UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

FACULTAD DE MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD

LIC. EN PRODUCCION DE BIOIMAGENES

BERLOT CASANDRA JAZMÍN

25

Agradecimientos:

Quisiera hacer un agradecimiento especial a mi mama y mi hermana no solo por apoyarme a lo largo de la carrera sino también por ser mis correctoras personales.

A mis profesores por guiarnos en el camino del aprendizaje, con un agradecimiento especial a la profesora Midono que siempre está dispuesta a ayudarnos e impulsarnos.

Finalmente, y los más importantes a mis abuelos que partieron este año y sin ellos hoy no sería lo que soy y no estaría abocada al área de salud, desde el corazón y aunque ya no estén siempre serán mi apoyo y guía.

INDICE

FUSIÓN DE IMÁGENES EN HEMODINAMIA: CÓMO SE UTILIZAN LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ARGENTINA 5
Resumen 5
Abstract 5
Introducción 6
Problema: 7
Hipótesis: 7
Justificación 7
Objetivo general 7
Objetivos específicos: 7
Universo: 7
Población: 7
Muestra: 8
Criterios de inclusión: 8
Criterios de exclusión: 8
Variables por considerar: 8
Materiales: 8
Herramientas 8
Estado del arte: 9
Marco teórico 10
ANEURISMA DE AORTA ABDOMINAL 10
DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES 11
¿Qué se toma en cuenta? 12
Mediciones necesarias en una valoración de un TEVAR 13
ENDOPROTESIS 13
Características generales 13
1. Endoprótesis aorto-ilíaca (Tipo "endovascular") 14
ENDOPRÓTESIS FENESTRADA 14
Contraindicaciones 15
CREACIÓN DE MODELOS Y PRÓTESIS CON IMPRESIÓN 3D 15
TRATAMIENTO ENDOVASCULAR 16
CRITERIOS DE INCLUSIÓN ANATÓMICA PARA EL TEVA 17

MATERIAL GENEALMENTE UTILIZADO DURANTE EL PROCEDIMIENTO: 17
COMPLICACIONES POST PROCEDIMIENTO 18
Complicaciones a ***corto plazo***: 19
Complicaciones a ***largo plazo:*** 19
Complicaciones del acceso vascular: 19
Endofugas: 19
Embolismo: 20
Alteraciones en la prótesis: 20
DEL ORIGEN A LAS NUEVAS HERRAMIENTAS 20
PRINCIPIOS DE LA HEMODINAMIA: 20
Evolución de los angiógrafos 20
Tipos de angiografía 21
Avances tecnológicos y procedimientos mínimamente invasivos (década de 1990-2000) 21
Avances actuales (década de 2010-2020) 22
Futuro: Integración de Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada 22
Vessel Navigator(navegador de vasos) o fusión de imágenes 23
Pasos importantes en la fusión de imágenes. 23
1. Adquisición de imágenes preoperatorias 23
2. Adquisición de imágenes en tiempo real (angiografía) 23
3. Registro y alineación de las imágenes 23
Métodos de alineación: 23
4. Fusión de imágenes (anexo 13) 24
5. Ajustes y optimización 24
Visualización y navegación 24
Superposición de imágenes 3D: 24
Monitorización postoperatoria 25
Beneficios de la fusión de imágenes 25
Especificaciones clave de la TC para un AAA: 25
Dosis en el procedimiento típico: 28
Efectos de la dosis de radiación 28
Análisis de los datos 30
Conclusión: 34
ANEXO 35

Bibliografía..... 44

FUSIÓN DE IMÁGENES EN HEMODINAMIA: CÓMO SE UTILIZAN LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN ARGENTINA

Resumen

Cada vez son más los casos que se resuelven de manera endovascular, minimizando los riesgos que representa una cirugía a cielo abierto. Pero también, son más complejos los casos resueltos de esta manera, lo que aumenta la complejidad del procedimiento en sí, los tiempos y la exposición a radiación tanto del paciente como del equipo médico, y el uso de contrastes. Por eso se han desarrollado nuevas técnicas que permiten reducirlos. La idea de este trabajo es realizar un análisis de las tasas de éxito de los procedimientos hemodinámicos en Buenos Aires realizados con las herramientas y software más modernos de los angiógrafos (Vessel Navigator), que nos permiten realizar la fusión de imágenes, especificando en qué procedimientos es más utilizado.

Palabras claves: vessel Navigator, tomografía, angiografía, fusión de imágenes

Abstract

More and more cases are being resolved endovascularly, minimizing the risks of open surgery. But the cases resolved in this way are also more complex, which, in turn, increases the complexity of the procedure itself, the time and radiation exposure of both the patient and the medical team, and the use of contrasts. This is why new techniques have been developed to reduce them. The idea of this work is to make an analysis of the success rates of hemodynamic procedures in Buenos Aires performed with the most modern tools and software of the angiography (Vessel Navigator), which allow us to perform image fusion, specifying in which procedures it is most used.

Key words: vessel Navigator, tomography, angiography, image fusion.

Introducción

Dado el avance de las tecnologías, cada vez son más los casos que se resuelven de manera endovascular, minimizando los riesgos asociados a una cirugía a cielo abierto. Sin embargo, los casos tratados de esta manera también son cada vez más complejos, lo que aumenta la complejidad del procedimiento en sí, los tiempos involucrados, la exposición a radiación tanto para el paciente como para el equipo médico, y el uso de medios de contraste. Por esta razón, se han desarrollado nuevas técnicas que permiten reducir estos factores.

Las técnicas y herramienta de bioimagenes utilizadas en estos casos abarcan desde el momento de la planificación, durante y después (control y seguimiento) del procedimiento.

La reparación endovascular de aneurismas mediante endoprótesis fenestradas se utiliza con frecuencia en aneurismas aórticos yuxtarrenales, pararrenales y toracoabdominales. La dificultad de estos procedimientos radica en evitar que la prótesis obstruya los ostium de las arterias que salen de la aorta a esos niveles. Es fundamental el diseño de prótesis fenestradas y su correcta colocación.

Durante el procedimiento, Vesse Navigator (angiógrafo Philips) genera una superposición en tiempo real que se desplaza en sincronización con cualquier proyección, movimiento de la mesa y posición del arco. Esto puede reducir la necesidad de secuencias adicionales con contraste para generar nuevos Roadmaps.

Problema:

¿Cómo se están aprovechando las nuevas tecnologías de los angiógrafos en Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina?

Hipótesis:

Los procedimientos de hemodinamia se están convirtiendo cada vez más en la primera elección a la hora de tratar patologías del sistema vascular. Por esta razón, los equipos se mejoran constantemente con nuevos softwares que facilitan los procedimientos, como la fusión de imágenes tomográficas en el angiógrafo. En Buenos Aires, los procedimientos en los que más se está implementando son en el tratamiento de aneurismas aórticos complejos

Justificación

La idea de este trabajo es realizar un análisis de las tasas de éxito de los procedimientos hemodinámicos en Buenos Aires realizados con las herramientas y software más modernos de los angiógrafos (Vessel Navigator), que nos permiten realizar la fusión de imágenes, especificando en qué procedimientos es más utilizado.

Objetivo general

El objetivo de este trabajo es mostrar los aportes de la evolución de las herramientas de fusión de imágenes del angiografo en Argentina.

Objetivos específicos:

1. Explicar el proceso de fusión de imágenes con el equipo de hemodinamia.
2. Comparar los procedimientos donde se utiliza el software Vessel Navigator vs procedimientos donde no se utilice la herramienta.

Universo:

Pacientes de la institución privada.

Población:

Pacientes de la institución con aneurisma de aorta abdominal complejo que se les colocó endoprótesis fenestrada.

Métodos de muestreo no probabilísticos

Muestreo intencional o de conveniencia

Muestra:

. 10 pacientes que se les colocó endoprótesis fenestrada con guía del software Vessel Navigator en la institución.

. 10 pacientes que se les colocó endoprótesis fenestrada sin la guía del software en la institución.

Criterios de inclusión:

- Pacientes que se les colocó endoprótesis aórtica compleja con fenestras en la institución en los últimos 6 meses.
- Pacientes que cuenten con tomografía previa.

Criterios de exclusión:

- Pacientes que no sean candidatos a endoprótesis.
- Pacientes que no tengan los estudios previos y post procedimiento.

Variables por considerar:

- Cantidad de contraste utilizado en cada procedimiento medido en ml
- Tiempo de exposición a fluoroscopia en minutos
- Dosis absorbida en cGy
- Tiempo de procedimiento en horas.
- Complicaciones post procedimiento si/no.

Materiales:

1. Instrumento de recolección de datos. Hoja de cálculo Excel tablas para recolección y análisis de datos estadísticos.
2. Historias clínicas.

Herramientas

1 Tomografía computada mínimo de 64 cortes multicortes, 3D y con contraste
2 Angiógrafo Philips Azurion con software Vessel Navigator

Estado del arte:

Artículos consultados:

1. **Sailer, AM, De Haan, MW, Peppelenbosch, AG, Jacobs, MJ, Wildberger, JE y Schurink, GWH (2014).** *CTA con guía de fusión de imágenes de fluoroscopia en la reparación endovascular de aneurisma aórtico complejo.* Revista Europea de Cirugía Vascular y Endovascular, 47 (4), 349-356.

En este artículo se aborda el uso de la tomografía computarizada (CTA) con guía de fusión de imágenes de fluoroscopia para la reparación endovascular de aneurismas aórticos complejos

2. **Quaranta, A. (2014).** *Angiotomografía computada multidetector como método de primera elección en el estudio de la patología aórtica.*

https://www.researchgate.net/profile/Andres-Quaranta/publication/238687708_Angio-tomografia_computada_multidetector_como_metodo_de_primera_eleccion_en_el_estudio_de_la_patologia_aortica/links/560083d408aeafc8ac8c768e/Angio-tomografia-computada-multidetector-como-metodo-de-primera-eleccion-en-el-estudio-de-la-patologia-aortica.pdf

Aquí hablan más que nada de porque la angiotomografía es el mejor método para evaluar las patologías de la aorta. Repasando las ventajas y desventajas del método. concluyendo que la angio TCMD debería ser el método de primera elección en el estudio del paciente con sospecha de patología vascular, o incluso en aquel en quien está confirmada, ya que permite un análisis exhaustivo de la misma. Las múltiples técnicas de visualización y la posibilidad reconstrucciones 2D y 3D le dan al médico cirujano vascular o al hemodinamista toda la información necesaria para la toma de decisiones

3. **FERREIRA, L., LA MURA, A. R., ÁLVAREZ, J., GIMÉNEZ RUIZ, P. A. T. R. I. C. I. O., DILUCA, P., & EHYEREMENDI, E. (2020).** *Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos. Revista argentina de cardiología, 88(6), 544-549.*

Esta presentación tiene como objetivo describir el uso actual de dicha tecnología, combinando angiotomografía y tomografía computarizada de haz cónico intraoperatoria, la "fusión"de imágenes y la ecografía intravascular, para guiar procedimientos y así mejorar la tasa de éxito intraoperatorio y reducir la necesidad de reintervenciones. Por otro lado, se describe un procedimiento para crear plantillas personalizadas 3D con las imágenes de alta definición de la anatomía arterial del paciente, que sirven como guías específicas para confeccionar en el quirófano endoprótesis fenestradas.

Marco teórico

Una de las funciones principales de los licenciados de bioimágenes es asegurar que se respete el criterio ALARA (As Low As Reasonably Achievable) de la mejor manera posible. En los procedimientos tan extensos como la colocación de una endoprótesis fenestrada, que suelen durar varias horas, no se trata sólo de entrar y colocar el stent, sino que constan de varios pasos previos. Actualmente los equipos cuentan con softwares que facilitan esta tarea, es fundamental, contar con los conocimientos necesarios para poder llevar a cabo la fusión de imágenes de tomografía o resonancia magnética con el angiógrafo. Esta herramienta tiene el objetivo de servir de guía al médico hemodinamista para reducir los tiempos de procedimiento, minimizar la exposición a rayos, tanto del paciente como del personal de salud dentro de la sala y disminuir la cantidad de contraste que recibe el paciente.

La fusión de imágenes implica cuatro pasos para que la ubicación de la prótesis sea óptima: el procesamiento de la angiotomografía (ATC) preoperatoria, la selección de puntos de referencia en la ATC preoperatoria, la adquisición de un volumen intraoperatorio usando CBCT y la fusión entre la imagen obtenida intraoperatoriamente (CBCT) y la ATC preoperatoria.

ANEURISMA DE AORTA ABDOMINAL

La arteria aorta es la encargada de transportar la sangre del corazón al resto del organismo. Su pared está compuesta por tres capas: la íntima, la media y la adventicia. Está dividida por el diafragma en aorta torácica y aorta abdominal. Se extiende hasta la 4 vértebra lumbar donde se divide en arteria ilíaca común derecha e izquierda. La aorta torácica está formada por la raíz aórtica, la aorta ascendente, el cayado y la aorta descendente. La aorta abdominal se divide en infrarrenal y suprarrenal. Según el consenso de patologías de la aorta, los aneurismas de aorta descendente pueden ser fusiformes, que afecta todo el contorno de la arteria aorta y es el más frecuente o saculares, solo se ve comprometida una parte del contorno de la aorta y es asimétrico. Los toracoabdominales siguen la clasificación del Tipo I: desde subclavia hasta arterias renales, Tipo II: desde subclavia hasta después de las arterias renales, Tipo III: aorta descendente distal hasta la bifurcación, Tipo IV: desde diafragma hasta por debajo de las arterias renales. (fig 1)

Las patologías que pueden afectar a la aorta pueden presentarse como cuadros agudos o crónicos, y pueden ser congénitas o adquiridas. Entre las principales enfermedades de la aorta se encuentran: el aneurisma de aorta torácica, aneurisma de la aorta abdominal y los síndromes aórticos agudos.

