

CAROTID - RADS.

Más allá del grado de estenosis en la enfermedad carotídea.

A. Ullate Bedia, O. Kolisnichenko, F. Guerra Gutierrez, J. C. Monte González,
F. Baudraxler, V. Familiar Carrasco, A. Alonso Torres, B. Jiménez García - Carriazo

Hospital Universitario Rey Juan Carlos, Móstoles.

OBJETIVOS DOCENTES:

- Presentar el sistema de clasificación **CAROTID PLAQUE - RADS**, creado en enero de 2024 por el Colegio Americano de Cardiología, como herramienta estandarizada para evaluar la **gravedad** de las lesiones ateroscleróticas carotídeas.
- Estratificar el riesgo cerebrovascular basándose en la **vulnerabilidad** de la placa según su **morfología** y **composición**, más allá del tradicional grado de estenosis.

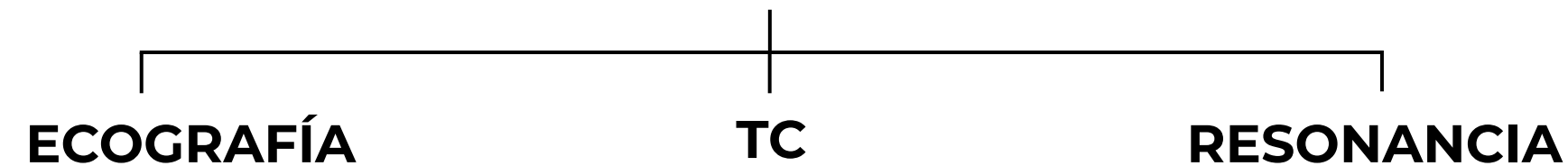
EPIDEMIOLOGÍA:

- La **ateromatosis carotídea** tiene una prevalencia del **20%** en personas de **> 60 años** (Framingham Heart Study).
- Se estima que hasta el **50%** de los pacientes con un **ACV isquémico** tienen **ateromatosis carotídea**.
- La detección de placas ateroscleróticas permite clasificar a los pacientes en diferentes **categorías de riesgo**.
 - ↳ Lo cual es esencial para decidir el tratamiento adecuado.
 - ↳ El cual podría **prevenir** entre el **50%** y el **80%** de los accidentes cerebrovasculares isquémicos agudos (AHA).



EVALUACIÓN CAROTÍDEA:

La valoración de la patología carotídea radiológicamente puede realizarse mediante:



En el estudio carotídeo es fundamental evaluar la presencia **de placas ateroscleróticas** y, en caso de detectarlas, determinar su morfología y el grado de estenosis que ocasionan en la luz vascular.

Cuantificación de la estenosis:

- Consenso SRU.
- NASCET.
- ESCT.
- Carotid artery axial diameter method.

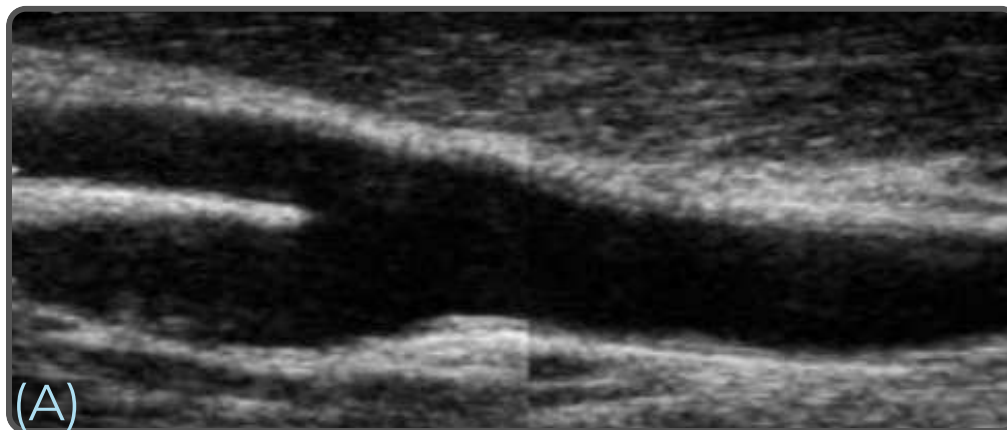
Evaluación de la vulnerabilidad de la placa:

NEW
Carotid Plaque-RADS

Evalúa el **riesgo cardiovascular** asociado a la **vulnerabilidad** de la placa, basándose en sus características **morfológicas**. Permite la estratificación del riesgo mediante **ecografía**, **Angio-TC** y **resonancia** magnética.

