

Aplicaciones de la Energía Espectral en los nódulos suprarrenales:

Imágenes monocromáticas y
mapas de descomposición de
materiales.

¿Está todo dicho?:
Nuestra experiencia inicial

Raquel Cano Alonso
Ana Fernández Alfonso
Ana Álvarez Vázquez
Julio Fernández Mata
Manuel Recio Rodríguez
Claudia Pascual Montero

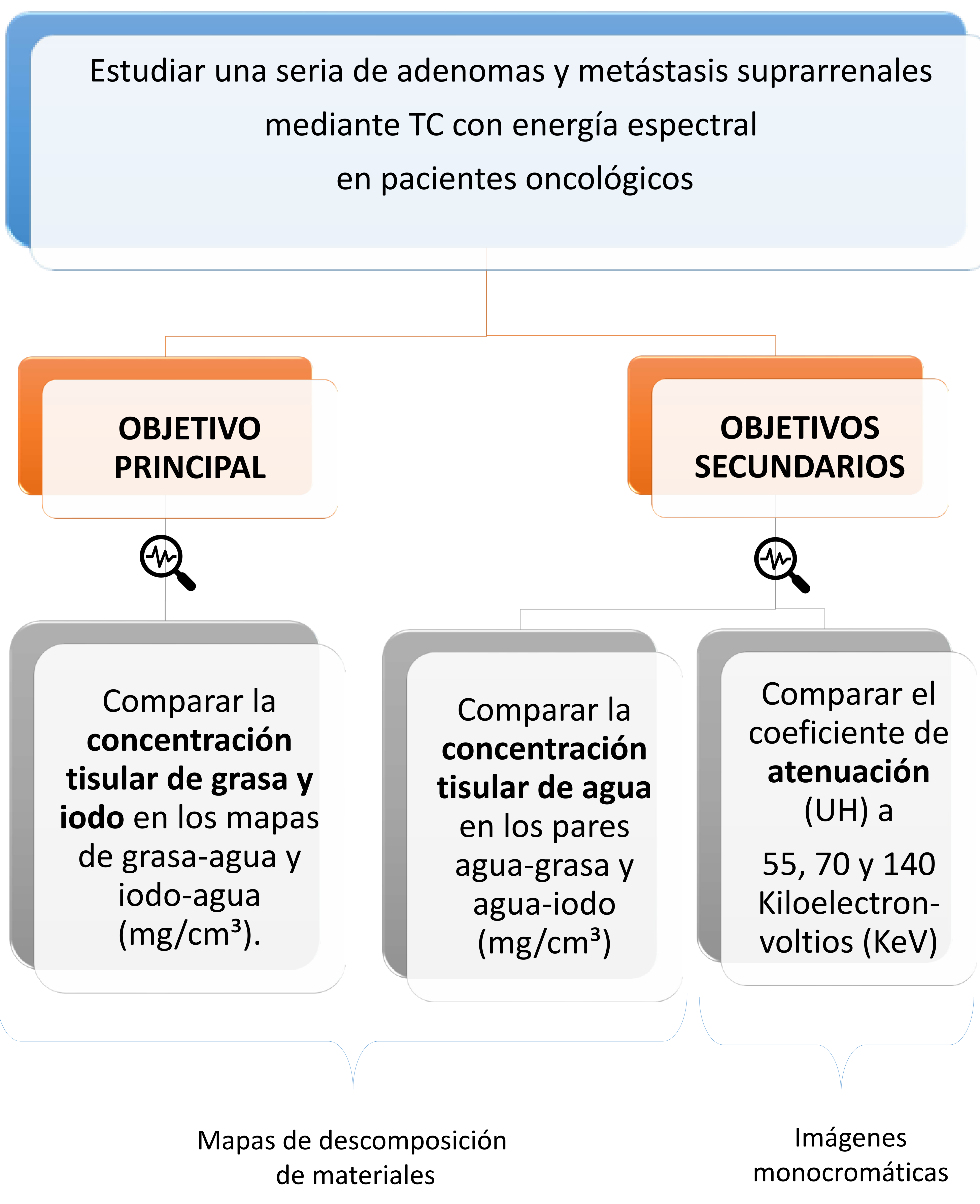
P

OBJETIVO

• HIPÓTESIS

- En los mapas de descomposición de materiales obtenidos en TC con energía espectral, los adenomas presentan una concentración tisular de grasa y de yodo (en los pares grasa-agua y yodo agua, valorados en mg/cm^3) diferentes a las metástasis suprarrenales.

• OBJETIVOS



OBJETIVO

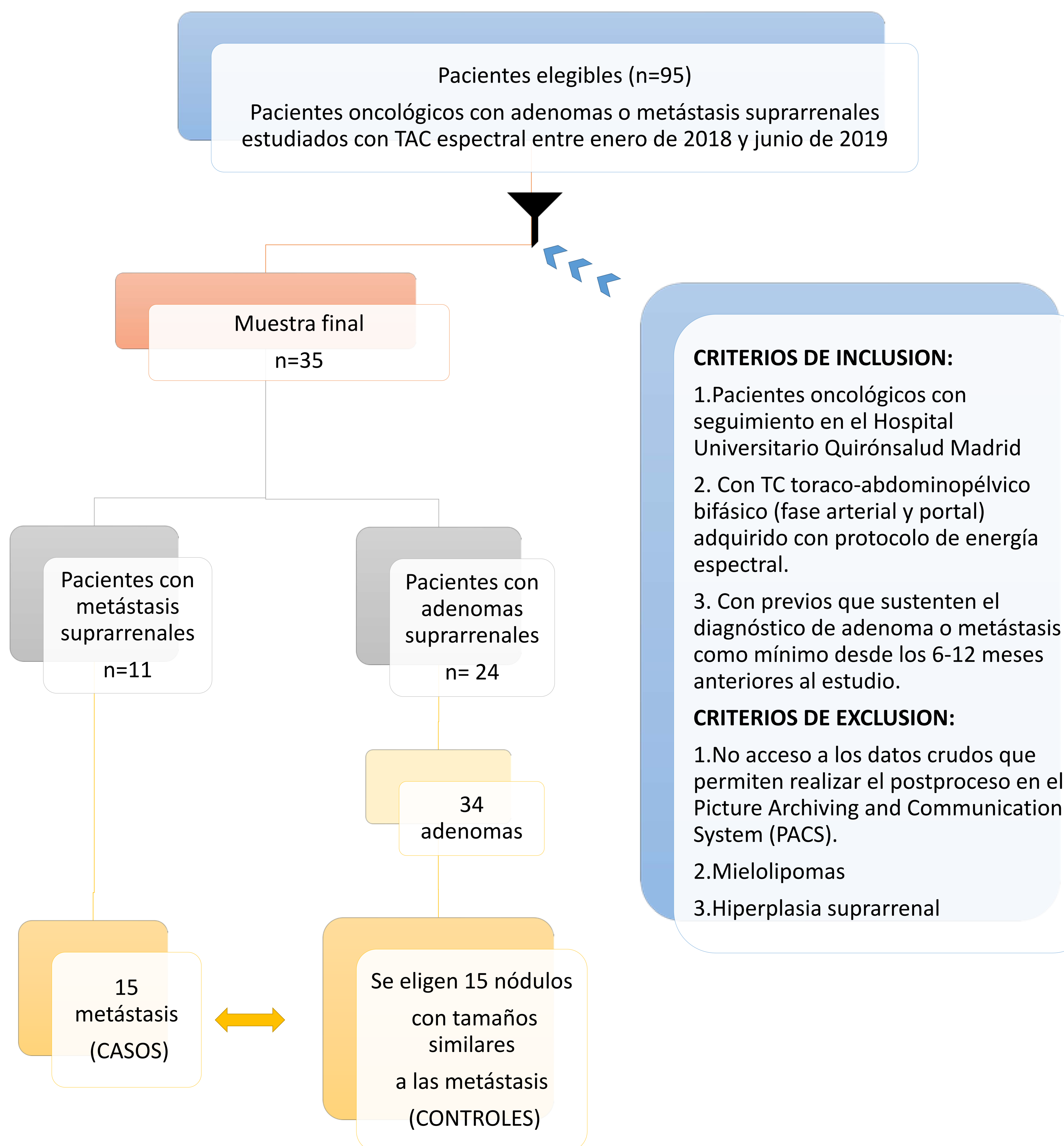
• MATERIAL Y MÉTODO: DISEÑO DEL ESTUDIO

• Estudio tipo casos y controles.

