

Angio TC de Troncos supraaórticos: Virtudes y limitaciones para una adecuada evaluación clínico- radiológica

Juan Francisco Sallaberry Vega¹, Felipe Aguilera del Hoyo¹,
Beatriz Sastre Borregón¹, Cristian Rodríguez Robles¹, Laura
García del Salto¹, Leticia Gutiérrez Velasco¹, Sandra
Robledo Gil¹, Sara Herranz Cabarcos¹

¹ Servicio de Radiodiagnóstico, Hospital Universitario del
Henares, Coslada, Madrid

Objetivo

Este artículo tiene como objetivo hacer una revisión del estudio de los Tronco Supraaórticos mediante la Angiotomografía (Angio-TC). Repasaremos la anatomía normal, sus indicaciones y limitaciones diagnósticas y nos detendremos en los hallazgos patológicos más frecuentes evidenciables mediante esta técnica. Destacaremos también el valor de las reconstrucciones multiplanares y otras herramientas de software para la medición de **calibres vasculares** y mencionaremos los elementos imprescindibles para elaborar un adecuado informe radiológico.

Revisión del tema

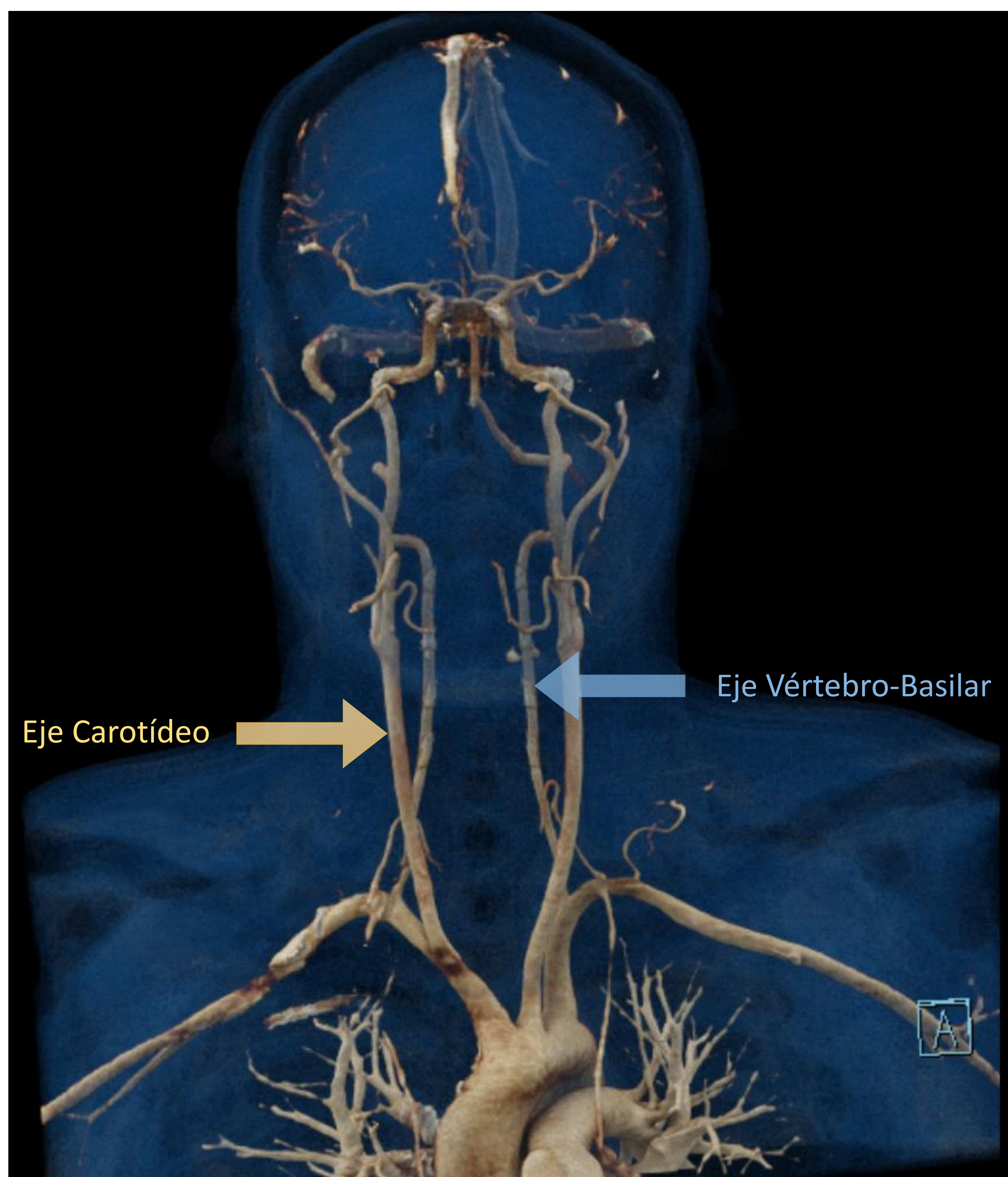
La Angio-TC se ha convertido en una herramienta crucial para estudiar la anatomía y la permeabilidad de los troncos supra aórticos.

Esta técnica tiene un papel muy relevante en el estudio de la patología vascular del cuello y el sistema nervioso central tanto en un contexto de urgencias como en consultas para orientar una **adecuada planificación terapéutica** por parte de los profesionales de la salud.

Asimismo, en la actualidad podemos valernos de herramientas específicas de software que nos ofrecen una medición semiautomática de calibres así como reconstrucciones multiplanares y volumétricas que facilitan la comunicación del radiólogo con los demás servicios.

Anatomía

Se definen como Troncos Supraaórticos (TSA) a los vasos arteriales que nacen del cayado aórtico e irrigan las estructuras craneocervicales. Estos se pueden agrupar en dos sistemas anatómicos para su estudio simplificado: **eje carotídeo** (arterias carótidas comunes, arterias carótidas internas y externas con sus ramificaciones) y **eje vértebro-basilar** (arterias vertebrales y arteria basilar, con sus respectivas ramas).



Eje carotídeo

Compuesto por las **arterias carótidas comunes (ACC)**, **arterias carótidas internas (ACI)** y **arterias carótidas externas (ACE)** con sus ramificaciones. Comúnmente, desde el arco aórtico nacen tres vasos principales: **tronco braquiocefálico**, **arteria carótida común izquierda (ACCI)** y **arteria subclavia izquierda (ASI)**, en un orden de proximal a distal.

La **arteria carótida común derecha (ACCD)** nace de la bifurcación del tronco braquiocefálico junto con la arteria subclavia homolateral. Esto sucede usualmente a nivel de T1 en un plano posterior a la articulación esternoclavicular y en íntima relación con la cara dorsal de los músculos esternohioideo y esternotiroideo.

La ACCI emerge directamente desde el arco aórtico entre los orígenes del tronco braquiocefálico y la arteria subclavia izquierda. De las dos carótidas, la izquierda es la única que presenta un trayecto intratorácico puro, relacionándose en este segmento con la vena braquiocefálica izquierda (vena innominada) por delante y ascendiendo en sentido ligeramente oblicuo hacia anterior y lateral hasta posicionarse lateral a la tráquea, que en regiones intratorácicas se posiciona en un plano más posterior que en su porción cervical. Finalmente la ACCI pasa a una posición posterolateral respecto a la tráquea. A partir de este punto el recorrido y las relaciones de los troncos carotídeos es similar en ambos lados.

Eje carotídeo

En la región cervical las carótidas comunes se localizan en un compartimiento llamado **espacio carotídeo**. Está delimitado por las tres capas de la fascia cervical profunda: superficial (antero-lateralmente), media (antero-medialmente) y profunda (posteriormente).

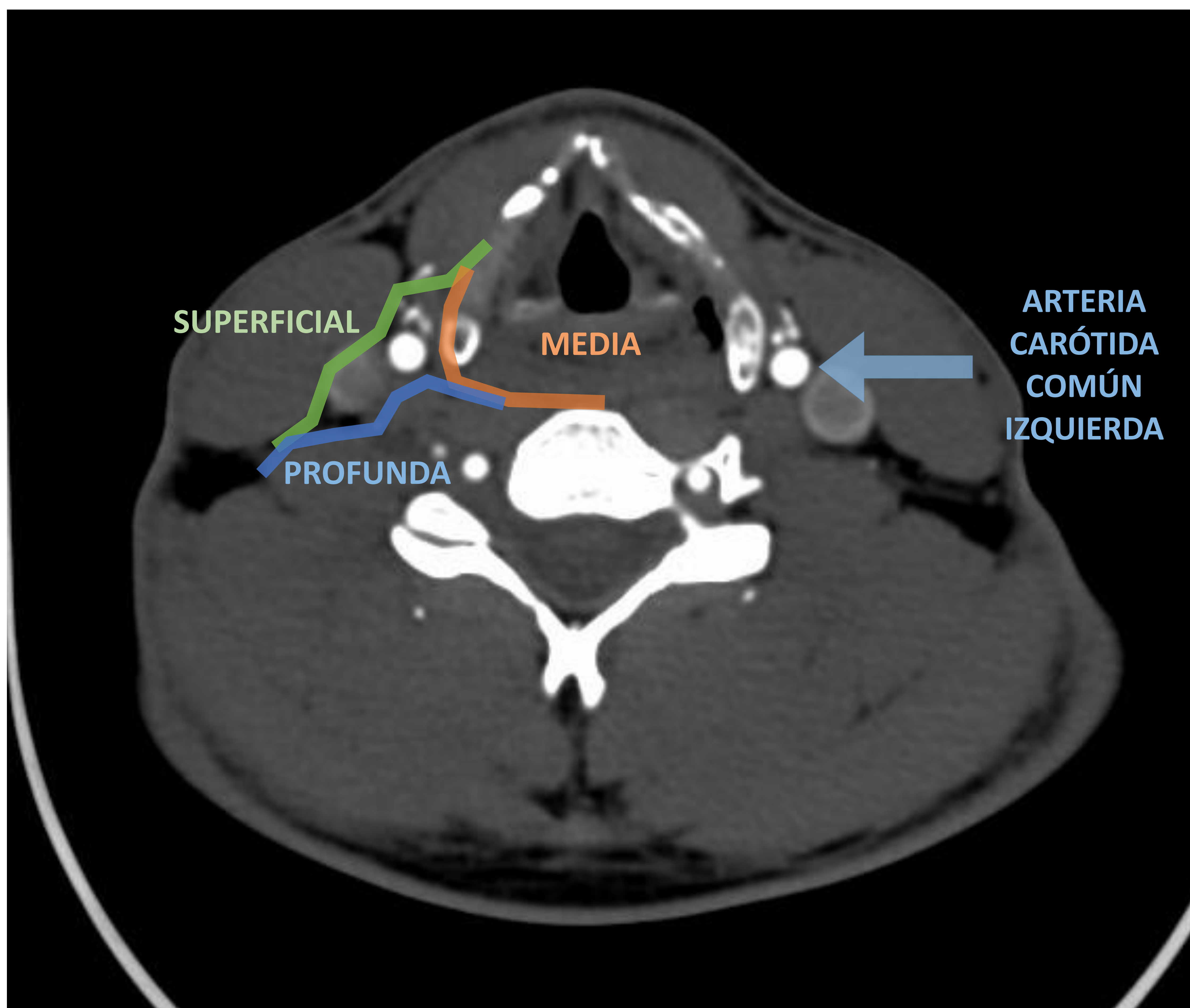
En este compartimiento las arterias carótidas comunes discurren en conjunto con la **vena yugular interna** (usualmente posicionada lateralmente), el **nervio vago** (PC X) (entre medio o posterior), el **plexo simpático** y los **ganglios yugulares** (grupos III y IV a nivel infrahioideo, y grupo IIa a nivel suprahioideo).