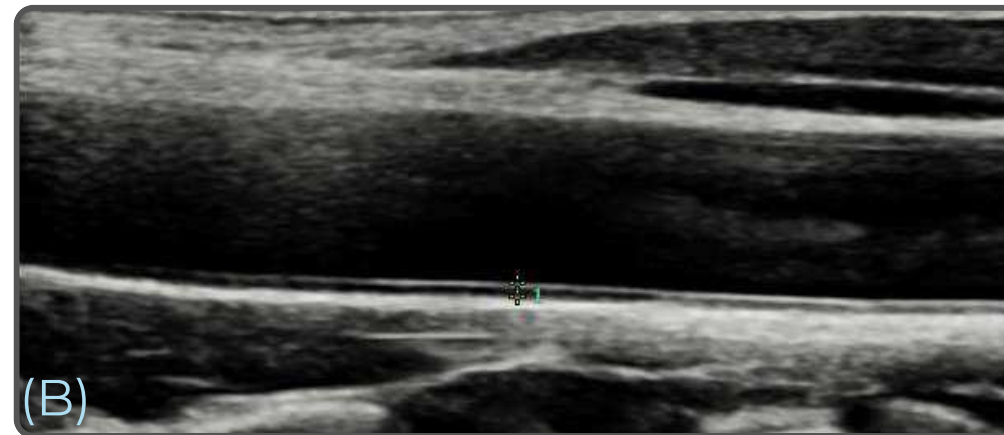
ECOGRAFÍA CAROTÍDEA:

1. MORFOLOGÍA



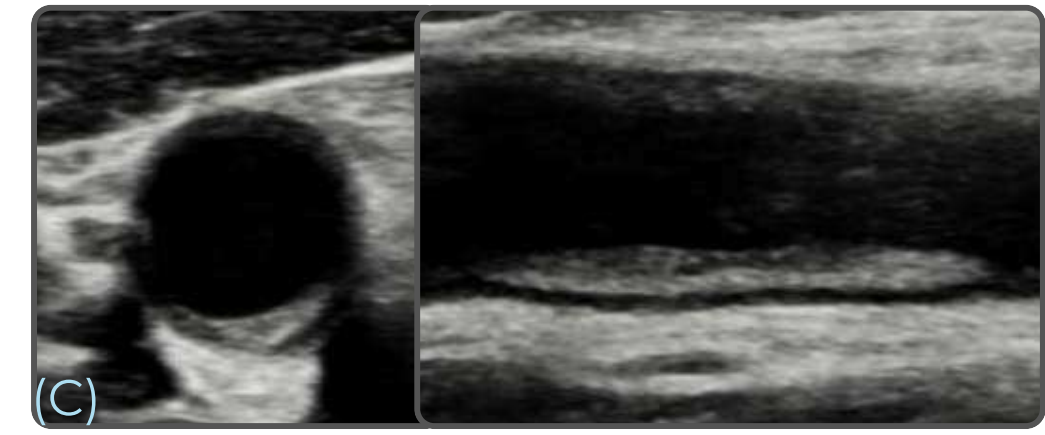
(A) Calibre **uniforme** sin estenosis ni dilataciones. Luz vascular **anecoica**.

2. VALORACIÓN INTIMAL



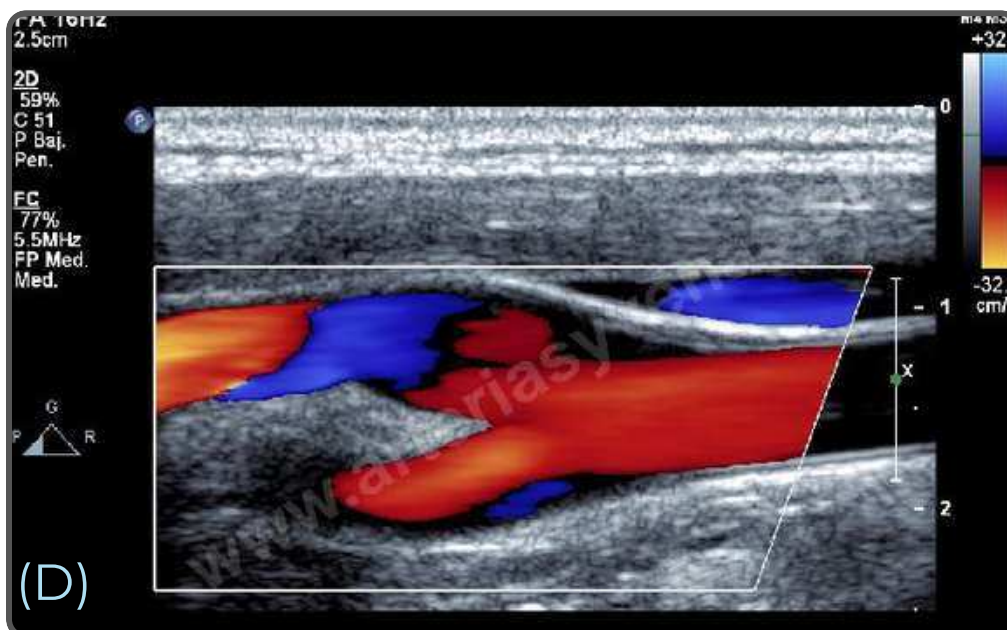
(B) Se identifican las dos líneas ecogénicas paralelas correspondientes a la **interfaz lumen-íntima y media-adventicia**. Adecuado **grosor** intimal (IMT) **<1mm**.

