

ORIGINAL

Diferencias entre la planificación del tratamiento endovascular de aneurismas de aorta abdominal con reconstrucción tridimensional vs tomografía computarizada y angiografía, y su impacto clínico[☆]



S.M. Morales Gisbert*, J.M. Zaragoza García, F.J. Gómez Palonés, P. Bargay Juan, M. Ramirez Montoya y E. Ortiz Monzón

Servicio de Angiología y Cirugía Vascular y Endovascular, Hospital Universitario Doctor Peset, Valencia, España

Recibido el 27 de junio de 2013; aceptado el 19 de diciembre de 2013

Disponible en Internet el 13 de abril de 2014

PALABRAS CLAVE

Aneurisma de aorta abdominal;
Endoprótesis;
Estación de trabajo;
Medidas de longitudes;
Aortografía centimetrada;
Tomografía computarizada

Resumen

Objetivo: El objetivo es comparar la planificación del tratamiento endovascular de aneurismas de aorta abdominal (*endovascular aneurysm repair* [EVAR]) realizada mediante estudio tridimensional con la basada en tomografía computarizada (TC) y aortografía centimetrada. Analizar el impacto de la variabilidad de las mediciones en los resultados.

Material y métodos: Análisis retrospectivo de 35 casos de EVAR tratados entre 2006-2008 con información completa disponible (mediciones realizadas con TC y aortografía centimetrada). Se comparan dichas mediciones con las realizadas mediante estudio tridimensional (estación de trabajo 3Mensio®), mediante 2 modalidades con interpretación diferente: línea luminal central pura (CLL) y CLL rectificadora (estimando el trayecto de la endoprótesis en la aorta). Se analizó la variabilidad intra e interobservador, y la correlación entre los métodos de medición fue analizada utilizando el coeficiente de correlación intraclass (CCI). Se analizó la influencia de variables anatómicas y las relacionadas con el procedimiento, en la diferencias entre las diferentes técnicas, mediante χ^2 , test de Fischer y t de Student, considerando un valor de $p < 0,05$ estadísticamente significativo.

Resultados: Se obtuvo elevada correlación entre las diferentes técnicas de medición, cercana a 0,9 para diámetros, y con CCI de 0,83, 0,75 y 0,76 para L1, L2 y L3, respectivamente (L1: longitud en milímetros desde el cuello aórtico a la bifurcación ilíaca, L2 y L3: longitud en milímetros del cuello aórtico a la zona de sellado en iliaca derecha e izquierda). La correlación intra e interobservador fue superior a 0,8 en todas las mediciones. El diámetro del aneurisma, la tortuosidad de las ilíacas y la angulación del cuello influyeron en una mayor variabilidad ($p < 0,05$). El implante varió respecto al planificado (15%) y se registró una mayor duración de la intervención y tiempo de fluoroscopia en el grupo con variabilidad en medidas L2 y L3 ($p < 0,05$).

[☆] El presente trabajo fue presentado como comunicación oral en el 57 Congreso de la Sociedad Española de Cirugía Vascular celebrado en Valladolid el 3 de junio de 2011 con el título «Diferencias entre la planificación del tratamiento endovascular de aneurismas de aorta abdominal mediante reconstrucción tridimensional vs TAC + angiografía, y su impacto clínico».

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: sara.mgisbert@hotmail.com (S.M. Morales Gisbert).

KEYWORDS

Aortic abdominal aneurysm;
Endograft;
Workstation;
Length measurement;
Calibrated aortography;
Computerized tomography

Conclusiones: Aunque el método clásico se ha mostrado eficaz, y los resultados obtenidos con ambas técnicas de medida son comparables, en nuestra experiencia la reconstrucción tridimensional ofrece una mayor precisión en la planificación y aporta beneficios clínicos, sobre todo mediante el uso apropiado de las diferentes técnicas de medida en función de las características anatómicas del aneurisma.

© 2013 SEACV. Publicado por Elsevier España, S.L. Todos los derechos reservados.

Differences between endovascular abdominal aortic aneurysm repair planning using three-dimensional reconstruction versus computed tomography and angiography

Abstract

Objectives: The primary endpoint of this study is to compare endovascular aneurysm repair (EVAR) planning using a three-dimensional study with the one based on computed axial tomography and calibrated aortography. The impact of the variability in the measurements on the clinical and technical outcomes was also analyzed.