- Casos: Pacientes oncológicos con pruebas que sustenten el diagnóstico de metástasis suprarrenal en los 6-12 meses anteriores al estudio.
- Controles: Pacientes oncológicos con pruebas que sustenten el diagnóstico de adenoma suprarrenal en los 6-12 meses anteriores al estudio, con un nódulo de tamaño similar al de la metástasis con que se “empareja”

• Se plantea como un estudio piloto

- Nos permitirá conocer las concentraciones de yodo, grasa y agua de ambos grupos de nódulos, para llevar a cabo estudios posteriores con el tamaño muestral necesario para confirmar la hipótesis que se plantea.



OBJETIVO

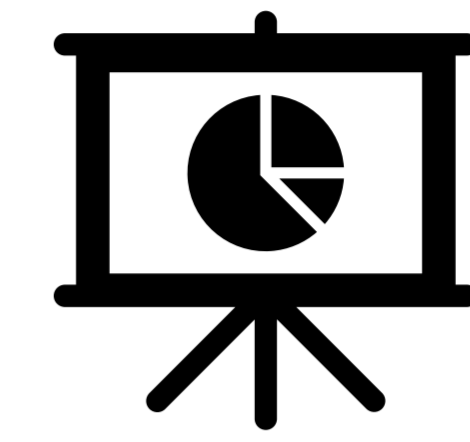
• MATERIAL Y MÉTODO: PROCEDIMIENTOS

- **Estudio observacional, analítico, retrospectivo y transversal.**
 - Se revisan los estudios TC y la historia clínica de los pacientes para la obtención de las variables de estudio.
- **Equipo TC y protocolo de adquisición:**
 - **256 detectores**
 - **Una fuente de rayos X (Fast kVp Switching)**
 - **Protocolo de adquisición de imágenes espectrales:**
 - Adquisición helicoidal
 - Tiempo de rotación: 0.6 s
 - Cobertura del detector: 80 mm
 - Pitch: 0.992:1
 - Velocidad de cobertura: 132.29 mm/s
 - FOV: 38.5 cm
 - 195mA
 - Noise index: 20.0
 - Grosor de corte: 1.25 mm
 - Intervalo 0.8 mm
 - ASIR-V: 50%.
 - **Contraste intravenoso iodado**
 - Concentración: 300 mg/ml
 - Volumen medio: 90 cc
 - Flujo: 4 cc/s.
 - **Estudio bifásico:**
 - Fase arterial: monitorizando la llegada del contraste a la aorta torácica descendente (carina), se emplaza una ROI y comienza la adquisición cuando se supera un umbral de 100 UH.
 - Fase portal : se adquiere a los 35 segundos tras la finalización de la fase arterial.



OBJETIVO

• MATERIAL Y MÉTODO: VARIABLES ESTUDIADAS



• Cualitativas:

- Localización del tumor primario
- Tipo de correlación con otras pruebas de imagen (TC, PET-TAC, RM)
- Lateralidad (derecha o izquierda)

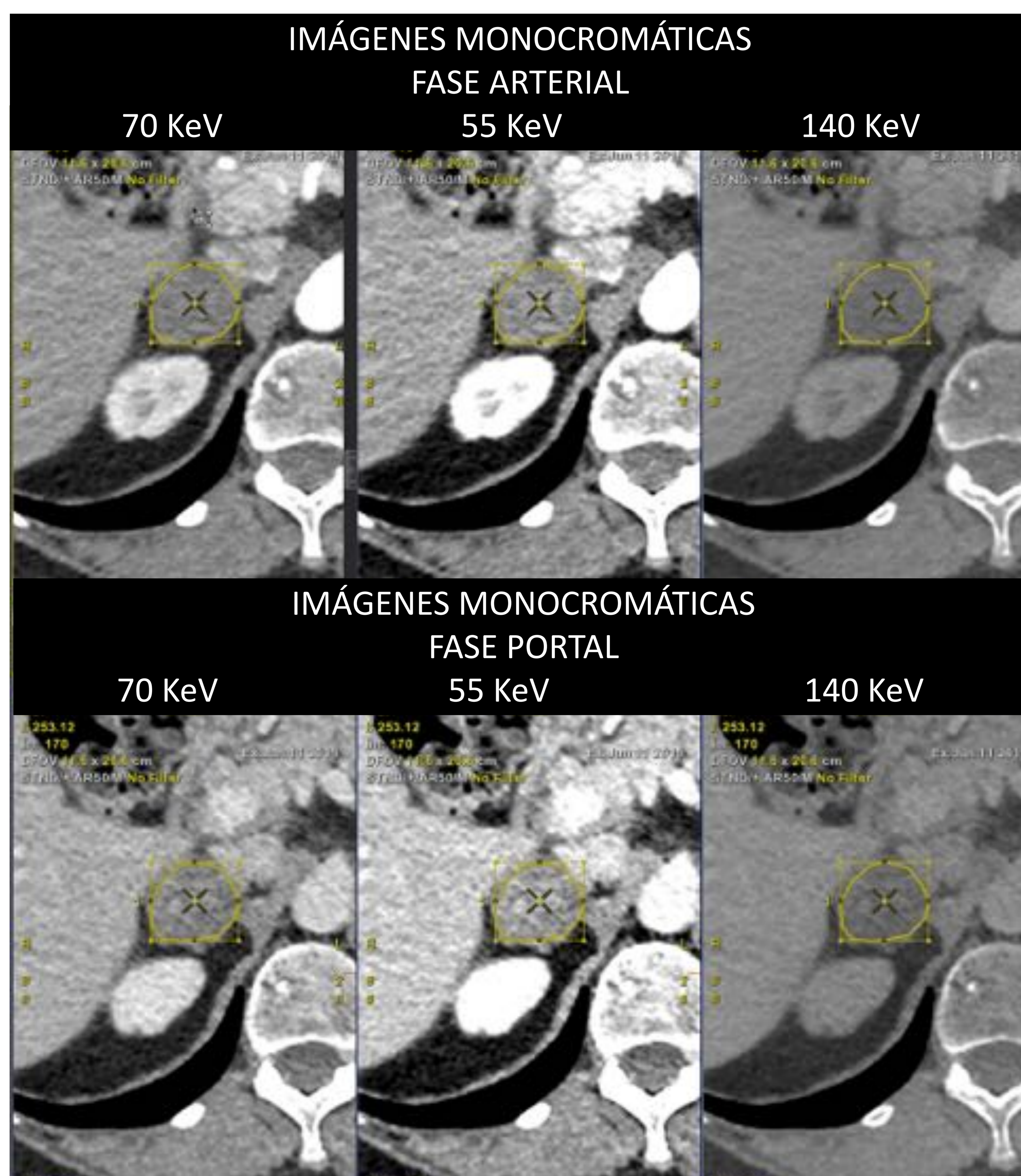
• Cuantitativas:

- Tamaño del nódulo (en mm)
- Coeficiente de atenuación (en UH) en imágenes monocromáticas
 - 55, 70 y 140 KeV
 - En fase arterial
 - En fase portal
- Concentración (en mg/cm³) de yodo en el mapa yodo-agua
 - En fase arterial
 - En fase portal
- Concentración de grasa (en mg/cm³) en el mapa grasa-agua
 - En fase arterial
 - En fase portal
- Concentración de agua (en mg/cm³) en los mapas agua-yodo y agua-grasa
 - En fase arterial
 - En fase portal

OBJETIVO

MATERIAL Y MÉTODO: RECOGIDA DE DATOS

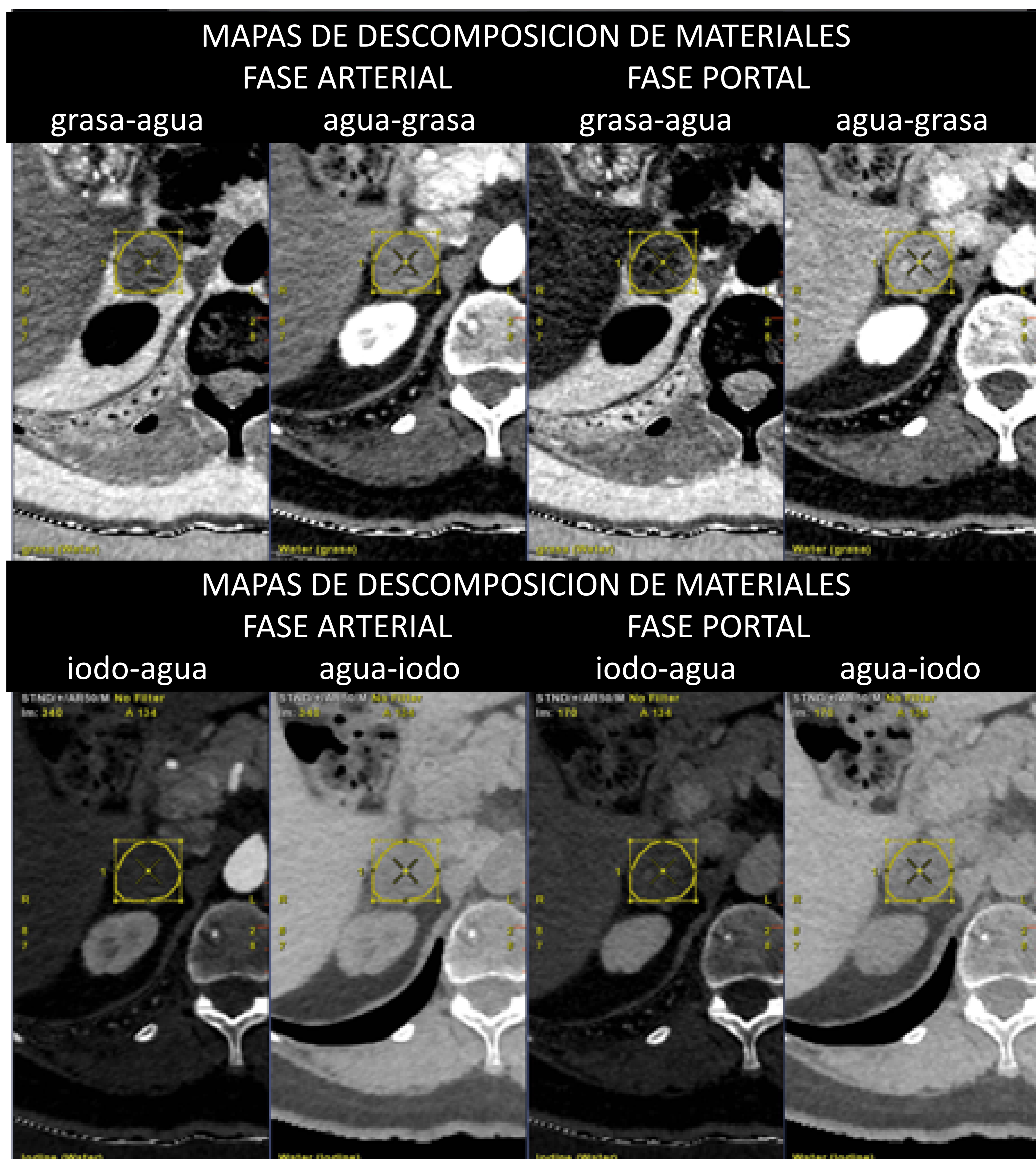
- Cada nódulo fue valorado por un radiólogo con 10 años de experiencia en radiología del abdomen.
- En pacientes con más de un nódulo se eligieron un máximo de 2:
 - los de mayor tamaño o morfología nodular más evidente.
- Se empleó un software específico
 - Proporcionado por el fabricante del equipo de TC
 - Generación de protocolo de carga estandarizado con los niveles energéticos y mapas de descomposición de materiales elegidos con centro y ancho de ventana constantes.
- Colocación de una ROI dibujada a mano alzada sobre cada lesión
 - Referencia: 70 KeV en fase portal, evitando artefactos, calcificaciones, estructuras vasculares y áreas necróticas o hemorrágicas.
 - En plano axial
 - Corte donde más evidente era su morfología nodular.
 - Evita interferencia de pixeles de grasa circundante a la glándula suprarrenal.
- La ROI se clona y propaga a las diferentes series del estudio.