3. PRESENCIA ATEROMATOSIS



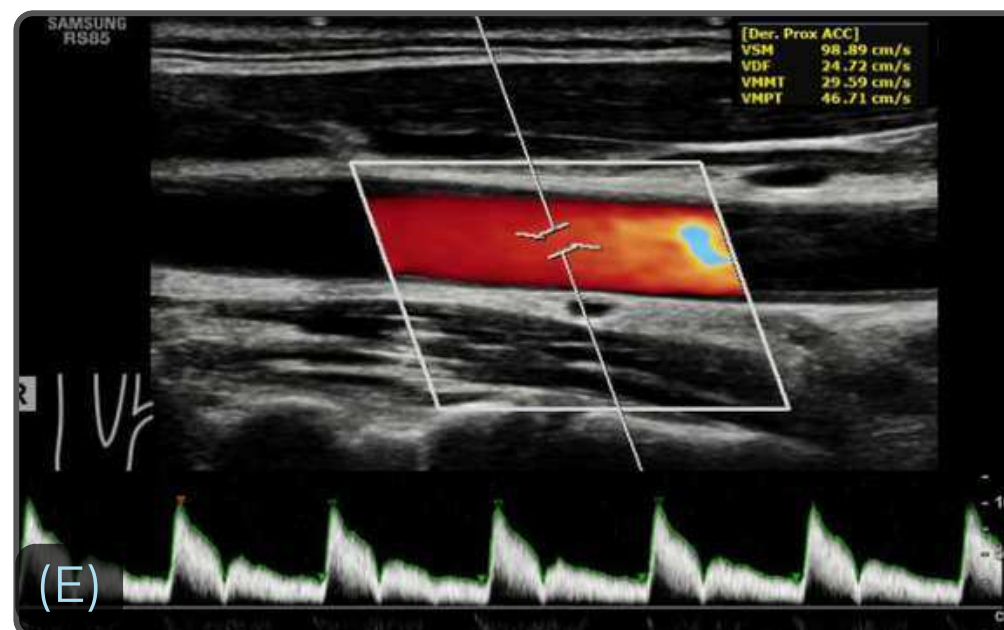
(C) Placa de **ateroma** blanda, de **espesor < 3 mm**, que protruye parcialmente hacia la luz vascular **sin** aparente **estenosis** significativa.

4. DOPPLER COLOR



(D) Flujo **laminar** con relleno **homogéneo** en Doppler color, sin defectos de repleción ni aliasing.

5. DOPPLER ESPECTRAL



(E, F) Flujo de morfología normal, con PSV de 98,9 cm/s en la arteria carótida común y PSV de 74,9 cm/s en la arteria carótida interna (patrón de **baja resistencia**). **Velocidades** dentro de rangos **normales**.



CONSENSO DE LA SRU:

En 2002, la **Society of Radiologists in Ultrasound** (SRU) publicó un consenso para estandarizar la valoración ecográfica de la **estenosis de la arteria carótida interna (ICA)** mediante Doppler. Los parámetros principales son el pico de velocidad sistólica (PSV) de la arteria carótida interna y el porcentaje de diámetro luminal ocupado por la placa. Cuando estos no son concluyentes se recurre a los parámetros secundarios.

GRADO DE ESTENOSIS	Parámetros principales		Parámetros secundarios	
	ICA PSV	Placa (%)	ICA / CCA PSV Ratio	ICA EDV
NORMAL	< 125 cm/s	No	< 2.0	< 40 cm/s
< 50%	< 125 cm/s	< 50	< 2.0	< 40 cm/s
50 - 69 %	125 -130 cm/s	≥ 50	2.0 - 4.0	40 - 100 cm/s
≥ 70 %	> 230 cm/s	≥ 50	> 4.0	> 100 cm/s
OCCLUSIÓN PARCIAL	Alto, bajo o indetectable	Luz detectable	Variable	Variable
OCCLUSIÓN TOTAL	Indetectable	Luz no detectable	No aplicable	No aplicable

PSV: Pico de velocidad sistólica.

PSVR: Relación de PSV de ICA / CCA.

EDV: Velocidad final de la diástole.

→ La PSV en la CCA distal debe ser medida 2 - 3 cm proximal al bulbo carotídeo, para así evitar obtener PSV bajas secundarias al esanchamiento habitual en esta zona.

ANGIO-TC CAROTÍDEO:

Proporciona imágenes tridimensionales detalladas de las arterias carótidas y permite una evaluación integral de las placas y el lumen arterial.

INDICACIONES:

- **Estenosis** carotídea tras **ecografía**.
- Ecografía no concluyente.
- Evaluación **prequirúrgica** antes de una endarterectomía o angioplastia.

PROTOCOLO DE ADQUISICIÓN:

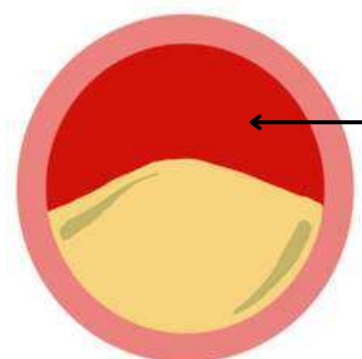
Contraste intravenoso 1,5 ml/kg a 4–5 ml/s. < Bolus tracking: ROI en cayado aórtico.
Temporización fija: fase arterial a los 20 seg.



