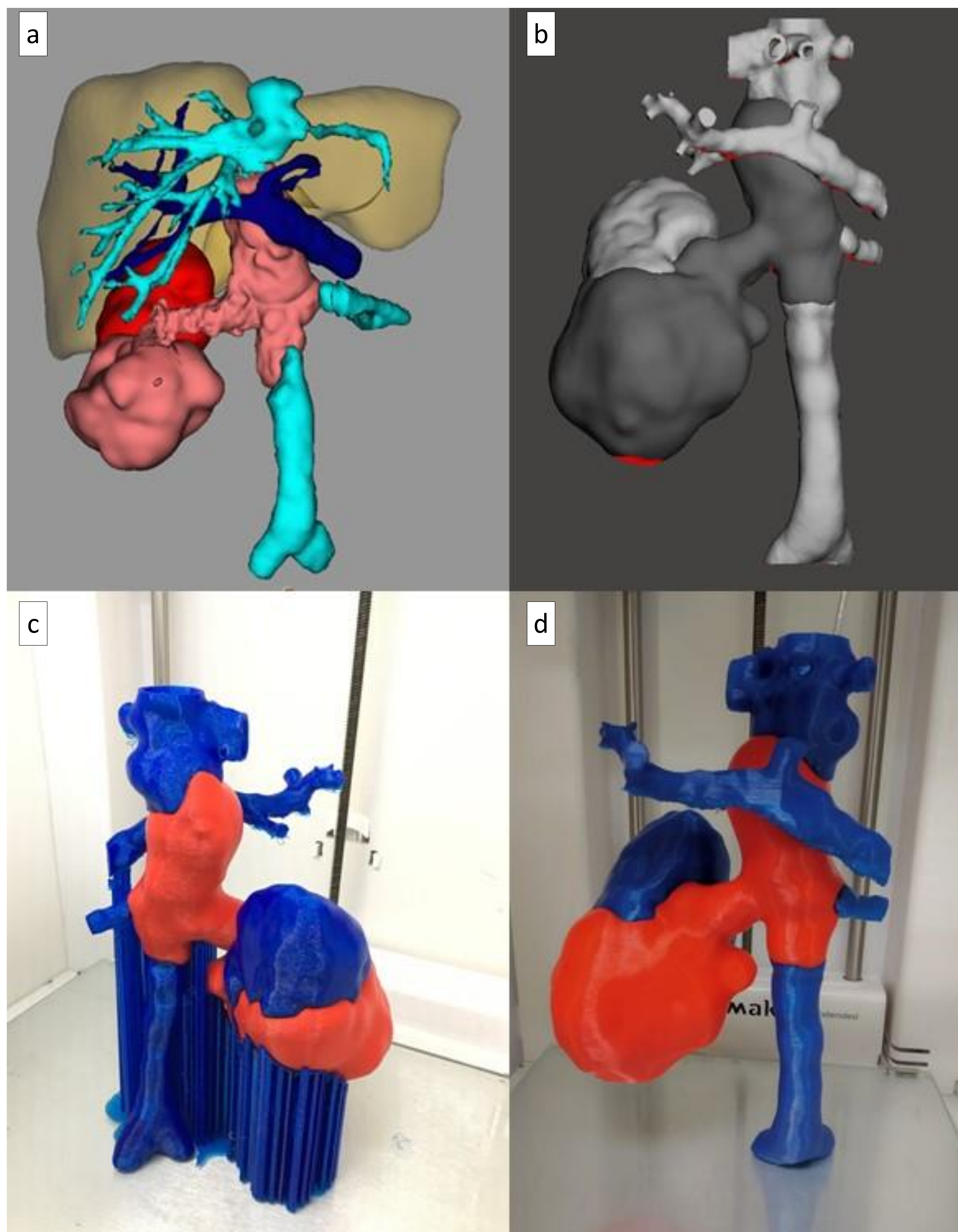


Figura 5. Biomodelo tumoral mediante impresión 3D.

- Reconstrucción volumétrica de un paciente con CCR en tercios medio e inferior del riñón derecho, que se acompañaba de un trombo tumoral invadiendo la vena renal y la vena cava inferior hasta el segmento retrohepático (Mayo III).
- Postprocesado tridimensional del modelo previo a la impresión, eligiendo dos subtipos de tejido diferentes.
- Modelo definitivo prequirúrgico imprimido en 3D con PLA tras la impresión y tras el recorte final.