El aneurisma de aorta abdominal (AAA) es una dilatación segmentaria de la aorta. Según su topografía se clasifican en suprarrenales, pararrenales, yuxtarrenales, infrarrenales y toracoabdominales. Se define como un incremento de más del 50% de su tamaño normal (3cm) en comparación con el mismo segmento aórtico en individuos sanos de la misma edad y sexo. Este tipo de aneurisma se caracteriza por tener una expansión progresiva. pero la velocidad del crecimiento depende de las características basales del paciente y de sus comorbilidades. (fig 2)

El principal predictor de riesgo de rupturas es el diámetro del AAA. Uno de los mayores peligros es que son asintomáticos hasta su ruptura. La ruptura tiene una mortalidad de más del 90%. El AAA suele diagnosticarse con estudios de imagen como ultrasonido abdominal o

tomografía solicitados por otros motivos. La cirugía electiva de reparación de los AAA asintomáticos está indicada cuando el diámetro es >55 mm en hombres y >50 mm en mujeres. Tiene más prevalencia en hombres >65 años que en mujeres.

La ruptura se presenta como dolor intenso, shock hipovolémico o taponamiento. Los aneurismas de aorta descendente, arco y aorta abdominal pueden vincularse con ateroembolia o con tromboembolia distal.

Hay algunos factores asociados como el tabaquismo, el sexo masculino, la edad, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, la hipertensión arterial, la dislipemia, la enfermedad coronaria, la arteriopatía periférica y el antecedente familiar de aneurisma.

DIAGNÓSTICO POR IMÁGENES

La radiografía convencional (rx) permite sospechar la presencia de patología de aorta, pero no define la presencia, tipo y gravedad. Una rx normal no descarta patología de aorta.

La ecografía combinada con el Doppler permite evaluar tanto la pared de la aorta como la luz y el flujo sanguíneo en su interior. Tiene como puntos a favor que es altamente disponible, bajo costo, es biológicamente seguro y permite evaluar función y patologías cardiacas asociadas. Sin embargo, depende de una adecuada ventana ultrasónica, es operador dependiente y, aunque se puede complementar el eco transtorácico con el eco transesofágico, aún quedan puntos ciegos en algunos sectores por lo cual está recomendado en caso de sospecha de enfermedad aórtica utilizar tomografía computada (TC) o resonancia magnética (RM).

La tomografía computada permite realizar mediciones y una exploración completa, rápida y reproducible. Sin contraste utiliza poca radiación y permite visualizar la aorta en toda su extensión, medir diámetros, determinar la presencia de placas cálcicas, tortuosidad, aneurismas, y sospechar la presencia de hematoma intramural agudo. Con contraste es posible definir con precisión la pared, realizar mediciones en cualquiera de los segmentos sin limitaciones de orientación, identificar la presencia, características y extensión de las placas de ateroma, así como trombos endoluminales, aneurismas, las diferentes formas de síndrome aórtico agudo y tumores. También da la posibilidad de evaluar órganos adyacentes, anatomía coronaria y pulmonar. La limitación del estudio es la necesidad de contraste yodado y el uso de radiación. Las nuevas guías recomiendan la evaluación preoperatoria de los pacientes con angiotomografía (ATC) de corte fino (≤ 0,25 mm) de toda la aorta, así como de las arterias ilíaca y femoral. También se necesita la ATC de la cabeza y el cuello para determinar la anatomía de las arterias subclavia y vertebrales.

La resonancia magnética (RM) arroja información similar a la de la TC, con la diferencia de que los cortes deben ser planificados individualmente por lo cual el tiempo de adquisición es mayor, así como su costo. Su disponibilidad es menor y no está indicada en pacientes con dispositivos no resonables o con claustrofobia. Sin embargo, es útil en pacientes con insuficiencia renal porque se puede hacer sin contraste y no tiene radiación. Además, permite la valoración de la función cardíaca y valvular.

Las imágenes de medicina nuclear brindan información molecular y funcional. Con la tomografía por emisión de positrones (PET-TC) se visualiza la distribución de 18-fluorodesoxiglucosa (18 FDG), la cual es captada y retenida con alta afinidad por células hipermetabólicas como las células tumorales o las células inflamatorias. Esta técnica se utiliza para el diagnóstico diferencial y el seguimiento de tratamientos.

La angiografía, no se suele utilizar como método diagnóstico primario, es útil para ver la luz de los vasos, es un procedimiento invasivo y requiere el uso de contraste.

El método de elección para evaluar la patología aórtica dependerá de las características del caso, la disponibilidad del método, la información para recabar y las comorbilidades del paciente. Los valores normales dependen de la edad, sexo, superficie corporal y etnia. El control periódico de pacientes con dilatación de aorta es crítica para la detección del momento más oportuno para la intervención.

La ATC con contraste será indicación absoluta cuando se plantea la realización de tratamiento endovascular, ya que se necesitará tener una serie de medidas y parámetros a nivel del cuello, lugar de inserción proximal de la endoprótesis (altura, forma, presencia de calcificación o trombo, distancia a las arterias renales), cuerpo aneurismático (fundamentalmente detección de ramas aferentes voluminosas) y valoración de arterias ilíacas (tamaño, tortuosidad, calcificación). Lo ideal sería realizar la ATC lo más cercana posible al tratamiento. También para el control post implante. (fig4)

¿Qué se toma en cuenta?

1. Diámetro, longitud y calibre máximos del aneurisma.

2. Diámetro, longitud y angulación de las zonas proximal y distal.

3. Diámetro y angulación de las posibles vías vasculares de acceso.

4. Longitud total del área por cubrir.

5. Distancia de la arteria renal más inferior a la bifurcación aórtica

6. Distancia de la arteria renal más inferior a cada una de las bifurcaciones de las arterias iliacas comunes.

7. Diámetro de la bifurcación aórtica.

8. Localización y extensión relativas del aneurisma (dónde empieza y dónde termina con relación a vasos mayores y sus bifurcaciones).

9. Presencia y localización de trombos.

10. Ruptura del aneurisma y/o patología inflamatoria peri aórtica

11. Localización y presencia de enfermedad aneurismática preexistente en arterias iliacas y/o femorales.

12. Localización y presencia de enfermedad oclusiva iliofemoral

13. Número y tipo de arterias que se originan del aneurisma

14. Localización y permeabilidad del tronco celíaco y de las arterias mesentéricas superior e inferior.

15. Calidad de las zonas donde se fijará la endoprótesis y de las vías vasculares de acceso.

16. Presencia de anomalías vasculares, como son múltiples arterias renales, bifurcaciones tempranas y alteraciones venosas concomitantes.

Hay ciertas medidas específicas que se requieren cuando se piensa en una prótesis autoexpandible, se considera el máximo diámetro externo del aneurisma para la sello-fijación. Pero cuando se implementa una endoprótesis balón expandible se debe medir el diámetro interno, teniendo en cuenta tortuosidades y angulaciones.

Mediciones necesarias en una valoración de un TEVAR.

D1	diámetro de la aorta suprarrenal
D2a	diámetro del cuello superior infrarrenal
D2b	diámetro del cuello medio infrarrenal
D2c	diámetro del cuello inferior infrarrenal
D3	diámetro externo del aneurisma
D3a	diámetro de la luz del aneurisma
D4	diámetro distal de la aorta antes de la bifurcación
D5a	diámetro de la ilíaca primitiva derecha
D5b	diámetro de la ilíaca primitiva izquierda
H1	longitud del cuello proximal
H2	longitud desde la línea infrarrenal hasta la parte distal del aneurisma
H3	longitud desde la línea infrarrenal hasta la bifurcación.

Diagrama con referencias en anexo figura 11

ENDOPROTESIS

Una endoprótesis vascular es un dispositivo que consta de un tubo de tejido sintético sostenido por una estructura de metal. Ayuda a eludir el área debilitada por el aneurisma y evitar que se rompa.

Características generales

-Stents con gran fuerza radial que los fijara al cuello aneurismático.

-Materiales de prótesis finos y resistentes, que pudieran ser colapsados en introductores para introducirlos por la arteria femoral.

-Facilidad de implantación de los dispositivos para acortar los tiempos de cirugía.

Existen principalmente dos tipos de endoprótesis que se emplean para el tratamiento de estos aneurismas:

1. Endoprótesis aorto-ilíaca (Tipo "endovascular")

Estas endoprótesis son dispositivos tubulares que se insertan a través de una punción en una arteria, generalmente en la ingle. Se clasifican en:

Endoprótesis de aorta abdominal con rama ilíaca: Estas son endoprótesis diseñadas para cubrir no solo la aorta abdominal sino también las arterias ilíacas, que son las ramas principales de la aorta que irrigan las piernas. Son útiles cuando el aneurisma afecta también a estas ramas.

Endoprótesis fenestradas: Estas tienen aperturas (fenestraciones) en áreas específicas para permitir el paso de sangre hacia ramas importantes de la aorta, como las arterias renales o mesentéricas. Se utilizan cuando el aneurisma está cerca de estas ramas principales, y se requiere mantener el flujo sanguíneo hacia órganos vitales.

Endoprótesis con ramas (con stent o "con branch"): Estas son similares a las fenestradas, pero en lugar de aperturas, tienen ramas o extensiones que permiten el paso directo de sangre hacia las arterias principales que salen de la aorta (como las arterias renales, mesentéricas o ilíacas).

2. Endoprótesis tradicionales o estándar (stent-graft)

Estas son las endoprótesis más comunes y se utilizan cuando el aneurisma afecta la aorta abdominal sin involucrar las ramas más grandes. Están diseñadas para cubrir la zona afectada, previniendo que el aneurisma se rompa, sin la necesidad de un bypass o cirugía abierta.

Endoprótesis con expansión radial: Se expanden a lo largo de la aorta utilizando presión interna, creando una estructura estable para reforzar la pared arterial.

Endoprótesis con liberación de balón: Son más similares a las tradicionales, pero requieren la liberación de un balón para expandirse y posicionarse en la aorta, asegurando que la endoprótesis quede bien adherida a las paredes arteriales.

Consideraciones clave para elegir un tipo de endoprótesis:

Tamaño y forma del aneurisma: Algunas endoprótesis están más indicadas para aneurismas fusiformes, mientras que otras son mejores para aneurismas saculares.

Ubicación del aneurisma: Dependiendo de la proximidad a ramas importantes de la aorta (por ejemplo, arterias renales), se puede optar por una endoprótesis fenestrada o con ramas.

Condición del paciente: La anatomía del paciente y la presencia de otras afecciones vasculares también influyen en la elección del tipo de dispositivo.

La elección de una endoprótesis para el tratamiento de un aneurisma de la aorta abdominal depende de diversos factores como la extensión del aneurisma, su localización y la anatomía de cada paciente. Las opciones más avanzadas, como las endoprótesis fenestradas y con ramas, se emplean en casos más complejos.

ENDOPRÓTESIS FENESTRADA

La presencia de una o ambas arterias renales y/o viscerales saliendo del saco aneurismático es un factor limitante a la hora de colocar una endoprótesis estándar. Debido a la importancia de mantener el flujo visceral en estos casos la unica posibilidad de excluir el AAA es con la utilización de una prótesis fenestrada, este procedimiento consiste en la colocación de un

implante con orificios que permiten la continuidad del flujo en dichas arterias. La utilización de estos dispositivos permite el implante a un nivel más favorable, generando un cuello más seguro y manteniendo el flujo visceral.

A veces, la aorta alrededor de las arterias viscerales se encuentra dilatada impidiendo una adecuada hemostasia por falta de contactos entre la pared de la aorta y la prótesis, este espacio debe ser cubierto por una rama que comunique a la endoprótesis con las ramas viscerales. Se interpone un stent cubierto desde la fenestración hasta la arteria involucrada (renal o visceral). Se denomina endoprótesis fenestrada con ramas.

Las endoprótesis fenestradas se generan a partir de la imagen topográfica y se diseñan cuidadosamente a medida de cada paciente, permitiendo la adaptación precisa a su anatomía. En la construcción de estas prótesis, se distinguen dos elementos clave: los scallops y las fenestraciones. Los scallops se colocan en el extremo proximal de la endoprótesis en forma de semicírculo, mientras que las fenestraciones, que son circulares, se encuentran en el cuerpo principal de la endoprótesis. La correcta construcción de la endoprótesis incluye la orientación precisa de los orificios a lo largo de toda la circunferencia, tomando en cuenta la ubicación específica de cada perforación respecto al material protésico. Esto se logra asignando horarios a los puntos de perforación, donde un orificio en la hora 12:00 se ubica en la cara anterior de la endoprótesis y el orificio a las 9:00 se orienta hacia la derecha. Para garantizar que los orificios coincidan correctamente con las estructuras viscerales y renales, todos los orificios están marcados con marcas radiopacas**.** Estas perforaciones son esenciales para preservar la irrigación visceral, permitiendo el despliegue suprarrenal de la endoprótesis, lo que genera un área de contacto más extensa entre el material protésico y la pared de la aorta, favoreciendo un mejor sellado y evitando complicaciones postoperatorias.

Contraindicaciones

Una angulación excesiva en el segmento visceral, la inadecuada anatomía de la arteria renal debido a múltiples arterias renales accesorias pequeñas o la bifurcación temprana de la arteria renal son algunas de las contraindicaciones para este tipo de abordaje. También una aorta ateromatosa debe ser considerada de alto riesgo por el peligro de embolización.

CREACIÓN DE MODELOS Y PRÓTESIS CON IMPRESIÓN 3D

Como describen Ferreira, L y otros en su trabajo “Para generar un modelo 3D para el molde de la prótesis, se parte de una tomografía computarizada con contraste arterial. Usando software de segmentación de estructuras anatómicas, se hace un barrido de contraste en la tomografía del paciente, dejando visibles solamente la aorta y sus ramas. Sobre este modelo se aplica un suavizado con un software de modelado 3D orgánico. Usando la aorta como base, se colocan guías normales a las salidas de las arterias renales, la arteria mesentérica superior y el tronco celíaco. Al extruir las paredes de la aorta se genera el molde, que luego será impreso. Se hace el recorte de las salidas de las arterias. Una vez generados los moldes, se opta por la tecnología

de estereolitografía para la impresión de los modelos"[1]. Se realizan mediante un proceso que permite la esterilización exprés, se marcan las fenestraciones con una pluma estéril, se obliteran y se refuerzan con material radiopaco.

