

Estudio comparativo del seguimiento de EVAR mediante angio-TC con técnica de Split bolus frente a angio-TC de tres fases.

Juan Manuel Sanchis García, Vicente Belloch Ripollés, Daniel Pérez Enguix, Maximiliano Lloret Larrea, Raúl García Marcos, Fernando Gómez Muñoz, José Joaquín Martínez Rodrigo, Fernando Aparici Robles.

Hospital Universitario y Politécnico La Fe de Valencia (Valencia).



1.-Introducción. Objetivos.

La reparación endovascular de aneurisma aórtico abdominal (EVAR) se ha convertido en el tratamiento estándar para los aneurismas aórticos abdominales. A pesar de su naturaleza mínimamente invasiva, el EVAR requiere vigilancia por imagen de por vida para detectar endofugas, complicaciones relacionadas con la endoprótesis y la evolución del saco del aneurisma [1-6].

Tras el EVAR se debe realizar seguimiento para descartar complicaciones que se pueden clasificar en:

1. Complicaciones relacionadas con la prótesis: endofugas, infección, migración, kinking, oclusión.



a



b



c

Figura 1. Complicaciones tras EVAR. Angio-TC abdomino-pélvica con contraste i.v. En a) se observa oclusión de la rama ilíaca derecha de la endoprótesis (flecha blanca). En b) se observa burbujas de gas en el saco aneurismático residual (asterisco blanco) y cambios inflamatorios perianeurismáticos (flechas blancas). En c) se observa endofuga tipo II (flecha blanca) dependiente de arteria mesentérica inferior.

2. Complicaciones sistémicas: alergia al contraste, disfunción renal, pseudoaneurismas, isquemia visceral, de extremidades, síndrome post-implantación.

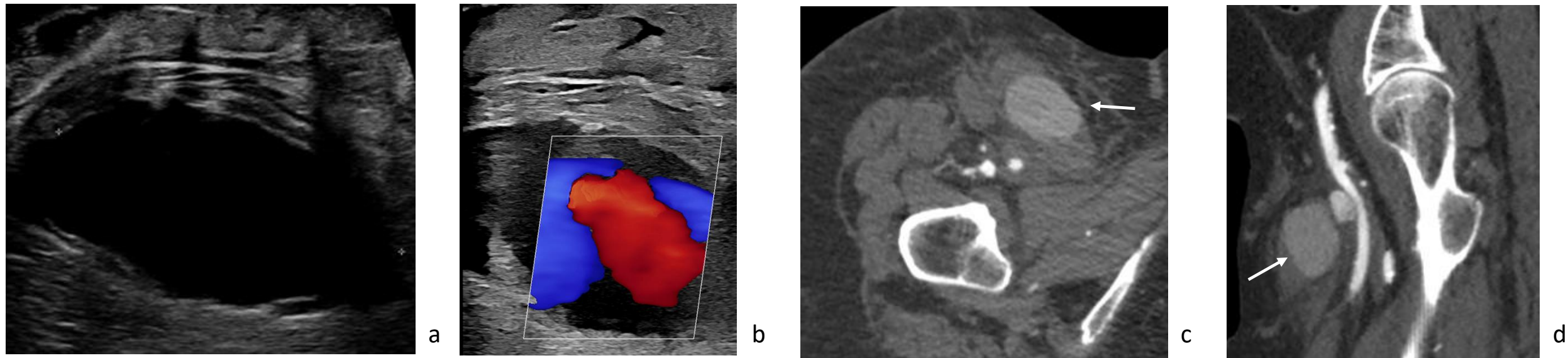


Figura 2. Complicación sistémica tras EVAR. Pseudoaneurisma dependiente de arteria femoral superficial derecha tras EVAR visto por ecografía modo B (imagen a) y Doppler color (imagen b). Las imágenes c y d corresponden al angio-TC del paciente, plano axial (imagen c) y plano sagital (imagen d) en el que se observa el pseudoaneurisma (flecha blanca) dependiente de arteria femoral superficial derecha.

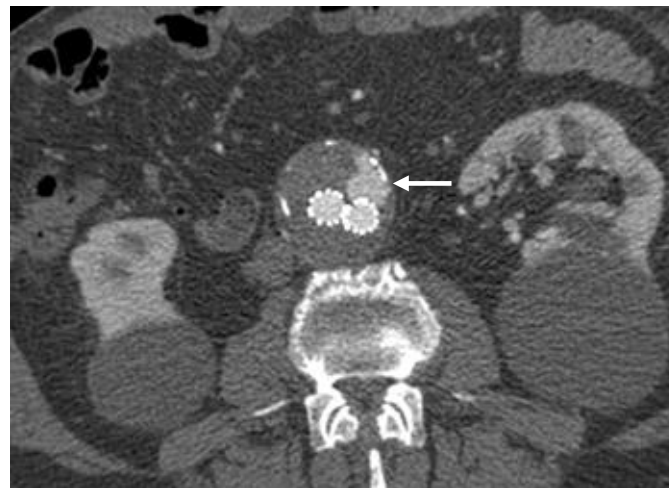
Se han observado complicaciones en el 40% de los pacientes hasta cuatro años después del EVAR, de los cuales hasta un 20% requieren reintervención.

Las endofugas son la complicación más frecuente tras el EVAR, siendo descritas en un 10-45% de los pacientes, dependiendo de las técnicas de imagen utilizadas para el seguimiento [1,3-7].

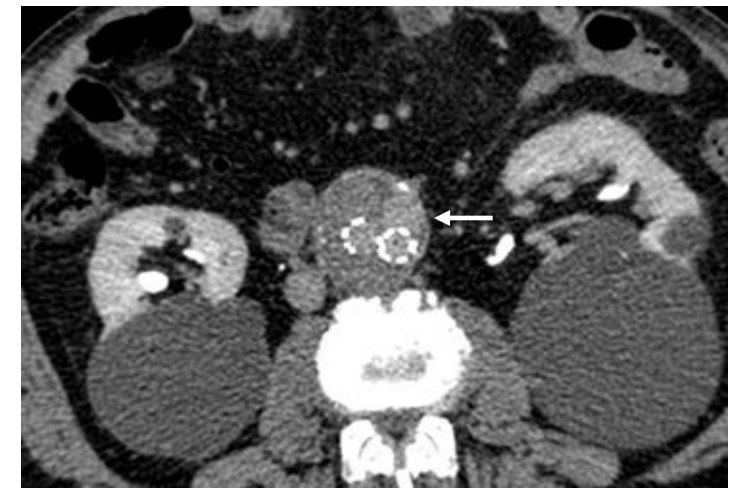
Actualmente, la angio-TC de 3 fases (ATC-3F) (fase vacío, arterial y tardía), sigue siendo la técnica estándar de imagen de seguimiento. Sin embargo, este protocolo expone a los pacientes a una dosis acumulada de radiación considerable y a los efectos adversos de los contrastes iodados [1,8] .



a



b



c

Figura 3. Angio-TC de 3 fases. Se muestra la fase en vacío (a), la fase arterial (b) y la fase tardía (c). Se observa endofuga tipo II (flecha blanca en b y c) dependiente de arteria mesentérica inferior.

La angio-TC con técnica de Split-bolus (ATC-SB) permite la obtención simultánea de una fase arterial y tardía en una sola adquisición mediante inyección de contraste dual. Esta estrategia puede mantener el rendimiento diagnóstico mientras reduce significativamente la exposición a la radiación [9,10].

Hipótesis: la realización de ATC-SB en el seguimiento de los pacientes con AAA tratados con EVAR permitirá disminuir la dosis de radiación de estos pacientes sin disminuir la calidad diagnóstica.