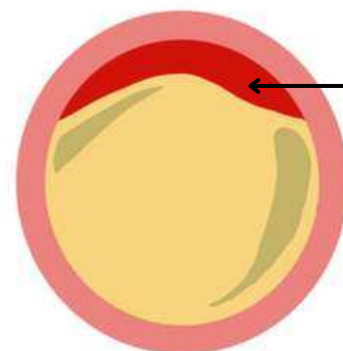
(A) Carótida de **calibre y morfología normal**, sin estenosis ni dilataciones aneurismáticas. No hay engrosamiento parietal ni placas ateroscleróticas.

“Carotid artery axial diameter method” - AJNR

Método cuantitativo propuesto por la AJNR basado en el **diámetro permeable** de la luz en corte **axial** que permite estimar el grado de estenosis:



Diámetro **1,4 - 2,2 mm**
Estenosis **50 - 69%**



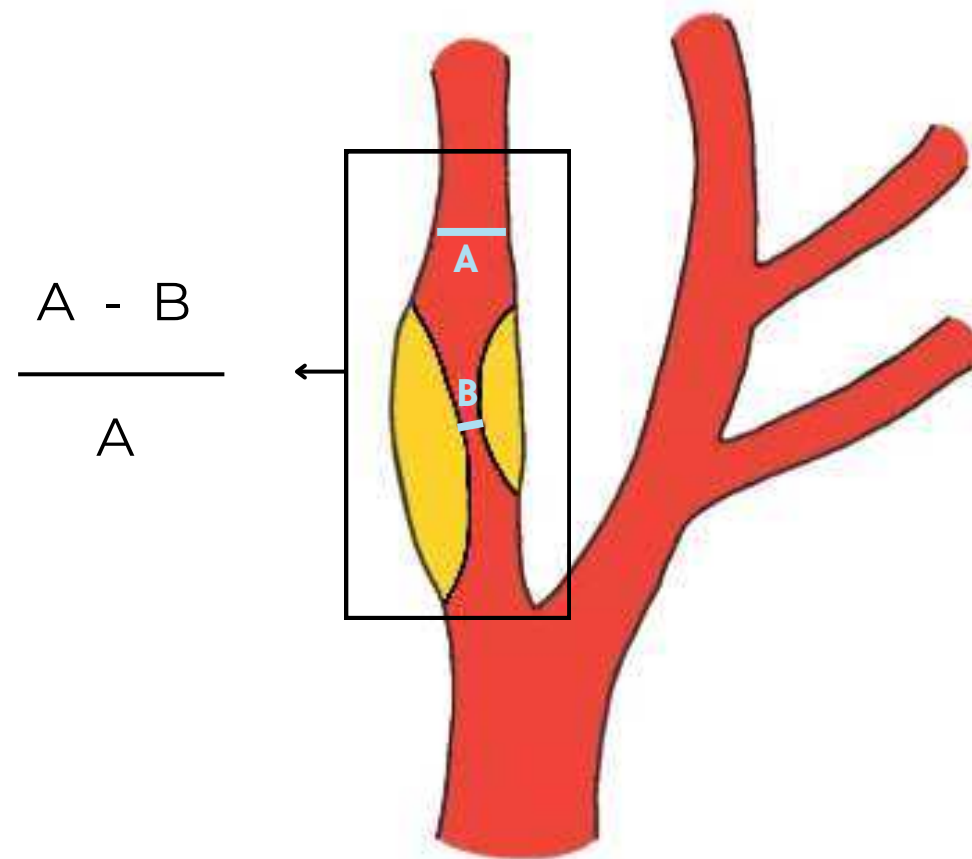
Diámetro **≤ 1,3 mm**
Estenosis **> 70%**

Estudios recientes señalan que este método presenta escasa fiabilidad por la variabilidad interobservador, limitaciones técnicas (ej. arteria tortuosa) y por los pocos parámetros considerados.

Métodos para cuantificar la estenosis carotídea, definidos originalmente a partir Angio-TC:

NASCET:

Norteamericano.