La experiencia hasta el momento ha demostrado que la impresión 3D es un método valioso a la hora de planificar, diseñar y crear dispositivos con mayor precisión, además es una herramienta que también sirve para el aprendizaje y la práctica. (fig 3). en nuestro país la impresión 3d se utilizan en algunas áreas para planificar y practicar un procedimiento, pero a nivel fabricación de prótesis aún no se ha llegado en el área endovascular.

TRATAMIENTO ENDOVASCULAR

En 1990, Juan Carlos Parodi y sus colaboradores publicaron la alternativa de tratamiento endovascular (EVAR, acrónimo en inglés). Esta técnica es menos invasiva que una cirugía a cielo abierto, lo que disminuye la mortalidad intrahospitalaria y permite una recuperación más rápida. La exclusión aneurismática se consigue mediante el implante de una endoprótesis. Cuando la anatomía es favorable, las ventajas son significativas: alto éxito técnico (96-100%), menor tiempo operatorio, abolición de laparotomía (La laparotomía o exploración quirúrgica del abdomen es una cirugía que tiene como propósito explorar los órganos y estructuras del vientre), manipulación intestinal y pinzamiento aórtico, menor incidencia de íleo postoperatorio (retraso en el retorno de la motilidad intestinal coordinada posterior a una cirugía abdominal) y de requerimiento de transfusiones, mejor control del dolor postoperatorio y menor estancia en cuidados intensivos y hospitalaria total. Y lo más relevante, menor mortalidad perioperatoria.

Los AAA pequeños (entre 30 y 54 mm) no requieren ser intervenidos, pero deben ser controlados sistemática y regularmente. Las Guías de la Sociedad Europea de Cardiología establecen que el control con imágenes se debe hacer cada 3 años en AAA entre 30 y 39 mm, cada 2 años entre 40 y 44 mm y una vez por año en ≥45-55 mm.

Los aneurismas de 55 mm o más de diámetro deben ser intervenidos por vía endovascular o quirúrgica. Los menores de 55 mm que manifiestan síntomas o un crecimiento rápido (>10 mm/año) también deben ser tratados. Otras indicaciones absolutas de tratamiento son la presencia de un episodio embólico, la obliteración iliaca invalidante, la coexistencia de un aneurisma ilíaco, el dolor lumbar o abdominal atribuible al AAA y el crecimiento > 5 mm/año.

Las mujeres tienen más probabilidad de ruptura de aneurisma que los hombres por eso deben tratarse más tempranamente. Según guías europeas 50mm es el corte para iniciar el tratamiento en mujeres.

En 2020 en Reino Unido, en pacientes jóvenes, con expectativa de vida mayor a 10 años, con pocas o ninguna comorbilidad, enfermedades del tejido conectivo o con anatomía no favorable para EVAR se prefiere la cirugía de reparación abierta. Mientras que, de acuerdo con las guías 2019 de la Sociedad Europea de cirugía cardiovascular, en individuos con edad avanzada, expectativa de vida razonable, múltiples comorbilidades, cirugía aórtica o abdominal previa se prefiere EVAR. Además, no se recomienda la reparación en pacientes con cáncer terminal o

[1] Ferreira, L., LA MURA, A. R., ÁLVAREZ, J., Giménez Ruiz, P. A. T. R. I. C. I. O., DI LUCA, P., & EHYEREMENDI, E. (2020). Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos. Revista argentina de cardiología, 88(6), 544-549.

insuficiencia cardiaca avanzada. En los casos de AAA sintomático se recomienda la reparación urgente sea ésta por cirugía abierta o endovascular luego de la evaluación por imagen (tomografía o ultrasonido).

El tratamiento endovascular elimina la necesidad de laparotomía (cirugía abierta en el abdomen), lo que reduce considerablemente el riesgo de complicaciones asociadas, como la manipulación intestinal o el pinzamiento aórtico. También disminuye la incidencia de íleo postoperatorio (retraso en la función intestinal), reduce la necesidad de transfusiones sanguíneas, y favorece un mejor control del dolor postoperatorio**.** Los pacientes experimentan una estancia más corta en la unidad de cuidados intensivos (UCI) y en el hospital en general, lo que se traduce en un ahorro significativo en costos y recursos hospitalarios. Uno de los beneficios más importantes es la reducción de la mortalidad perioperatoria, lo que ha convertido a la técnica endovascular en el tratamiento de elección en muchos casos de aneurismas aórticos.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN ANATÓMICA PARA EL TEVA



MATERIAL GENEALMENTE UTILIZADO DURANTE EL PROCEDIMIENTO:

• Material quirúrgico para disección de vasos femorales y/o ilíacos.

• Inyectora contraste para angiografía.

• Introductores de 6 a 8 Fr. para cateterismo inicial.

• Guías hidrofílicas 0,035” longitud 150 cm y 260 cm. Útiles en caso de tortuosidades arteriales.

• Guía alto soporte (Amplatz Superstiff® 0,035” J y R longitud 260 cm Lunderquist®.)

• Guía diagnóstica vascular 0,35” x 150 ó 260 cm.

• Guía Back-Up (útil para la rectificación ilíaca y asegurar anclaje).

• Lazos para captura de guía.

• Catéter pigtail centimetrado.

• Catéter diagnóstico JR4.

• Dispositivo de inflado con o sin manómetro.

• Dilatadores de 10, 12, 14, 16, 18, 20 y 22 Fr. (si se realiza abordaje percutáneo).

• Dispositivo de cierre arterial PROSTAR XL® (si se realiza abordaje percutáneo y no quirúrgico).

• Dispositivos de cierre arterial percutáneo tipo ANGIOSEAL® o PROGLIDE®.

• Balones de dilatación aórticos para asegurar o reforzar la apertura de stent.

• ENDOPRÓTESIS.

Previamente a la intervención se obtiene el consentimiento informado firmado por el paciente. Las intervenciones deben realizarse en un quirófano híbrido(fig.9) que permiten convertir el procedimiento endovascular en uno quirúrgico si se llega a presentar complicaciones que lo requiera. Se prepara el campo quirúrgico para realizar un abordaje convencional o percutáneo. La técnica anestésica más frecuente es la anestesia general con intubación orotraqueal. El abordaje debe realizarse a nivel femoral común bilateral, ya que los materiales utilizados para su implantación son de un calibre elevado (18 a 27 Fr), lo que obliga a introducirlos mediante la realización de una arterioctomía de una arteria de grueso calibre, bien sea la arteria ilíaca o la arteria femoral común. La vía de acceso, siempre que sea posible, será del lado derecho, ya que la liberación de la endoprótesis es más fácil al estar los radios de todas las curvas en el mismo sentido. Se introduce un catéter pigtail de 5 o 6 Fr a través de la arteria femoral contralateral para realizar las angiografías necesarias para el control del procedimiento. Tras administrar anticoagulación con 10.000 unidades de heparina sódica se introduce la endoprótesis avanzando bajo control radiológico. Una vez en la posición adecuada y antes de la liberación se induce una hipotensión controlada para minimizar los posibles desplazamientos de la prótesis debido al latido cardíaco. En algunos centros, la hipotensión se consigue mediante estimulación con marcapasos a alta frecuencia (200 lpm), es necesario inflar un catéter balón en el interior de la prótesis para moldear sus componentes. Posteriormente se realiza canulación de los vasos abdominales y renales con colocación de stents cubiertos montados en un balón. La canulación de los vasos abdominales suele ser un proceso largo y tedioso.

En algunos casos se puede optar por la colocación de filtros para evitar ictus por trombosis generadas por la manipulación del procedimiento.

COMPLICACIONES POST PROCEDIMIENTO

El protocolo de control tras la colocación de una endoprótesis debe consistir en una TC de control a los 6 meses de realizado el procedimiento, al año y tras el año los controles deben ser anuales.

Las complicaciones tras el procedimiento se dividen en tempranas o tardías, dependiendo si aparecen antes de los 30 días post procedimiento o después de dicho plazo respectivamente.

Complicaciones a ***corto plazo***:

- Complicaciones del acceso vascular.
- Síndrome post implantación.
- Endofugas.
- Isquemia medular.
- Accidente cerebrovascular.
- Patología aortica de novo.
- Alteraciones de la prótesis.

Complicaciones a ***largo plazo:***

- Endofugas.
- Isquemia medular.
- Alteraciones de la prótesis.
- Enfermedad residual o recurrente.

Complicaciones del acceso vascular:

Durante el procedimiento puede producirse una lesión en la arteria femoral, estenosis, disección o hasta una ruptura, sobre todo en vasos con severa arteriopatía. Por otro lado, en los días posteriores de la intervención podemos observar hematomas inguinales, infecciones de la herida quirúrgica, o trombosis vascular.

Sangrado retroperitoneal: El sangrado dentro del área retroperitoneal (el espacio detrás del abdomen) puede ser una complicación grave, especialmente si el aneurisma era grande o si se produjeron lesiones vasculares durante la intervención.

Síndrome post implantación:

Es un síndrome de respuesta inflamatoria luego de la colocación de la endoprótesis. Consiste en febrícula y malestar general en ausencia de otro foco aparente. Puede acompañarse de un pequeño derrame pleural.

Endofugas:

Se define como la persistencia de perfusión del saco aneurismático peri protésica, lo que aumenta el riesgo de ruptura.

Se clasifican en cinco tipos (I – V):

-*El Tipo I* se produce debido a un sellado proximal (Ia) o distal (Ib) incompleto. Esto podría deberse a una selección inapropiada de la prótesis, a la liberación incorrecta de la misma o a la progresión de la enfermedad.

-*El tipo II* ocurre debido a la reperfusión centrípeta del saco a través de ramas laterales (lumbar, arteria mesentérica inferior, arterias renales accesorias) por medio de un flujo invertido.

-*El tipo III* es el resultado de una fuga a través del material protésico, bien por separación de los componentes de la prótesis (IIIa) o por fracturas/agujeros en el material (IIIb).

-*El tipo IV* ocurre debido a la porosidad del material del injerto.

-El tipo V (también conocido como «endotensión») es el crecimiento del saco aneurismático sin una endofuga demostrada por imagen.

Embolismo:

Durante el procedimiento, puede desprenderse material (como coágulos, placas de grasa o fragmentos del aneurisma) que se mueve a través de la corriente sanguínea, lo que puede obstruir vasos más pequeños (embolia), especialmente en los riñones, cerebro o extremidades.

Alteraciones en la prótesis:

En algunos casos, la endoprótesis puede desplazarse de su posición original, lo que puede comprometer su eficacia. Esto puede ocurrir si el stent no está bien anclado en las paredes de la aorta o si hay un cambio en el flujo sanguíneo.

Ruptura del stent en algún segmento o en la unión de estos.

Obstrucción del stent, la endoprótesis puede desarrollarse con una obstrucción parcial o total debido a la acumulación de coágulos, placas de grasa o tejido cicatricial, lo que puede requerir un tratamiento adicional.

DEL ORIGEN A LAS NUEVAS HERRAMIENTAS

PRINCIPIOS DE LA HEMODINAMIA:

En 1844 Claude Bernard introdujo catéteres en las arterias y venas de los caballos hasta alcanzar las aurículas izquierda y derecha respectivamente. En 1929 Werner Forssmann se auto introdujo por disección braquial derecha, un catéter y por vía retrograda llego hasta las venas pulmonares. En 1949 Hellens y colaboradores toman por primera vez las presiones de capilar pulmonar, equivalente a la presión media de la aurícula izquierda (se utiliza hoy en día para la medición de las presiones intracavitarias con catéter de swan-ganz). En 1950 cateterismo retrogrado en humanos. En 1953 punción de la arteria femoral por Seldinger. Reynaldo dos Santos punsion en aorta abdominal inyectando contraste en 1929. En 1936 Steinberg obtiene de manera accidental angiografías de conejos. En 1937 en cuba Castellano comienza a realizar angiografías en humanos.

Evolución de los angiógrafos

Originalmente los angiografos estaban conformados por un tubo de rayos x que inciden sobre el paciente y llega a un intensificador de imagen, responsable de enviar la señal a unos monitores donde el medico observa el procedimiento.

En los primeros equipos el tubo de rayos x estaba fijo al piso y el intensificador de imágenes al techo, por lo cual se debía mover al paciente para obtener las distintas proyecciones. Las imágenes se grababan en películas de 35mm y luego de un proceso de revelado el medico recién podía analizar el procedimiento. Cuando llego la reveladora automática se pudo reducir significativamente estos pasos. A su vez con la creación del arco en C móvil que permitía realizar las proyecciones mucho más rápido y eficientes. Las imágenes eran captadas en un sistema analógico y almacenadas en VHS. En 1995 para disminuir la cantidad de radiación empleada, se sustituyó el sistema de grabación en video y se colocó una cámara digital que

recibía la imagen generada por rayos X. (intensificador de imagen digital) Con la angiografía digital las imágenes se almacenaron en CD rom mejorando la calidad y definición. En la actualidad se pueden obtener imágenes 3D.

En 2005 en Paris se presentó la nueva generación de sistemas de imagen cardiovascular denominada como equipos de angiografía con Flat Panel detector. La imagen que se obtiene es modificada y optimizada por software de computadora con lo que se logra mejorar la resolución espacial, la nitidez la calidad de imagen de rayos X

Tipos de angiografía

Analógica: Se utilizo durante muchos años. Se obtenía por películas radiográficas y eran necesarias al menos 3rx por segundo. Para realizar este proceso tan rápido se utilizaba un intercambiador automático de películas de alta velocidad. El angiografo está constituido por el tubo de rayos x, intensificador de imagen, cambiador de placas, la mesa de cateterismo y la jeringa inyectora de medio de contraste.