Objetivos:

- 1.-Reducir la exposición a la radiación durante el seguimiento de pacientes tratados con EVAR.
 - 2.-Comparar la fiabilidad y el rendimiento diagnóstico entre un protocolo estándar de 3 fases frente a la técnica de Split-bolus en el seguimiento del EVAR.
 - 3.-Proponer un protocolo de seguimiento optimizado.
-

2.-Material y método

Este trabajo sigue las directrices STROBE (Strengthening the Reporting of Observational studies in Epidemiology).

- **Diseño del estudio**

Estudio comparativo, unicéntrico, de una cohorte retrospectiva de una base de datos local mantenida prospectivamente, entre junio de 2023 y septiembre de 2025.

- **Población**

Pacientes tratados con EVAR que dispongan de un primer control con ATC-3F a los que se les realiza en los siguientes controles un ATC-SB.

Deben disponer del consentimiento informado firmado para realización del angio-TC.

- Protocolo angio-TC

Los estudios se realizaron en un TC de 64 detectores.

Desde apéndice xifoides hasta sínfisis púbica.

Pitch de 0'718.

Colimación automática.

Intervalo reconstrucción 1-1'5mm con una separación 0'75-1mm.

Kvp 100 con 168 mA.

Flujo de contraste de 4ml/s.

Inyección en vena de antebrazo (basílica o cefálica).

- Angio-TC 3 fases:

Se realizó una fase en vacío.

Fase arterial con sure stard 150 UH con ROI en aorta abdominal suprarrenal.

Fase tardía a los 60 segundos de la fase arterial.

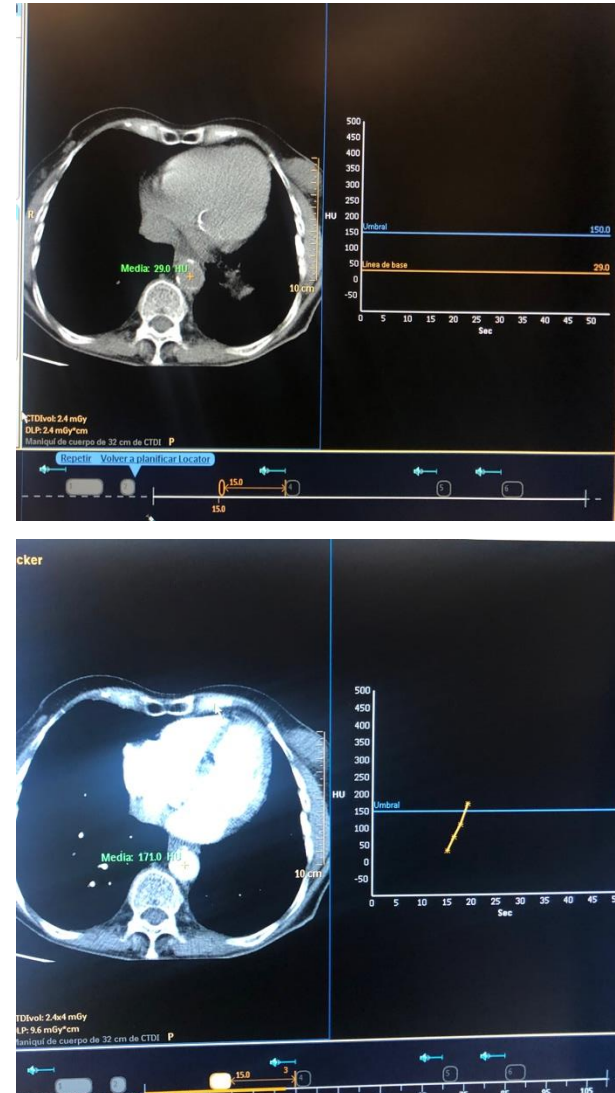


Figura 4. Angio-TC de 3 fases. Detalle colocación del ROI en aorta abdominal suprarrenal para adquisición de angio-TC en fase arterial.

- Angio-TC Split-bolus

100 ml de contraste.

Primer bolo 40ml de contraste a 4cc/s

Lavado con 30 ml de suero fisiológico a 4cc/s

Retraso de 60 segundos

Segundo bolo 60 ml de contraste a 4cc/s

Lavado con 30 ml de suero fisiológico a 4cc/s

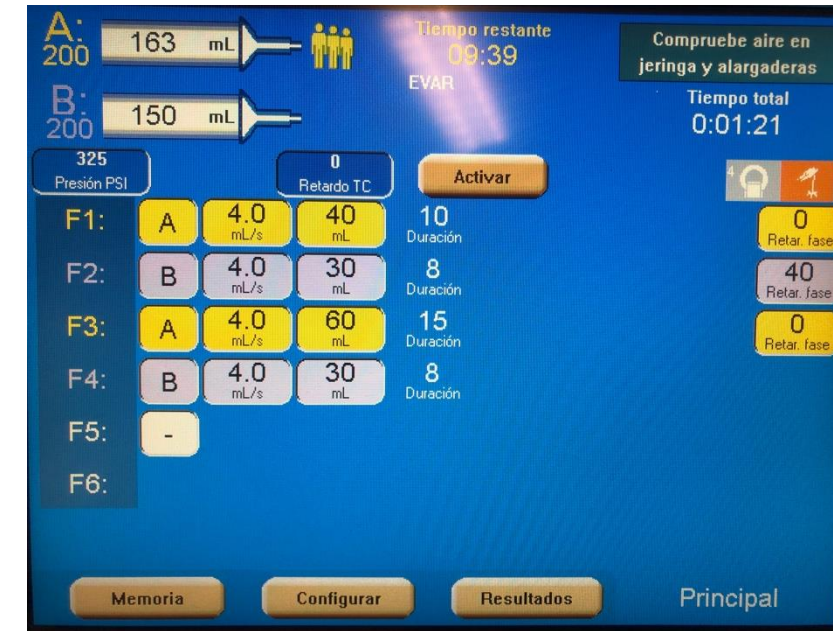


Figura 5. Detalle de los bolos de inyección de contraste y suero fisiológico.

Adquisición única que combina fase arterial y venosa. Sure stard de 150 UH con ROI en aorta abdominal suprarrenal.

- Variables analizadas

Edad, sexo, peso.

Clínica de presentación.

Localización, extensión y tamaño del aneurisma.

Hallazgos de imagen (endofuga, remodelación, estabilidad...).

Valor medio de atenuación de la endofuga.

Dosis media de radiación en ambos protocolos.

Las imágenes del ATC-SB fueron analizadas en la estación de trabajo por un radiólogo vascular experimentado sin tener conocimiento de los resultados del ATC-3F.



Figura 6. Análisis de las imágenes en la estación de trabajo.

Posteriormente, se compararon las imágenes de ambos protocolos:
ATC-3F vs ATC-SB.

Para validar la calidad diagnóstica de los dos protocolos se midieron la densidad media de las endofugas en ambos protocolos.

- **Análisis estadístico**

Los datos cuantitativos se expresaron como media $\pm$ DS.

Para los datos cuantitativos se empleó la prueba t de Student y para los datos cualitativos la prueba χ^2 .

El valor $p < 0,05$ se consideró estadísticamente significativo.