OBJETIVO

MATERIAL Y MÉTODO: RECOGIDA DE DATOS

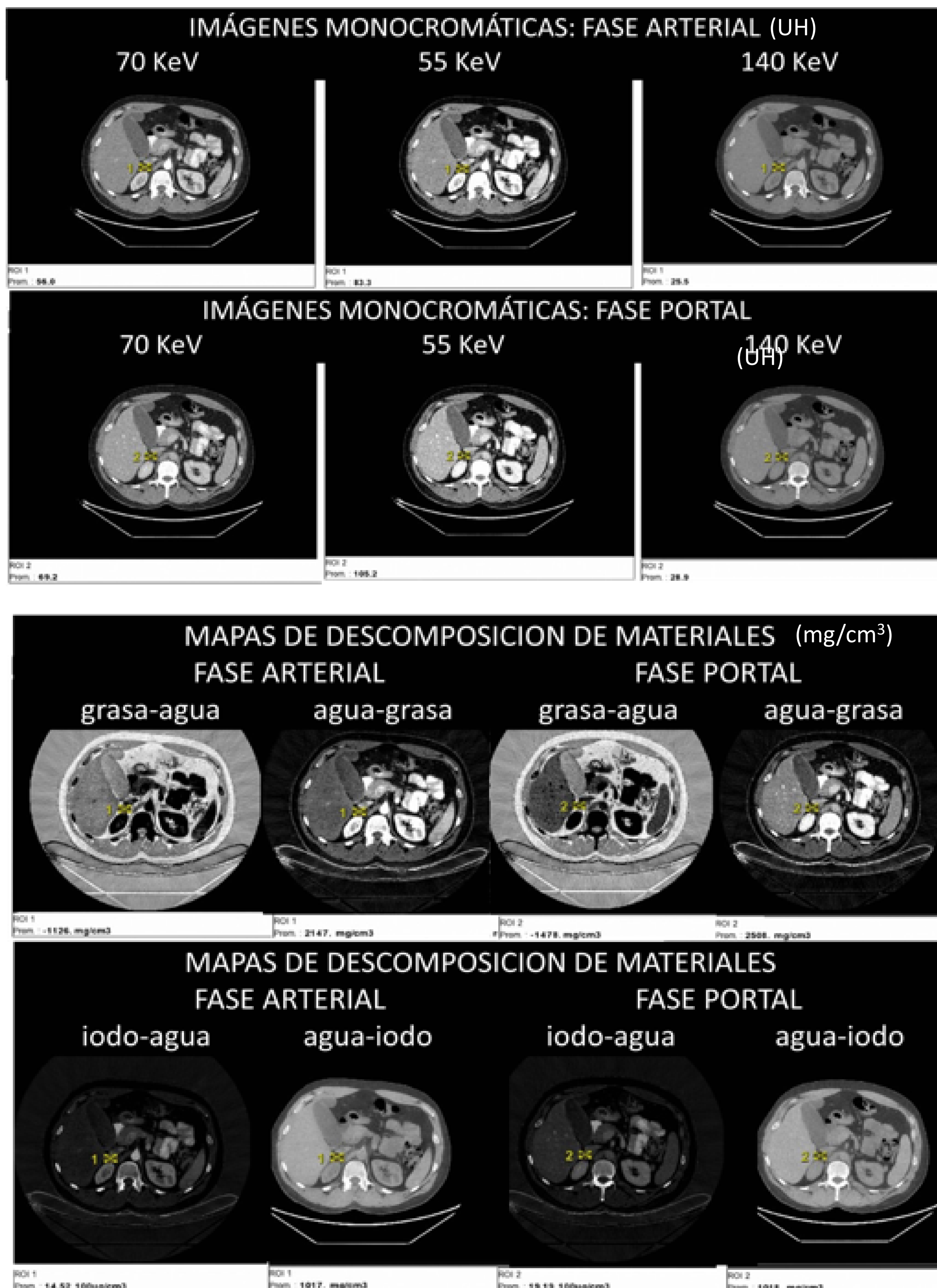
- Cada nódulo fue valorado por un radiólogo con 10 años de experiencia en radiología del abdomen.
- En pacientes con más de un nódulo se eligieron un máximo de 2:
 - los de mayor tamaño o morfología nodular más evidente.
- Se empleó un software específico
 - Proporcionado por el fabricante del equipo de TC
 - Generación de protocolo de carga estandarizado con los niveles energéticos y mapas de descomposición de materiales elegidos con centro y ancho de ventana constantes.
- Colocación de una ROI dibujada a mano alzada sobre cada lesión
 - Referencia: 70 KeV en fase portal, evitando artefactos, calcificaciones, estructuras vasculares y áreas necróticas o hemorrágicas.
 - En plano axial
 - Corte donde más evidente era su morfología nodular.
 - Evita interferencia de pixeles de grasa circundante a la glándula suprarrenal.
- La ROI se clona y propaga a las diferentes series del estudio.



OBJETIVO

MATERIAL Y MÉTODO: RECOGIDA DE DATOS

- Resultados e imágenes postprocesadas → almacenamiento en PACS.
- Recogida de datos en una base de datos disociada
 - De acuerdo con lo establecido en la Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales y en el Reglamento (UE) 2016/679 del Parlamento Europeo y del Consejo de 27/04/2016.
- El protocolo de investigación fue aceptado por la Comisión de Investigación del Hospital, y todos los pacientes incluidos firmaron un documento de consentimiento informado que autoriza para la utilización de sus datos clínicos en estudios de investigación.



Ejemplo de recogida de datos de las variables cuantitativas del estudio

RESULTADOS

- VARIABLES CUALITATIVAS**

- Para la descripción de la muestra estudiada se indican frecuencias absolutas (n) y relativas (%) según se expone en estas Tablas:

Tabla 1. Tumor primario de los pacientes oncológicos con nódulos suprarrenales incluidos en el estudio.

	Total (n=30)	
Pulmón	17	56,67%
Gástrico	5	16,67%
Mama	3	10,00%
Renal	2	6,67%
LNH	1	3,33%
Esófago	1	3,33%
Recto / Colangiocarcinoma	1	3,33%

RESULTADOS

• VARIABLES CUALITATIVAS

- Para la descripción de la muestra estudiada se indican frecuencias absolutas (n) y relativas (%) según se expone en estas Tablas:

Tabla 2. Tipo de correlación con otras técnicas de imagen previas

Tipo de nódulo	TC	PET-TC	TC Y PET-TC	RM	
Metástasis	8	3	4	0	n=15
Adenomas	12	0	2	1	n=15
Total	20	3	6	1	

Tabla 3. Tamaño y lateralidad de los nódulos suprarrenales clasificados como adenomas o metástasis.

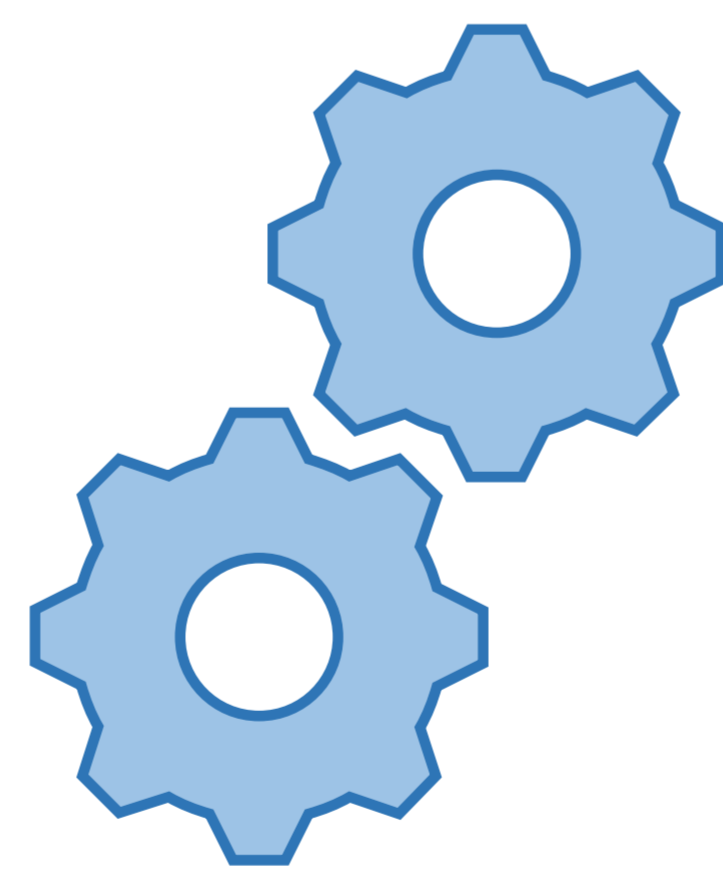
	Adenomas suprarrenales (n=15)	Metástasis suprarrenales (n=15)	P-valor *
Tamaño en eje antero-posterior (Media ± DE, mm)	24,4± 9.8	24,1 ± 10.4	0,929
Tamaño en eje transversal (Media ± DE, mm)	18,8± 7.6	19,3 ± 8.2	0,854
Area ROI (Mediana [Q1-Q3], mm ²)	263,2 [130-468.9]	175,5 [69.2-308.2]	0,351
Lateralidad			
Izquierdo (n, %)	10 66,67%	10 66,67%	1,000
Derecho (n, %)	5 33,33%	5 33,33%	1,000

*P-valor de la prueba U de Mann-Withney/ T de student o Chi cuadrado para determinar la existencia de diferencias significativas (p < 0.05) entre adenomas y metástasis.