Otras relaciones de relevancia a lo largo del recorrido cervical de las ACC son el margen posterolateral de ambos **lóbulos tiroideos** y la **vena facial común** en el segmento inmediatamente previo a la bifurcación, que ocurre aproximadamente a nivel de C4.

En este punto se originan dos vasos arteriales: la **Arteria Carótida Interna (ACI)** y la **Arteria Carótida Externa (ACE)**.

En la mayoría de las personas, inmediatamente después de su origen, la ACI se desplaza hacia un plano ligeramente posterior y lateral con respecto a la ACE y discurre en un sentido vertical, atravesando el espacio parafaríngeo retroestíleo a un nivel superior e ingresando al cráneo por el canal carotídeo en la porción petrosa del hueso temporal.

Espacio carotídeo



Espacio carotídeo delimitado por las tres capas de la fascia cervical profunda: **superficial** (verde), **media** (marrón) y **profunda** (azul). Arterias Carótidas Comunes visualizadas a cada lado. Venas yugulares internas en relación póstero-lateral.

Eje carotídeo

Luego de un recorrido intraóseo, la **ACI** culmina en la fosa craneal media al dividirse en sus dos **ramas terminales**: Arteria Cerebral Anterior y Arteria Cerebral Media.

El trayecto de la ACI se puede dividir en 7 segmentos, desde donde se originan un total de 8 ramas. Los segmentos y ramificaciones son:

C1: porción cervical

C2: porción petrosa, dando la arteria carótido-timpánica y arteria vidiana

C3: porción lacerum

C4: porción cavernosa, dando las arteria hipofisaria inferior y meningo-hipofisaria

C5: porción clinóide

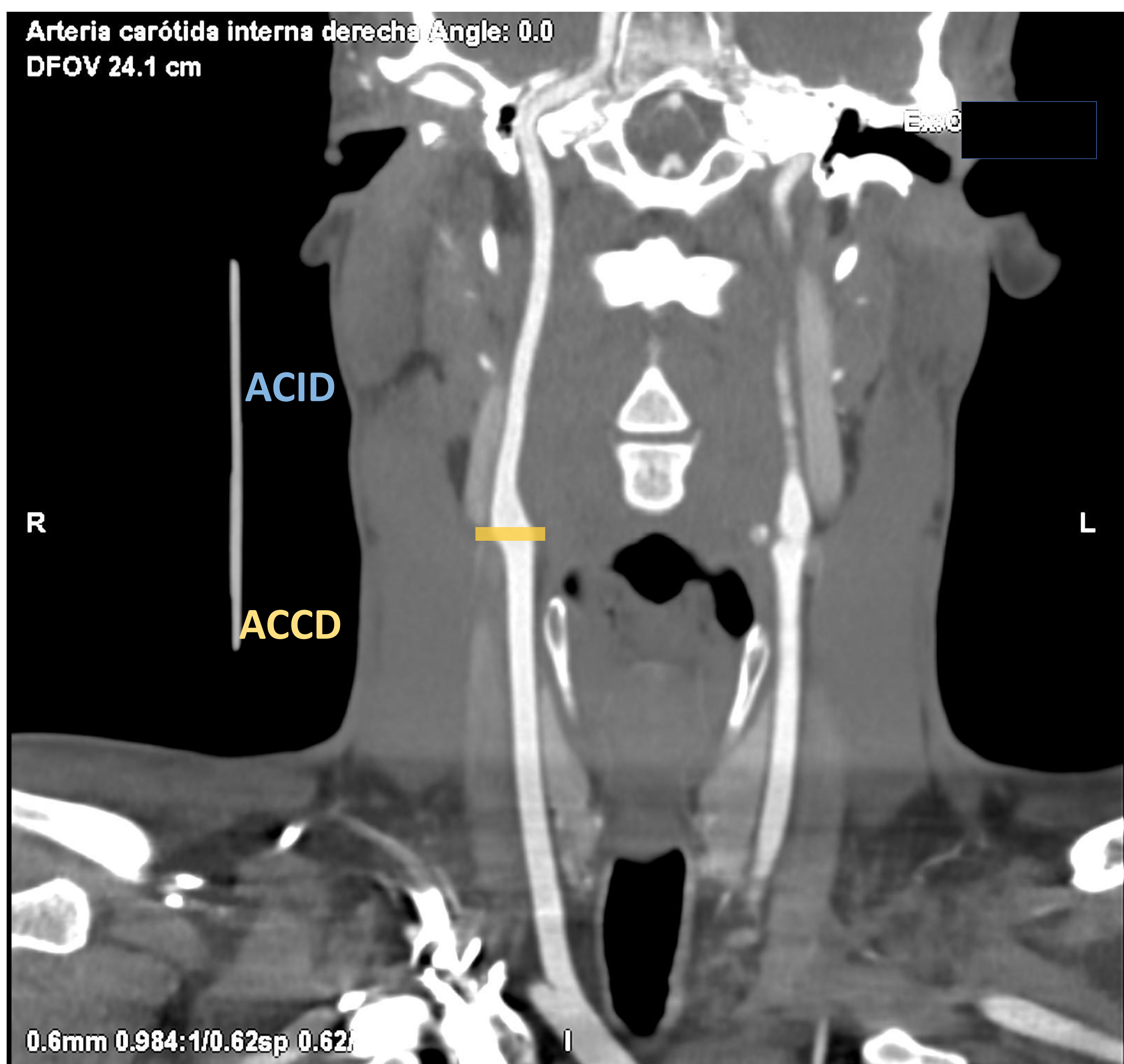
C6: porción oftálmica, dando la arteria oftálmica y la arteria hipofisaria superior

C7: porción precomunicante, dando la arteria comunicante posterior y coroidea anterior

La **ACE** por su parte, luego de la bifurcación, se dirige en sentido craneal en un plano usualmente anteromedial respecto a la ACI y origina numerosas ramas que irrigan estructuras cervicales, faciales e incluso intracraneales mediante anastomosis con el sistema de la carótida interna. Las ramas que se originan en la ACE son: Arteria (A) tiroidea superior, A. faríngea ascendente, A. lingual, A. facial, A. occipital, A. auricular posterior, A. temporal superficial y A. maxilar.

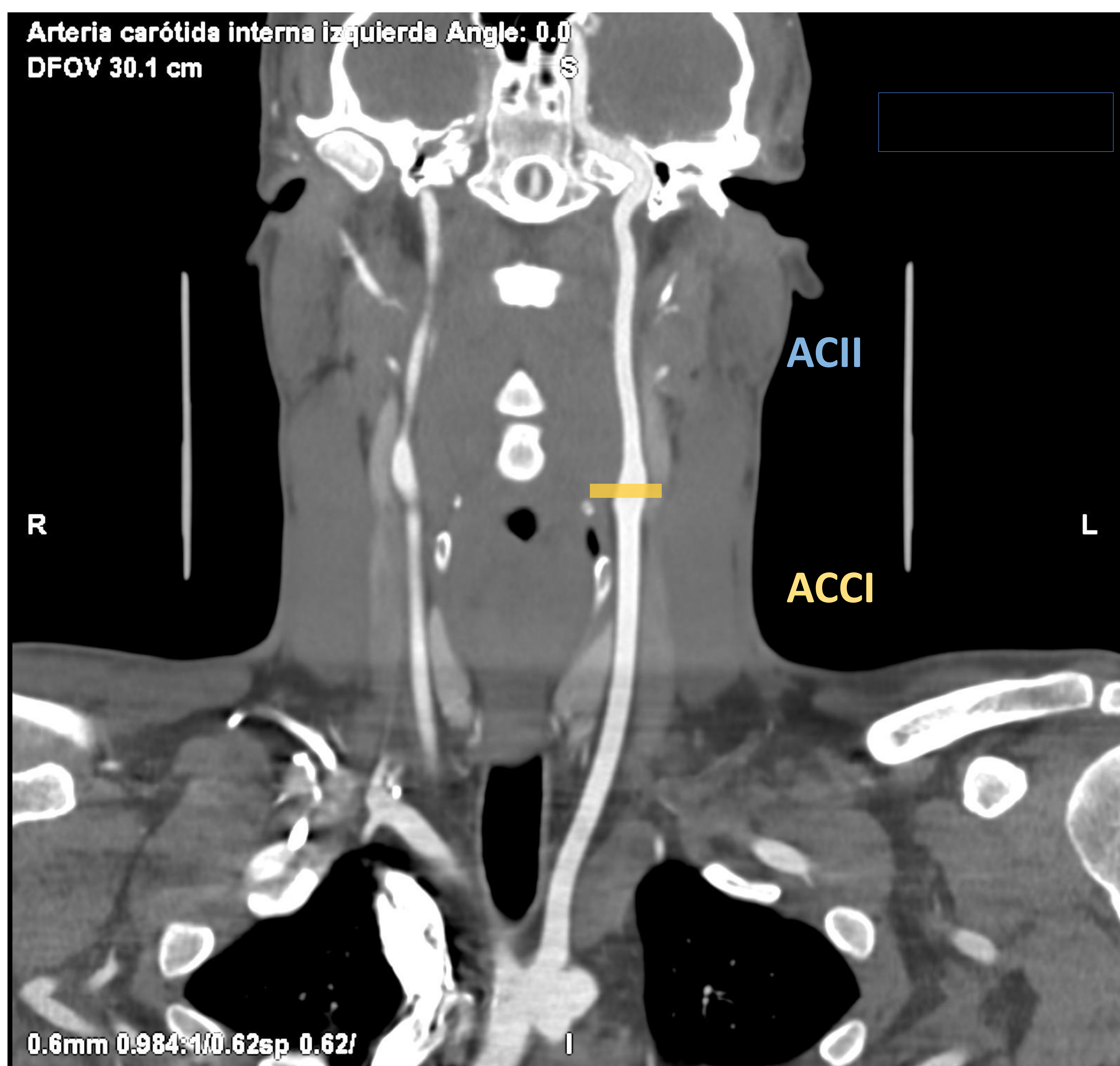
El estudio propiamente dicho de la ACE y las porciones intracraneales de la ACI escapa a los objetivos de este póster.