3.-Resultados

Caso	Edad	Sexo	Peso paciente	Hallazgos	UH en fuga ATC-3F	UH en fuga ATC-SB	Dosis ATC-3F (mGy/cm)	Dosis ATC-SB (mGy/cm)	Localización	Afectación	Diámetro aorta previo (mm)	Diámetros de aorta (mm)	Diámetro ilíacas previo (mm)
1	81	Masculino	82	Endofuga II	261	178	1566'2	688'1	Infrarrenal	Aorta	56x47	56x47	No aneurisma
2	70	Masculino	72	Endofuga IIIc	678	404	1168'5	437'6	Infrarrenal	Aorta y ambas ilíacas	83x70	85x72	Dcha27/lzda26
3	72	Femenino	70	Endofuga Ic y II	347	472	590	575'5	Yuxtarenal	Aorta y ambas ilíacas	70x60	70x60	Dcha 22/lzda 32
4	79	Masculino	70	No endofuga	50	71	770	392'4	Infrarrenal	Aorta	67x57	67x57	No aneurisma
5	81	Masculino	72	Endofuga Ia y II	288	201	1200'8	495	Infrarrenal	Aorta	65x57	65x57	No aneurisma
6	74	Masculino	74	No endofuga	29	27	883'8	498'2	Infrarrenal	Aorta	33X33	33X33	No aneurisma
7	62	Masculino	62	No endofuga	34	36	707	484'8	Infrarrenal	Aorta	55x54	55x54	No aneurisma
8	74	Masculino	71	No endofuga	36	37	783	605'1	Infrarrenal	Aorta	55x41	49x37	No aneurisma
9	75	Masculino	50	No endofuga	31	31	1943'3	309'3	Infrarrenal	Aorta	61x50	60x50	No aneurisma
10	75	Masculino	90	Endofuga II	216	243	1245	394	Infrarrenal	Aorta	71x65	77x69	No aneurisma
11	70	Masculino	70	Remodelación	38	28	709	438	Infrarrenal	Aorta e ilíaca izquierda	37x31	31x27	Izquierda 26
12	76	Masculino	80	No endofuga	38	34	1235'9	338	Infrarrenal	Aorta e ilíaca derecha	63x61	63x61	Dcha 25/ lzda normal
13	73	Masculino	76	Endofuga II	161	220	1278'1	445	Infrarrenal	Aorta	42x38	42x38	No aneurisma
14	74	Masculino	80	Endofuga II	348	319	1112'6	324'9	Infrarrenal	Aorta	68x51	73x52	No aneurisma
15	69	Masculino	74	No endofuga	40	27	868	558'5	Infrarrenal	Aorta	63x54	61x50	No aneurisma
16	71	Masculino	87	Remodelación	34	14	1084'6	327	Infrarrenal	Aorta	56x53	45x30	No aneurisma
17	64	Masculino	80	Remodelación	52	44	1011'9	257	Infrarrenal	Aorta	33x30	31x28	No aneurisma
18	76	Masculino	85	Remodelación	64	55	1225	556'1	Infrarrenal	Aorta	125x113	123x110	No aneurisma
19	71	Masculino	80	No endofuga	37	39	1537'3	558'5	Yuxtarenal	Aorta	49x46	48x44	No aneurisma
20	87	Masculino	61	Endofuga Ib	33	128	1141'7	213	Infrarrenal	Aorta	53x53	58x56	No aneurisma
21	90	Masculino	67	Endofuga II	100	89	864'8	284	Infrarrenal	Aorta	65x55	65x55	No aneurisma
22	76	Masculino	80	Remodelación	33	22	1255	260	Infrarrenal	Aorta	60x55	58x49	No aneurisma
23	80	Masculino	80	No endofuga	31	35	582	393	Infrarrenal	Aorta	66x64	66x63	No aneurisma
24	80	Masculino	85	Endofuga II	310	374	1861	260	Infrarrenal	Aorta	57x53	57x53	No aneurisma
25	81	Masculino	62	No endofuga	38	36	1131'7	376'5	Infrarrenal	Aorta	55x52	55x52	No aneurisma
26	79	Masculino	82	Endofuga II	370	200	1522'29	332	Infrarrenal	Aorta	50x49	54x51	No aneurisma
27	66	Masculino	66	Remodelación	96	47	1201'4	310	Infrarrenal	Aorta	40x39	32x31	No aneurisma
28	77	Masculino	90	Remodelación	32	40	2096'5	307	Infrarrenal	Aorta	31x30	30x28	No aneurisma
29	80	Masculino	95	Remodelación	105	58	1857'8	725	Yuxtarenal	Aorta	48x46	45x45	No aneurisma
30	69	Masculino	110	Endofuga II	303	128	2761'9	605'2	Infrarrenal	Aorta e ilíaca derecha	57x55	57x55	Dcha 29/ lzda normal
31	81	Femenino	67	Endofuga II y III	184	212	482	248	Infrarrenal	Aorta y ambas ilíacas	46x42	48x44	Dcha 47/ lzda 37
32	79	Masculino	110	No endofuga	32	25	2291	325	Infrarrenal	Aorta	86x81	86x81	No aneurisma
33	80	Masculino	95	Remodelación	22	39	2744'9	252'3	Infrarrenal	Aorta	96x87	91x85	No aneurisma
34	78	Masculino	70	No endofuga	137	59	1459'4	410	Infrarrenal	Aorta	50x49	50x49	No aneurisma
35	72	Masculino	88	Endofuga II	118	186	767	534	Infrarrenal	Aorta	67x62	67x62	No aneurisma
36	74	Masculino	71	Endofuga IIIc	277	166	902	320	Yuxtarenal	Aorta e ilíaca derecha	140x98	150x100	Dcha34/lzda normal
37	71	Masculino	79	Remodelación	54	41	723	319	Infrarrenal	Aorta e ilíaca izquierda	Ilaca previa 3	aneurisma ad	Dcha norma/lzda 34
38	67	Masculino	83	Remodelación	312	63	1191'5	319	Infrarrenal	Aorta	52x43	48x42	No aneurisma
39	77	Masculino	95	Remodelación	68	57	1092	392	Infrarrenal	Aorta	55x50	46x38	No aneurisma
40	79	Masculino	85	Remodelación	47	31	1036'7	312	Infrarrenal	Aorta	80x79	74x70	No aneurisma
41	71	Masculino	83	Endofuga II	63	49	841'4	348	Infrarrenal	Aorta	52x50	55x54	No aneurisma
42	63	Masculino	80	No endofuga	56	40	878	314	Infrarrenal	Aorta	59x57	59x57	No aneurisma
43	81	Masculino	67	Remodelación	30	39	1456'1	405'4	Infrarrenal	Aorta	37x32	36x30	No aneurisma
44	80	Masculino	70	Endofuga II	300	330	1822'1	421'8	Infrarrenal	Aorta	84x83	84x83	No aneurisma
45	66	Masculino	80	Remodelación	33	31	1969'6	259	Infrarrenal	Aorta	68x57	62x48	No aneurisma
46	89	Masculino	78	Remodelación	31	35	904'3	543	Suprarenal	Aorta	75x69	69x68	No aneurisma
47	74	Masculino	78	Endofuga II	207	225	584	413'4	Infrarrenal	Aorta y ambas ilíacas	55x54	55x54	Dcha 46x45/lzda 23

Tabla 1. Datos del estudio.

Edad: 75.19 ± 6.29 años (rango 62–90).