Material and methods: Retrospective and observational study of 35 EVAR procedures between the years 2006-2008. Measurements made with CT and calibrated aortography were collected and then compared with measurements made in a three-dimensional study. The CT studies were processed at a workstation using two techniques with two different interpretations: pure central lumen line (CLL) and rectified CLL (estimating the path of the graft in the aorta). The correlation between the lengths and diameters were assessed. Intra- and inter-observer agreement and variability between measurement methods were analyzed using the intraclass correlation coefficient (ICC). The anatomical and technical variables associated with differences were also analyzed. χ^2 , Fischer, and Student-t tests were used for statistical analysis, considering $P < .05$ as statistically significant.

Results: The correlation between different measurement techniques was high, close to 0.9 ICC for diameters; and 0.83, 0.75 and 0.76 for L1, L2, and L3, respectively (L1: length in millimeters from the aortic neck to the iliac bifurcation; L2 and L3: length in millimeters from the aortic neck to the right and left iliac bifurcation). The intra- and inter-observer agreement was higher than 0.8 in all measurements. The aneurysm diameter, the tortuosity of the iliac vessels and aortic neck angulation, were associated with greater variability ($P < .05$). There was a longer surgery and fluoroscopy time, and a need for more limb extensions, and modifications of planned graft in the group with variability in length measurements.

Conclusions: In our experience the classical method is effective, and the results obtained with both measurement techniques are comparable. Additionally, the three-dimensional study provides greater accuracy in planning, gives more knowledge of the anatomical characteristics of the aneurysm, and provides clinical and technical benefits.

© 2013 SEACV. Published by Elsevier España, S.L. All rights reserved.

Introducción

Desde que en 1991 Parodi publicara el primer caso de exclusión endovascular de aneurisma de aorta abdominal¹ el número de este tipo de procedimientos ha crecido exponencialmente, ya que ofrecen una menor morbilidad a corto y a medio plazo respecto a la cirugía convencional^{2,3}. Pero a diferencia de esta, en el tratamiento endovascular de aneurismas de aorta abdominal (*endovascular aneurysm repair* [EVAR]) la planificación del procedimiento mediante el estudio preoperatorio de la anatomía del aneurisma y una adecuada selección de la endoprótesis a implantar es crucial para obtener éxito técnico y clínico, tanto a corto como a largo plazo.

Las características anatómicas del aneurisma (longitud y anatomía del cuello, angulación, calcificación, tortuosidad eje iliaco...) se relacionan directamente con la dificultad y el éxito de la técnica endovascular, influyendo en

la liberación e implantación del dispositivo, la correcta exclusión del aneurisma y la durabilidad de esta, así como en la aparición de endofugas, migraciones, reconversión de los procedimientos y necesidad de procedimientos secundarios⁴.

De forma tradicional, la aortografía centimetrada y la tomografía computarizada (TC) han sido los métodos utilizados para la medición y planificación previa a EVAR, pero en la actualidad son diversos los grupos que defienden el uso de la planificación mediante reconstrucción tridimensional de TC en estación de trabajo para dicha planificación, como método de elección^{5,6}.

El objetivo primario del estudio es comparar la planificación del EVAR realizada mediante estudio tridimensional y procesado mediante estación de trabajo, con la basada en la TC y la aortografía centimetrada. De forma secundaria se analizan los factores que influyen en dicha variabilidad y el impacto clínico de estas diferencias, tanto a nivel del

procedimiento como con la aparición de posibles complicaciones a largo plazo.

Material y método

Estudio observacional retrospectivo de 35 casos de exclusiones endovasculares de aneurismas de aorta infrarrenal tratados entre los años 2006 y 2008, de los que se dispone tanto de las mediciones preoperatorias realizadas mediante aortografía centimetrada como de los estudios de TC realizados previamente al tratamiento. Se excluyeron los casos en los que no se disponía del estudio en archivo DICOM para su procesamiento y estudio tridimensional en la estación de trabajo.