Sustracción convencional: esta técnica extrae ciertos elementos de una imagen que dificultan la visualización, como seria por ejemplo la superposición de los huesos. Se hacía de forma manual y requería mucho tiempo. Todas las imágenes en la misma posición. Primero

Digital: ya no emplea imágenes directas por películas, sino que procesadas por computadora y proyectadas en monitores. Consiste en un generador de rayos x, un tubo de rayos x, un intensificador de rayos x, un detector de panel plano, un sistema de televisión, mesa para el paciente, monitores y un sistema de registro de imágenes.

Avances tecnológicos y procedimientos mínimamente invasivos (década de 1990-2000)

Sistemas de adquisición de imágenes 3D: A medida que la tecnología avanzaba, los equipos de hemodinamia integraron imágenes tridimensionales (3D), lo que permitió a los médicos visualizar con mayor precisión las arterias y vasos en tiempo real.

Sistemas de ecografía intravascular: Se introdujeron sistemas de ecografía intravascular (IVUS) que mejoraron la visualización de las arterias desde dentro, permitiendo a los cardiólogos intervenir de manera más precisa y segura.

Imágenes de tomografía computarizada (CT) y resonancia magnética (RM): En este período, también se integraron modalidades de imagen avanzada como la tomografía computarizada (CT) y la resonancia magnética (RM), mejorando el diagnóstico y la planificación preoperatoria.

Tecnología digital avanzada y procedimientos guiados por imágenes (década de 2000-2010)

Intervenciones mínimamente invasivas: Durante esta década, los avances permitieron que muchos procedimientos fueran guiados por imágenes en tiempo real, lo que redujo significativamente la necesidad de cirugía abierta. Esto incluyó la colocación de stents, la reparación de aneurismas y la corrección de valvulopatías mediante técnicas de valvuloplastia.

Mejoras en la radiación: Con el aumento de la preocupación por la radiación, los equipos comenzaron a incorporar sistemas de reducción de radiación, utilizando técnicas como la

fluoroscopia de baja dosis y la radiografía digital para minimizar la exposición tanto a los pacientes como al personal médico.

Integración de la imagen en 3D con cateterismo cardíaco: La posibilidad de integrar imágenes 3D con los procedimientos de cateterismo se hizo más común, lo que facilitó una visualización en tiempo real y ayudó a planificar intervenciones más precisas.

La angiografía digital sustraída (DSA) es una técnica de formación de imagen bidimensional para la visualización de vasos sanguíneos en el cuerpo humano. Se adquiere la misma secuencia de una proyección primero sin inyección de medio de contraste y después con inyección por los vasos que se desea investigar.

Roadmapping Es una aplicación avanzada de DSA. A partir de la secuencia DSA adquirida, se identifica la imagen con máxima opacificación del vaso y se asigna como máscara del llamado "roadmap". Esta máscara se sustrae continuamente de las imágenes de escopia en tiempo real para producir imágenes de sustraídas en tiempo real superpuestas a una imagen estática de la vasculatura. El beneficio clínico es que se pueden visualizar mejor las estructuras vasculares pequeñas y complejas, sin tejido subyacente que se interponga, lo que ayuda a colocar catéteres.

Avances actuales (década de 2010-2020)

Sistemas de hemodinamia en tiempo real y de "fusión de imágenes": Los equipos modernos permiten la "fusión de imágenes", que integra imágenes de diferentes modalidades (como la resonancia magnética, la tomografía computarizada y la fluoroscopia) en tiempo real. Esto permite una planificación más precisa y reduce los riesgos asociados con los procedimientos.

Mejoras en la resolución y visualización: Los monitores de alta definición, las imágenes en 3D y la tecnología de reconstrucción avanzada permiten una visualización más detallada y clara de las arterias, lo que mejora la precisión en los procedimientos.

Automatización y asistencia en el procedimiento: Los sistemas de hemodinamia de última generación incluyen herramientas de automatización para controlar la radiación, la dosis de contraste y las imágenes, lo que reduce el margen de error humano y mejora la seguridad del paciente.

Dispositivos de intervención más avanzados: Los equipos actuales están diseñados para trabajar en conjunto con dispositivos de intervención más sofisticados, como stents recubiertos, dispositivos de cierre de defectos cardíacos y dispositivos para tratar aneurismas de aorta abdominal mediante endoprótesis.

Futuro: Integración de Inteligencia Artificial y Realidad Aumentada

Inteligencia Artificial (IA): Los equipos de hemodinamia del futuro probablemente incluirán inteligencia artificial para ayudar en el análisis de las imágenes y en la toma de decisiones clínicas. La IA puede mejorar la precisión de los diagnósticos, la planificación de intervenciones y la predicción de resultados.

Realidad aumentada (AR): En los próximos años, la realidad aumentada podría permitir a los médicos ver información adicional sobre la anatomía del paciente (como modelos 3D de vasos sanguíneos) superpuesta a las imágenes en tiempo real, lo que mejoraría aún más la precisión y seguridad de los procedimientos.

Vessel Navigator(navegador de vasos) o fusión de imágenes

Mediante un software especialmente diseñado se pueden fusionar las imágenes de tomografía capturadas previamente, con las imágenes en vivo, que, por radioscopía, se obtienen en la sala quirúrgica. Sin inyectar contraste se puede saber cuál es el lugar donde debe ser desplegada la endoprótesis, o dónde es el nacimiento de la arteria renal sobre la cual hay que dejar su respectiva fenestración.

Pasos importantes en la fusión de imágenes.

La imagen de fusión implica cuatro pasos para lograr una óptima ubicación intraoperatoria: el procesamiento de la angiotomografía (ATC) preoperatoria, la selección de los puntos de referencia en la ATC preoperatoria, la adquisición de un volumen intraoperatorio usando la CBCT y la fusión entre la imagen obtenida intraoperatoriamente (CBCT) y la ATC preoperatoria. De esta manera, se acorta significativamente el tiempo de la cirugía y se reduce la cantidad de sustancia de contraste y la dosis de radiación. (fig.5,6,7 y 8)

1. Adquisición de imágenes preoperatorias

Tomografía Computarizada (TC): Se realiza una tomografía computarizada (TC) del área de interés, como la aorta abdominal en el caso de aneurismas, o las arterias coronarias en el caso de intervenciones cardíacas. La TC proporciona imágenes detalladas en 3D de las estructuras anatómicas y se utiliza para obtener información sobre la localización, tamaño y forma de las lesiones o anomalías. Estas imágenes se capturan en cortes finos y pueden ser procesadas para crear modelos 3D de la anatomía vascular o de los órganos involucrados. Se obtiene una imagen de la aorta, eliminando estructuras que se interponen con la imagen de la misma.

2. Adquisición de imágenes en tiempo real (angiografía)

Angiografía: Durante el procedimiento intervencionista, se realiza una angiografía, que es una técnica de imágenes en tiempo real usando fluoroscopia con medio de contraste. Esta modalidad permite visualizar el flujo sanguíneo a través de los vasos sanguíneos, identificando estenosis, aneurismas o cualquier otra alteración vascular.

La angiografía se utiliza durante el procedimiento para observar el comportamiento del flujo sanguíneo, las zonas de posible obstrucción, y la colocación precisa de dispositivos como stents, catéteres o endoprótesis.

3. Registro y alineación de las imágenes

Registro de las imágenes: El siguiente paso es realizar el registro de las imágenes obtenidas por TC y angiografía. Esto implica alinear las imágenes de la TC (que proporcionan una representación detallada y estática de la anatomía) con las imágenes en tiempo real de la angiografía.

Métodos de alineación:

Para esto se utilizan puntos de referencia en ambas imágenes que pueden utilizarse estructuras óseas o prótesis previas.

Registro rígido: Las imágenes de TC y angiografía se alinean sin permitir ningún cambio en la geometría de las imágenes, simplemente superponiéndolas de manera precisa.

Registro no rígido: Si las imágenes no coinciden perfectamente debido a movimientos del paciente o cambios anatómicos durante el procedimiento, se puede realizar una transformación más flexible para ajustarlas.

El software de fusión: Plataformas como Vessel Navigator utilizan algoritmos avanzados de procesamiento de imágenes para realizar el registro automático y asegurar que las imágenes de TC se fusionen de manera precisa con las de la angiografía.

4. Fusión de imágenes (anexo 13)

Una vez que las imágenes han sido alineadas, el software procede a fusionarlas, es decir, a combinarlas para generar una visualización única. La imagen fusionada superpone la anatomía detallada de la TC con las imágenes angiográficas de la circulación sanguínea en tiempo real.

Visualización en tiempo real: Los médicos pueden ver ambas imágenes simultáneamente en la pantalla del equipo de navegación. Esto permite que los detalles anatómicos y funcionales de los vasos sanguíneos se vean en conjunto, lo que ayuda a guiar intervenciones con mayor precisión.

5. Ajustes y optimización

Ajuste de la intensidad y el contraste: Después de fusionar las imágenes, es posible ajustar la intensidad, el brillo y el contraste para mejorar la visualización de las estructuras y los vasos sanguíneos más importantes.

Mejora de la resolución: Los sistemas avanzados permiten aumentar la resolución de las imágenes fusionadas, mejorando la precisión y el detalle, lo cual es crucial para guiar intervenciones delicadas.

Fusión dinámica: Durante el procedimiento, se pueden actualizar las imágenes de fusión en tiempo real a medida que se obtienen nuevas imágenes de angiografía, lo que asegura que la visualización sea continua y precisa.

Visualización y navegación

Navegación del dispositivo: Con las imágenes fusionadas, el sistema de navegación (como el Vessel Navigator) permite a los médicos ver en tiempo real la ubicación exacta del catéter, stent, endoprótesis o cualquier otro dispositivo de intervención. Los médicos pueden navegar con más confianza por los vasos sanguíneos y asegurarse de que el dispositivo se coloque en el lugar preciso.

Superposición de imágenes 3D:

En algunos sistemas avanzados, se pueden superponer modelos tridimensionales de la anatomía vascular (creados a partir de la TC) sobre la angiografía en tiempo real. Esto da una representación más precisa y facilita la planificación de procedimientos complejos.

Monitorización postoperatoria

Después del procedimiento, se continúa utilizando la fusión de imágenes para monitorear el resultado de la intervención. Esto es particularmente útil en la reparación de aneurismas con endoprótesis, ya que permite detectar complicaciones como el endoleak (fugas de sangre) o el mal posicionamiento de la endoprótesis.

Beneficios de la fusión de imágenes

Precisión: Mejora la precisión en la colocación de dispositivos, lo que reduce el riesgo de complicaciones.

Reducción de la radiación: Permite reducir la cantidad de radiación necesaria durante el procedimiento, ya que las imágenes preoperatorias (como las de la TC) pueden proporcionar información detallada, disminuyendo la necesidad de realizar múltiples imágenes angiográficas.

Planificación mejorada: Facilita una planificación más precisa, especialmente en procedimientos complejos como la reparación de aneurismas de aorta abdominal.

Optimización de resultados: Mejora los resultados postoperatorios al proporcionar una mejor visión de las complicaciones potenciales, lo que permite intervenciones más rápidas y efectivas.

La superposición en tiempo real se desplaza en sincronización con cualquier proyección, de la mesa y posición del arco. Esto puede reducir la necesidad de secuencias adicionales con contraste para generar nuevos Roadmaps.

Por esta razón es necesario que el licenciado en producción de bioimágenes conozca adecuadamente los procedimientos de adquisición de la imagen tomográfica, así como las medidas que necesitará el hemodinamista tanto para mandar a hacer la prótesis, como para diseñar la mejor estrategia para el procedimiento. Poder realizar la sustracción de la arteria Ao y sus ramas abdominales. Y conocer y llevar a cabo los pasos para la fusión de imágenes con el angiógrafo.

Para la fusión de imágenes en procedimientos intervencionistas con el Vessel Navigator, especialmente en el caso de un aneurisma de aorta abdominal (AAA), la tomografía computarizada (TC) juega un papel crucial en proporcionar una imagen detallada y precisa de la anatomía del paciente. Esta TC sirve como base para la fusión con las imágenes angiográficas en tiempo real. Las especificaciones de la TC previa a la fusión con Vessel Navigator deben cumplir con ciertos parámetros técnicos para asegurar la calidad y la precisión de la fusión.

Especificaciones clave de la TC para un AAA:

1. Adquisición de imágenes en cortes finos (thin slices)

Grosor de los cortes: El grosor de los cortes debe ser lo más fino posible para obtener una imagen de alta resolución y evitar artefactos. En general, el grosor de los cortes debe estar entre 0.5 mm y 1 mm, lo que asegura una visualización detallada de la aorta y sus ramas principales.

Espaciado entre cortes: El espaciado entre cortes debe ser mínimo, idealmente menos de 1 mm, para asegurar que no haya lagunas en los datos anatómicos importantes, especialmente en áreas críticas como la bifurcación de la aorta.

2. Reconstrucción en 3D

Reconstrucción tridimensional (3D): Para la planificación de procedimientos y la fusión con el sistema Vessel Navigator, es fundamental que las imágenes TC sean procesadas para crear un modelo 3D detallado de la aorta abdominal y sus ramas principales, incluyendo las arterias renales, ilíacas y cualquier otra rama vascular relevante.

Reconstrucción en múltiples planos: Se recomienda realizar reconstrucciones en varios planos (coronal, sagital y axial) para obtener una visión completa de la anatomía. Esto es útil para visualizar la forma y la ubicación exacta del aneurisma.

3. Contraste intravenoso (Medio de contraste)

Uso de medio de contraste intravenoso: Para visualizar la aorta abdominal y sus ramificaciones, se debe administrar un medio de contraste intravenoso, lo que mejora la visualización de los vasos sanguíneos. Es importante utilizar un contraste de alta calidad para obtener imágenes claras y detalladas.