Sexo

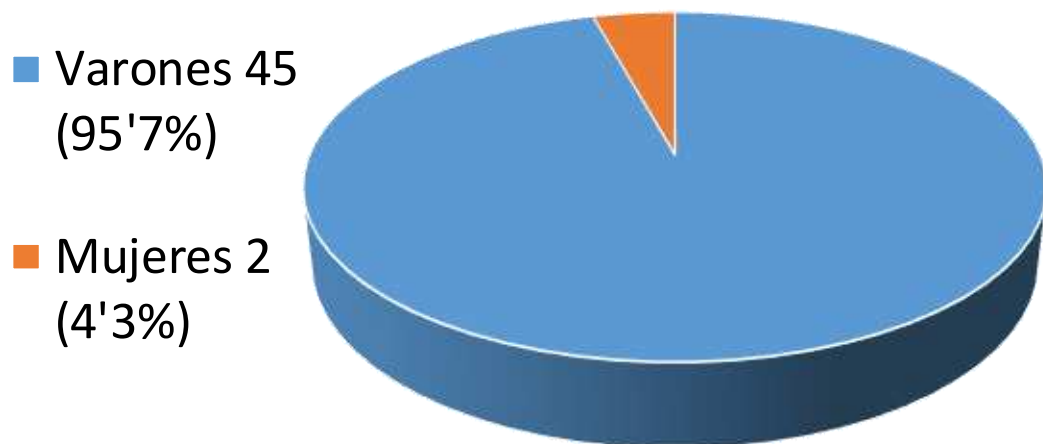


Figura 7. Distribución por sexos de la muestra.

Peso: 78.34 ± 11.66 años (rango 50–110).

Clínica de presentación

- Dolor abdominal 1 (2.1%)
- Dolor lumbar 1 (2.1%)
- Embolismo MMII 1 (2.1%)
- Incidental 40 (85.1%)
- Roto 2 (4.3%)
- Rotura inminente 2 (4.3%)

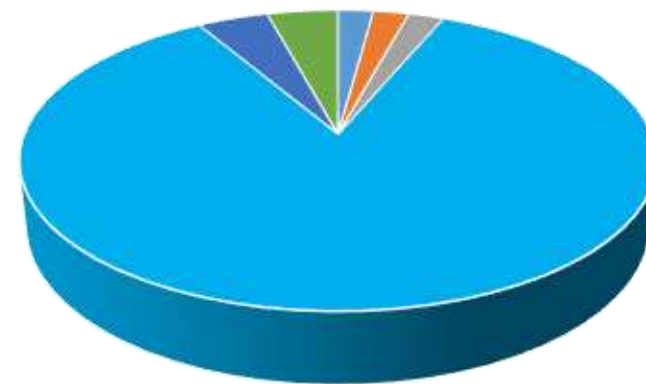


Figura 8. Clínica de presentación de los pacientes.

Localización aneurisma

- Infrarrenal
42 (89'4%)
- Yuxtarrenal
4 (8'5%)
- Suprarrenal
1 (2'1%)

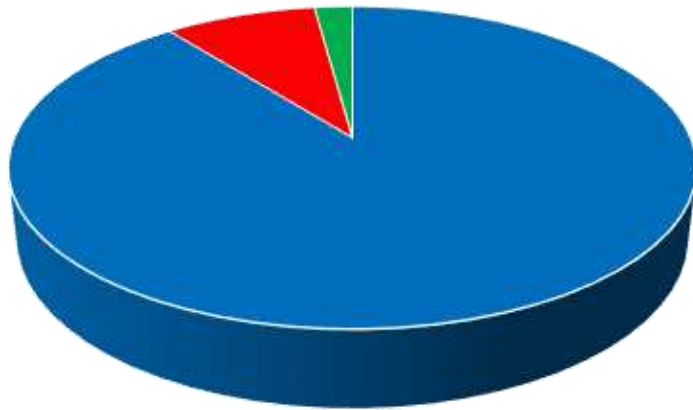


Figura 9. Localización del aneurisma de aorta.

Extensión aneurisma

- Aorta 38 (80'9%)
- Aorta e ilíaca derecha 3 (6'4%)
- Aorta e ilíaca izquierda 1 (2'1%)
- Aorta y ambas ilíacas 5 (10'6%)

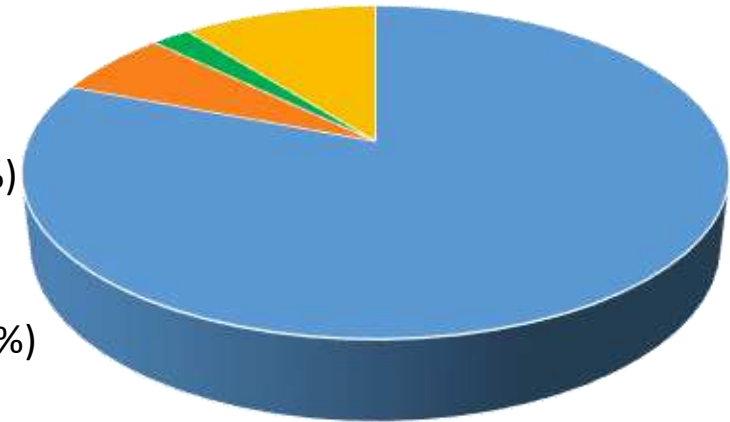


Figura 10. Extensión del aneurisma de aorta.

Diámetro mayor aorta: $60'98 \pm 21.28$ mm (rango 30–140)

Hallazgos TC

- Endofuga 18 (38'3%)
- Estabilidad saco 13 (27'7%)
- Remodelación 16 (34'0%)

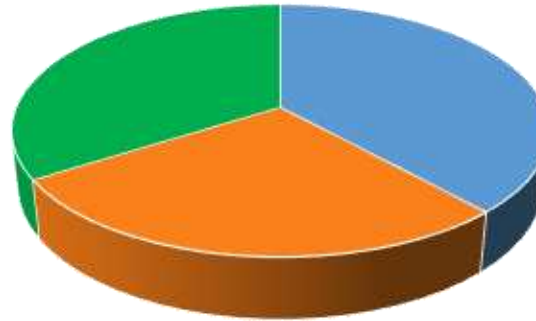


Figura 11. Hallazgos en TC tras EVAR.

Endofuga

- Endofuga 18 (38'3%)
- No endofuga 29 (61'7%)

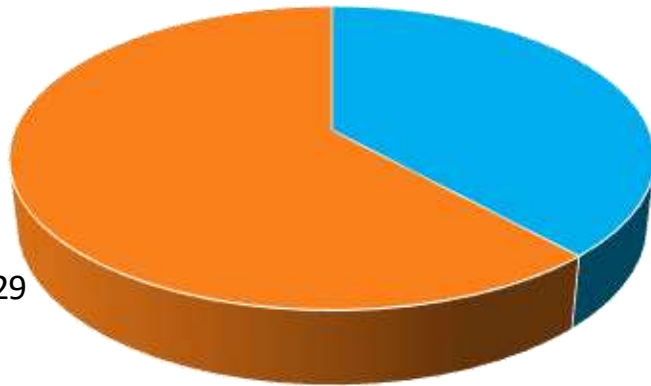


Figura 12. Presencia de endofuga en la serie de pacientes.

Tipo endofuga

- Ia y II 1 (5'56%)
- Ib 1 (5'56%)
- Ic y II 1 (5'56%)
- II 12 (66'67%)
- II y III 1 (5'56%)
- IIIc 2 (11'11%)

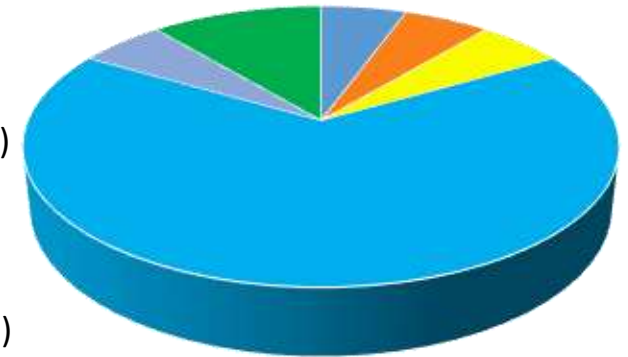


Figura 13. Tipo de endofuga en la muestra.