En todos los casos se realiza angiografía preoperatoria mediante abordaje percutáneo femoral derecho (excepto en 2 casos, que fue izquierdo) e inserción de catéter Pig Tail centimetrado 5F con marcas radioopacas (Cook Aurus®) hasta la altura de la arteria renal más baja. Se utilizó bomba de inyección de contraste con un volumen de 25 cc y flujo de 12 ml/s, en 3 proyecciones diferentes: anteroposterior y 2 oblicuas. Se realizó TC a todos los pacientes mediante el mismo protocolo estandarizado (colimación 5 mm, cortes a intervalos de 3 mm e inyección de 150 ml de contraste no iónico). Las medidas (realizadas mediante aortografía para las longitudes y mediante los cortes axiales de TC para los diámetros) fueron obtenidas de forma retrospectiva de la planificación preoperatoria de cada uno de los pacientes.

Todos los casos incluidos fueron medidos mediante la estación de trabajo por 2 investigadores independientes en 2 ocasiones, separadas por un intervalo de tiempo de al menos 15 días. Los estudios de TC fueron transferidos a la estación de trabajo y procesados mediante el software 3 Mensio Medical Imaging BV. Se llevaron a cabo 2 modalidades de medición: mediante la línea luminal central o *center lumen line* pura (CLLp) de la luz del vaso empleada para medir diámetros y longitudes, y otra estableciendo la línea central en el trayecto esperado del dispositivo, algo más rectificado, o *center lumen line* rectificada (CLLr), para medir longitudes, en un intento de aproximarse a la realidad final (fig. 1). Se realiza estudio comparativo de las mediciones tomadas mediante ambas técnicas de medida (CLLp y CLLr), analizando tanto la variabilidad intraobservador (en ambos investigadores) como la variabilidad interobservador (tabla 1).

Las variables a estudio fueron las siguientes: longitud del cuello aórtico (considerando esta como la longitud desde la salida de la arteria renal más baja hasta el punto con menos de 4 mm de diferencia de diámetro aórtico), diámetro (diámetro externo máximo en los primeros 15 mm), L1 (longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca), L2 (longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca derecha), L3 (longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca izquierda), diámetros en zona de sellado derecho e izquierdo, la tortuosidad de las iliacas (consideramos tortuosidad iliaca un ángulo de menor de 120°, considerando el ángulo más agudo en el trayecto entre la arteria femoral común y la bifurcación aórtica)⁷ y la angulación del cuello aórtico (> 45° respecto de la aorta suprarrenal o > 60° respecto del eje del aneurisma) (fig. 2).

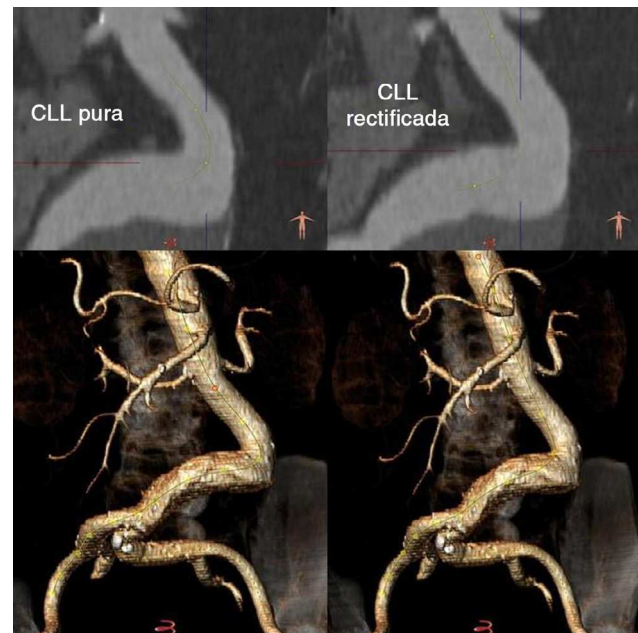


Figura 1 Ejemplo de las técnicas de medida empleadas: línea luminal central o *center lumen line* (CLL) pura de la luz del y CLL rectificada en las que se establece la línea central en el trayecto esperado del dispositivo en la luz del vaso.