Eje carotídeo derecho



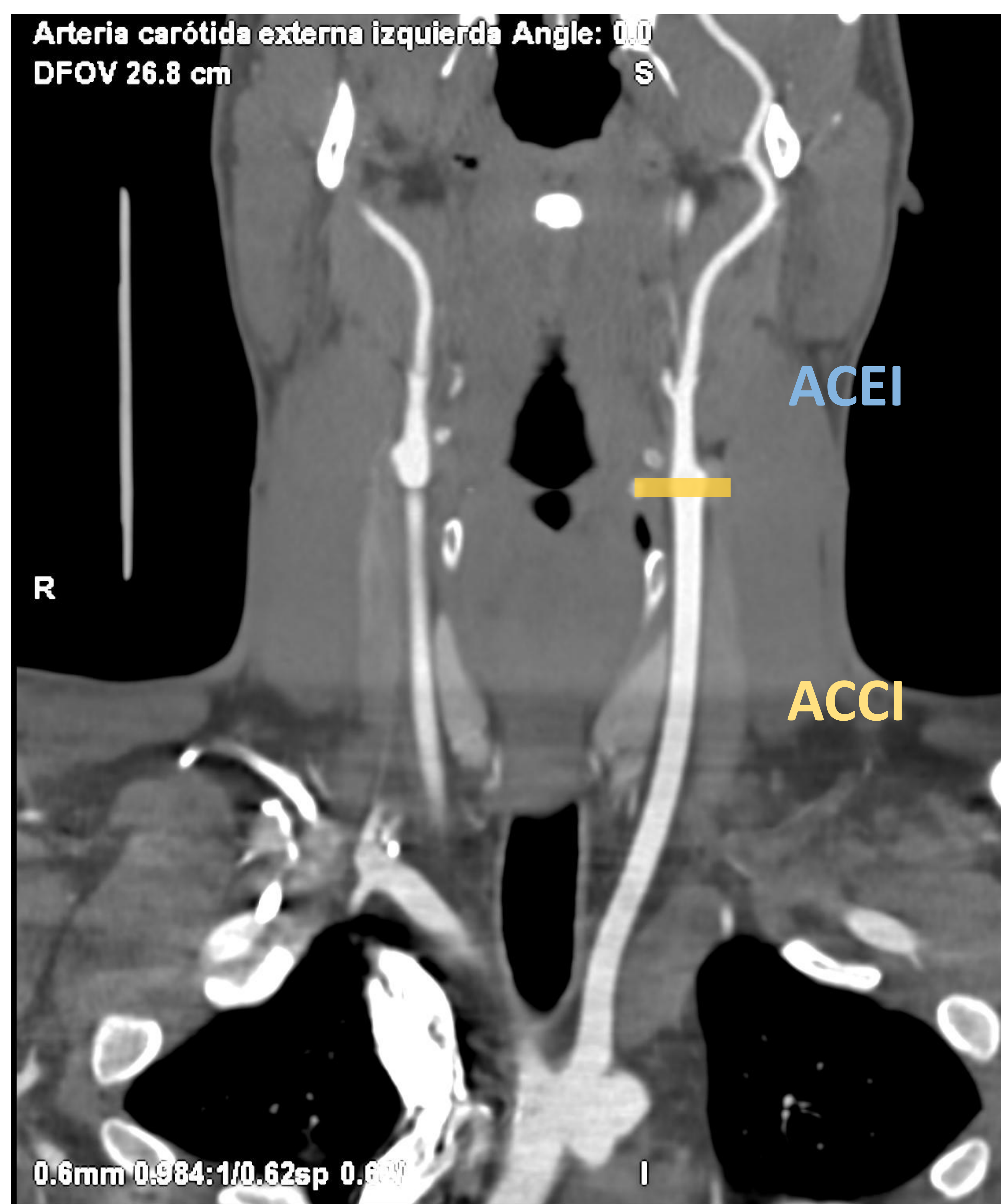
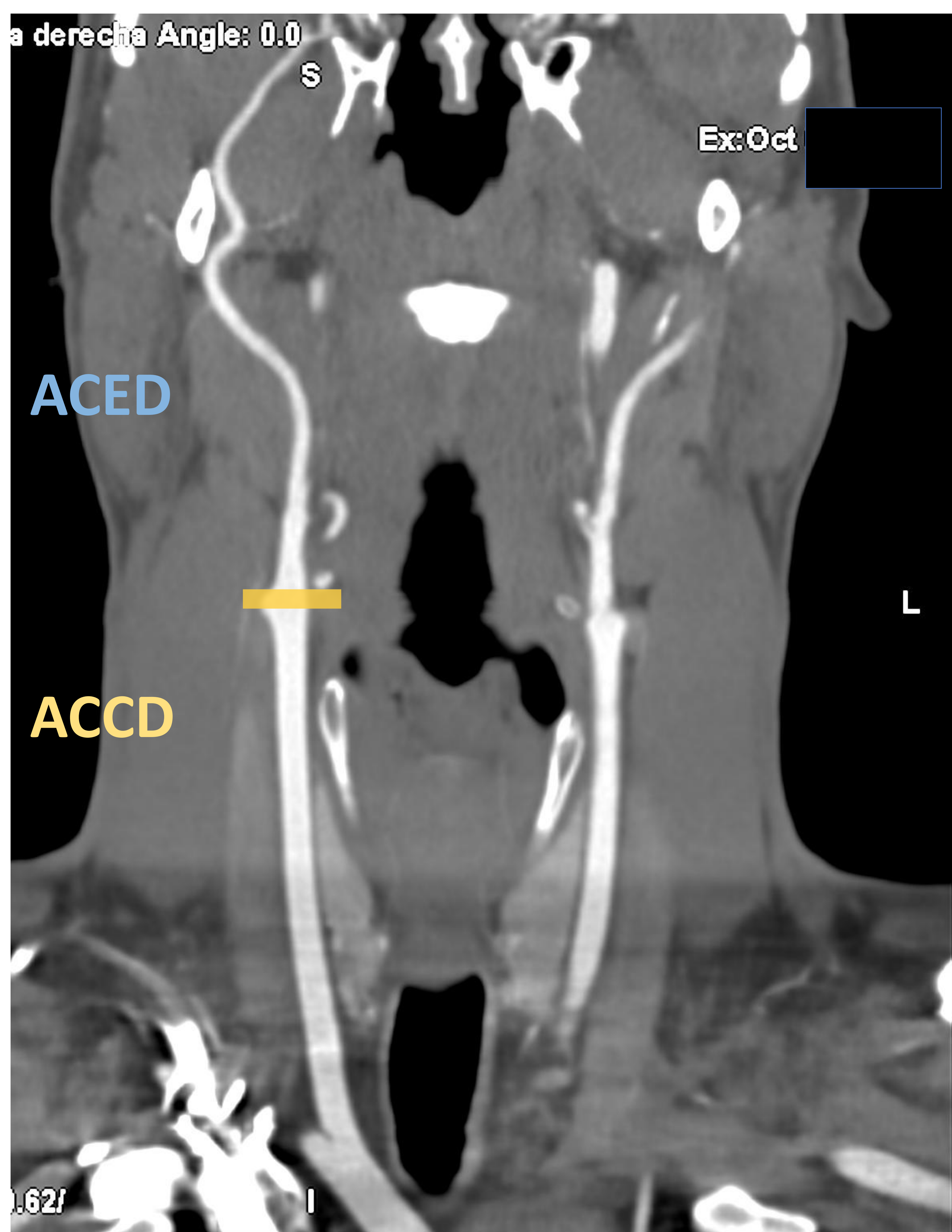
ACCD originándose en Tronco Braquiocefálico y segmentos C1 a C3 de ACID.

Eje carotídeo izquierdo



ACCI originándose en cayado aórtico y segmentos C1 a C4 de ACII.

Carótidas externas



Arterias Carótidas Comunes derecha e izquierda con respectivas Arterias Carótidas Externas.

Eje vértebro-basilar

Compuesto por **arterias vertebrales** y **arteria basilar** con sus respectivas ramificaciones.

Las arterias vertebrales se originan comúnmente en las **arterias subclavias**. Es frecuente encontrar variantes de la normalidad como el origen de la arteria vertebral derecha desde el tronco braquiocefálico u origen de la vertebral izquierda desde el cayado aórtico.

Desde su origen discurren en sentido craneal con inclinación medial y posterior entre los músculos **escaleno anterior** y **largo del cuello** hasta introducirse en los respectivos forámenes transversos de las apófisis transversas de **C6**.

El segmento de la arteria vertebral entre su origen y el ingreso a los forámenes transversos se denomina segmento **prevertebral** o **V1**. Es frecuente observar una transición V1-V2 a la altura de C5 como variante de la normalidad.

El siguiente segmento se denomina **foraminal** o **V2** y abarca desde el ingreso a los forámenes transversos hasta C2.

El segmento **V3, atloideo** o **extra-espinal** se inicia luego de que la arteria vertebral atraviese el foramen transverso de C2. Desde allí gira hacia lateral y posterior y asciende en ese plano para atravesar luego el foramen transverso de C1. A continuación hace un bucle hacia posterior y luego hacia medial hasta introducirse en el cráneo por el **foramen magno**.

Eje vértebro-basilar

El segmento **V4**, **intracraneal** o **intradural** abarca desde su ingreso por el foramen magno hasta su unión con la arteria vertebral contralateral originando la **arteria basilar**. En este segmento se originan las Arterias Cerebelosas Posteroinferiores (PICAs). A continuación la arteria basilar asciende por la cisterna prepontina sobre la cara anterior del tronco del encéfalo dando las Arterias Cerebelosas Anteroinferiores (AICAs) y arterias cerebelosas superiores, finalizando en dos ramas terminales a nivel de la cisterna interpeduncular: los segmentos P1 de las Arterias Cerebrales Posteriores (ACPs).