Valor medio de atenuación de la endofuga

Protocolo 3 fases

132.0 ± 138.46 UH

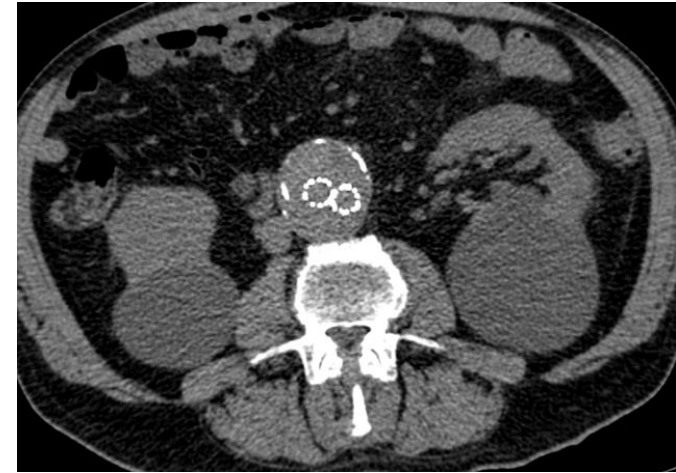
Protocolo Split-bolus

112.02 ± 115.79 UH

$P=0'08$

Fiabilidad diagnóstica para la detección de las endofugas es similar en ambos protocolos.

ATC-3F



a



b



c

1566'2mGy/cm

ATC-SB



d

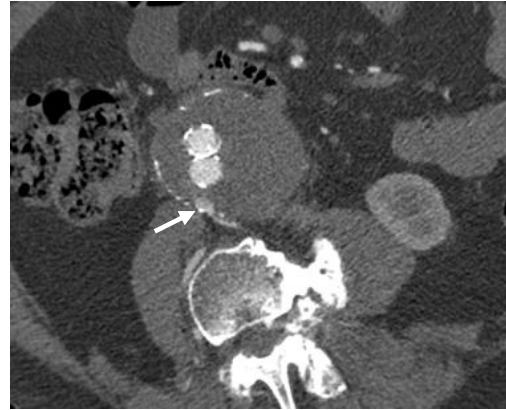
688'1mGy/cm

Figura 14. Paciente nº1. Comparación entre ATC-3F y ATC-SB. En ATC-3F se observa en fase arterial (b) y tardía (c) una endofuga tipo II dependiente de arteria mesentérica inferior (flecha blanca). Dicha endofuga también se identifica en el protocolo ATC-SB (d). Nótese la disminución de dosis de radiación entre ambos protocolos sin perder fiabilidad diagnóstica.

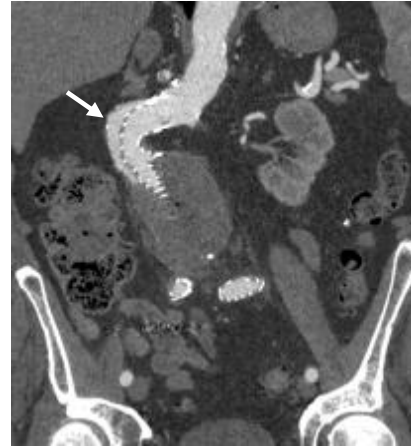
ATC-3F



a



b



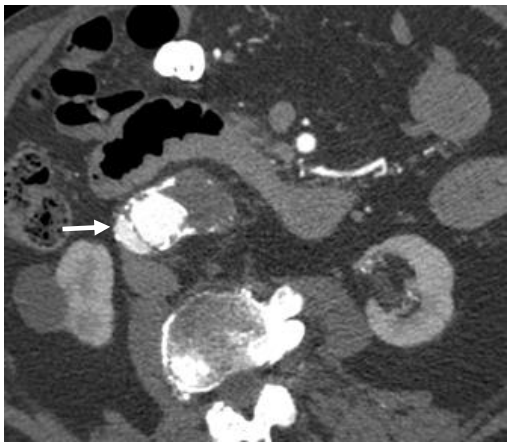
c



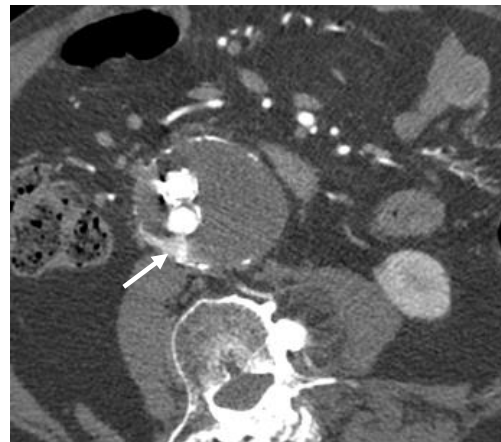
d

1200'8mGy/cm

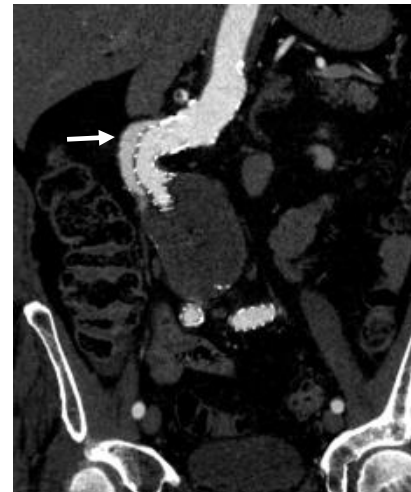
ATC-SB



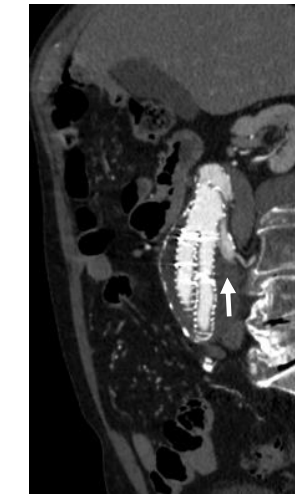
e



f



g



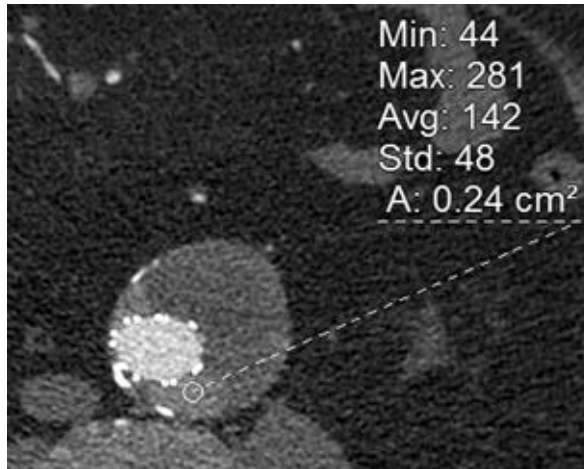
h

464'1Gy/cm

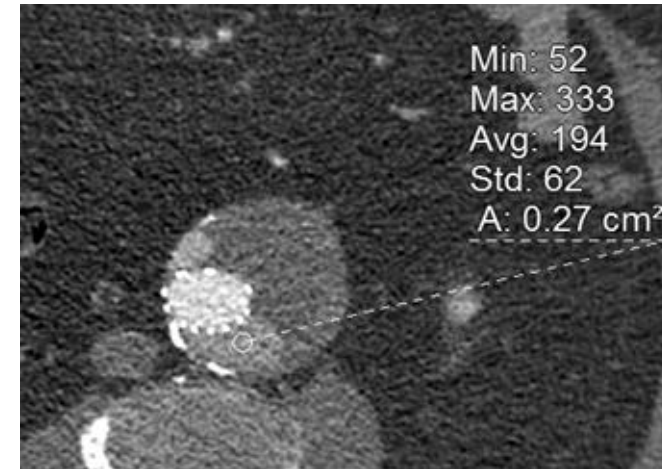
Figura 15. Paciente nº5. Comparación entre ATC-3F y ATC-SB. En ATC-3F se observa endofuga tipo I (flecha blanca en a y c) junto con endofuga tipo II dependiente de rama ilio-lumbar (flecha blanca en b y d). Dichas endofugas también se identificas en el protocolo ATC-SB (flechas blancas). Nótese la disminución de dosis de radiación entre ambos protocolos sin perder fiabilidad diagnóstica.