Tiempos de adquisición: La TC debe ser adquirida durante la fase arterial de la perfusión (generalmente 20-30 segundos después de la inyección del medio de contraste), para asegurar que los vasos sanguíneos estén bien contrastados y visibles.

4. Parámetros de imagen

Resolución espacial: Se debe utilizar una alta resolución espacial para poder distinguir detalles pequeños en la anatomía vascular. La resolución típica debe estar en el rango de 0.5 mm - 1 mm para obtener imágenes nítidas y precisas.

Campo de visión (FOV): El campo de visión de la TC debe ser adecuado para cubrir toda la aorta abdominal, desde la aorta descendente hasta la bifurcación aórtica, y las arterias ilíacas. El FOV debe ser lo suficientemente grande para visualizar todo el área relevante y cualquier extensión del aneurisma.

KiloVoltaje (kV): El voltaje utilizado debe ser adecuado para obtener imágenes de alta calidad sin comprometer la resolución ni la dosis de radiación. Normalmente, se utiliza un valor de 120 kV.

Corriente (mA): La corriente debe ser ajustada en función del tamaño del paciente y la calidad de la imagen requerida. Una corriente de entre 200-300 mA es habitual, pero puede ajustarse según las necesidades del protocolo y las características del paciente.

5. Minimización de artefactos

Control de artefactos: Se deben minimizar los artefactos de movimiento, especialmente si el paciente tiene dificultad para mantenerse inmóvil. En algunos casos, se pueden utilizar técnicas de corrección de movimiento para evitar distorsiones en las imágenes.

Artefactos por metal: Si el paciente tiene dispositivos metálicos (como clips quirúrgicos o endoprótesis previas), se deben utilizar técnicas de reducción de artefactos por metal para obtener imágenes lo más limpias y precisas posibles.

6. Valoración de la anatomía del aneurisma

Tamaño y forma del aneurisma: La TC debe permitir la medición precisa del tamaño, la forma y la ubicación del aneurisma. Es importante visualizar la extensión del aneurisma, su relación con las arterias principales y cualquier complicación (como la rotura o el trombo intraluminal).

Evaluación de la tortuosidad: La TC debe proporcionar información sobre la tortuosidad de la aorta abdominal y las arterias principales, ya que esto puede afectar la planificación y la colocación de una endoprótesis.

7. Visualización de las arterias renales y otras ramas principales

Arterias renales: Deben visualizarse claramente las arterias renales, ya que es fundamental asegurarse de que no haya compromisos de flujo sanguíneo hacia los riñones durante la colocación de una endoprótesis.

Arterias ilíacas y mesentéricas: Se debe evaluar la integridad de las arterias ilíacas y mesentéricas, ya que pueden verse involucradas en el procedimiento, especialmente cuando se colocan stents o endoprótesis.

8. Tiempo de adquisición

Rápidez de adquisición: La TC debe ser lo suficientemente rápida para capturar imágenes de alta calidad mientras se minimiza el movimiento del paciente. Generalmente, la adquisición de la TC se realiza en 1-2 segundos con tecnología de tomografía multicapas (multislice) para obtener cortes finos sin comprometer la calidad de la imagen.

9. Software y procesamiento de imágenes

Software de procesamiento: Las imágenes adquiridas deben ser procesadas mediante software avanzado que permita reconstruir la imagen en 3D y realizar las visualizaciones necesarias para la planificación quirúrgica. Los sistemas de software deben permitir el análisis detallado de la aorta, la medición del diámetro de la aorta y las arterias principales, y la visualización de los detalles críticos que podrían influir en la colocación de una endoprótesis.

La utilización del Vissel Navigator debería contribuir en disminuir la cantidad de contraste, tiempo de procedimiento, dosis adsorbida de radiación y tiempo de exposición.

La dosis absorbida de radioscopia durante la colocación de una endoprótesis aórtica abdominal puede variar dependiendo de varios factores, como la técnica utilizada, la duración del procedimiento, el equipo de radioscopia empleado, la experiencia del equipo médico y la presencia de tecnologías que optimicen la imagen.

Factores que afectan la dosis absorbida:

Duración del procedimiento: Cuanto más largo sea el procedimiento, mayor será la dosis de radiación debido a la mayor exposición.

Uso de fluoroscopia: La fluoroscopia es una forma de radioscopia en tiempo real que se utiliza durante procedimientos como la colocación de endoprótesis aórticas, y puede implicar exposiciones prolongadas a radiación.

Tamaño y complejidad del caso: Pacientes con anatomías complejas pueden requerir más imágenes para asegurar la correcta colocación de la endoprótesis.

Tecnologías adicionales: La utilización de tecnologías de imagen avanzadas, como el Vessel Navigator o CT-fluoroscopy, puede reducir la dosis al mejorar la precisión de la colocación de la endoprótesis.

Dosis absorbida en términos generales

En los procedimientos endovasculares, como la colocación de una endoprótesis aórtica abdominal (por ejemplo, en el tratamiento de un aneurisma de la aorta abdominal), la dosis de radiación se mide en Gy (Gray), que es la unidad que mide la cantidad de radiación absorbida por el tejido.

Dosis media: Para este tipo de procedimientos, la dosis de radiación absorbida por el paciente generalmente se encuentra en un rango de 1-5 Gy, dependiendo de la duración de la fluoroscopia y la complejidad del caso.

Dosis en el procedimiento típico:

En la colocación de una endoprótesis aórtica abdominal, la dosis absorbida del paciente puede estar entre 1.5 y 3.5 Gy, aunque estos valores pueden variar.

Dosis en procedimientos complejos: En procedimientos más complejos o de mayor duración, como la colocación de endoprótesis en anatomías difíciles o en casos con complicaciones, la dosis podría superar los 5 Gy.

Comparación con otros procedimientos

Para poner esto en contexto, la dosis absorbida en un procedimiento como una radiografía abdominal simple puede ser de aproximadamente 0.1 mGy, mientras que una tomografía computarizada (CT) de abdomen podría ser de 10-20 mGy.

Efectos de la dosis de radiación

Es importante considerar que la dosis de radiación que recibe un paciente durante la colocación de una endoprótesis aórtica es suficiente para tener un potencial riesgo de efectos biológicos si se sobrepasan ciertos umbrales de radiación. Sin embargo, los procedimientos están cuidadosamente monitoreados y la dosis de radiación se trata de mantener en niveles lo más bajos posibles sin comprometer el resultado clínico.

Los estudios sugieren que la exposición de radiación debe mantenerse dentro de los límites de seguridad establecidos por organizaciones como la Sociedad Radiológica de América del Norte (RSNA) y la Organización Mundial de la Salud (OMS), para minimizar los riesgos de efectos adversos, como la inducción de cáncer a largo plazo.

Reducción de la dosis

Existen varias estrategias para reducir la dosis de radiación durante la colocación de una endoprótesis aórtica:

Optimización de los parámetros de la fluoroscopia: Utilizar una fluoroscopia pulsada en lugar de continua, que puede reducir la dosis.

Uso de tecnologías de imagen avanzadas: Tecnologías como el Vessel Navigator, la tomografía computarizada (TC) para la planificación prequirúrgica y la fluoroscopia tridimensional pueden reducir la exposición radiológica al guiar más precisamente la colocación de la endoprótesis.

Formación del equipo médico: La experiencia del equipo que maneja la fluoroscopia puede reducir el tiempo de exposición y, por ende, la dosis recibida.

El DAP (Dose Area Product, o Producto de Dosis por Área) es una medida utilizada para cuantificar la cantidad total de radiación absorbida por un paciente durante un procedimiento de diagnóstico por imágenes, como la radioscopia (fluoroscopia) o la radiografía (grafía). El DAP tiene en cuenta tanto la dosis de radiación (cuánto de radiación es absorbida por el paciente) como el área irradiada (la extensión del área que recibe la radiación).

Definición de DAP en diferentes contextos:

DAP Escopia (en $cGy \cdot cm^2$):

Se refiere a la dosis absorbida durante el procedimiento de fluoroscopia (escopia) específicamente.

La unidad $cGy \cdot cm^2$ significa centigray por centímetro cuadrado. Aquí, "centigray" es una unidad que mide la dosis absorbida por el tejido, y "centímetro cuadrado" mide el área irradiada.

Este valor refleja la radiación total recibida durante la fluoroscopia, que es un procedimiento de imagen en tiempo real utilizado para guiar intervenciones como la colocación de endoprótesis o procedimientos quirúrgicos mínimamente invasivos.

DAP Grafía (en $cGy \cdot cm^2$):

Se refiere al DAP de radiografías o imágenes estáticas obtenidas durante el procedimiento (por ejemplo, imágenes obtenidas en una radiografía convencional o un tomógrafo).

El DAP grafía mide la dosis y área asociadas a las imágenes de radiografía que se toman durante el procedimiento, que generalmente requieren menos tiempo de exposición comparado con la fluoroscopia, pero pueden involucrar un mayor número de imágenes.

DAP Total (en $cGy \cdot cm^2$):

Es el DAP total acumulado durante todo el procedimiento, que incluye tanto la escopia como las grafías tomadas.

Este valor es una suma de las dosis y áreas asociadas a todos los métodos de imagen empleados durante el procedimiento. Es útil para tener una idea general de la exposición total a radiación durante una intervención.

Unidades:

$cGy \cdot cm^2$: Es una medida de dosis absorbida por área. La dosis de radiación se mide en centigray (cGy), y el área irradiada en centímetros cuadrados (cm^2).

El DAP Escopia mide la dosis absorbida específicamente durante la fluoroscopia (radioscopia en tiempo real).

El DAP Grafía mide la dosis absorbida durante las imágenes de radiografía.

El DAP Total es la suma de la dosis absorbida durante todo el procedimiento, considerando tanto la fluoroscopia como las radiografías.

Importancia clínica:

DAP Escopia y DAP Grafía son útiles para evaluar la carga radiológica asociada con los procedimientos, tanto para el paciente como para los profesionales de la salud, lo que ayuda a asegurar que la exposición a radiación sea lo más baja posible sin comprometer la calidad de la imagen o el éxito del procedimiento.

Un valor de DAP Total elevado puede indicar un procedimiento más largo o complejo, y una mayor exposición a radiación tanto en términos de dosis como de área.

Es fundamental que los procedimientos se realicen con el control adecuado del DAP para minimizar los riesgos asociados con la exposición a radiación, especialmente cuando se realizan procedimientos endovasculares.

Análisis de los datos

Se revisaron 10 casos donde se utilizó vissel navigueitor y se comparó con 10 casos donde no se utilizó, solo se tuvo en cuenta las siguientes variables: cantidad de contraste, tiempo de exposición, dosis absorbida, tiempo total del procedimiento y si hubo complicaciones si/no.

Pacientes que se utilizó Vissel Navigueitor

PACIENTES	CANTIDAD DE CONTRASTE
Paciente 1	100ml
Paciente 2	100ml
Paciente 3	110ml
Paciente 4	60ml
Paciente 5	80ml
Paciente 6	110ml
Paciente 7	70ml
Paciente 8	110ml
Paciente 9	150ml
Paciente 10	50ml

PACIENTES	TIEMPO DE EXPOSCION
Paciente 1	94,2
Paciente 2	115
Paciente 3	103
Paciente 4	47,7
Paciente 5	85,7
Paciente 6	13,3
Paciente 7	90,3
Paciente 8	102,8
Paciente 9	92
Paciente 10	77,6

PACIENTES	TIEMPO DE PROCEDIMIENT
Paciente 1	05:00
Paciente 2	03:05
Paciente 3	04:30
Paciente 4	02:00
Paciente 5	02:34
Paciente 6	03:16
Paciente 7	03:02
Paciente 8	03:58
Paciente 9	04:15
Paciente 10	01:55

PACIENTES	DOSIS ABSORVIDA
Paciente 1	3048000
Paciente 2	703000
Paciente 3	207000
Paciente 4	1213000
Paciente 5	2009000
Paciente 6	376000
Paciente 7	305000
Paciente 8	560000
Paciente 9	745000
Paciente 10	288000

pacientes	cantidad de contras	tiempo de exposicion a	tiempo de procedimient	dosis absorvi	complicaciones post procedimien
Paciente 1	100ml	94,2	05:00	3048000	SI
Paciente 2	100ml	115	03:05	703000	NO
Paciente 3	110ml	103	04:30	207000	NO
Paciente 4	60ml	47,7	02:00	1213000	NO
Paciente 5	80ml	85,7	02:34	2009000	NO
Paciente 6	110ml	13,3	03:16	376000	NO
Paciente 7	70ml	90,3	03:02	305000	NO
Paciente 8	110ml	102,8	03:58	560000	NO
Paciente 9	150ml	92	04:15	745000	NO
Paciente 10	50ml	77,6	01:55	288000	NO

Procedimientos sin utilizar el vissel navigueitor

PACIENTES	CANTIDAD DE CONTRASTE
Paciente A	150ml
Paciente B	120ml
Paciente C	200ml
Paciente D	180ml
Paciente E	110ml
Paciente F	100ml
Paciente G	105ml
Paciente H	95ml
Paciente I	120ml
Paciente J	105ml

PACIENTES	TIEMPO DE EXPOSCION
Paciente A	116,9
Paciente B	107,2
Paciente C	120,1
Paciente D	133
Paciente E	94,5
Paciente F	89,1
Paciente G	91,4
Paciente H	78,9
Paciente I	124,8
Paciente J	102,4