RESULTADOS

- **VARIABLES CUANTITATIVAS:**

- La prueba de Shapiro-Wilk se aplicó para evaluar su comportamiento paramétrico
 - Todas las variables presentaron una **distribución normal**
 - Se aportan valores medios \pm desviación estándar (SD).
- Se aplicó la prueba de **Student T** para comparar la concentración tisular de grasa, iodo y agua obtenida mediante mapas de descomposición de materiales y también los coeficientes de atenuación (UH) en las imágenes monocromáticas a tres niveles energéticos (55, 70 y 140 KeV) entre los casos (metástasis) y los controles (adenomas).
 - Las diferencias se consideraron estadísticamente significativas para $P < 0,05$.
- El análisis de los datos se realizó con Stata IC, v. 14 (StataCorp LLC., Texas USA).



RESULTADOS

- **VARIABLES CUANTITATIVAS:**

- **MAPAS DE DESCOMPOSICION DE MATERIALES:**

- Se valoró la composición de los adenomas y las metástasis en los pares grasa-agua, iodo-agua, agua-grasa y agua-iodo, tanto en fase arterial como en fase portal. Los resultados de muestran en la siguiente Tabla:

Tabla 4. Mapas de descomposición (media ± DE, mg/ml) en nódulos suprarrenales clasificados como adenomas o metástasis.

	Adenomas suprarrenales (n=15)	Metástasis suprarrenales (n=15)	Diferencia* (IC 95%)	P-valor**
Arterial				
Grasa-Agua	-1305,8± 454.9	-1592,3± 488.1	286,4± 172.3 (-66.5, 639.3)	0,108
Iodo-Agua	16,9± 5.9	20,7± 6.4	-3,8± 2.3 (-8.4, 0.9)	0,108
Agua-Grasa	2308,7± 493.5	2617,3± 489.8	-308,6± 173.9 (-664.8, 47.6)	0,087
Agua-Iodo	996,0± 7.0	1017,3± 5.7	-21,2± 2.3 (-26.0, -16.4)	<0.001
Portal				
Grasa-Agua	-1325,1± 408.2	-1851,6± 315.0	526,5± 113.1 (253.8, 799.3)	<0.001
Iodo-Agua	17,2± 5.4	24,2± 4.2	-7,0± 1.8 (-10.6, -3.4)	<0.001
Agua-Grasa	2333,7± 411.3	2887,5± 322.0	-553,8± 134.9 (-830.2, -277.4)	<0.001
Agua-Iodo	997,0± 7.2	1018,5± 6.4	-21,5± 2.5 (-26.6, -16.4)	<0.001

*Diferencia = Par en Adenoma- par en Metástasis.

**P-valor de la prueba T de student para determinar la existencia de diferencias significativas (p < 0.05) entre adenomas y metástasis.

- De ella se extraen las siguientes conclusiones:

- **En la fase arterial:**

- ✓ Únicamente se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el par agua-iodo, donde la concentración de agua fue mayor para el grupo de las metástasis que para los adenomas
- ✓ En el par agua-grasa tan sólo se observa una tendencia hacia concentraciones mayores de agua en las metástasis que en los adenomas (p=0.087).

- **En la fase portal:** Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos para todos los pares evaluados:

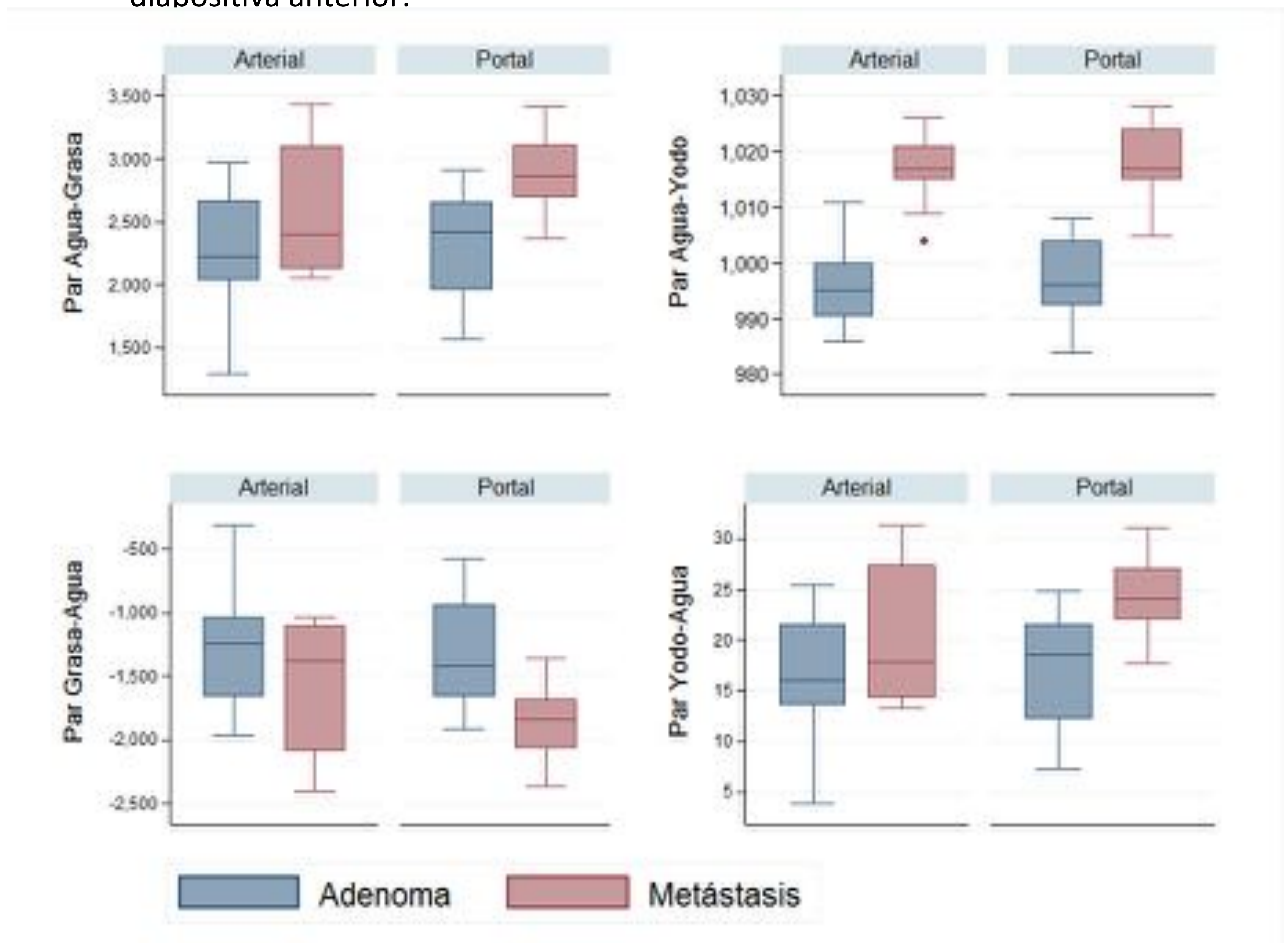
- ✓ En el par iodo-agua, la concentración de iodo fue mayor para el grupo de las metástasis que para el de adenomas
- ✓ En el par grasa-agua, se observaron concentraciones de grasa significativamente mayores en el grupo de los adenomas que en el de las metástasis
- ✓ La concentración de agua observada fue mayor para el grupo de las metástasis que para el de los adenomas tanto en el par agua-iodo como en el par agua-grasa

RESULTADOS

- **VARIABLES CUANTITATIVAS:**

- **MAPAS DE DESCOMPOSICION DE MATERIALES:**

- El comportamiento de los adenomas y metástasis suprarrenales en los mapas de descomposición de materiales estudiados también se muestra en forma de gráficos box plot, que de un modo muy intuitivo permite reforzar el contenido de la diapositiva anterior:



- En la fase portal se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de nódulos para todos los pares evaluados (no hay solapamiento de valores)

Esto supone la **confirmación de la hipótesis del estudio**, al haberse confirmado el objetivo principal y uno de los dos secundarios del estudio.