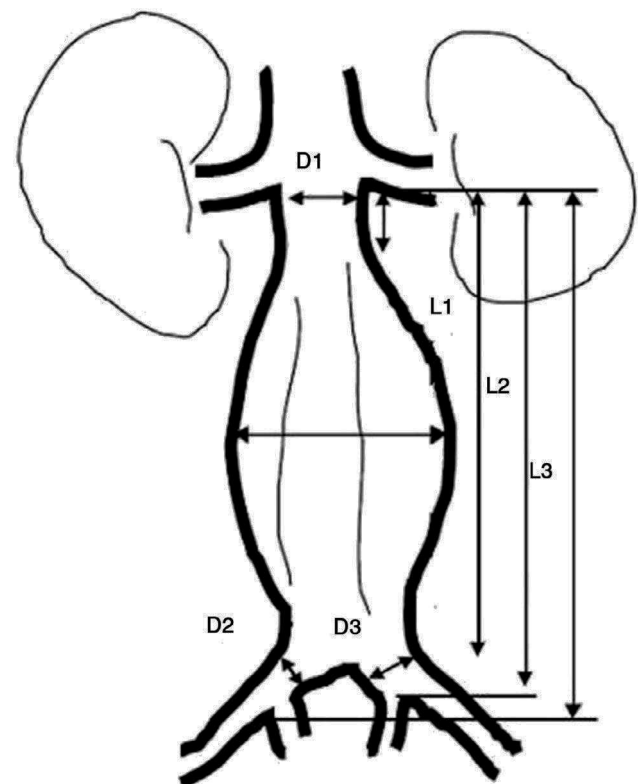


Figura 2 Descripción de las medidas objeto de estudio, longitudes y diámetros. D1: diámetro del cuello aórtico; D2: diámetro sellado de la rama derecha; D3: diámetro sellado de la rama izquierda; L1: longitud (mm) desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca; L2: longitud (mm) desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca derecha; L3: longitud (mm) desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca izquierda.

Tabla 1 Variabilidad intra e interobservador

Variabilidad	Intraobservador (1)	Intraobservador (2)	Interobservador
D1	0,94	0,91	0,93
D2	0,89	0,85	0,91
D3	0,87	0,9	0,89
L1- CLLp	0,85	0,83	0,86
L2- CLLp	0,83	0,88	0,87
L3- CLLp	0,81	0,79	0,83
L1-CLLr	0,81	0,78	0,79
L2-CLLr	0,72	0,74	0,73
L3-CLLr	0,69	0,71	0,7

CLLp: *center lumen line* pura; CLLr: *center lumen line* rectificada; D1: diámetro cuello aórtico; D2: diámetro sellado rama derecha; D3: diámetro sellado rama izquierda; L1: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca; L2: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca derecha; L3: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca izquierda.

Se registraron variables anatómicas (diámetro máximo del aneurisma, tortuosidad del eje iliaco y las medidas objeto de estudio), variables relacionadas con el procedimiento (tiempo de cirugía, dosis de contraste, tiempo de fluoroscopia, prótesis planificada, prótesis implantada, dispositivos adicionales no planificados, complicaciones intraoperatorias) y datos de morbimortalidad (endofugas en el seguimiento, migración del dispositivo, necesidad de nuevo procedimiento asociado, morbilidad renal, mortalidad relacionada con el aneurisma y mortalidad global), con un tiempo medio de seguimiento de 3,8 años.

Se analizaron las diferencias entre las 3 técnicas de medida (aortografía, CLLp y CLLr), considerando ± 10 mm como una diferencia significativa en el caso de las longitudes L2 y L3 y ± 15 mm en L1⁸. Para los diámetros se comparan medidas obtenidas mediante TC respecto a las tomadas mediante el análisis CLLp, considerando significativa una diferencia de ± 2 mm. De forma secundaria se analizó la influencia de los diferentes factores estudiados en la variabilidad de los resultados de las mediciones mediante las 3 técnicas a estudio.

Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS v15.0. Para el análisis comparativo entre las 3 modalidades de medición se utilizó el coeficiente de correlación intraclass Pearson y la comparación de medias. Se empleó la t de Student para variables cuantitativas y χ^2 y test exacto de Fisher para variables cualitativas, en el análisis de los factores relacionados con la existencia de diferencias significativas en las mediciones, considerando un valor de $p < 0,05$ como estadísticamente significativo.

Resultados

De las 106 exclusiones endovasculares de aneurisma aorta abdominal infrarrenal realizadas entre los años 2006-2008, 71 casos fueron excluidos del estudio por no disponer de los estudios de angio-TC en archivo DICOM para la reconstrucción tridimensional y su procesamiento en la estación de trabajo. Treinta y cinco pacientes fueron incluidos en el estudio (32 varones y 3 mujeres), con una edad media de 72,17 (57-84) años. En la [tabla 2](#) se recogen las variables demográficas y la comorbilidad de la población incluida en el estudio.