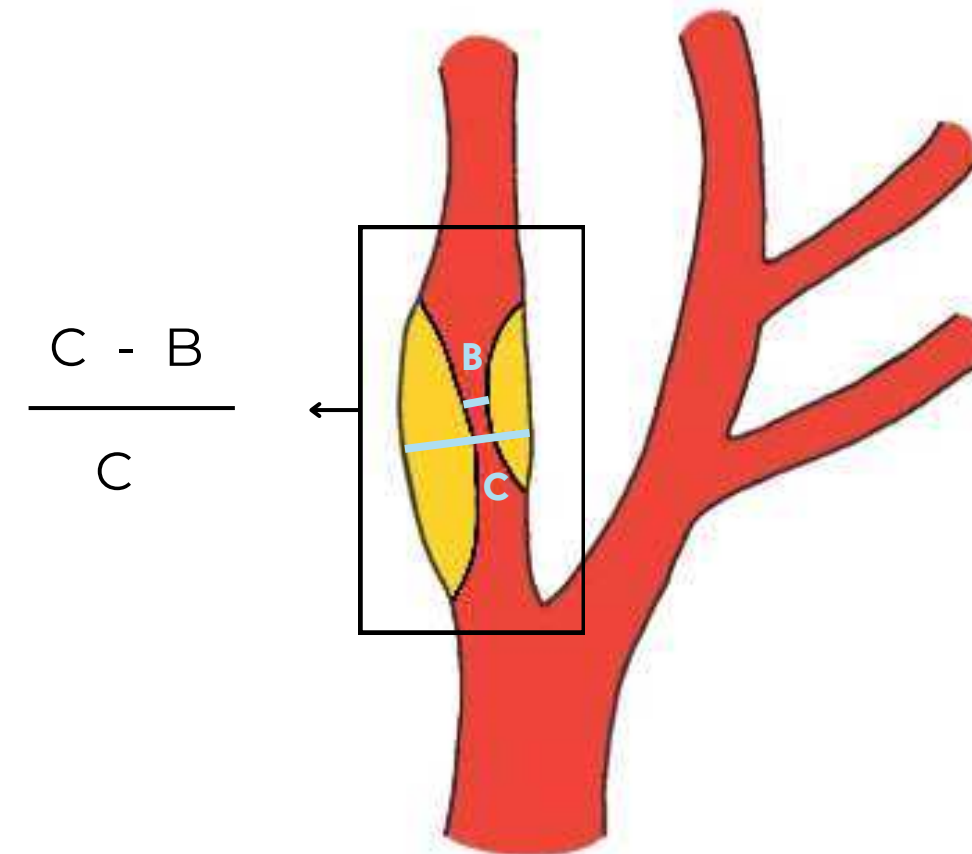
$$\frac{A - B}{A}$$

El grado de estenosis se calcula comparando el **diámetro** del segmento más **estenótico** con el diámetro de la arteria en un segmento **distal normal**.

Subestima el grado de estenosis.

ESCT:

Europeo.



$$\frac{C - B}{C}$$

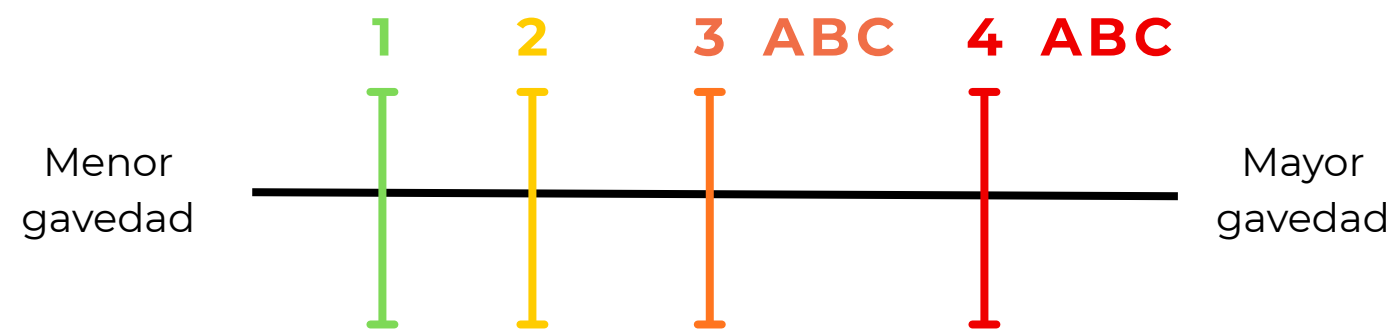
El grado de estenosis se determina comparando el **diámetro** del segmento **más estenótico** con el **diámetro estimado** de la luz arterial en esa **misma zona**.

Sobreestima el grado de estenosis.

CAROTID RADS

CLASIFICACIÓN ESTANDARIZADA PARA LA EVALUACIÓN DE PLACAS CAROTÍDEAS

Sistema de clasificación universal, publicado en enero de **2024** por el **American College of Cardiology Foundation**. Se ha desarrollado para la evaluación de la gravedad de una lesión aterosclerótica carotídea en función de la **vulnerabilidad** de la placa, determinada por sus características **morfológicas**. Los objetivos de esta nueva clasificación son proporcionar una estructura de informe estandarizado y **estimar el riesgo de eventos cerebrovasculares agudos** para así optimizar el tratamiento.