Las ramas que se originan en las arterias vertebrales son las siguientes:

V1: arterias segmentarias cervicales y espinales

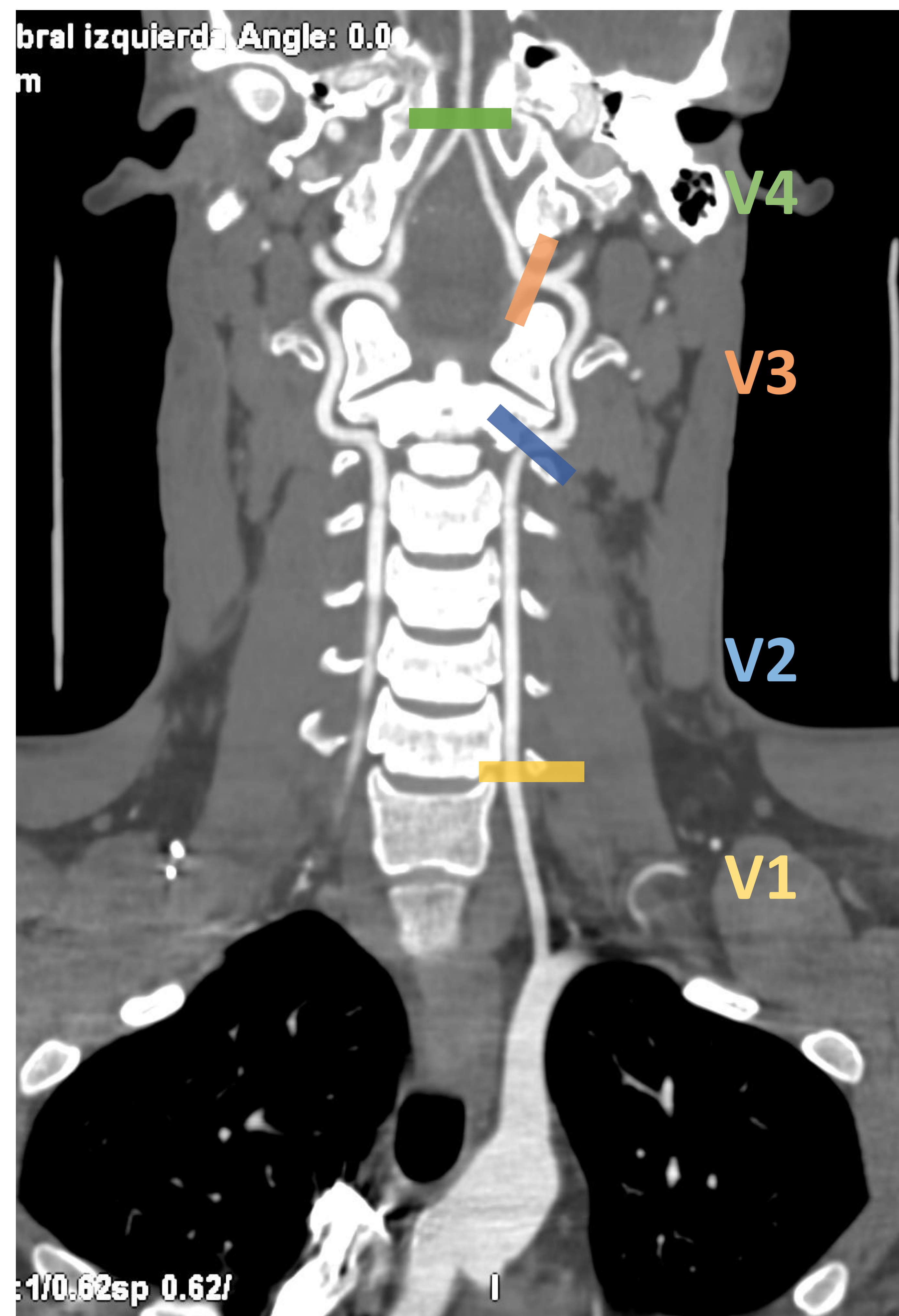
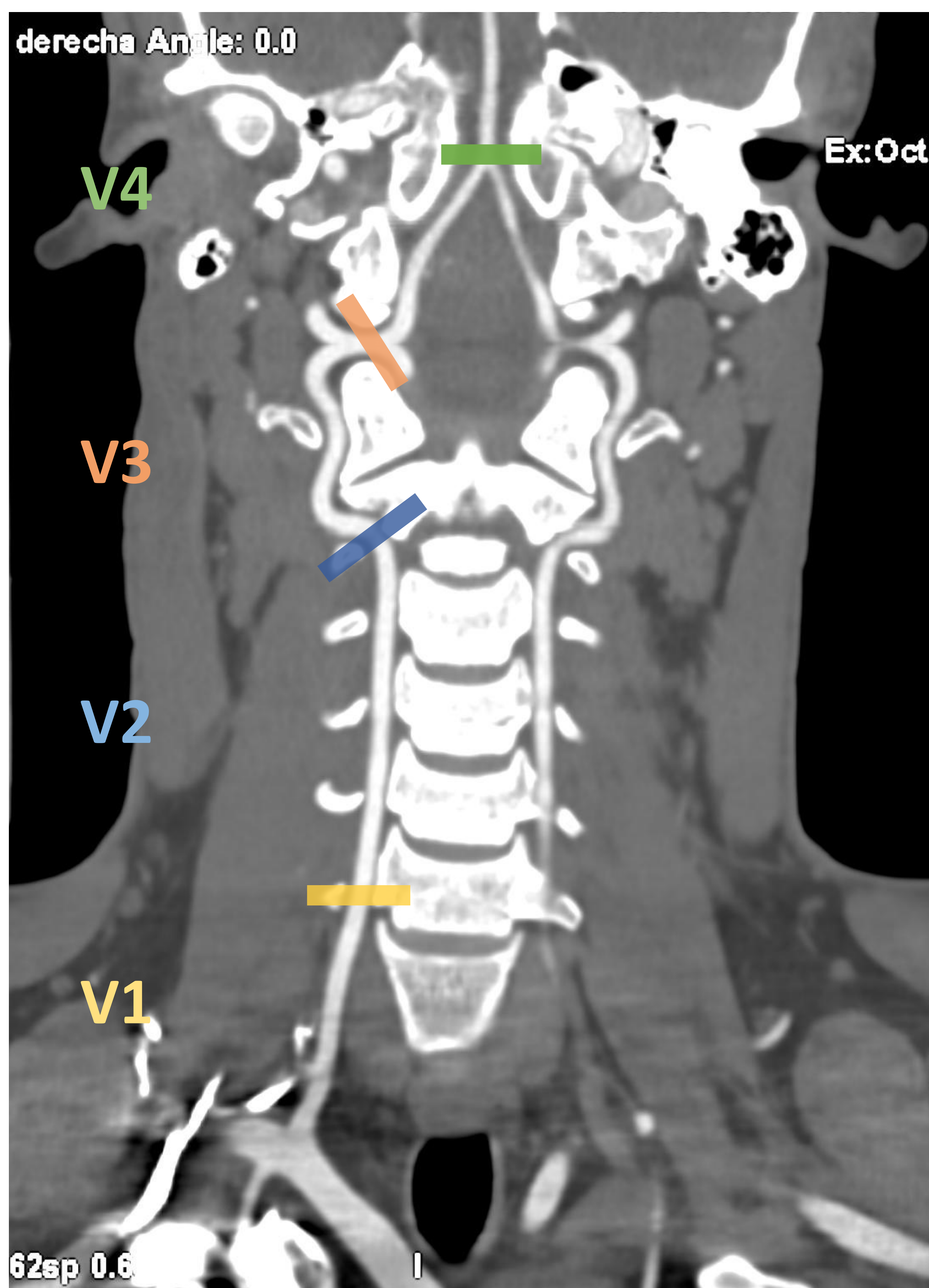
V2: arteria meníngea anterior, ramas musculares y espinales

V3: arteria meníngea posterior

V4: arterias espinales anterior y posteriores, PICAs y ramas perforantes de la médula

En este póster nos centraremos en el estudio de las **arterias carótidas comunes**, **arterias carótidas internas** y del **eje vértebro-basilar**.

Eje vértebro-basilar



Arterias vertebrales originándose en respectivas arterias subclavias.
Segmentación de arteria vertebral.

Variantes anatómicas

La descripción de las variantes de la normalidad en un estudio de Angio-TC es un requisito fundamental ante la eventual realización de procedimientos invasivos diagnósticos y/o terapéuticos. Mencionaremos a continuación algunos ejemplos.