En la [tabla 3](#) se muestran las medias de los diámetros y longitudes en los 3 grupos (aortografía, CLLp y CLLr). Se

registró una menor variabilidad intra e interobservador para la técnica de medida mediante CLLp respecto las medidas obtenidas en el grupo de CLLr para las longitudes. En el caso de los diámetros, la correlación intra e interobservador fue superior a 0,85 en todos los casos ([tabla 1](#)). La correlación entre las técnicas de medida (TC vs CLLp) fue elevada en el caso de los diámetros D1, D2 y D3 (coeficiente de correlación intraclass [CCI] de 0,86, 0,87 y 0,86, respectivamente). Para las longitudes, la correlación fue superior sobre todo en el caso de L1 (CCI de 0,83 aortografía vs CLLp e CCI de 0,78 aortografía vs CLLr) y algo menores en el caso de L2 y L3 al comparar ambas técnicas de medición ([tabla 4](#)). Tampoco se registraron diferencias estadísticamente significativas en la comparación de medias entre las 3 técnicas de medidas ([tabla 4](#)).

De los 35 pacientes estudiados, se hallaron diferencias significativas en las longitudes en 10 casos (28%). Se relacionaron con diferencias entre las diferentes técnicas de medida, el mayor tamaño del aneurisma (6,2 cm vs 5,4 cm; $p=0,013$), la angulación del cuello del aneurisma ($p=0,003$) y la tortuosidad de las iliacas (100% vs 8%; $p=0,002$). En cuanto a las variables relacionadas con el procedimiento, se registró un mayor tiempo de fluoroscopia (30,50 min vs 25,17 min; $p=0,06$), un mayor volumen de contraste (301 ml vs 196,46 ml; $p=0,001$), una mayor duración de la intervención (288 min vs 196,33 min; $p=0,028$) y una mayor

Tabla 2 Características de la población incluida en el estudio

Variabes	Frecuencia
Edad media	72,17 años
Sexo	91,4% varones
Fumadores	22,9%
Diabetes	17,1%
Hipertensión arterial	74,3%
Dislipidemia	48,6%
Cardiopatía isquémica	34,3%
Enfermedad cerebrovascular	11,4%
EPOC	31,4%
IRC	14,3%
Abdomen hostil	20%

Tabla 3 Medias de diámetros y longitudes medidos

Diámetros	Media (mm)	DE	Longitudes	Media (mm)	DE
D1 TC	24,72	3,46	L1 Aort.	122,57	16,17
D1 CLLp	25,42	3,14	L1 CLLp	119,49	16,64
D2 TC	12,89	1,75	L1 CLLr	116,12	16,21
D2 CLLp	12,89	1,75	L2 Aort.	174,94	16,66
D3 TC	12,00	1,81	L2 CLLp	179,60	18,16
D3 CLLp	12,12	1,97	L2 CLLr	172,43	16,05
			L3 Aort.	179,51	20,59

Aort.: aortografía; CLLp: *center lumen line* pura; CLLr: *center lumen line* rectificada; D1: diámetro cuello aórtico; D2: diámetro sellado rama derecha; D3: diámetro sellado rama izquierda; DE: desviación estándar; L1: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca; L2: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca derecha; L3: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca izquierda; TC: tomografía computarizada.

Tabla 4 Correlación y comparación de medias de longitudes y diámetros

	Correlación	p	Dif. media	DE
D1 Aort.-CLL	0,864	< 0,0001	0,7	1,7
D2 Aort.-CLL	0,877	< 0,0001	0,002	0,87
D3 Aort.-CLL	0,86	< 0,0001	0,12	1,00
L1 Aort.-CLLp	0,835	0,0001	3,08	9,4
L1 Aort.-CLLr	0,786	0,0001	6,44	10,6
L2 Aort.-CLLp	0,749	0,0001	4,66	12,42
L2 Aort.-CLLr	0,732	0,0001	2,51	12,00
L3 Aort.-CLLp	0,76	0,0001	3,85	14,29
L3 Aort.-CLLr	0,58	0,0001	1,19	19,29

Aort.: aortografía; CLLp: *center lumen line* pura; CLLr: *center lumen line* rectificada; D1: diámetro cuello aórtico; D2: diámetro sellado rama derecha; D3: diámetro sellado rama izquierda; DE: desviación estándar; L1: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca; L2: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca derecha; L3: longitud en mm desde el cuello aórtico hasta la bifurcación iliaca izquierda.

morbilidad renal ($p=0,019$) en el subgrupo de pacientes con diferencias significativas entre las 2 técnicas de medida (tabla 5).