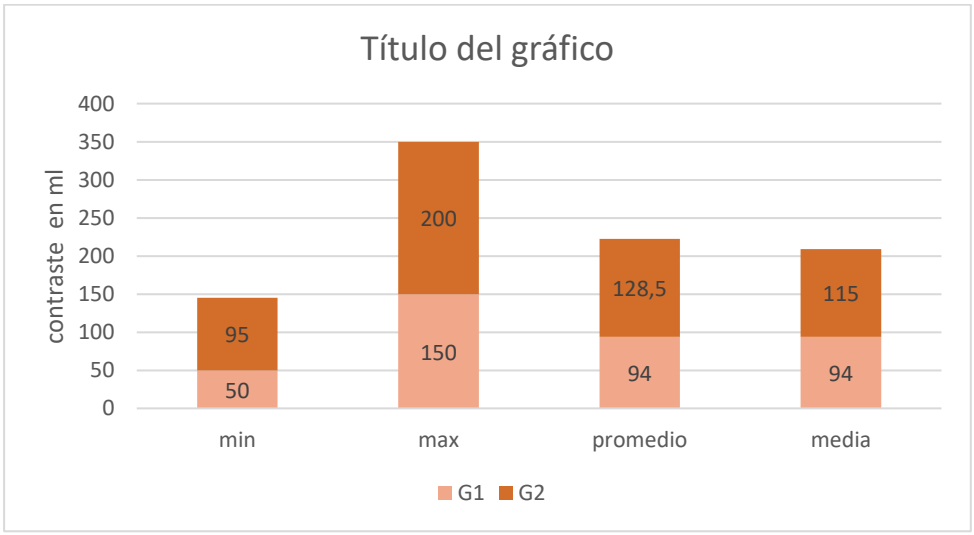
PACIENTES	TIEMPO DE ESTUDIO
Paciente A	05:20
Paciente B	05:05
Paciente C	06:32
Paciente D	04:45
Paciente E	04:27
Paciente F	03:50
Paciente G	04:52
Paciente H	03:36
Paciente I	05:16
Paciente J	03:58

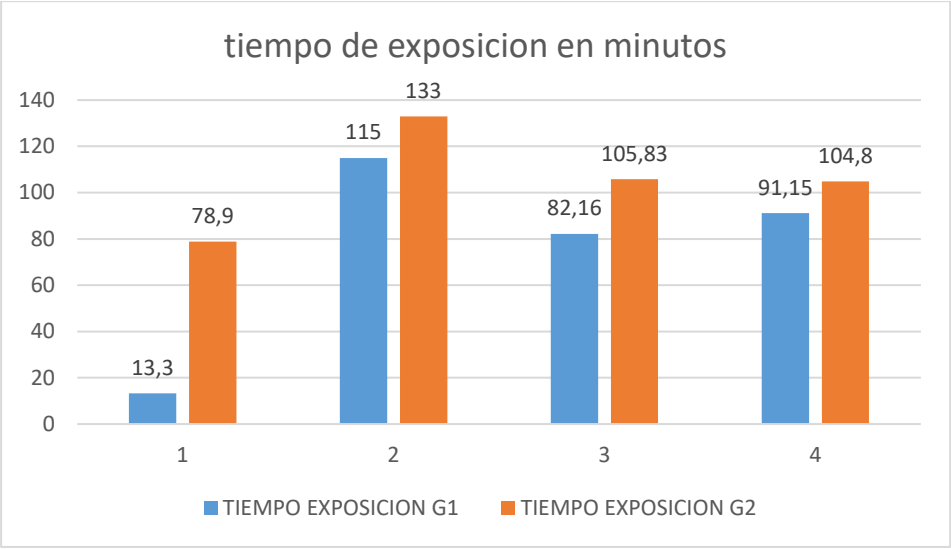
PACIENTES	DOSIS ABSORVIDO
Paciente A	2809000
Paciente B	900000
Paciente C	3389000
Paciente D	1955000
Paciente E	1786000
Paciente F	359000
Paciente G	805000
Paciente H	459000
Paciente I	968000
Paciente J	299000

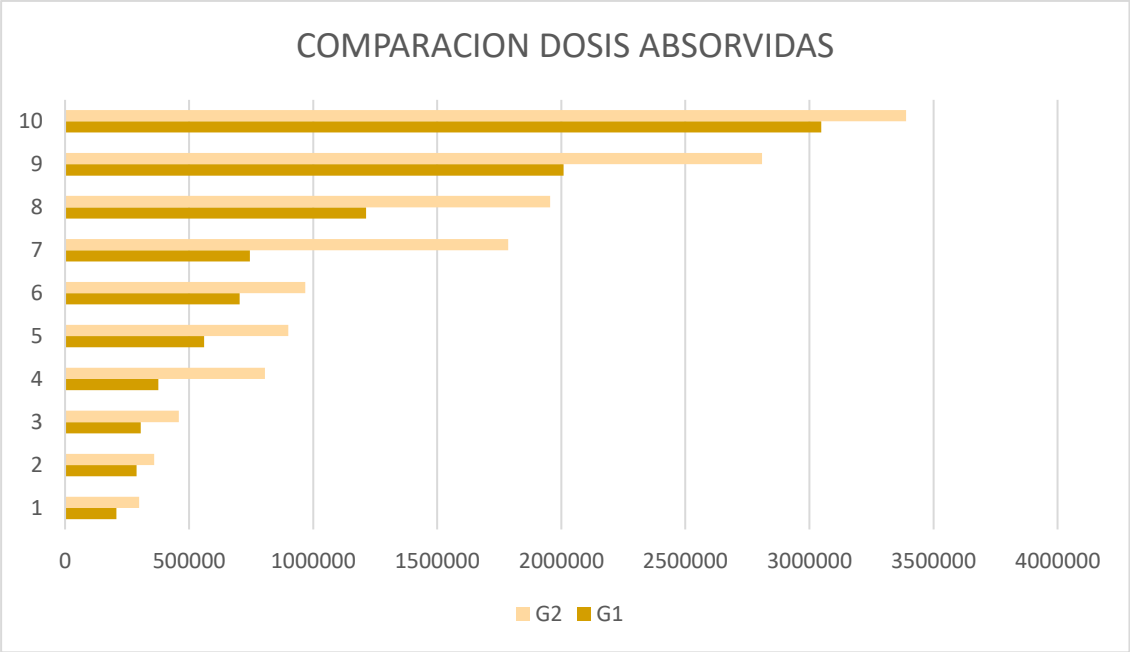
pacientes	cantidad de contras	tiempo de exposicion a	tiempo de procedimient	dosis absorvi	complicaciones post procedimien
Paciente A	150ml	116,9	05:20	2809000	NO
Paciente B	120ml	107,2	05:05	900000	NO
Paciente C	200ml	120,1	06:32	3389000	SI
Paciente D	180ml	133	04:45	1955000	NO
Paciente E	110ml	94,5	04:27	1786000	NO
Paciente F	100ml	89,1	03:50	359000	NO
Paciente G	105ml	91,4	04:52	805000	NO
Paciente H	95ml	78,9	03:36	459000	NO
Paciente I	120ml	124,8	05:16	968000	NO
Paciente J	105ml	102,4	03:58	299000	NO

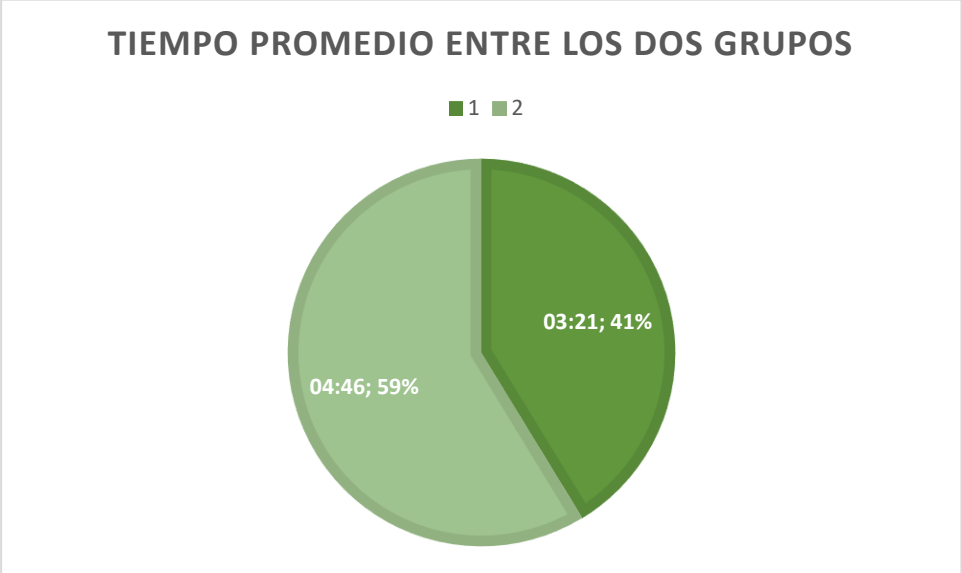
Se analizará para cada variable la máxima, la mínima, la media, etc. Se realizarán gráficos para una mejor visualización de los datos se compararan los datos de los procedimientos utilizando la herramienta y sin utilizar la herramienta

		min	max	promedio	media
CONTRASTE EN ML	G1	50	150	94	94
	G2	95	200	128,5	115
TIEMPO ESTUDIO	G1	01:55	05:00	03:21	03:10
	G2	03:36	06:23	04:46	04:48
TIEMPO EXPOSICION	G1	13,3	115	82,16	91,15
	G2	78,9	133	105,83	104,8
DOSIS ABSORVIDA	G1	207000	3048000	945400	631500
	G2	299000	3389000	1372900	934000




tiempo de exposicion en minutos
140
120
100
80
60
40
20
0
13,3
78,9
115
133
82,16
105,83
91,15
104,8
1
2
3
4
TIEMPO EXPOSICION G1
TIEMPO EXPOSICION G2


COMPARACION DOSIS ABSORVIDAS
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
500000
1000000
1500000
2000000
2500000
3000000
3500000
4000000
G2
G1


TIEMPO PROMEDIO ENTRE LOS DOS GRUPOS
1
2
03:21; 41%
04:46; 59%

Conclusión:

Como se puede observar en la tabla comparativa, para todas las variables los valores evaluados en el grupo 1, pacientes cuyo procedimiento se utilizó la herramienta, son menores que en el grupo en el que no se utilizó el Vissel Navigator. Cave destaca que en lo que respecta a complicaciones fueron similares a corto plazo. Intraprocedimiento hubo en los dos grupos casos en los que además se necesitó utilizar ultrasonido intraluminal (IVUS) para realizar valoraciones. En los dos grupos se escogieron casos con distintos grados de complejidad. Coincidiendo para los dos grupos que los casos mas complejos fueron los que tuvieron los valores mas altos para cada variable.

Podemos decir que dados los resultados obtenidos la herramienta cumplió su objetivo, que es la disminución del uso de contraste, el tiempo de procedimiento, el tiempo de exposición.

Hay que destacar que como se muestra en este trabajo los pasos para realizar la fusión de imágenes son sencillos, pero es necesario contar con una tomografía detallada previa al procedimiento, un angiografo con la tecnología Vissel Navigator y el tiempo para realizarlo. Esto es más difícil en pacientes que se deben intervenir con urgencia. La experiencia del equipo en la utilización de la herramienta también va a influir en los tiempos.

En la institución donde fueron obtenidos los datos realizaron 52 casos de colocación de endoprótesis aorticas fenestradas y sin fenestras, de esos casos 29 se realizaron con la guía de la fusión de imágenes. Entre las razones por las cuales no se utilizó la herramienta están que el caso no era demasiado complejo por lo cual no hacía falta (es la más común), no se contaba con una tomografía tan detallada que permitiera realizar la fusión, que el medico de hemodinamia no está acostumbrado a usarla y que el radiólogo no sepa realizar la fusión de imágenes.

En otros centros no se utiliza porque o no se tiene un angiografo tan moderno que tenga el programa o porque es un software que se debe adquirir a parte del equipo.

ANEXO

Anexo I

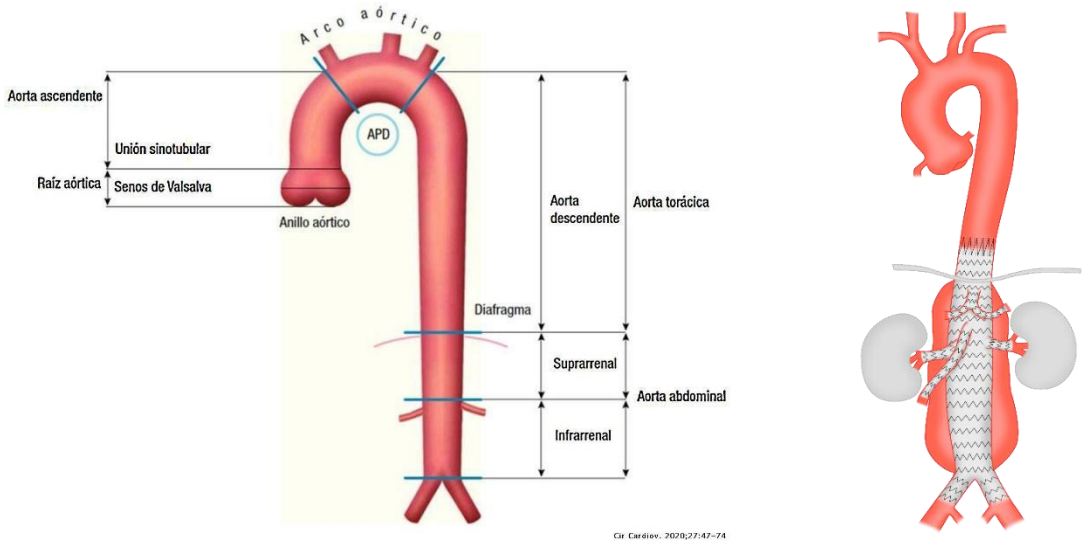


Ilustración 1 segmentación aórtica endoprótesis AAA fenestrada *2-*

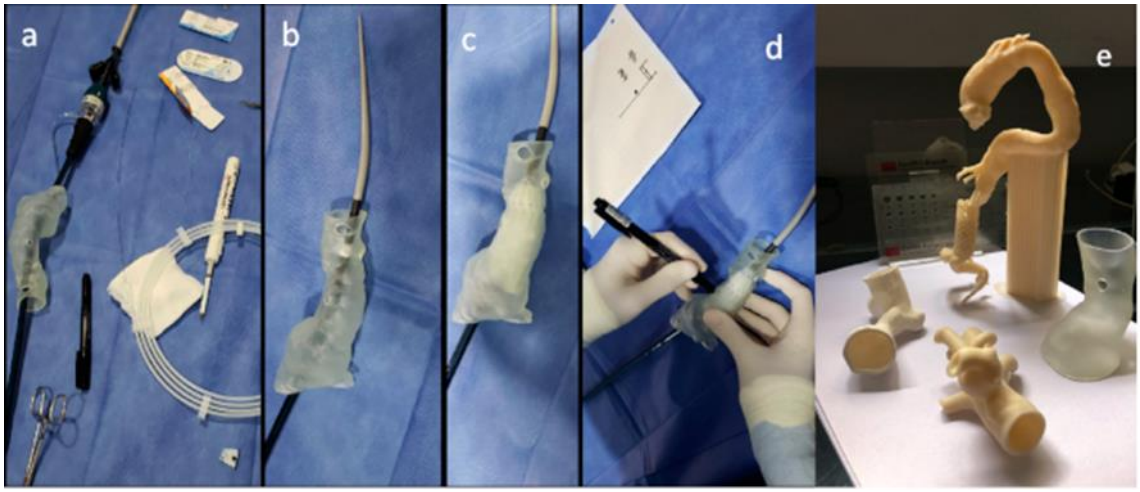


FIG 3. Distintos materiales y pasos necesarios para confeccionar una fenestración en un paciente con las arterias renales a nivel del cuello proximal, en plan de colocación de una endoprótesis fenestrada (a-d). Algunos modelos de impresión 3D (e), fabricados con distintas finalidades (fenestraciones, información a pacientes, táctica quirúrgica).[2]

[2]IMAGEN EXTRAIDA DE: FERREIRA, L., LA MURA, A. R., ÁLVAREZ, J., GIMÉNEZ RUIZ, P. A. T. R. I. C. I. O., DILUCA, P., & EHYEREMENDI, E. (2020). Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos. Revista argentina de cardiología, 88(6), 544-549.