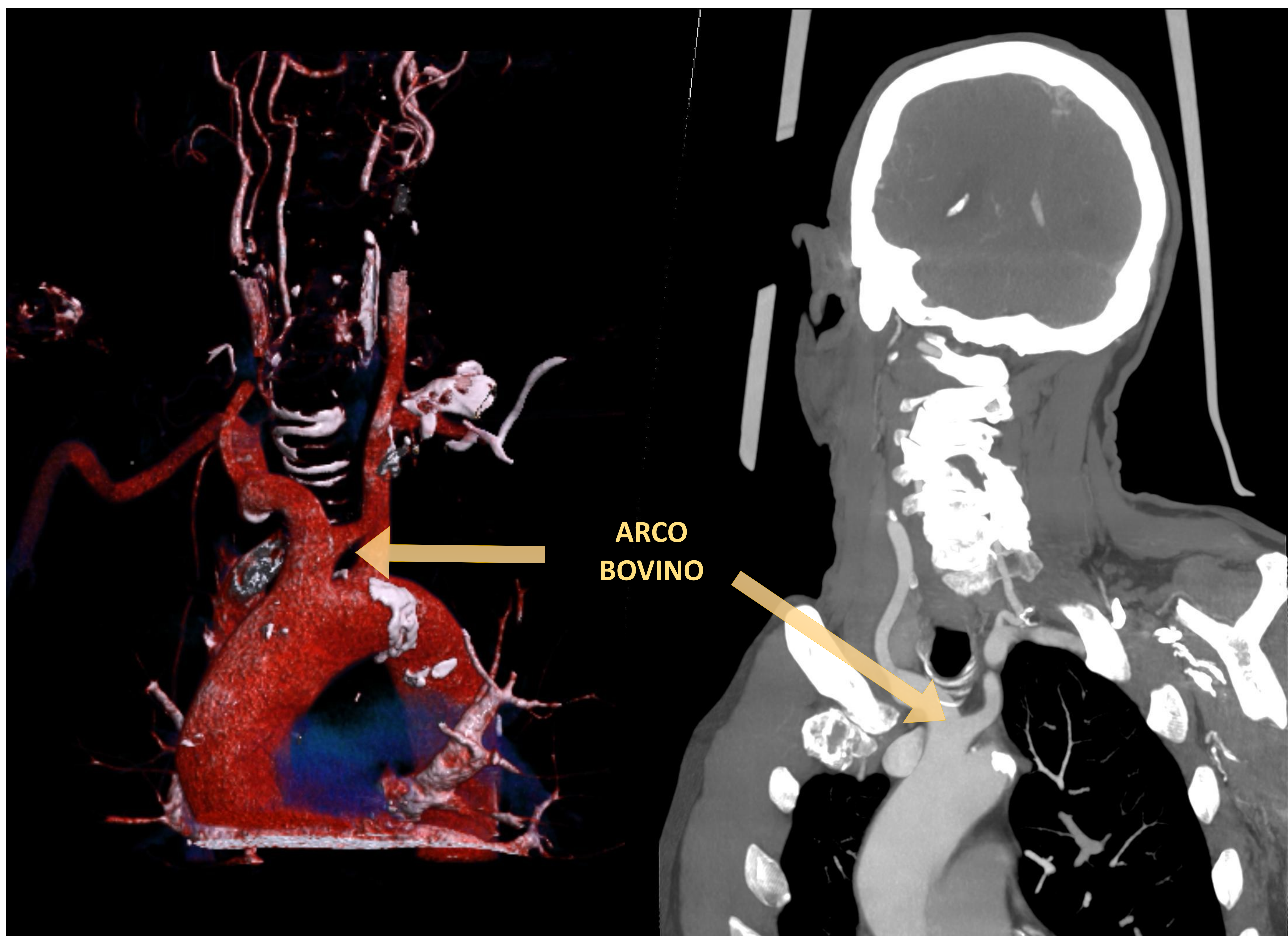
Eje Carotídeo

- Origen común del tronco braquiocefálico y ACCI (**arco bovino**).
- Trifurcación del tronco braquiocefálico originando también ACCI (**arco bovino**).
- Arteria **subclavia derecha retroesofágica** o lusoria: el vaso emerge distal a la salida de la subclavia izquierda y pasa por detrás del esófago.
- Tronco bicarotídeo: origen común de ambas arterias carótidas.
- Tronco braquicefálico izquierdo y derecho.
- Tronco único con trifurcación de la que se originan ambas arterias subclavias y un tronco común para ambas carótidas comunes (**arco bovino verdadero**).

Eje Vértebro-Basilar

- Arteria vertebral izquierda con origen independiente en cayado aórtico.
- Arteria vertebral derecha con origen en tronco braquiocefálico.
- Arteria vertebral que culmina en la Arteria Cerebelosa Pósterior Inferior ("PICA" ending).
- Arteria vertebral lusoria: Variante extremadamente rara en la cual la arteria vertebral derecha emerge de forma distal a la salida de la arteria subclavia izquierda.

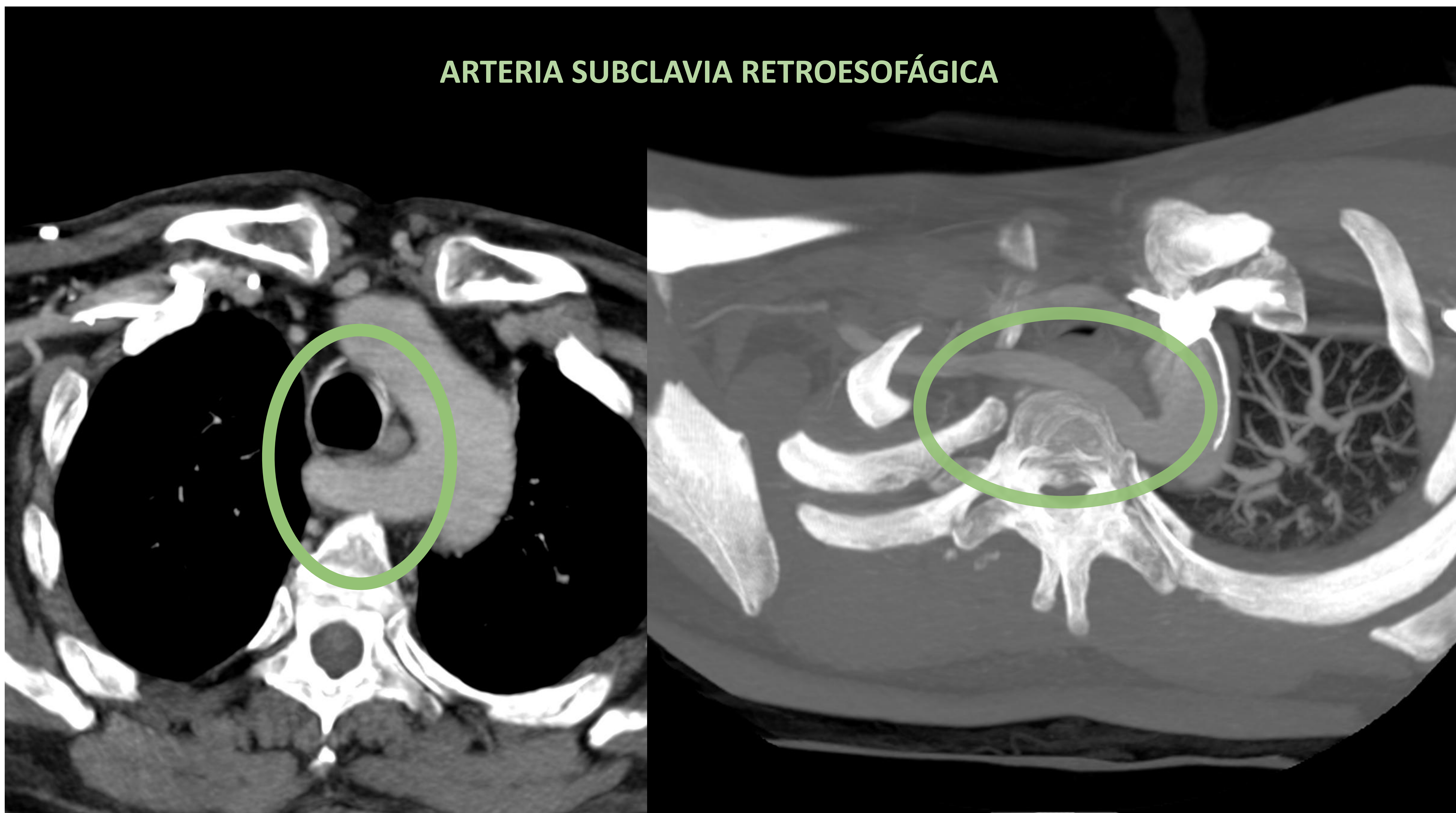
Variantes anatómicas



Paciente con origen común del tronco braquiocefálico y ACCI (arco bovino).