En el subgrupo de pacientes que presentaban tortuosidad de vasos ilíacos ($n=12$), las correlaciones registradas fueron menores, tanto al comparar con CLLp (CCI de 0,49 L2 y 0,56 L3) como con CLLr (CCI de 0,37 L2 y 0,28 L3) ($p>0,05$), con tendencia a sobreestimar las longitudes estimadas mediante la aortografía respecto al estudio de CLLp y sobre todo de CLLr.

Tabla 5 Distribución de variables relacionadas con la presencia de diferencias en las mediciones

	Grupo 1	Grupo 2	p
Tamaño aneurisma (cm)	6,2	5,3	0,013
Angulación cuello	30%	16%	0,003
Tortuosidad ilíacas	100%	8%	0,002
Tiempo fluoroscopia (min)	30,50	25,17	0,06
Volumen contraste (cc)	301	196	0,001
Duración intervención (min)	288	196	0,028

Grupo 1: $n=10$; grupo de casos con diferencias significativas en longitudes.

Grupo 2: $n=25$; grupo sin diferencias significativas en las mediciones de longitudes.

Todos los casos con variabilidad significativa en las mediciones de longitudes ($n=10$) presentaban tortuosidad de vasos ilíacos, sin registrar ningún caso de tortuosidad en el grupo de pacientes sin variabilidad al comparar ambas técnicas.

El implante varió respecto al planificado en el 15% de los casos ($n=6$). En 2 de los casos se modificó la longitud de alguna de las ramas, ambos con tortuosidad de los vasos ilíacos, y estos presentaban una diferencia mayor de 25 mm de las medidas realizadas mediante aortografía respecto a las realizadas con la rectificación manual de la línea central del vaso. En los 4 casos restantes se modificó la longitud del cuerpo de la endoprótesis respecto al planificado previamente, registrándose una diferencia mayor de 10 mm en las longitudes calculadas mediante reconstrucción tridimensional y las obtenidas mediante la técnica clásica en 3 de los casos. Se precisó el uso de prolongaciones en 10 pacientes; 5 pacientes (20%) en el grupo sin diferencias en las mediciones entre ambas técnicas ($n=25$) y 5 (50%) en el subgrupo de pacientes con diferencias ($n=10$), en 4 de los cuales la longitud estimada mediante aortografía era menor respecto a la obtenida mediante CLLp y CLLr.

No se registraron casos de reconversión a cirugía abierta, siendo el éxito técnico del 100% y la mortalidad postoperatoria del 2,8%. El tiempo medio de seguimiento de la serie fue de 25,6 meses (rango: 1,7-112 meses). No se registró

ningún caso de endofuga tipo 1a, 3 ni 4 durante el seguimiento, registrándose 5 casos de endofuga tipo 2 en ambos grupos, sin que estas precisaran tratamiento en ninguno de los casos, y un caso de endofuga tipo 1b tratada mediante embolización de hipogástrica y prolongación de rama. La supervivencia global a 2 años fue del 71,4%. No se registró ningún caso de rotura del aneurisma de aorta abdominal en el seguimiento, ni mortalidad relacionada con el aneurisma.

Discusión

La planificación preoperatoria, una correcta medición del aneurisma y la elección del dispositivo a implantar constituyen los elementos clave para obtener óptimos resultados en el EVAR. De forma tradicional, la aortografía y la TC han sido las pruebas diagnósticas de elección para llevar a cabo dicha planificación. Pero en la actualidad son diversos los grupos que defienden el uso del estudio mediante reconstrucción tridimensional como una técnica eficaz y segura^{9,10}.

En nuestra serie, el empleo de dicho software y las mediciones realizadas mediante el estudio de CLL han mostrado una elevada correlación con las medidas realizadas con técnica clásica, como demuestran algunas series publicadas con anterioridad^{9,11}. Además, es un método con una elevada correlación intra e interobservador, si bien es cierto que se ha de tener en cuenta la curva de aprendizaje necesaria, hasta poder basar la planificación del EVAR prescindiendo de aortografía previa.