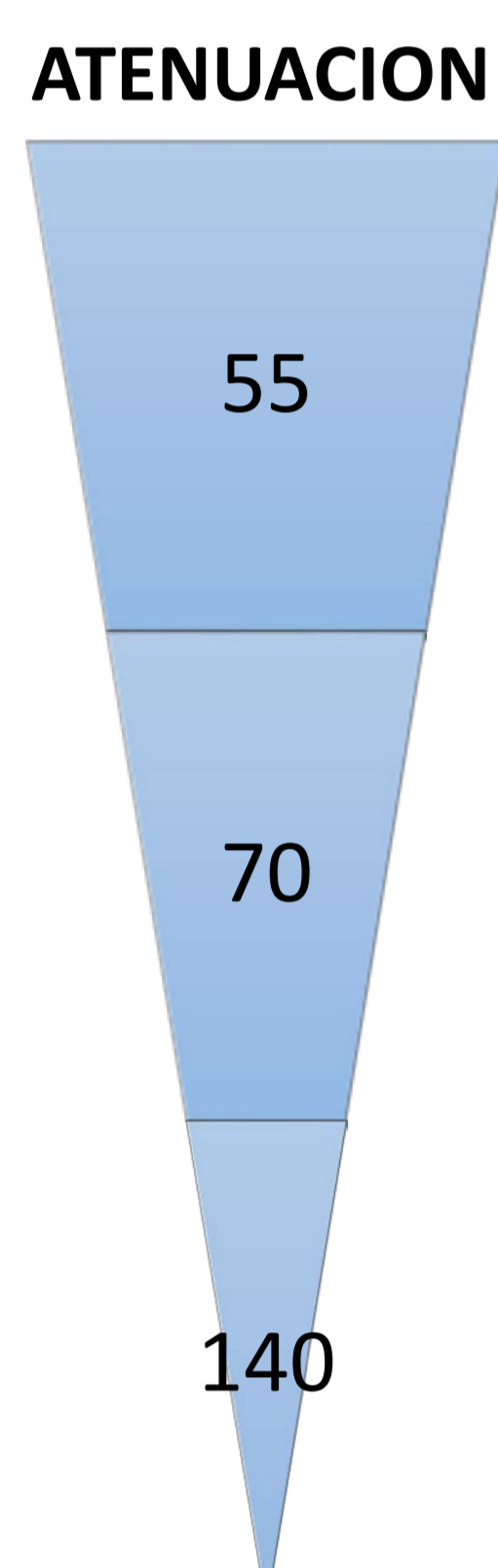


RESULTADOS

- **VARIABLES CUANTITATIVAS:**
 - **IMÁGENES MONOENERGÉTICAS**

- Tras el análisis de este tipo de imágenes se obtuvieron una serie de valores que se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 5. Coeficientes de atenuación (media ± DE, UH)



	Adenomas suprarrenales (n=15)	Metástasis suprarrenales (n=15)	Diferencia* (IC 95%)	P-valor**
Arterial				
55 KeV	73,1± 32.2	111,1± 26.4	-38,0± 10.7 (-60.0, -16.0)	0,001
70 KeV	41,3± 21.3	72,5± 14.7	-31,2± 6.7 (-44.9, -17.5)	<0.001
140 KeV	5,9± 9.6	29,1± 4.8	-23,2± 2.8 (-28.9, -17.6)	<0.001
Portal				
55 KeV	75,9± 26.0	128,2± 21.7	-52,3± 8.7 (-70.2, -34.4)	<0.001
70 KeV	43,2± 16.6	82,9± 14.4	-39,7± 5.7 (-51.4, -28.1)	<0.001
140 KeV	7,1± 8.15	32,3± 7.4	-25,3± 2.8 (-31.1, -19.5)	<0.001

*Diferencia= Coeficiente de atenuación en Adenoma - Coeficiente de atenuación en Metástasis.
 **P-valor de la prueba T de student para determinar la existencia de diferencias significativas (p < 0.05) entre adenomas y metástasis.

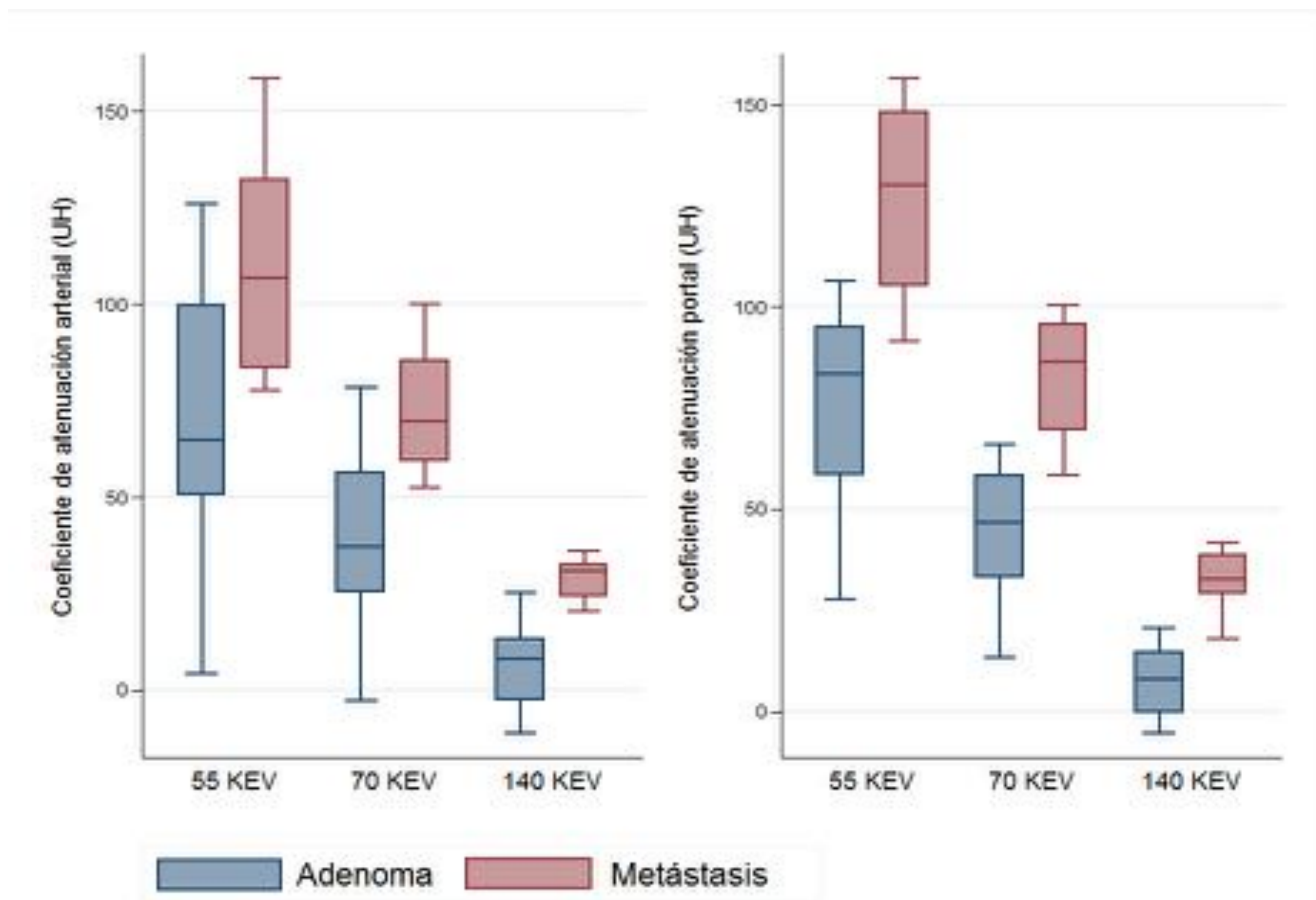
- De ella se extraen las siguientes conclusiones:
 - Existe un **descenso del coeficiente de atenuación** en los dos grupos de lesiones **a medida que aumentamos el nivel energético**.
 - El coeficiente **de atenuación fue mayor para el grupo de metástasis** que para el de adenomas en los tres los niveles energéticos evaluados, tanto en fase arterial como en fase portal, todos ellos con significación estadística.
 - Las **diferencias entre adenomas y metástasis se hacen más evidentes a bajas energías** y se minimizan a altos niveles energéticos.
 - **Aunque no disponemos de una fase basal (sin contraste), conseguimos distinguir entre adenoma y no adenoma (metástasis) si tomamos como referencia las imágenes a 70 KeV portales (Kvp-like de fase portal):**
 - ✓ Adenomas: valor medio de atenuación = 43,2±16.2 UH, y tamaño estable.
 - ✓ Metástasis: valor de atenuación medio = 82,9 ±14.4 UH, aumento de tamaño en los estudios de control.
 - ✓ Diferencia media de atenuación entre ambos grupos= 39.7 ±5.7 UH (p<0.001)