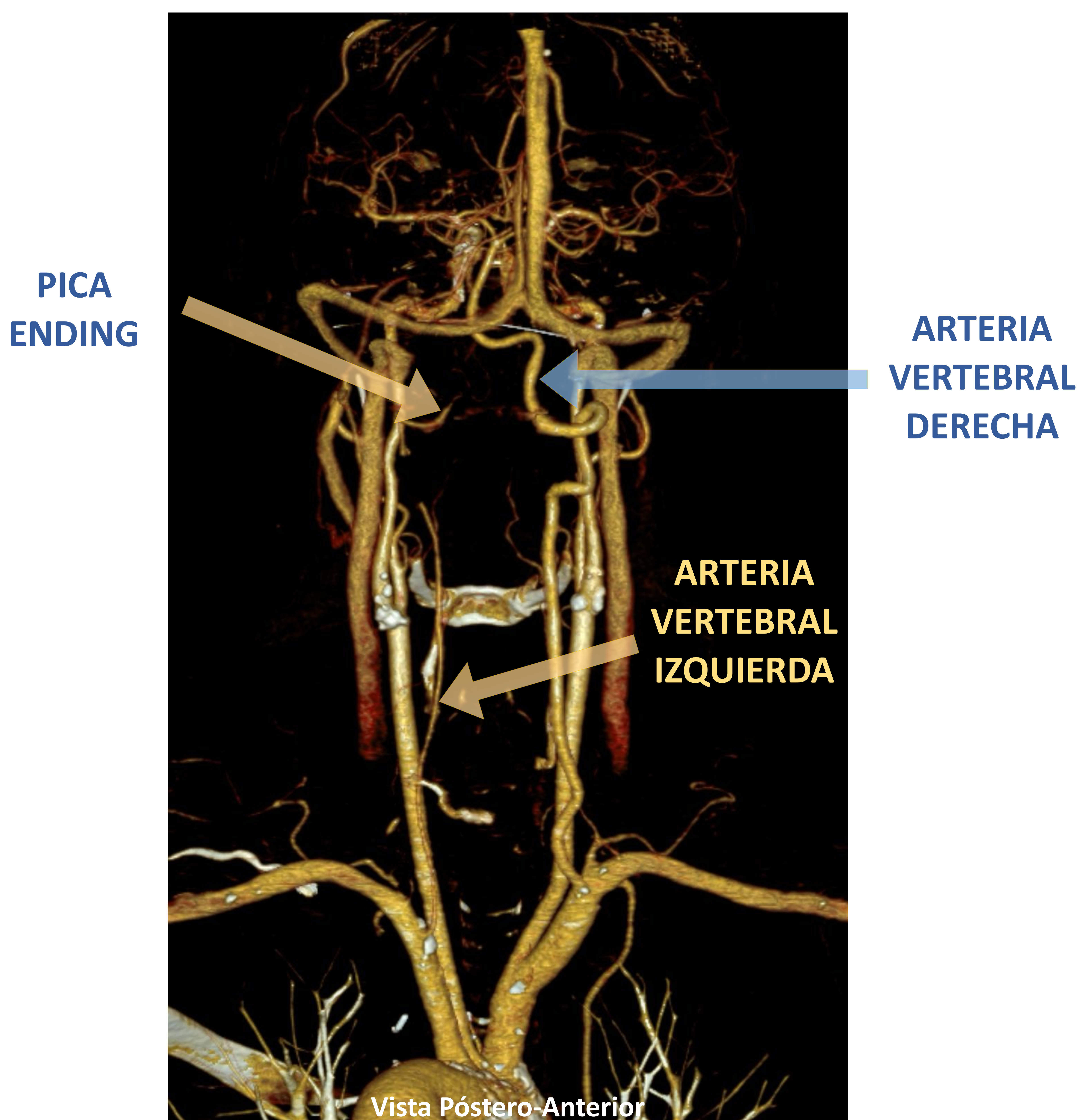
Variantes anatómicas

ARTERIA SUBCLAVIA RETROESOFÁGICA



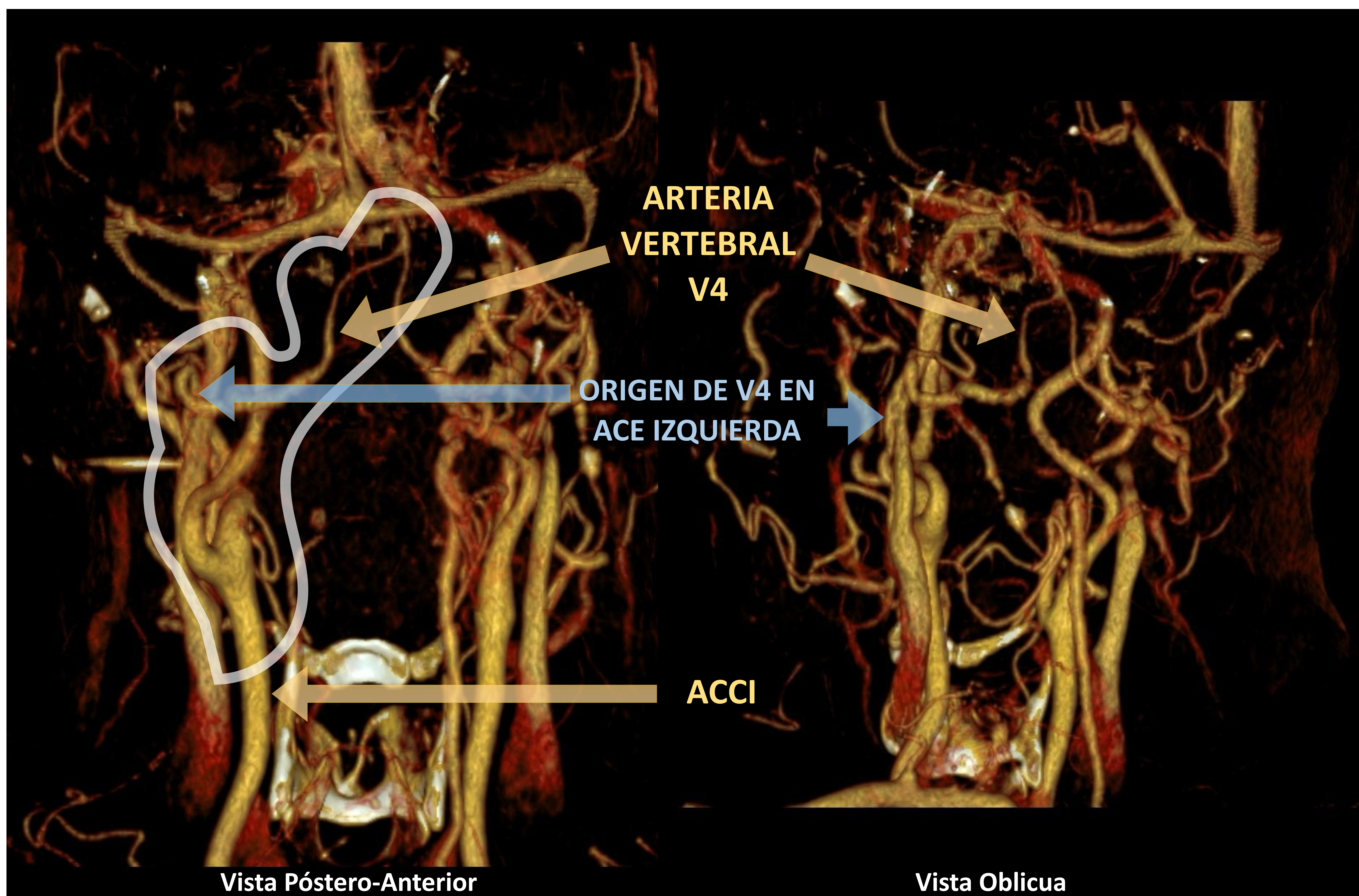
Pacientes con arteria subclavia derecha retroesofágica.

Variantes anatómicas



Vista Pósterio-Anterior de variante PICA ending. Arteria Vertebral izquierda que culmina en la Arteria Cerebelosa Pósterio Inferior (“PICA”) homolateral.
Arteria Basilar dependiente de Arteria Vertebral Derecha.

Variantes anatómicas



Reconstrucción volumétrica. Aplasia de segmentos V1-V3 de Arteria Vertebral Izquierda con origen de segmento V4 desde Arteria Carótida Externa.

Angio-TC de TSA

Indicaciones

La Angiotomografía (Angio-TC) de troncos supraaórticos (TSA) es un estudio contrastado no invasivo que nos permite conocer la anatomía de los vasos supraaórticos, evaluar hallazgos patológicos estructurales y, en un contexto de arteriosclerosis, definir el grado de estenosis para una adecuada planificación terapéutica. Esta prueba se incluye dentro del espectro de evaluaciones a las que se somete un paciente que ha sufrido un ictus con el fin de identificar las posibles causas del cuadro.

Además, la Angio-TC es un estudio de suma importancia en las sospechas de **patología vascular aguda** como ictus, trombosis, hemorragias, disecciones, etc. También tiene gran utilidad el estudio de otras entidades tal como la displasia fibromuscular, la arteritis y las lesiones vasculares secundarias a traumatismos (pseudo-aneurismas y disecciones).

Este póster se centrará en el uso de la Angio-TC de TSA para el estudio de la patología **arteriosclerótica** crónica.

Arteriosclerosis

La Angio-TC de TSA se utiliza como complemento diagnóstico para una adecuada toma de decisiones terapéuticas.

En conjunto con la ecografía Doppler de TSA y en ocasiones con la Angio-RM su finalidad es aportar datos que orienten a discernir entre qué pacientes se beneficiarían de un tratamiento invasivo y agresivo de la arteriosclerosis y quiénes se podrían beneficiar de un tratamiento menos invasivo, solo con terapia farmacológica.

Para esta toma de decisiones es crucial conocer el grado de estenosis de un vaso.

Adquisición

Se utiliza material de contraste endovenoso en un volumen aproximado de 2 ml/kg a un flujo de 4 ml/seg y se realiza una adquisición desde cayado aórtico hasta polígono de Willis con ROI en el cayado aórtico.

Análisis de resultados

Definición del grado de estenosis

Existen dos criterios para determinar el grado de estenosis vascular, cada uno de ellos con una metodología de medición diferente:

- **NASCET** (North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial)
- **ECST** (European Carotid Surgery Trial)

Ambos plantean la posibilidad de medir una estenosis en un punto determinado obteniendo un porcentaje de luz comprometida.

Las fórmulas utilizadas por cada uno son las siguientes:

NASCET

La fórmula de medición es $(A - B) / A \times 100$, siendo A el diámetro del vaso carotídeo normal en un punto distal a la estenosis y B el diámetro de la luz del vaso en el punto de mayor estenosis.

ECST

La fórmula de medición es $1 - A / B \times 100$, siendo A el diámetro menor de la estenosis y B el diámetro estimado de la luz original al nivel de la estenosis.

Actualmente, la fórmula más divulgada para el cálculo de estenosis es la que provee NASCET y es la que hemos utilizado para los cálculos en este póster.

La fórmula ECST presenta el inconveniente de tener que delimitar la luz original del vaso en el punto de mayor estenosis considerando tanto el área como el diámetro. Esto ocasionalmente resulta dificultoso.

Cálculo de estenosis

Para realizar estas mediciones en un estudio de Angio-TC es posible valerse de reconstrucciones en el **postprocesado**.

Allí podemos cuantificar el **área** de obstrucción, característica que **presentaría mejor correlación** con el efecto hemodinámico provocado por la estenosis en comparación con la cuantificación del diámetro.

Cuando se calcula un porcentaje de estenosis es importante especificar si la estimación se ha realizado midiendo el **diámetro** o midiendo el **área**.

El porcentaje de estenosis obtenido con la medición del área **suele ser mayor** que cuando se considera el diámetro.