Al igual que en trabajos similares¹⁰, que estudian la aplicabilidad del estudio tridimensional para la planificación del EVAR, se ha considerado 2 mm como diferencia significativa para el caso de los diámetros. Por otro lado, consideramos esta diferencia de medida como relevante, ya que podría llegar a sobre o infraestimar hasta una 15-20% el diámetro en las zonas de sellado, influyendo por tanto en la sobredimensión a la hora de elegir el dispositivo a emplear¹².

Una de las principales variables que ha influido en la aparición de diferencias entre las distintas técnicas de medida en nuestro trabajo es la tortuosidad del eje iliaco, presentado dicho subgrupo de casos una menor correlación de las mediciones. Por otro lado, de los 6 casos en los que la prótesis implantada se modificó respecto la planificada, en 5 de ellos existieron diferencias mayores de 10 mm en cuanto a las longitudes, presentando en 2 de estos una tortuosidad iliaca de 90°.

Una de las mayores ventajas del uso de estaciones de trabajo para el estudio tridimensional reside en el estudio de la morfología de la arteria iliaca, sobre todo en casos seleccionados que presenten una anatomía desfavorable, ya que dicha anatomía condiciona la implantación y la liberación del dispositivo, así como un correcto sellado distal de la endoprótesis y la perfusión de la pelvis por ramas hipogástricas. La calcificación, la tortuosidad y su longitud son los principales parámetros a tener en cuenta⁴. En nuestra experiencia, y tal y como muestran nuestros resultados, el estudio tridimensional constituye una herramienta útil para el estudio de longitudes en el caso de tortuosidad de los vasos ilíacos, sobre todo mediante rectificación del CLL, estimando el comportamiento del dispositivo durante la implantación, ya que actúa modificando la trayectoria y la longitud del vaso al tratarse de una estructura rígida,

y presentando una mayor aproximación a las longitudes de los dispositivos finalmente implantados.

Otras variables anatómicas se relacionan con la existencia de diferencias en las mediciones, como las características del cuello y el tamaño del aneurisma. Por ello, es el subgrupo de pacientes que presentan una anatomía menos favorable en el que el uso de la reconstrucción tridimensional podría adquirir un papel más relevante. Por otro lado, dicha técnica de medida ofrece la posibilidad de evitar la morbilidad derivada de la aortografía, tanto la nefrotoxicidad por el uso de contraste, como las posibles complicaciones derivadas de la punción; obviamente, no podemos evitar el uso de contraste necesario para la realización del angio-TC a reconstruir, que por otro lado resulta imprescindible también para la planificación mediante el método clásico, sobre todo para la estimación de los diámetros. Por otro lado, la planificación basada en la reconstrucción del TC preoperatorio evita los costes derivados de la aortografía preoperatoria y el ingreso hospitalario previo de los pacientes. Wyers et al.⁵ registraron en su estudio prospectivo unos resultados técnicos y clínicos equivalentes al comparar la planificación de los casos con y sin aortografía preoperatoria, defendiendo el uso de la reconstrucción tridimensional como una técnica segura, barata y menos invasiva respecto a la aortografía, asociando esta una tasa de complicaciones del 1,7%.

Otra de las opciones en la planificación del EVAR es la realización de TC previa y de la aortografía en el mismo momento del procedimiento de implantación de la endoprótesis; en este caso se precisaría disponer de una mayor variedad de dispositivos de diversas longitudes. Por otro lado, el estudio tridimensional nos ofrece un mejor conocimiento de la anatomía del aneurisma y los aspectos que pueden condicionar el EVAR; además, esta es una técnica reproducible, rápida y relativamente sencilla para cirujanos vasculares con cierto grado de experiencia al respecto.

El impacto del uso de softwares para la planificación de EVAR es importante no solo en los resultados técnicos, sino también en los clínicos. Un estudio prospectivo que comparaba ambas técnicas¹³ mostró que su uso minimizaba el uso de prolongaciones, sobre todo a nivel iliaco, con la consiguiente disminución del número de uniones entre diferentes módulos, disminuyendo así el riesgo de aparición de endofugas tipo 3. También en nuestro caso se ha registrado un menor uso de prolongaciones en el subgrupo de pacientes con ausencia de diferencias entre ambas técnicas, así como una menor duración de la intervención, una reducción en la dosis de irradiación y un menor uso de contraste. Además, solo se han registrado intervenciones secundarias en el grupo de pacientes que presentaron variabilidad en las mediciones. Estos resultados indican que es en los casos con anatomía más desfavorable donde el estudio tridimensional y el procesado en la estación de trabajo nos ofrecen mayores ventajas.