ATC-3F

841'4 mGy/cm



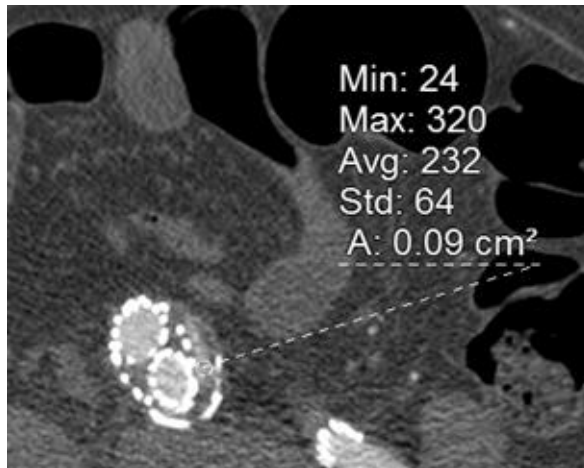
a



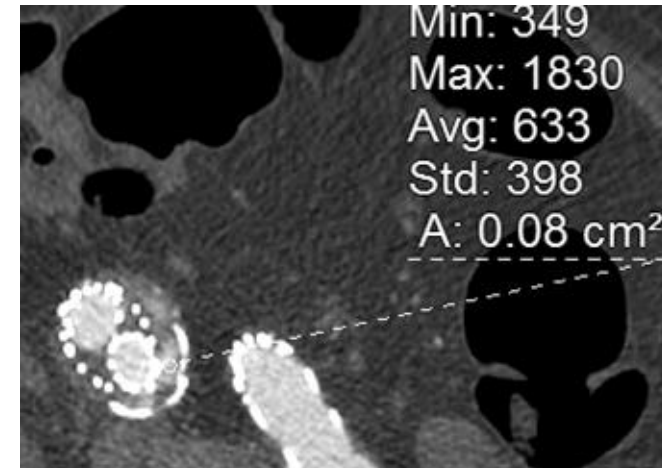
b

ATC-SB

348 mGy/cm



c



d

320 mGy/cm

Figura 16. Medición del valor de atenuación de la endofuga. Paciente nº 41 (a y b) endofuga tipo II dependiente de rama ilio-lumbar vista en ambos protocolos. Paciente nº 36 (c y d) endofuga tipo IIIc en rama para hipogástrica derecha vista en ambos protocolos. Nótese la reducción de dosis de radiación entre ambos protocolos sin perder fiabilidad diagnóstica.

Dosis media de radiación

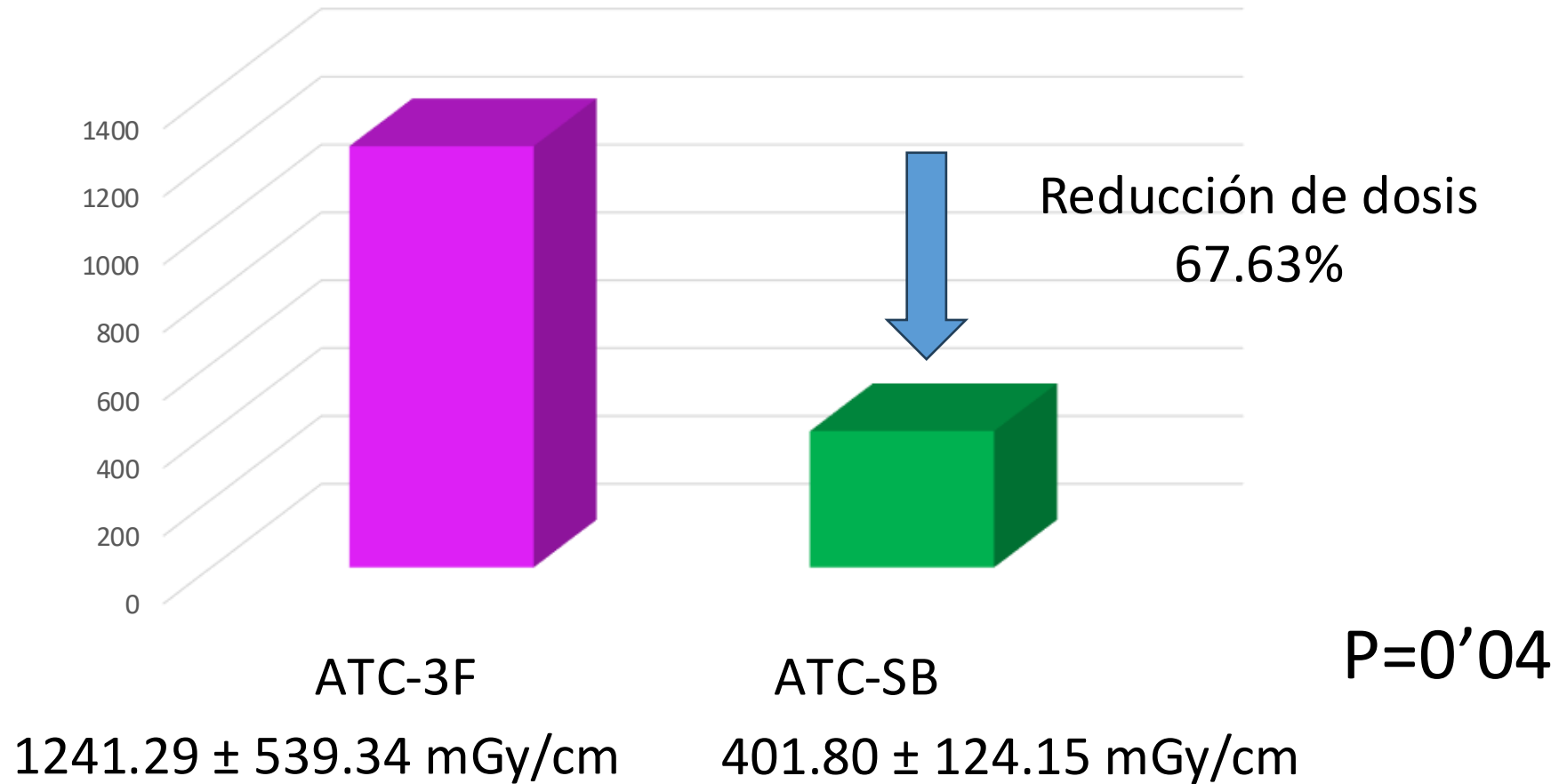


Figura 17. Dosis media de radiación en ambos protocolos.

4.-Discusión

Este estudio demuestra la eficacia y seguridad del ATC-SB frente al ATC-3F en el seguimiento de los pacientes con AAA tratados con EVAR.