RESULTADOS

- **VARIABLES CUANTITATIVAS:**

- **IMÁGENES MONOENERGÉTICAS**

- El comportamiento de los adenomas y metástasis suprarrenales en las imágenes monoenergéticas también se muestra en forma de gráficos box plot, para reforzar el contenido de la diapositiva anterior:



- La atenuación disminuye a medida que aumentamos el nivel energético en los dos grupos de lesiones.
- El coeficiente de atenuación fue mayor para el grupo de metástasis que para el de adenomas en los tres los niveles energéticos evaluados, tanto en fase arterial como en fase portal, todos ellos con significación estadística.
- Las diferencias entre adenomas y metástasis se hacen más evidentes a bajas energías y se minimizan a altos niveles energéticos.



Esto supone la confirmación del segundo objetivo secundario de nuestro estudio.

CONCLUSIONES

- Los nódulos adrenales representan un hallazgo incidental en un 4-5% de los pacientes que se realizan una TC, y la mayoría de ellos son de naturaleza benigna, siendo el adenoma el más frecuente (incluso en pacientes oncológicos).
- Sin embargo, si existe un antecedente oncológico, el radiólogo debe saber reconocer características morfológicas que le permitan diferenciar un adenoma de un nódulo metastásico tanto en el estudio de extensión como en los controles periódicos, ya que pueden ser necesarios estudios complementarios que implican una serie de costes adicionales, exposición a radiaciones ionizantes y también un cierto grado de estrés o ansiedad para el paciente.
- La TC con energía espectral nos aporta nuevas familias de imágenes que nos permiten complementar y mejorar la información obtenida con las imágenes convencionales:
 1. Imágenes sin contraste virtual
 2. Imágenes monoenergéticas
 3. Mapas de descomposición de materiales

CONCLUSIONES

• IMÁGENES SIN CONTRASTE VIRTUAL:

- Potencial capacidad de obviar la fase basal sin contraste de los estudios dirigidos a la valoración de adenomas suprarrenales.
- En nuestra serie, aun sin fase basal conseguimos distinguir entre adenoma y no adenoma (metástasis) si tomamos como referencia las imágenes a 70 KeV en fase portal (imágenes Kvp-like del TC convencional):
 - Adenomas: valor medio de atenuación = $43,2 \pm 16.2$ UH, y tamaño estable.
 - Metástasis: valor de atenuación medio = $82,9 \pm 14.4$ UH, aumento de tamaño en los estudios de control.
 - Diferencia media de atenuación entre ambos grupos = 39.7 ± 5.7 UH ($p < 0.001$)
- Sobre su uso, destacamos el metaanálisis realizado por Conolly et al [1]:
 - Valores de sensibilidad combinados similares entre las imágenes basales sin contraste (57%) y las imágenes sin contraste virtual (54%), con rangos que oscilan entre el 50 y el 71% [2;3].
 - Tendencia a la sobreestimación de la atenuación en las imágenes sin contraste virtual comparando con las imágenes sin contraste basales.
 - ✓ Botsikas et al [4] encontraron diferencias medias de 4,02 UH entre imágenes sin contraste virtual obtenidas a partir de la fase portal y las nativas sin contraste → una lesión puede ser falsamente considerada como indeterminada al sobrepasar el umbral diagnóstico clásico de 10 UH en las imágenes sin contraste virtual.
 - ✓ Relacionado con la fase en la que se adquiere la serie de la que se originan las imágenes sin contraste virtual.
- Martin et al [5] : Las imágenes sin contraste basal y virtuales son comparables para la distinción de nódulos benignos y malignos, tanto para equipos de doble fuente como para un único tubo.

CONCLUSIONES

- **IMÁGENES MONOCROMÁTICAS:**

- Nuestra serie: **Descenso progresivo de los coeficientes de atenuación en metástasis y adenomas a medida que aumenta el nivel energético, pero sistemáticamente mayores para las metástasis que para los adenomas. Las diferencias entre adenomas y metástasis se hacen más evidentes a bajas energías y se minimizan a altos niveles energéticos.**
- **Nuestros resultados se ajustan a la evidencia publicada en la literatura:**
 - Glazer et al [6] y Botsikas et al [4] describen un comportamiento similar en su serie de adenomas valorando cambios de atenuación en fase portal, que fueron más bajos a medida que el voltaje aumenta.
 - En concreto, nuestros datos de atenuación en fase portal para adenomas y metástasis (43.2 ± 16.6 vs 82.9 ± 14.4 UH) son muy similares a los descritos por Martin et al [5] (42.1 ± 16 vs 90.6 ± 19.4 UH).
- Valor potencial para distinguir entre adenomas y metástasis sin recurrir a las imágenes sin contraste virtual o a la fase basal sin contraste intravenoso.
 - No obstante, también se ha estudiado el valor de las imágenes monocromáticas obtenidas a partir de un estudio basal en la diferenciación entre adenomas y metástasis:
 - ✓ Ju et al [7]: Diferencias significativas en la atenuación entre los dos grupos en todos los niveles energéticos entre 40 y 140 KeV, menor para adenomas que para metástasis (máxima diferencia a 40 KeV).
 - ❖ A 40 KeV: Umbral de 21.78 UH distingue con $S= 92.1\%$ y $E= 76,6\%$.
 - ❖ Describen curvas de atenuación espectral diferentes: a bajos niveles energéticos, las metástasis presentan valores de atenuación más altos, y progresivamente descienden a medida que aumenta el kilovoltaje, al contrario que los adenomas).
 - ✓ Gupta et al [2]: Hallazgos similares en cuanto a valores de atenuación.
 - ✓ Shi et al [8] (con equipo de doble tubo), describen $S= 78,6\%$ y $E= 100\%$ para un umbral de más 2,42 UH de diferencia entre 80 -140 KeV y un umbral de más de 6,95 UH de diferencia entre 40- 100 KeV.