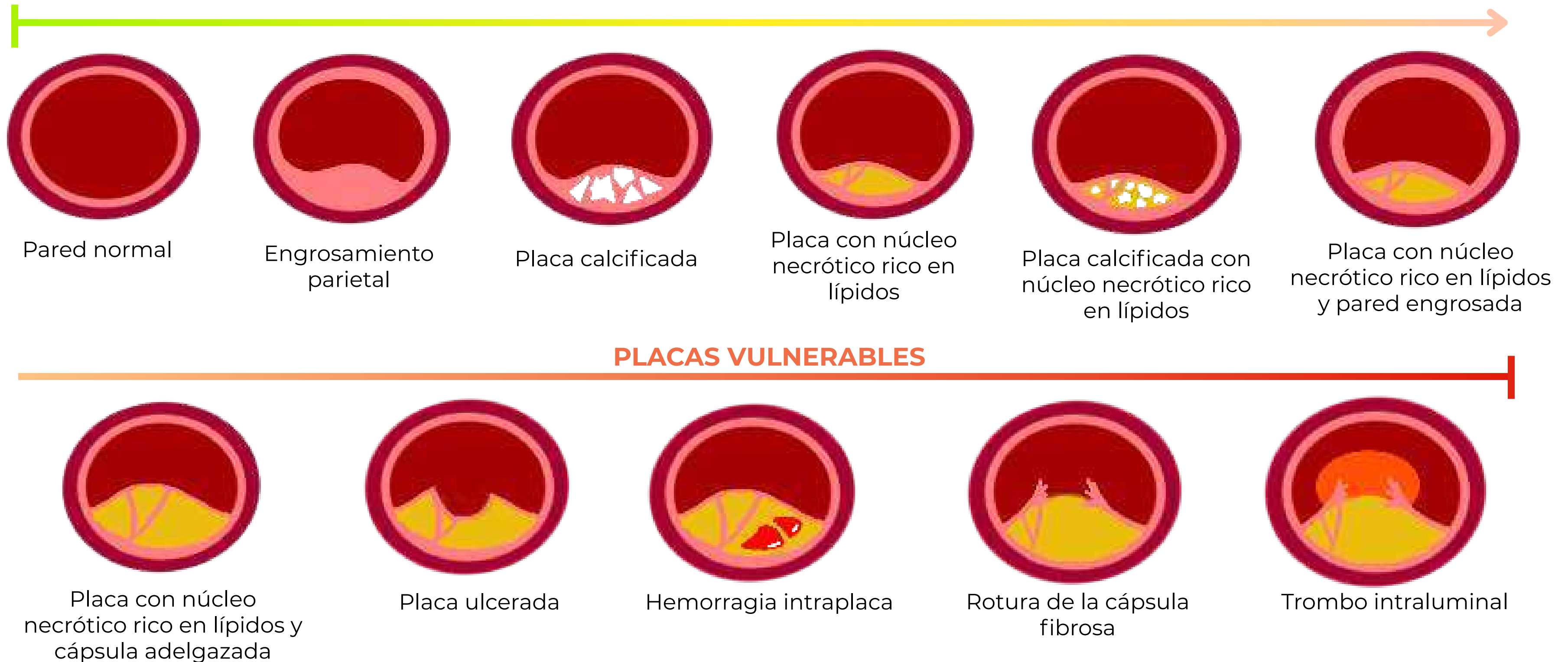


Las categorías van desde RADS - 1 hasta RADS - 4, y deben representar el hallazgo clínicamente más relevante por vaso.

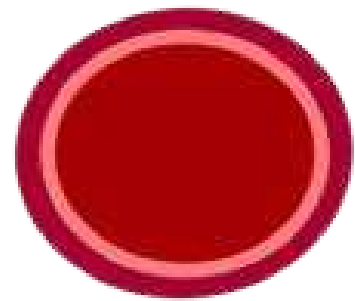
Esta escala no sustituye a la medición del grado de estenosis, cuya valoración es necesaria en todos los casos.

No es aplicable cuando existe un stent, cuando se ha realizado una endarterectomía o cuando la valoración es subóptima (ej. mala ventana ecográfica).

VULNERABILIDAD DE LA PLACA:



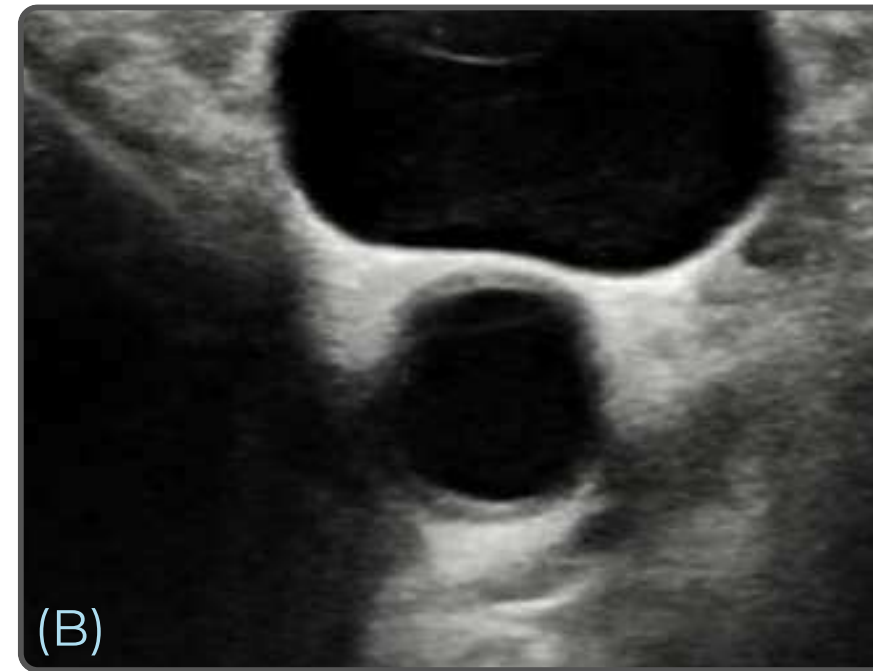
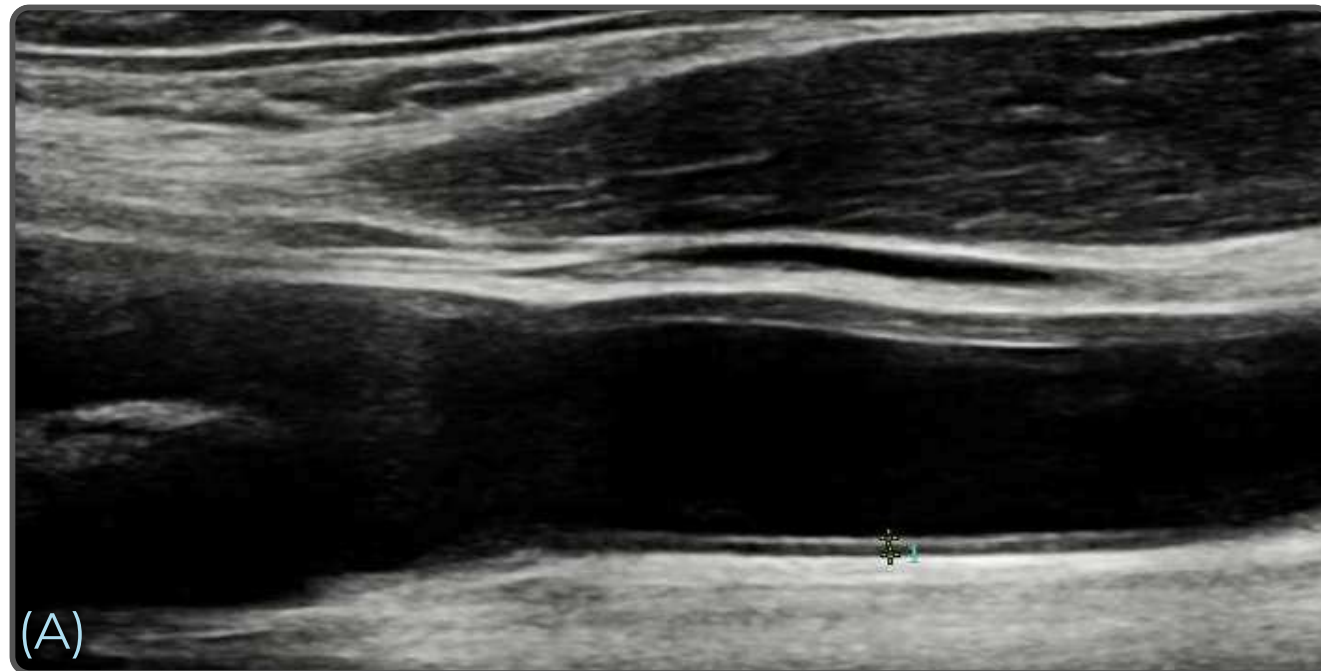
CAROTID RADS - 1