Revisión del tema:

2. Valoración mediante volumetría e impresión 3D

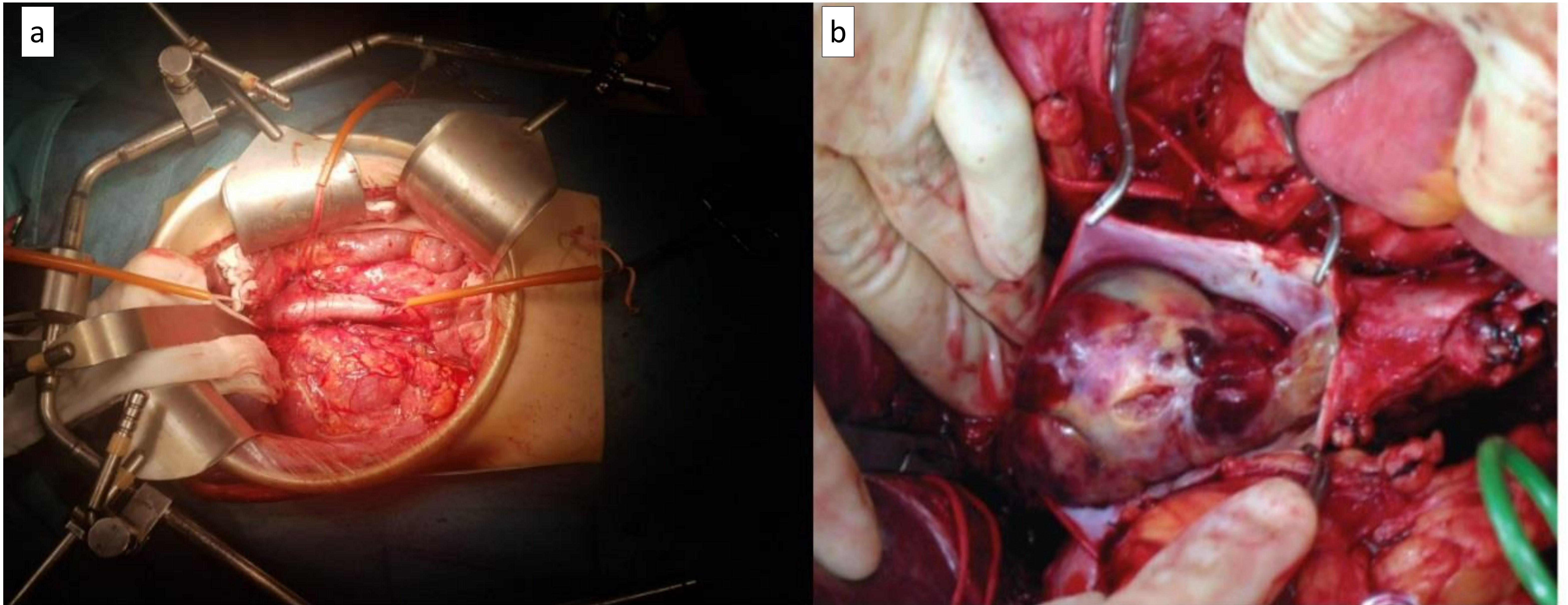


Figura 4. Correlación quirúrgica de la trombosis tumoral cava intraoperatoria. Acceso mediante laparotomía y disección de estructuras vasculares (a), con posterior apertura de la luz vascular y exposición del trombo tumoral (b).

Revisión del tema:

2. Valoración mediante volumetría e impresión 3D

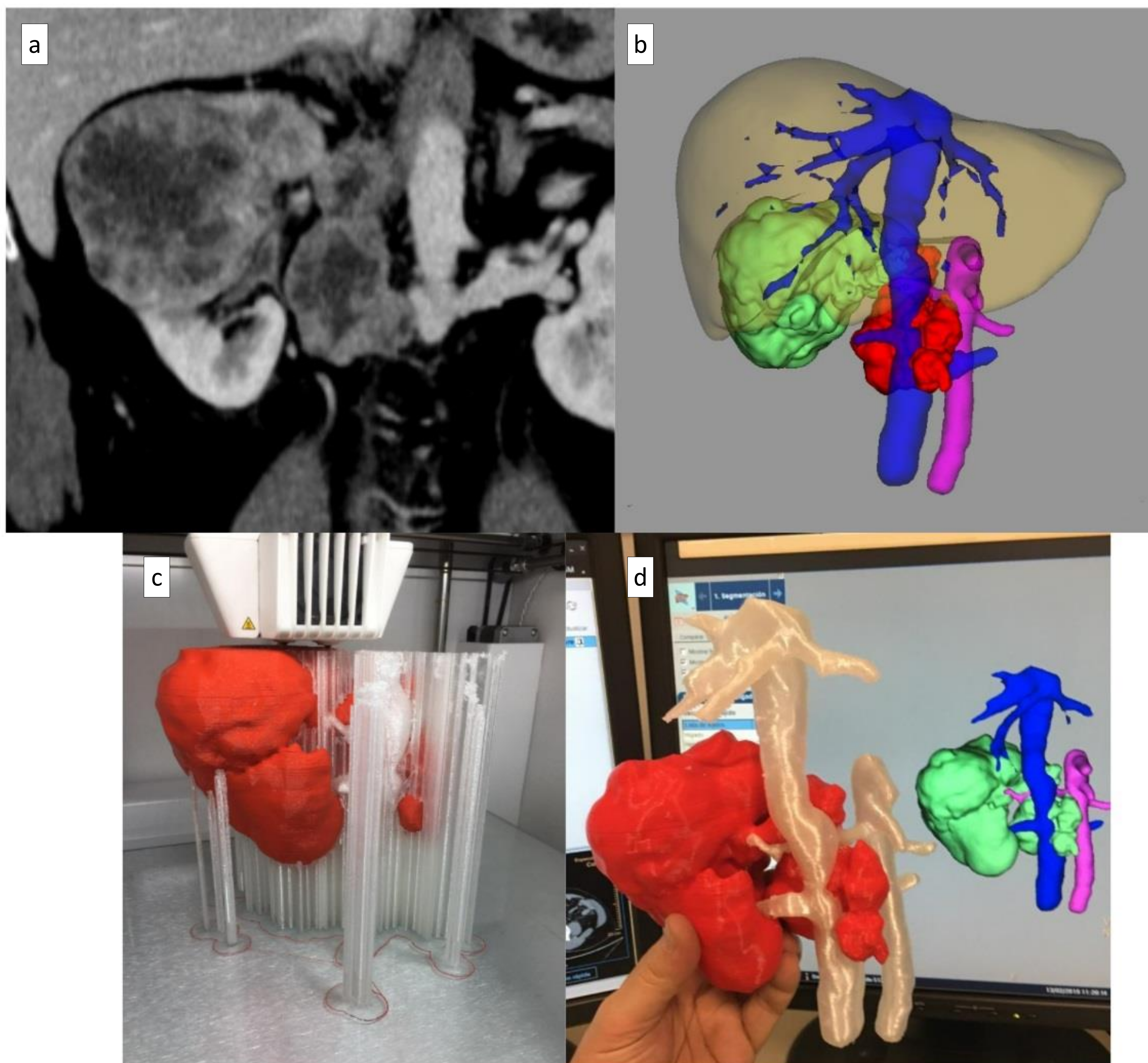
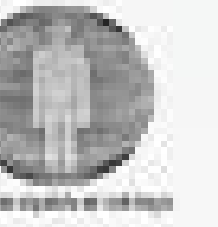
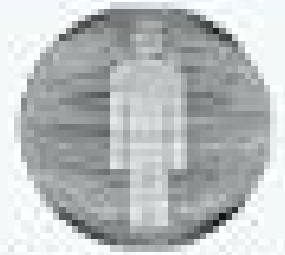


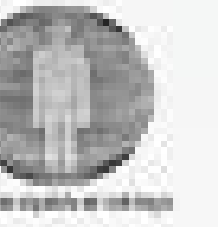
Figura 6. Biomodelo tumoral mediante impresión 3D.

- a) Tumoración renal de aspecto hipervasculoso y necrótico que ocupa los dos tercios superiores renales, y se acompaña de adenopatías retroperitoneales igualmente necróticas.
- b) Reconstrucción volumétrica de la tumoración renal y de las adenopatías, que se disponen rodeando en más de 180° la cara posterior de la VCI en su segmento renal.
- c,d) Modelo definitivo prequirúrgico imprimido en 3D con PLA tras la impresión y tras el recorte final, con correlación con el modelo tridimensional.



Conclusiones:

La evaluación tumoral preoperatoria mediante TC de los tumores renales abarca de forma creciente tanto la valoración de la extensión tumoral como la ilustración tridimensional y la impresión de las relaciones anatómicas del tumor en los casos complejos, mejorando la percepción anatómica y constituyéndose cada vez más como una herramienta interesante en la planificación quirúrgica.



Referencias:

1. Rendon R, Kapoor A, Breau R, Leveridge M, Feifer A, Black P et al. Surgical management of renal cell carcinoma: Canadian Kidney Cancer Forum Consensus. Canadian Urological Association Journal. 2014;8(5-6):398.
2. Lien C, Liu K, Chou P, Lin W, Tai H, Huang C et al. Long-term outcomes of nephrectomy and inferior vena cava thrombectomy in patients with advanced renal cell carcinoma: A single-center experience. Urological Science. 2018;29(1):49.
3. Benítez Mendes A, Pardo V, Sinclair M, Ocantos J. El RENAL score en la estadificación prequirúrgica de tumores renales. Actualización en radiología. Revista Argentina de Radiología. 2017;81(1):28-38.