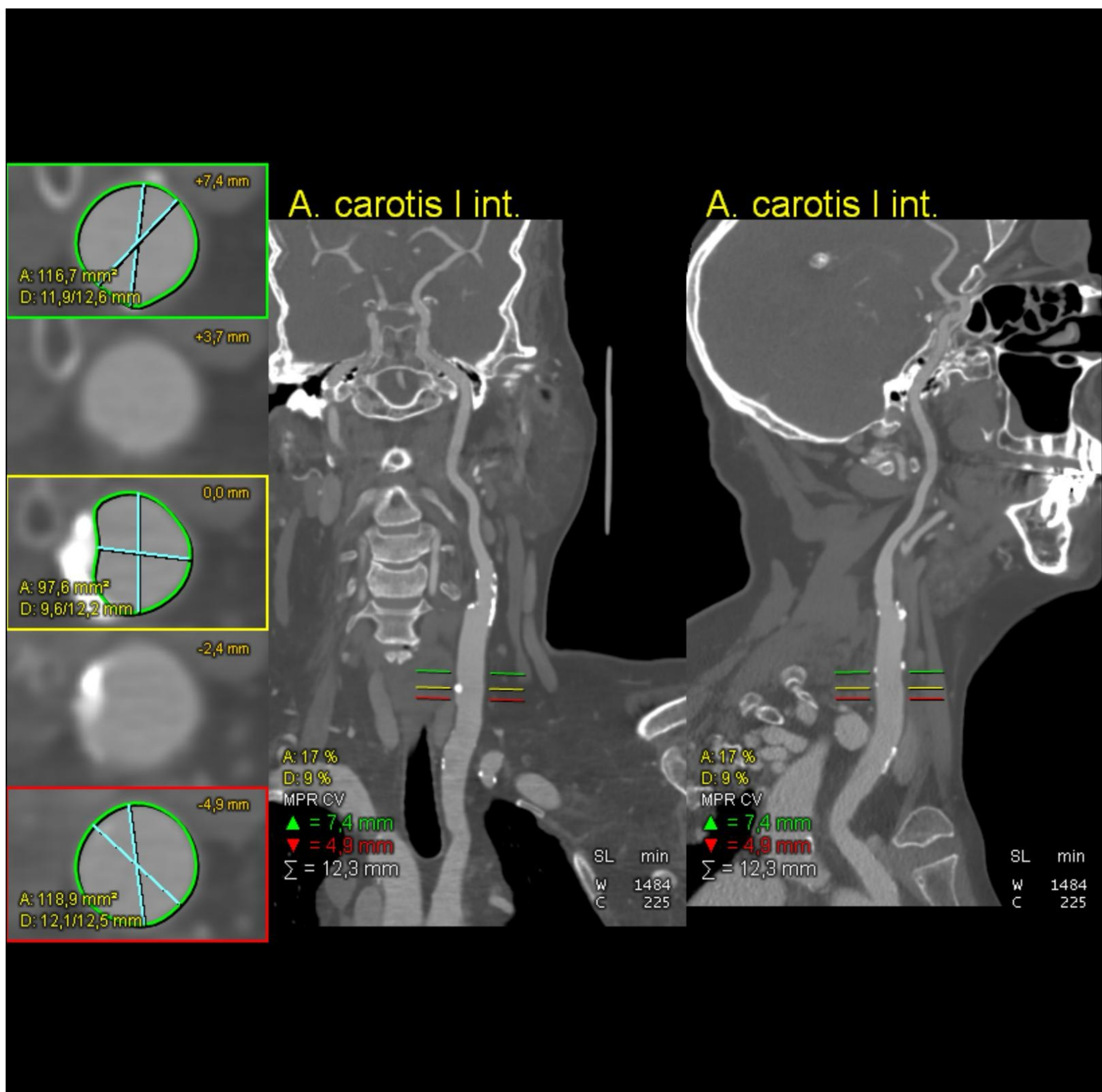
En nuestro servicio nos valemos de los cálculos realizados con **syngo.via™ (SIEMENS)**. Mediante reconocimientos automáticos y semiautomáticos de los TSA es posible estimar el **% de estenosis** tanto por comparación de áreas como por comparación de diámetros.

Para la evaluación del eje carotídeo, la interfaz **CT Vascular** suele detectar automáticamente estos vasos (ACC, ACE y ACI).

Para la evaluación del eje vértebro-basilar dentro de esta interfaz suele ser necesaria la definición semiautomática de dichos vasos mediante la herramienta **Múltiple click** en la pestaña **Vessel definition**.

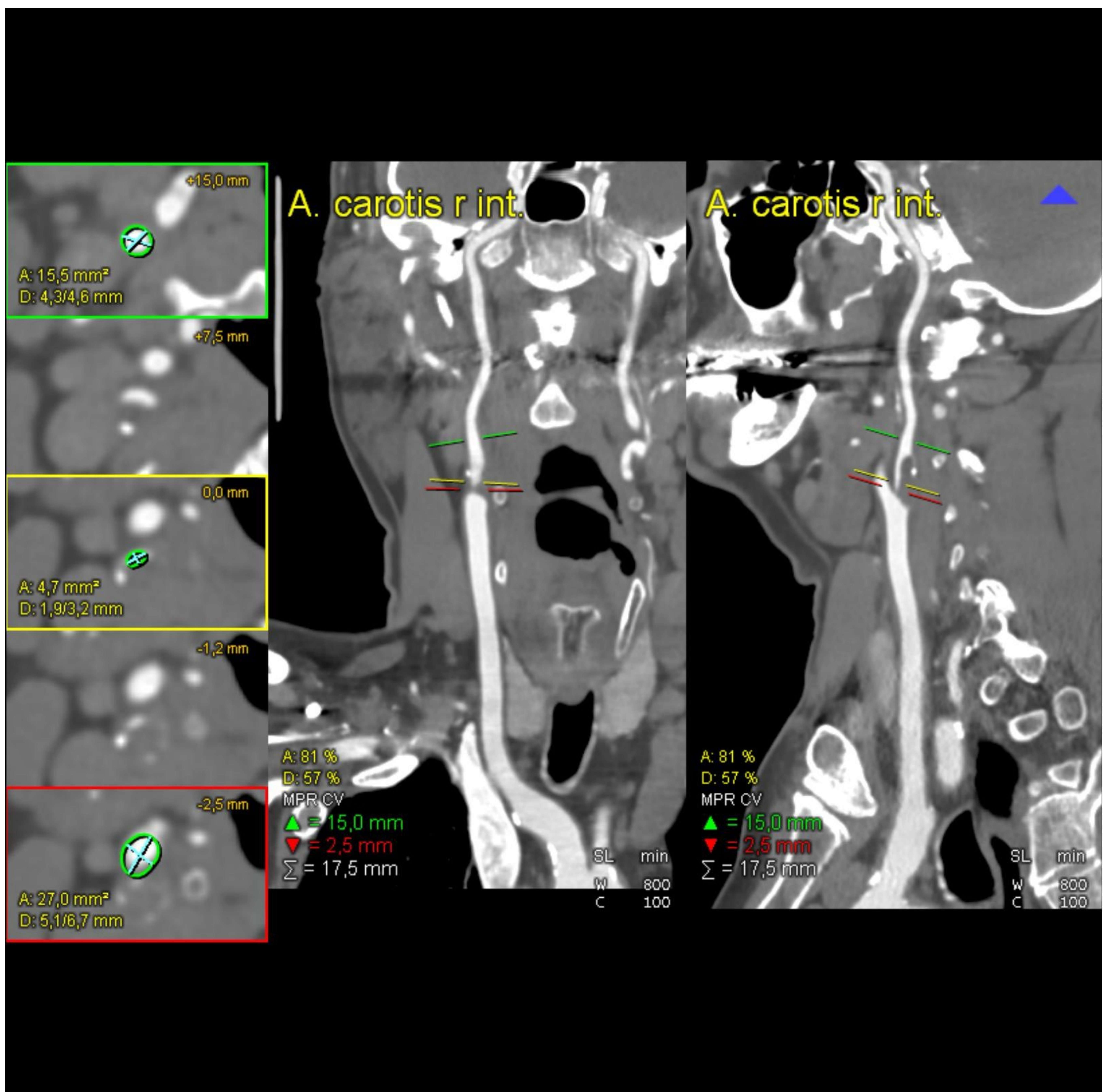
Una vez definidos los vasos, el programa detectará el contorno correspondiente a la luz vascular para los cálculos de estenosis. Es posible la **modificación manual** de estos **contornos** en caso de subestimación o sobreestimación de los mismos.

% de estenosis



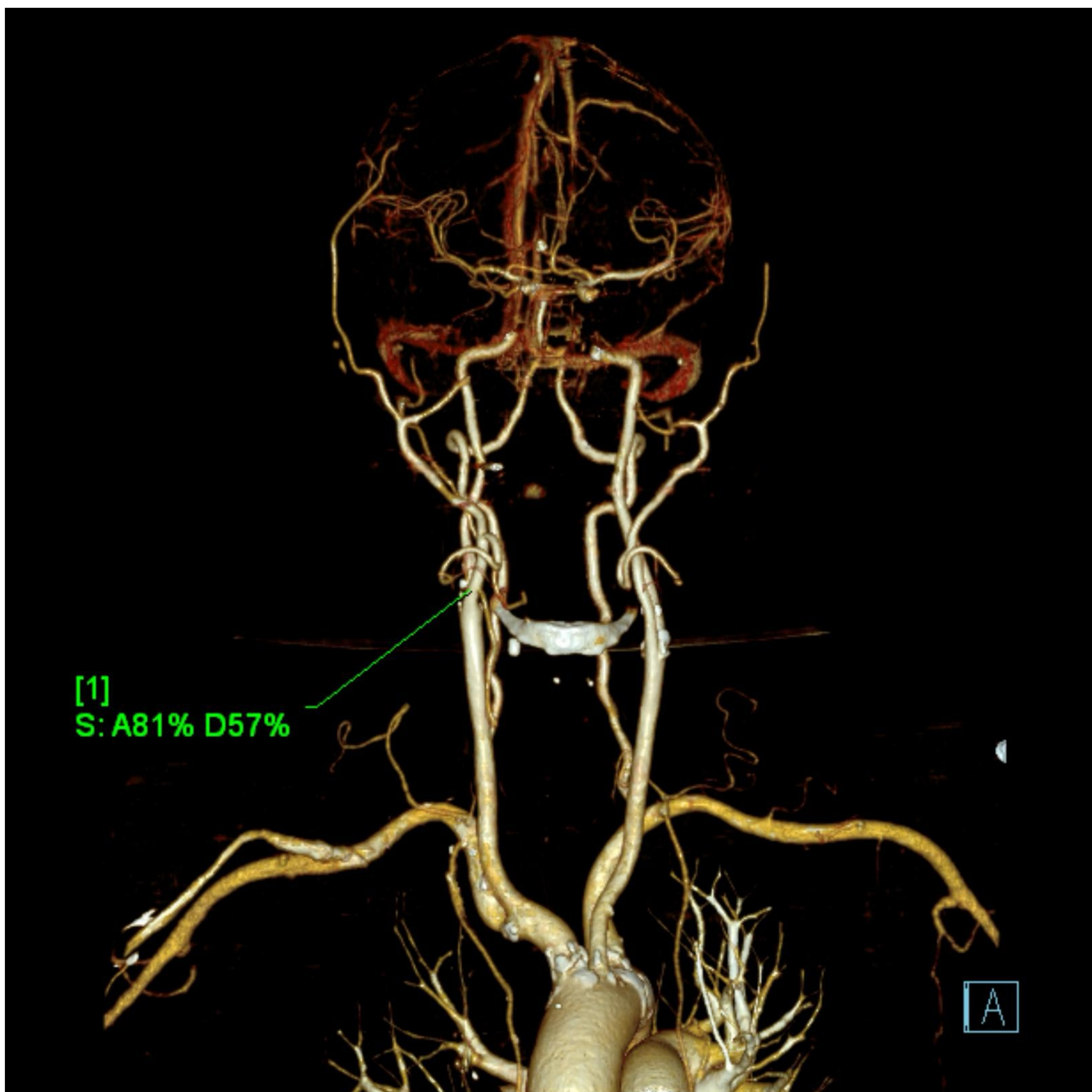
Arteria Carótida Común izquierda. Estenosis no significativa (17% área, 9% diámetro).