Fig.4-ATC de control stent AoA fenestrado



5-fusión de imagen tomográfica con angiógrafo



Fig.6

Fig.7

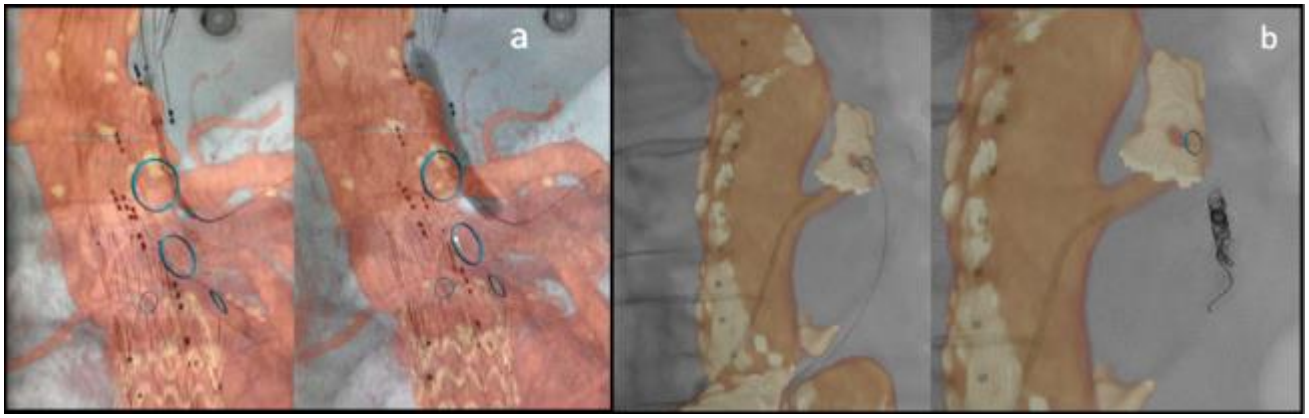


Fig. 8-Dos secuencias en las que se utilizó fusión de imágenes. En la de la izquierda (a), la imagen en tonos naranja, que corresponde a la angio-TC previa, se fusiona con la imagen en

tonos de gris, correspondiente a la imagen angiográfica en vivo. Se canula el tronco celíaco en el caso de una endoprótesis ramificada. En la imagen de la derecha (b), el anillo celeste muestra el origen de la arteria mesentérica inferior que va a ser embolizada con coils para evitar un endoleak tipo II.[3]

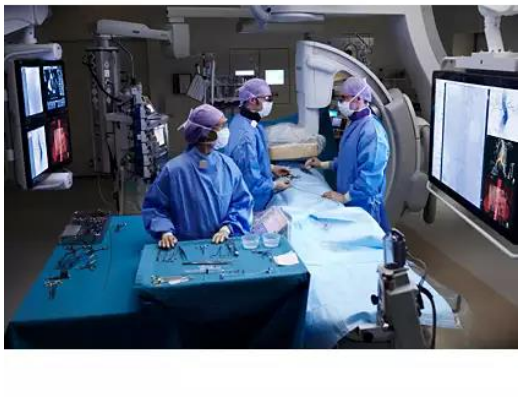
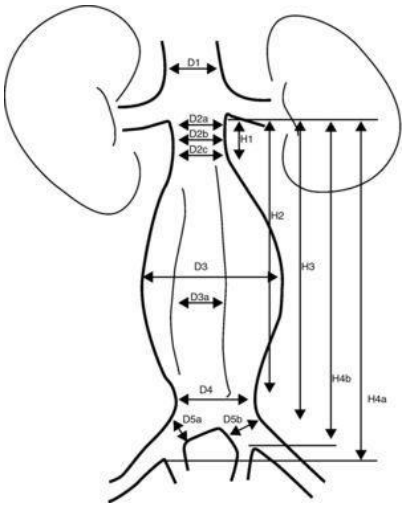


Fig.9-Sala híbrida de hemodinamia



Fig 10 endoprótesis aórtica y sistema de entrega



aneurisma previo al procedimiento



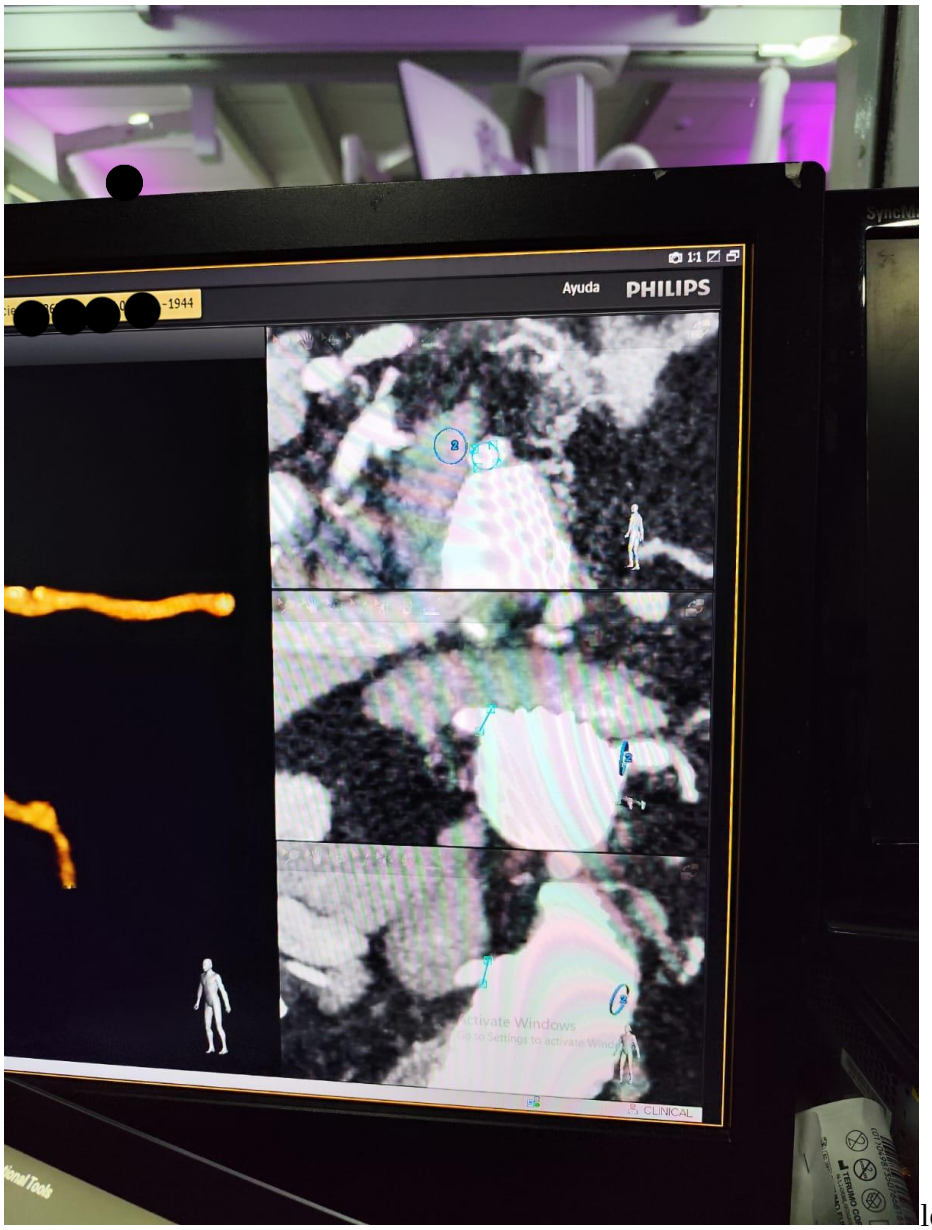
12

Figura11

[3] FERREIRA, L., LA MURA, A. R., ÁLVAREZ, J., GIMÉNEZ RUIZ, P. A. T. R. I. C. I. O., DILUCA, P., & EHYEREMENDI, E. (2020). Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos. Revista argentina de cardiología, 88(6), 544-549.

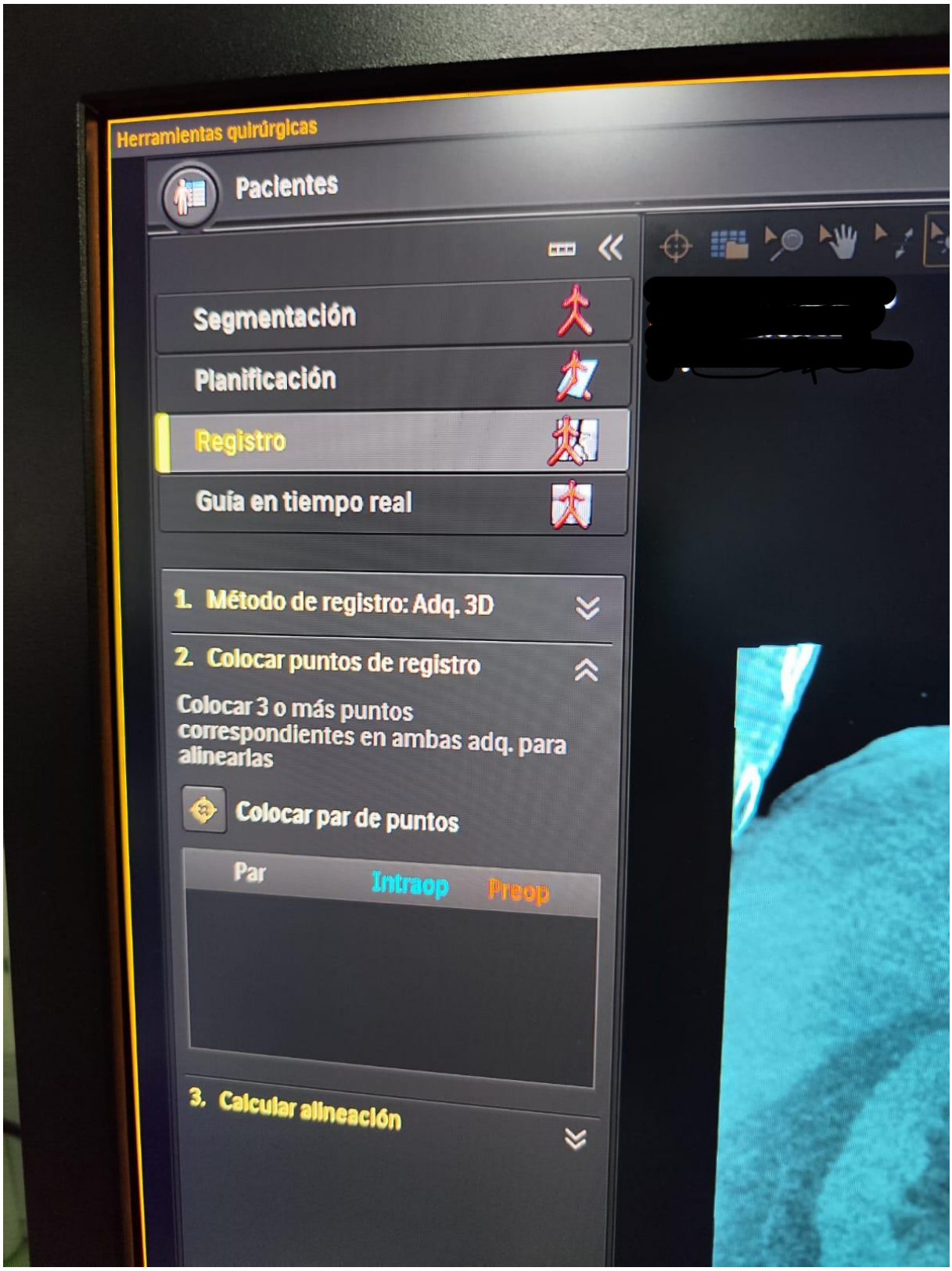
13)La siguiente secuencia de imágenes muestran los pasos para la fusión de imágenes con el vissel navigator de manera sencilla. En este caso el paciente tiene una protesis previa la cual se utlizara com referencia.