CONCLUSIONES

• MAPAS DE DESCOMPOSICIÓN DE MATERIALES

- En nuestro estudio, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre adenomas y metástasis, con **concentraciones de iodo y agua mayores para el grupo de las metástasis que para el de adenomas y de grasa mayores en el grupo de los adenomas que en el de las metástasis**
- Escasas publicaciones encontradas sobre esta misma cuestión:
 - Glazer et al [6]: Buena correlación entre las imágenes sin contraste basal y los mapas de iodo-agua en la caracterización de adenoma (alternativa por descomposición de materiales a las imágenes sin contraste virtual, aunque no expresen UH sino concentración tisular de agua).
 - Morgan et al [9]: Utilidad en el diagnóstico de adenomas con alto contenido lipídico. Un umbral de 987 mg/cm³ en el mapa de grasa-iodo aportan S=59% y E = de 94,4%, y un umbral 994 mg/ cm³ en el mapa de agua-iodo aportan S= 50% y E=94%.
 - ✓ Sin embargo, no encontraron diferencias significativas entre adenomas con escaso contenido lipídico y otras lesiones con bajo contenido lipídico (por ejemplo, metástasis).
 - **Ju et al [7]** valoraron imágenes sin contraste, y encontraron diferencias significativas en la concentración de grasa en el par grasa-agua entre adenomas y metástasis (mayor para los adenomas ,126,73 mg/cm³, que para las metástasis, -177.73 mg/cm³), y establecen que con un umbral de -73.98 mg/ cm³ de grasa se consiguen valores de S = 82.8% y E=73%.
 - ✓ En nuestra serie, **la concentración tisular de grasa también fue mayor para los adenomas que para las metástasis en el par grasa agua, aunque las concentraciones de grasa fueron más altas** (valores de -1325,1±408,2 mg/cm³ para adenomas y -1851,6± 315 mg/cm³ para metástasis), **probablemente debido a la contribución del iodo.**

CONCLUSIONES

• MAPAS DE DESCOMPOSICIÓN DE MATERIALES

- Escasas publicaciones encontradas sobre esta misma cuestión:

- Mileto et al [10] compararon adenomas y metástasis con un equipo de un único tubo y adquisiciones con contraste, aunque con **protocolos más heterogéneos** que en nuestra muestra. Valoraron los **pares grasa-agua y iodo-grasa** y sus opuestos.

	Mileto		Nuestra serie (portal)	
	adenoma	metastasis	adenoma	metastasis
concentraciones medias (mg/cm ³) de grasa (grasa-agua)	-666.7±154.8	-2141,8±953,2	-1325,1±408.2	-1851,6±315
concentraciones medias (mg/cm ³) de agua (agua-grasa)	1628,4±177,3	3325±986,5	2333,7±411,3	2887,5±322

- ✓ El menor rango de diferencia de valores de nuestra muestra probablemente esté justificado por la homogeneidad del protocolo de adquisición (bifásico) de todos los pacientes incluidos en el estudio.
- ✓ **Diferencias significativas en la composición** entre ambos grupos, con valores de S=96% y E=100% para los siguientes umbrales:
 - ❖ 997 mg/ cm³ de grasa en el mapa grasa-iodo
 - ❖ 3 mg/ cm³ de iodo en el mapa de iodo-grasa
 - ❖ -950.7 mg/ cm³ de grasa en el mapa grasa-agua
 - ❖ 1963.6 mg/ cm³ de agua en el mapa agua-grasa.
- ✓ En cuanto a la **diferenciación entre adenomas ricos y pobres en lípidos**, únicamente hallaron una débil diferencia significativa en los valores medios de concentración de grasa en el mapa de agua-grasa (-614 mg/ cm³ vs -736 mg/ cm³).
- Martin et al [5], con un equipo de doble tubo, observaron diferencias significativas entre su grupo de adenomas y metástasis
 - valores menores densidad de iodo y fracción de grasa para los adenomas que para las metástasis.
 - Los valores de densidad de iodo presentan S= 97.2 % y E = 96.2 % con umbral de 1.6 mg/ cm³.
 - En cuanto a la fracción de grasa, se encontraron valores de S: 89.2% y E 88.5% con un umbral de 17.7 %.

CONCLUSIONES

EN RESUMEN:

- A pesar de nuestro tamaño muestral reducido (15 casos y 15 controles), podemos concluir que:
 1. Las diferencias encontradas en las concentraciones de iodo, grasa (en los pares iodo-agua y grasa-agua, respectivamente) en la fase portal son suficientes como para diferenciar entre adenoma y metástasis con una potencia estadística superior al 99%.
 2. Esto también es extensible a los pares agua-iodo y agua-grasa en fase portal, cuya valoración era un objetivo secundario de este estudio.
 - ✓ Este resultado nos anima proseguir en esta línea de investigación, con el fin de valorar curvas ROC y determinar umbrales óptimos que permitan la diferenciación entre metástasis y adenomas suprarrenales
 3. El comportamiento de los adenomas y las metástasis en las imágenes monocromáticas de nuestra serie se ajusta a los patrones ya publicados anteriormente en la literatura.

AGRADECIMIENTOS

Cristina Andreu Vázquez e Israel John Thuissard Vasallo

- Profesores adjuntos y consultores metodológicas del Departamento de Medicina, Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud, Universidad Europea

Iago Martínez Souto

- CT Product Sales Specialist Center-Northwest Spain, GE Healthcare.

REFERENCIAS

- 1. Connolly MJ, McInnes MDF, El-Khodary M, McGrath TA, Schieda N. Diagnostic accuracy of virtual non-contrast enhanced dual-energy CT for diagnosis of adrenal adenoma: A systematic review and meta-analysis. *Eur Radiol* 2017; 27:4324-4335
- 2. Gupta RT, Ho LM, Marin D, Boll DT, Barnhart HX, Nelson RC. Dual-energy CT for characterization of adrenal nodules: initial experience. *AJR Am J Roentgenol* 2010; 194:1479-1483
- 3. Helck A, Hummel N, Meinel FG, Johnson T, Nikolaou K, Graser A. Can single-phase dual-energy CT reliably identify adrenal adenomas? *Eur Radiol* 2014; 24:1636-1642
- 4. Botsikas D, Triponez F, Boudabbous S, Hansen C, Becker CD, Montet X. Incidental adrenal lesions detected on enhanced abdominal dual-energy CT: can the diagnostic workup be shortened by the implementation of virtual unenhanced images? *Eur J Radiol* 2014; 83:1746-1751
- 5. Martin SS, Weidinger S, Czwikla R, et al. Iodine and Fat Quantification for Differentiation of Adrenal Gland Adenomas From Metastases Using Third-Generation Dual-Source Dual-Energy Computed Tomography. *Invest Radiol* 2018; 53:173-178
- 6. Glazer DI, Maturen KE, Kaza RK, et al. Adrenal Incidentaloma triage with single-source (fast-kilovoltage switch) dual-energy CT. *AJR Am J Roentgenol* 2014; 203:329-335
- 7. Ju Y, Liu A, Dong Y, et al. The Value of Nonenhanced Single-Source Dual-Energy CT for Differentiating Metastases From Adenoma in Adrenal Glands. *Acad Radiol* 2015; 22:834-839
- 8. Shi JW, Dai HZ, Shen L, Xu DF. Dual-energy CT: clinical application in differentiating an adrenal adenoma from a metastasis. *Acta Radiol* 2014; 55:505-512
- 9. Morgan DE, Weber AC, Lockhart ME, Weber TM, Fineberg NS, Berland LL. Differentiation of high lipid content from low lipid content adrenal lesions using single-source rapid kilovolt (peak)-switching dual-energy multidetector CT. *J Comput Assist Tomogr* 2013; 37:937-943
- 10. Mileto A, Nelson RC, Marin D, Roy CK, Ho LM. Dual-energy multidetector CT for the characterization of incidental adrenal nodules: diagnostic performance of contrast-enhanced material density analysis. *Radiology* 2015; 274:445-454