% de estenosis



Arteria Carótida Interna Derecha. Estenosis significativa (81% área, 57% diámetro).

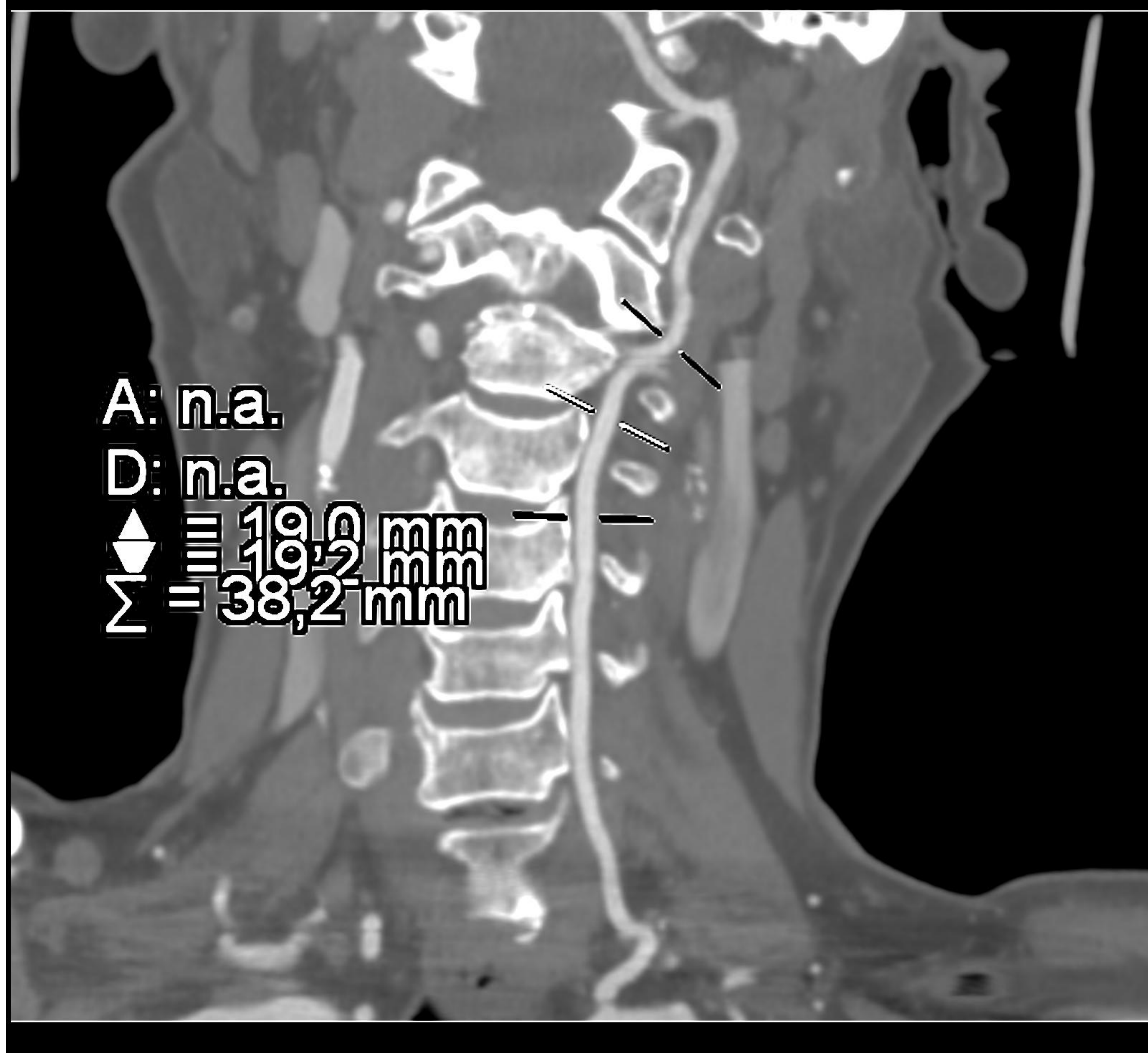
% de estenosis



Altura de la estenosis significativa (81% área, 57% diámetro) de la ACID.
Reconstrucción volumétrica.

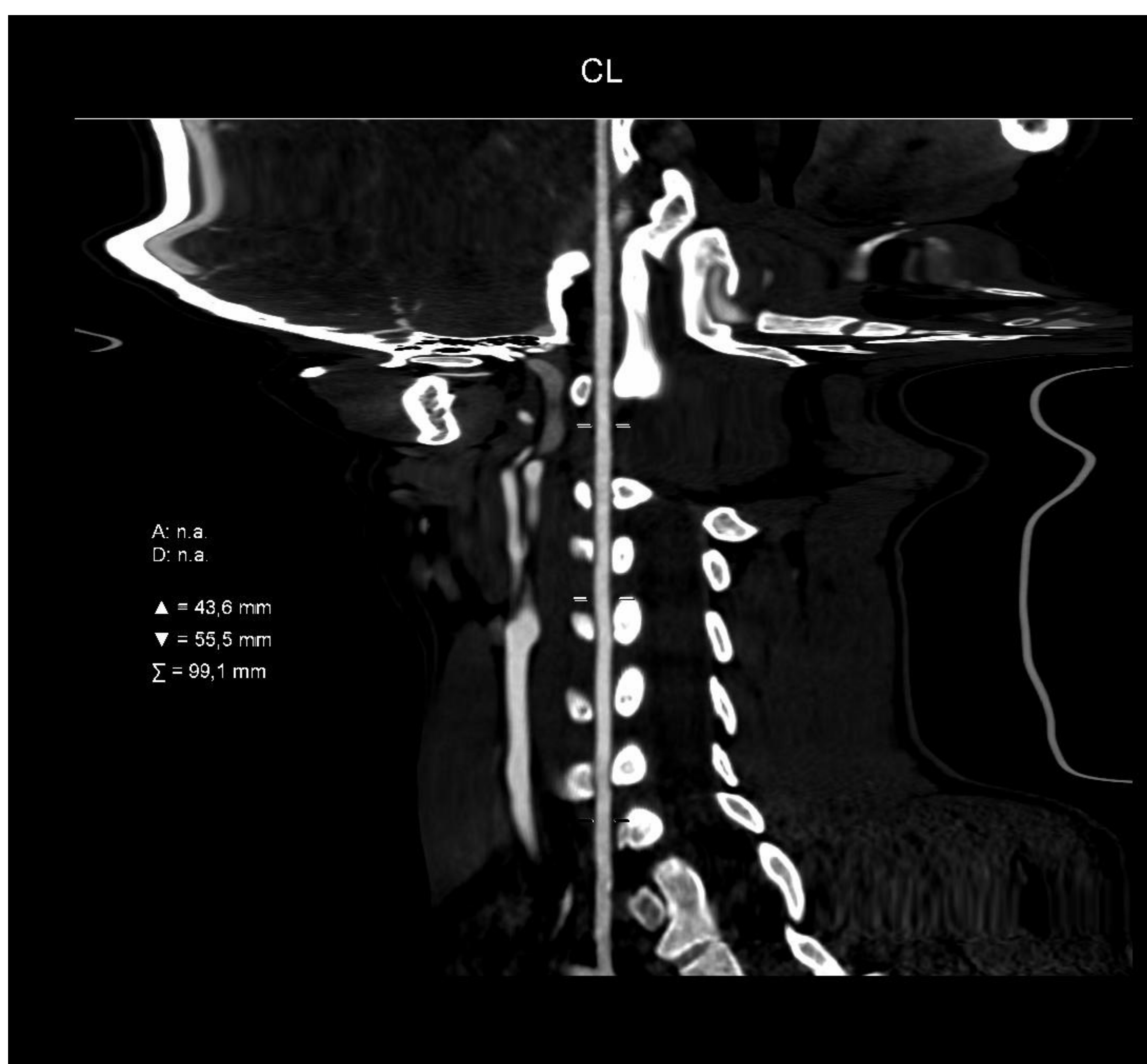
% de estenosis

A. Vertebral izquierda



Cálculo de estenosis en Arteria Vertebral Izquierda, definida de forma semi-automática. Sin estenosis significativas.

% de estenosis



Cálculo de estenosis en Arteria Vertebral Derecha, definida de forma semi-automática. Sin estenosis significativas.

Correlación clínica

La observación de una estenosis carotídea superior al 70% suele ser indicación de tratamiento endovascular aún en la ausencia de clínica.

Un paciente con clínica que pueda tener su origen en la patología arteriosclerótica de los TSA puede beneficiarse del tratamiento al observarse estenosis $\geq 50\%$.

El índice de ictus recurrente en un paciente con estenosis grave ($>70\%$) de la ACI es aproximadamente un 28% en 2 años.

Limitaciones

La Angio-TC de TSA:

- Es un estudio que utiliza radiación ionizante.
- Es un estudio que requiere contraste endovenoso yodado.
- Presenta menor fiabilidad que la ecografía y la Angio-RM para detectar placas blandas o inestables.
- Puede llegar a sobreestimar el porcentaje de estenosis

Informe radiológico

En un **informe radiológico** de Angio-TC de TSA no basta con decir “estenosis significativa” o “no significativa”.

Es importante definir las mediciones obtenidas, mencionar la fórmula utilizada para su cálculo y detallar si los resultados se han alcanzado midiendo el **área** o el **diámetro** vascular.

Es además imprescindible describir las variaciones anatómicas observadas y mencionar la existencia de placas de ateroma en el origen de los vasos, en vistas de un procedimiento endovascular.

Conclusión

La Angiotomografía Computarizada (Angio-TC) de troncos supraaórticos se ha consolidado como una herramienta muy útil en la evaluación de la anatomía y la permeabilidad de este árbol vascular.

Su correcto análisis y un fiable informe radiológico son esenciales para la toma de decisiones clínicas y la planificación terapéutica de los pacientes.

Bibliografía

Del Cura JL, Pedraza S. Radiología Esencial. 2da edición. Editorial Médica Panamericana. 2023.

Osborn A. Angiografía Cerebral. 2da edición. Marbán libros. 2000.

Drake RL. Gray Anatomía para estudiantes. 3ra edición. Elsevier. 2015.

Dauber W. Feneis Nomenclatura Anatómica Ilustrada. 5ta edición. Elsevier Masson. 2007.

De Gregorio A. Radiología Intervencionista. Medio siglo innovando para la medicina. 1ra edición. Editorial Sacmi. 2020.

D'Souza D, Bell D, Bready S, et al. Bovine arch. Reference article, Radiopaedia.org