La localización más habitual de los AAA es la infrarrenal, estando descrita con una frecuencia entre 80-95% de los casos [3,4,10]. En nuestro estudio estuvo presente en el 89'4% de los pacientes.

En el 80'9% de los pacientes de nuestra serie se afectaba sólo la aorta sin extensión a ilíacas, similar a lo descrito por otros autores [1,4].

Tras el tratamiento con EVAR de un AAA se debe realizar seguimiento de por vida para descartar la presencia de complicaciones que se pueden clasificar en aquellas relacionadas con la prótesis (endofugas, infección, migración, kinking, oclusión) y complicaciones sistémicas que incluyen isquemia visceral, de extremidades, alergia al contraste, disfunción renal, síndrome post-implantación [1,3-7].

Se han observado complicaciones en el 40% de los pacientes hasta cuatro años después del EVAR, de los cuales hasta un 20% requieren reintervención.

Las endofugas son la complicación más frecuente tras el EVAR, siendo descritas en un 10-45% de los pacientes, dependiendo de las técnicas de imagen utilizadas para el seguimiento [1,3-7]. En nuestra serie el 38'3% de los pacientes presentaron endofuga.

Dentro de las endofugas, la más frecuente es la endofuga tipo II, llegando a alcanzar en algunas series el 85% de todas las endofugas [10] . En nuestra serie de pacientes la endofuga tipo II pura estuvo presente en el 66'67% de los pacientes. En algunos casos aparecía junto con otras endofugas: tipo Ia+II (5'56%), tipo Ib+II (5'56%) y tipo II+III (5'56%), lo que supondría una frecuencia total de endofuga II pura + combinada del 83'35%; por tanto, acorde con lo publicado en otras series.

Para el seguimiento de los pacientes con AAA tratados con EVAR, la ATC-3F sigue siendo la técnica estándar; sin embargo, este protocolo expone a los pacientes a una dosis acumulada de radiación considerable y a los efectos adversos de los contrastes iodados [1,8].

La ATC-SB puede mantener el rendimiento diagnóstico mientras reduce significativamente la exposición a la radiación. [9,10].

Para evaluar la calidad diagnóstica de las imágenes algunos autores comparan ambos protocolos de forma cualitativa [8,10] mientras que otros [9] lo hacen de forma cuantitativa midiendo las UH en la luz aórtica y en la endofuga, similar a lo realizado en nuestro estudio.

En nuestro estudio no existían diferencias estadísticamente significativas en el valor medio de atenuación de las endofugas; por tanto, la fiabilidad diagnóstica para la detección de endofugas es similar en ambos protocolos.

Respecto de la reducción en las dosis de radiación entre ambos protocolos, Javor et al. [10] han descrito una disminución del 42% de la dosis de radiación con el protocolo de ATC-SB, mientras que Lezzi et al. [7] reportan una disminución del 78% de la dosis de radiación. En nuestra serie obtuvimos una disminución del 67'63%.

Conflictos de interés: los autores del estudio declaran no tener conflictos de interés en relación con este trabajo.

Limitaciones del estudio:

1.-**Estudio unicéntrico** por lo que los resultados pueden no ser extrapolables a otros centros con distinta población, equipamiento o experiencia técnica.

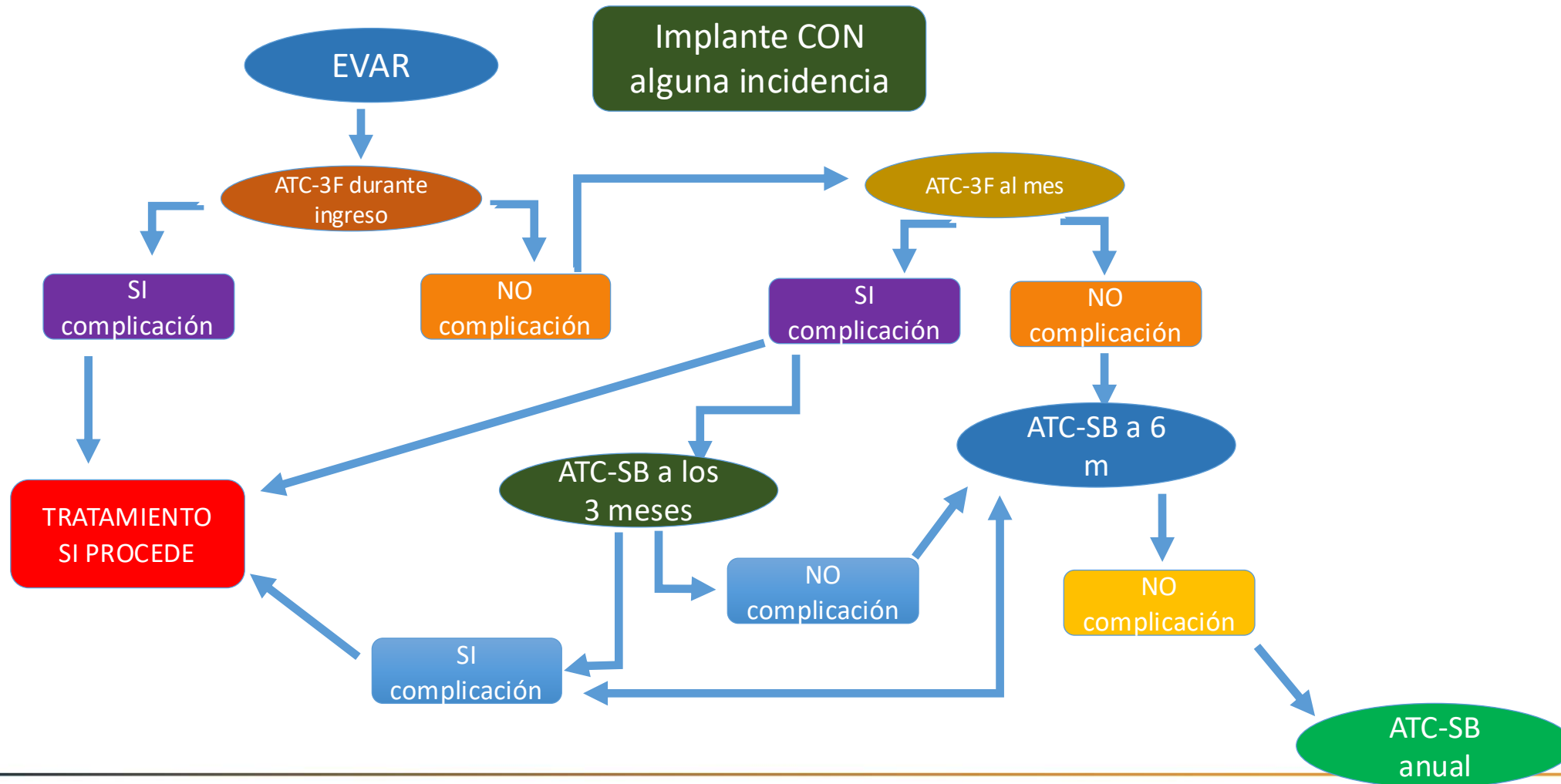
2.-**Tamaño muestral** reducido que puede limitar la potencia estadística y la capacidad para detectar diferencias significativas entre ambos protocolos.