La principal limitación de este trabajo reside en el estudio retrospectivo de los casos, hecho que impide afirmar la superioridad de una técnica sobre la otra. Si bien es cierto que la reconstrucción tridimensional es una técnica eficaz de medida que evita la posible morbilidad derivada de la aortografía y permite llevar a cabo una planificación rápida y precisa, no sustituye al estudio realizado mediante TC y aortografía.

Conclusiones

La correcta planificación constituye uno de los elementos clave para obtener resultados favorables en el EVAR. Aunque el método clásico se ha mostrado eficaz y los resultados obtenidos con ambas técnicas de medida son comparables, en nuestra experiencia la reconstrucción tridimensional en la planificación aporta beneficios clínicos, sobre todo mediante el uso apropiado de las diferentes técnicas de medida en función de las características anatómicas del aneurisma.

Responsabilidades éticas

Protección de personas y animales. Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

Confidencialidad de los datos. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Derecho a la privacidad y consentimiento informado. Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Parodi JC, Palmaz JC, Barone HD. Transfemoral intraluminal graft implantation for abdominal aortic aneurysms. *Ann Vasc Surg.* 1991;5:491-9.
2. Greenhalgh RM, Brown LC, Knong GP, Powell JT, Thompson SG, EVAR trial participants. Endovascular aneurysm repair versus open repair in patients with abdominal aortic aneurysm (EVAR trial 1): randomised controlled trial. *Lancet.* 2005;365:2179-86.
3. Prinssen M, Verhoeven EL, Buth J, Cuypers PW, van Sambeek MR, Balm R, et al. A randomized trial comparing conventional and endovascular repair of abdominal aortic aneurysm. *N Engl J Med.* 2004;351:1607-18.
4. Chaikof EL, Fillinger MF, Matsumura JS, Rutherford RB, White GH, Blankensteijn JD, et al. Identifying and grading factors that modify the outcome of endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2002;35:1061-6.
5. Wyers MC, Fillinger MF, Schermerhorn ML, Powell RJ, Rzucidio EM, Walsh DB, et al. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysm without preoperative arteriography. *J Vasc Surg.* 2003;38:730-8.
6. Carpenter JP, Anderson WN, Brewster DC, Kwolek C, Makaroun M, Martin J, et al. Multicenter pivotal trial results of the Lifepath System for endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2004;39:34-43.
7. Chaikof EL, Fillinger MF, Matsumura JS, Rutherford RB, White GH, Blankenstein JD, et al. Identifying and grading factors that modify the outcome of endovascular aortic aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2002;35:1061-6.
8. Higashiura W, Kichiwaka K, Sakaguchi S, Tabayashi N, Taniguchi S, Uchida H. Accuracy of centerline of flow measurement for sizing of the Zenith AAA endovascular graft and predictive factor for risk of inadequate sizing. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2009;34:441-8.
9. Coenegrachts K, Rigatus H, de Letter J. Prediction of aortoiliac stent graft length: Comparison of a semiautomated computed tomography angiography method and calibrated aortography. *J Comput Assist Tomogr.* 2003;27:284-8.
10. Sprouse LR, Meier GH, Parent FN, DeMasi RJ, Stokes GK, LeSar CJ, et al. Is three-dimensional computed tomography reconstruction justified before endovascular aortic aneurysm repair? *J Vasc Surg.* 2004;40:443-7.
11. Kaladji A, Lucas A, Kervio G, Haigron P, Cardon A. Sizing for endovascular aneurysm repair: Clinical evaluation of a new automated three-dimensional software. *Ann Vasc Surg.* 2010;24:912-20.
12. Pol JA, Truijers M, van der Vliet JA, Fillinger MF, Marra SP, Renema WK, et al. Impact of dynamic computed tomographic angiography on endograft sizing for endovascular aneurysm repair. *J Endovasc Ther.* 2009;16:546-51.
13. Velazquez OC, Woo EY, Carpenter JP, Golden MA, Barker CF, Fairman RM. Decreased use of iliac extensions and reduced graft junctions with software-assisted centreline measurements in selection of endograft components for endovascular aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2004;40:222-7.