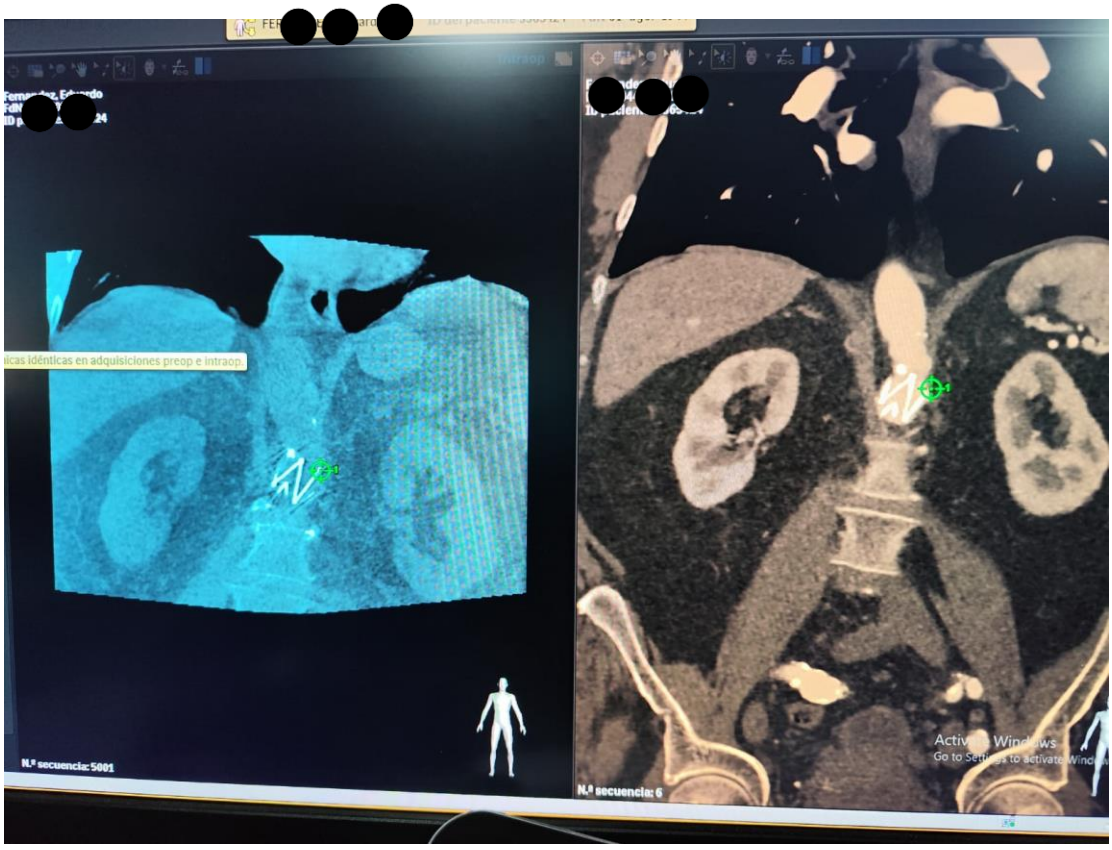




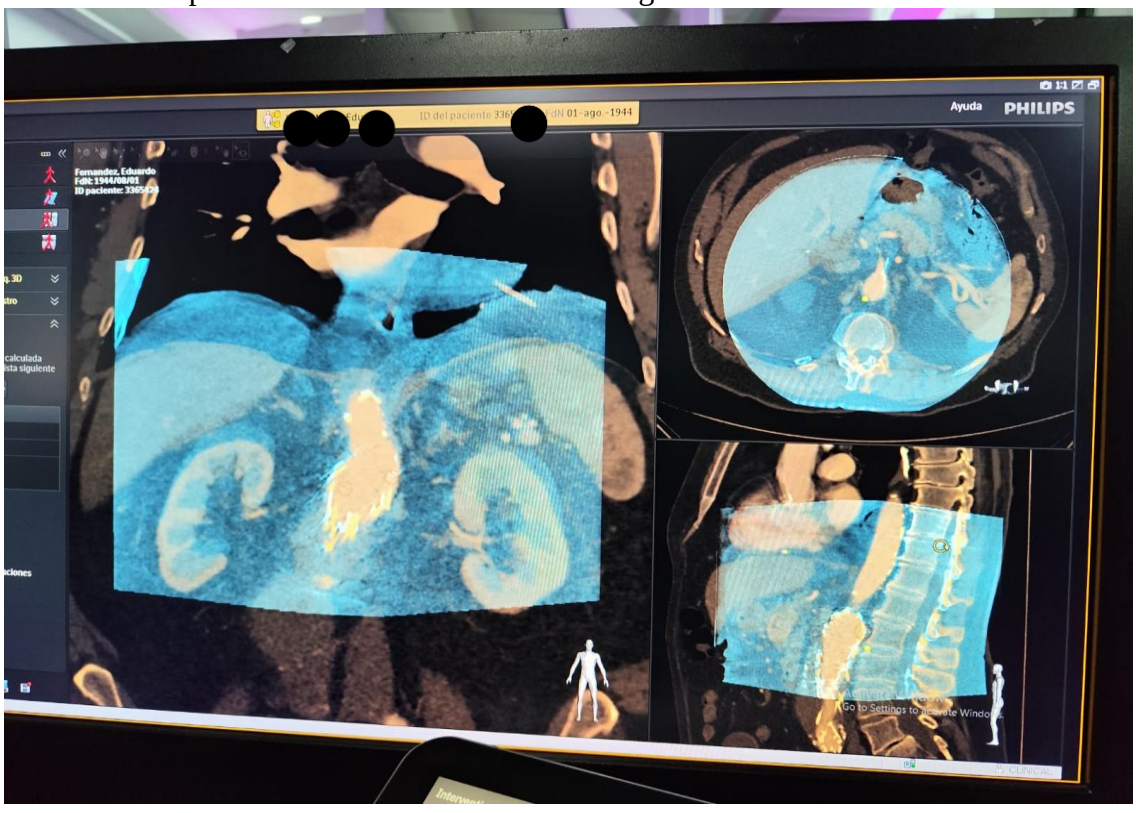
los anillos turquesa marcan la luz de las arterias ramas de la aorta


ID del paciente 3365424
FdN 01-ago.-1944
Interventional Tools

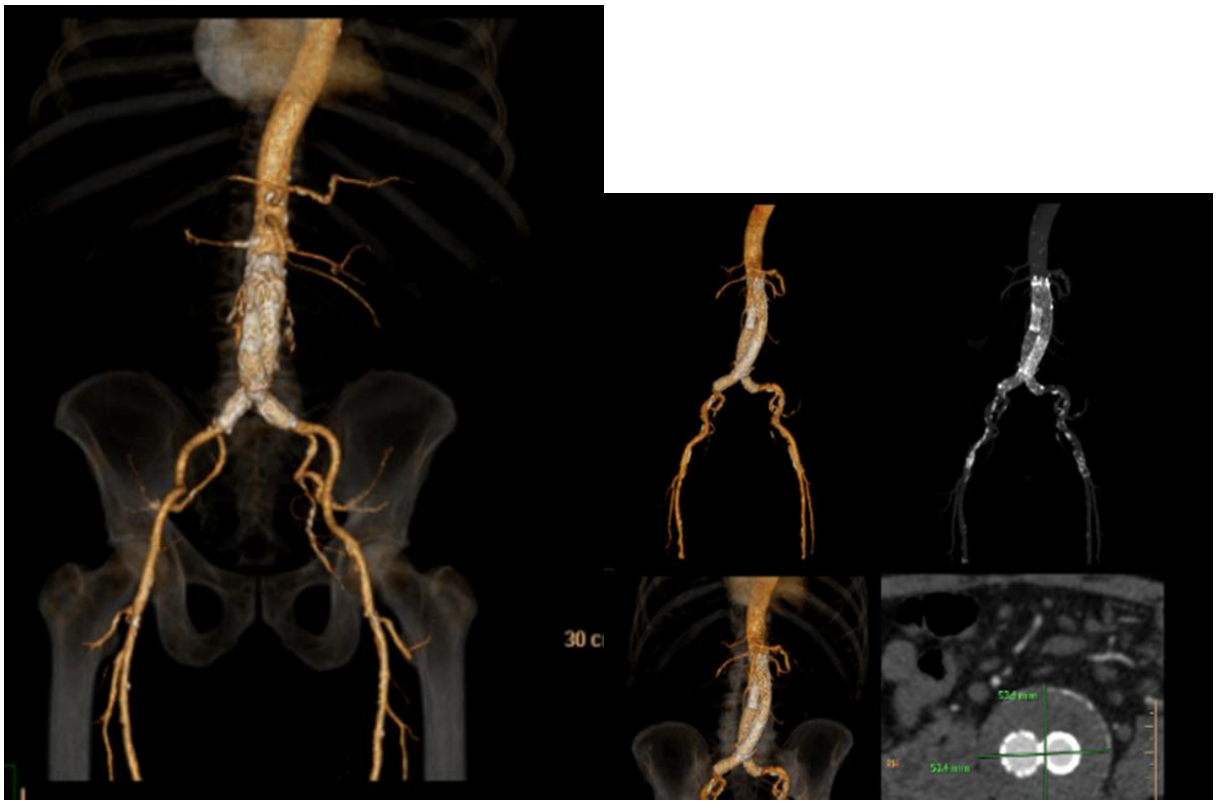

Herramientas quirúrgicas
Pacientes
Segmentación
Planificación
Registro
Guía en tiempo real
1. Método de registro: Adq. 3D
2. Colocar puntos de registro
Colocar 3 o más puntos correspondientes en ambas adq. para alinearlas
Colocar par de puntos
Par
Intraop
Preop
3. Calcular alineación



colocacion de puntos de referencia de las dos imágenes



Las sombras celestes es la alineación en los tres planos de corte de las imágenes tomográficas previas con el barrido hecho en la sala de hemodinamia.





Bibliografía

Arias, P., Santamaría, J., Torre, J., Teira, M. G., & Fernández, C. F. CAPÍTULO VII PROCEDIMIENTOS INTERVENCIONISTAS PERCUTÁNEOS ESPECIALES TEMA 25 ENDOPRÓTESIS AÓRTICA.

de Cardiología, S. A. (2004). Consenso de patología de la aorta. Rev Argent Cardiol, 72(5), 387-401.

Bertoni, H. G., Girela, G., Peirano, M., Leguizamón, J. H., Ludueña, S., & Barone, H. (2008). Exclusión endovascular de un aneurisma de la aorta abdominal con una endoprótesis fenestrada balón expandible. Revista argentina de cardiología, 76(5), 403-406.

Caballero, S. L. M., Navas-Campo, S. R., Calvo, S. J. R. Y. C., Franco, S. C. M. B., Arranz, S. E. Á., & Muñoz, D. I. (2021). Complicaciones tras la reparación de aneurismas de aorta abdominal mediante prótesis endovascular. Seram, 1(1).

Ferreira, L., LA MURA, A. R., ÁLVAREZ, J., Giménez Ruiz, P. A. T. R. I. C. I. O., DI LUCA, P., & EYHEREMENDY, E. (2020). Nuevas tecnologías de imágenes para el diagnóstico y tratamiento de los aneurismas de aorta complejos. Revista argentina de cardiología, 88(6), 544-549.

Dr. Franklin Cueva Torres 10 de mayo 2021

https://www.siacardio.com/academia/lideresemergentes/editorialesle/epidemiologia-y-manejo-de-las-enfermedades-de-la-aorta/

Gómez Palonés, F., Vaquero Puerta, C., Gesto Castromil, R., Serrano Hernando, F. J., Maeso Lebrun, J., Vila Coll, R., ... Riambau Alonso, V. (2011). Tratamiento endovascular del aneurisma de aorta abdominal. Angiología, 205-228.

La Mura, A. R., Ferreira, L. M., Escordamaglia, S., Rosemberg, J., De Paz, M., Ramos, A., & Alende, J. N. (2011). Experiencia con prótesis endovascular con múltiples enseñanzas: Descripción de un caso. Revista argentina de cardiología, 79(1), 55-58.

Martínez, B. G., Romero, E. H., Zapater, C. J., Lope, J. J., Sanchez, M. B., & Diez, A. D. D. (2018). COMPLICACIONES A CORTO Y LARGO PLAZO TRAS LA COLOCACIÓN DE ENDOPRÓTESIS DE AORTA TORÁCICA. Seram, 2(1).

Osorio Valero, M. (2012). Utilidad de la tomografía multicorte en el tratamiento endovascular de los aneurismas aórticos abdominales. Anales de Radiología, México, 11(3).

Reina, J. L. R., & González, C. A. V. (2006). Tratamiento endovascular del aneurisma de aorta abdominal. Visión de la radiología intervencionista. Acta Médica Grupo Angeles, 4(4), 233-238.

Riambau, V., Guerrero, F., Montañá, X. y Gilabert, R. (2007). Aneurisma de aorta abdominal y enfermedad vascular renal. Revista española de cardiología.

Vaquero Puerta, C., San Norberto García, E. M., Brizuela Sanz, J. A., Revilla Calavia, Á., Estévez, I., Flota, C. (2015). Apuntes de la historia del tratamiento de los aneurismas.

https://www.philips.com.co/healthcare/about/events-calendar/webinars/curso-colegio-colombiano-hemodinamia-e-intervencionismo-cardiovascular

YouTube. Explicación de la función del angiógrafo Vessel Navigator o fusión de imágenes.Herramientas Avanzadas: Heart Navigator & Vessel NavigatorEn este video se explica cómo funciona el angiógrafo Vessel Navigator , que permite la fusión de imágenes en tiempo real durante procedimientos endovasculares.

https://ichgcp.net/es/clinical-trials-registry/NCT03269734

https://www.youtube.com/watch?v=4Z20SBDseSs