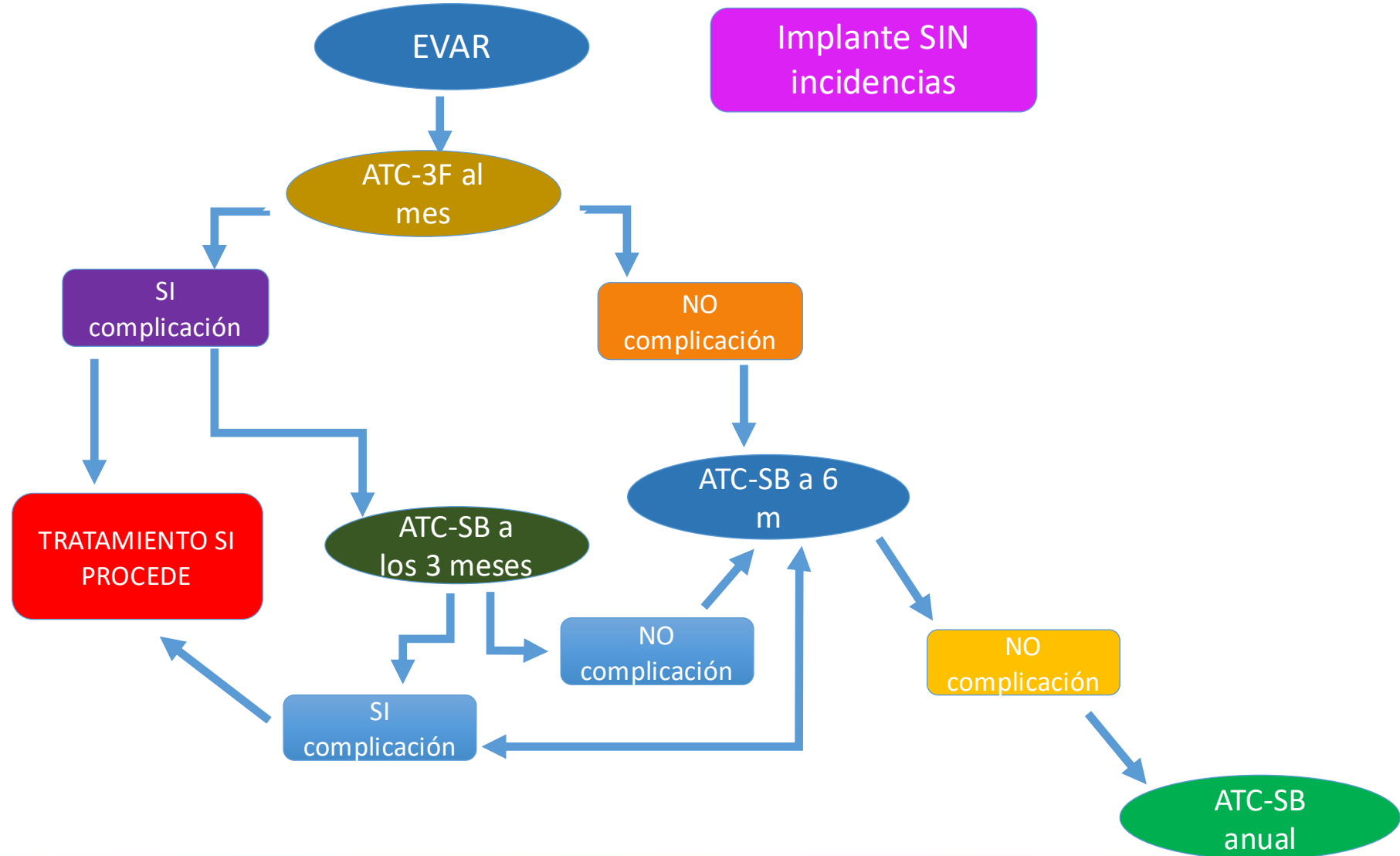
Se debería realizar un estudio multicéntrico para conseguir un mayor número de pacientes y poder validar nuestros resultados.

5.-Conclusiones

- 1.-El protocolo de ATC-SB reduce la dosis de radiación un 67'63% frente a ATC-3F siendo esta reducción estadísticamente significativa.
 - 2.-No existen diferencias estadísticamente significativas en los hallazgos de imagen entre ambos protocolos.
 - 3.-El protocolo de ATC-SB es seguro, eficaz e implementable para el seguimiento del EVAR, pudiendo adoptarse como protocolo de seguimiento estándar.
-

4.-Proponemos el siguiente protocolo de seguimiento.





6.-Referencias

- 1.-Sharma A, Sethi P, Gupta K. Endovascular Abdominal Aortic Aneurysm Repair. *Interventional Cardiology Clinics*. 2020 Apr;9(2):153-168. DOI: 10.1016/j.iccl.2019.12.005. PMID: 32147117.
- 2.-Schmitz-Rixen T, Böckler D, Vogl TJ, Grundmann RT. Endovascular and Open Repair of Abdominal Aortic Aneurysm. *Dtsch Arztebl Int*. 2020 Oct 20;117(48):813-819. doi: 10.3238/arztebl.2020.0813. PMID: 33568258; PMCID: PMC8005839.
- 3.-Kim SH, Litt HI. Surveillance Imaging following Endovascular Aneurysm Repair: State of the Art. *Semin Intervent Radiol*. 2020 Oct;37(4):356-364. doi: 10.1055/s-0040-1715882. Epub 2020 Oct 1. PMID: 33041481; PMCID: PMC7540641.
- 4.- Sakalihasan N, Michel JB, Katsargyris A, Kuivaniemi H, Defraigne JO, Nchimi A, Powell JT, Yoshimura K, Hultgren R. Abdominal aortic aneurysms. *Nat Rev Dis Primers*. 2018 Oct 18;4(1):34. doi: 10.1038/s41572-018-0030-7. PMID: 30337540.
- 5.- Buck DB, van Herwaarden JA, Schermerhorn ML, Moll FL. Endovascular treatment of abdominal aortic aneurysms. *Nat Rev Cardiol*. 2014 Feb;11(2):112-23. doi: 10.1038/nrcardio.2013.196. Epub 2013 Dec 17. Erratum in: *Nat Rev Cardiol*. 2014 Feb;11(2):i. PMID: 24343568; PMCID: PMC4128641.

- 6.- Carrafiello G, Recaldini C, Lagana D, Piffaretti G, Fugazzola C. Endoleak detection and classification after endovascular treatment of abdominal aortic aneurysm: value of CEUS over CTA. *Abdom Imaging* 2008; 33:357–62.
 - 7.- Lezzi R, Carchesio F, Posa A, Colosimo C, Bonomo L: Post-EVAR split-bolus CT angiography using dual-energy CT: all you need in a single scan! In: EuroSafe Imaging 2017. Poster ESI-0021 DOI: 10.1594/esi2017/ESI-0021 <https://epos.myesr.org/poster/eurosafe/eurosafeimaging2017/ESI-0021>.
 - 8.- Boos J, Raptopoulos V, Brook A, Brook OR. Split-bolus intravenous contrast material injection vs. single-bolus injection in patients following endovascular abdominal aortic repair (EVAR). *Abdom Radiol (NY)*. 2017 Oct;42(10):2551-2561. doi: 10.1007/s00261-017-1154-z. PMID: 28447108.
 - 9.-De Bucourt M, Mühler M, Kröncke T, Hanel M, Weiss A, Hamm B, et al. Endoleak after endovascular aneurysm repair: Evaluation of a single-acquisition CTA protocol using a prebolus. *J Endovasc Ther*. 2011;18(6):771–8.
 - 10.-Javor D, Wressnegger A, Unterhumer S, KolIndorfer K, Nolz R, Beitzke D. Endoleak detection using single-acquisition split-bolus dual-energy computer tomography (DECT). *Eur Radiol* 2017; 27:1622–30.
-