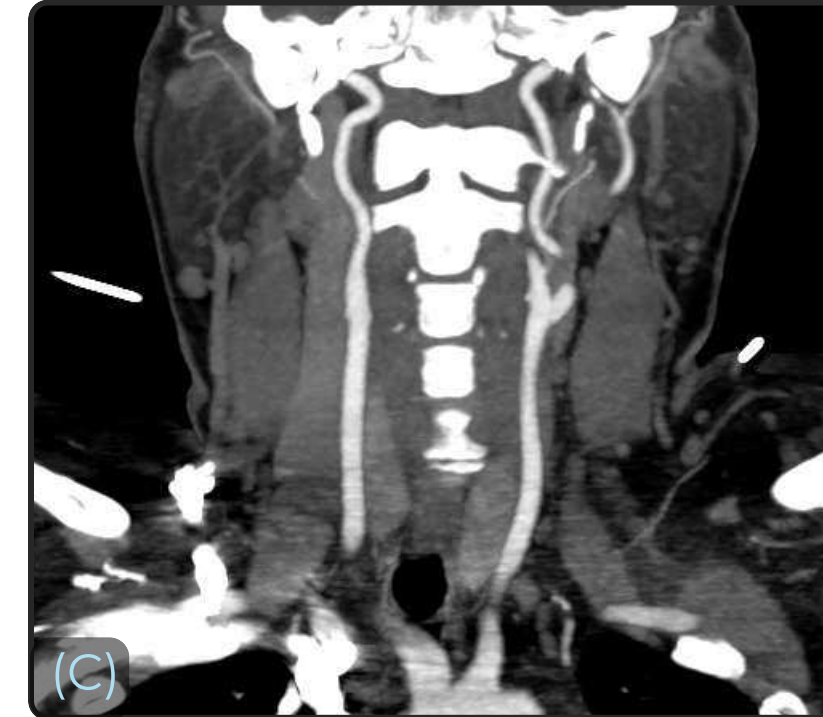
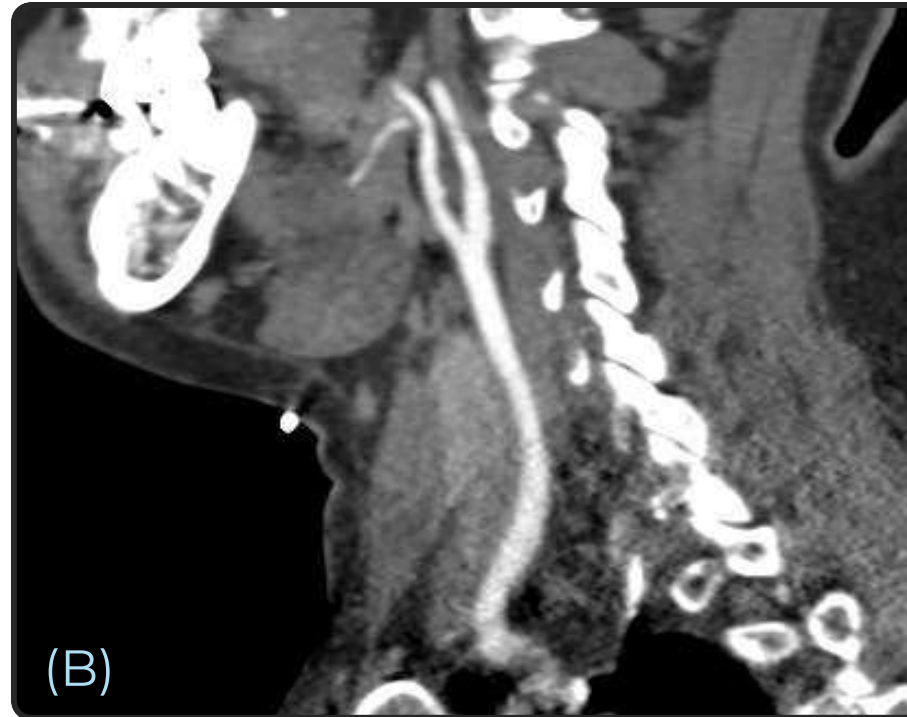
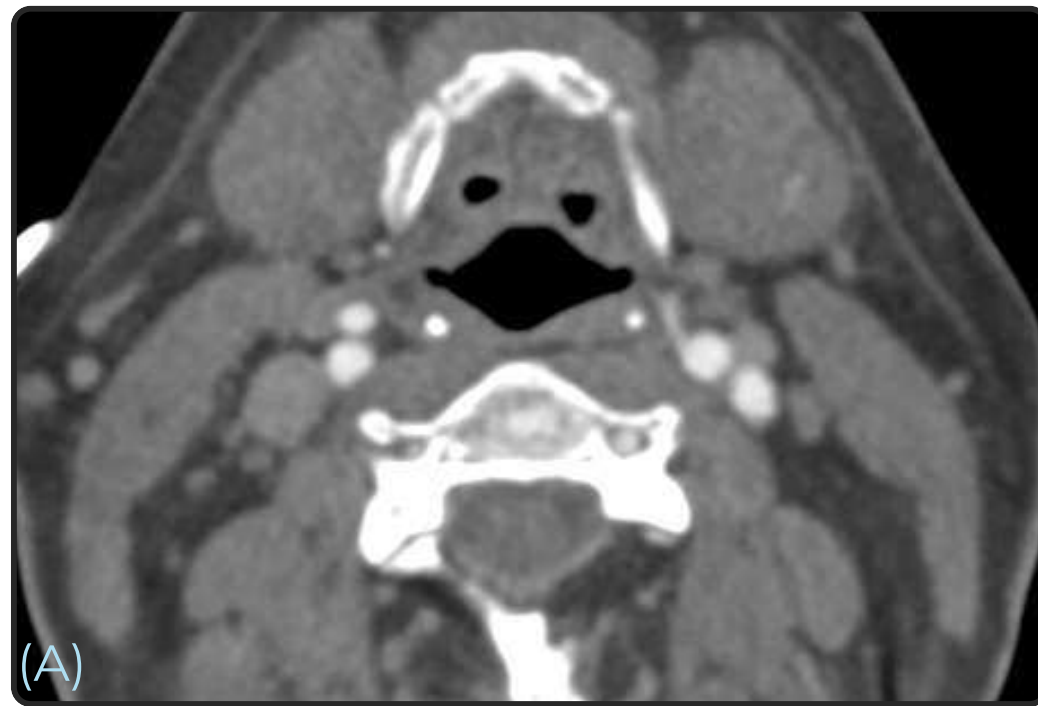
SIN RIESGO

Esta categoría representa la **pared vascular normal**, no engrosada y **sin** evidencia de **placa** aterosclerótica localizada.

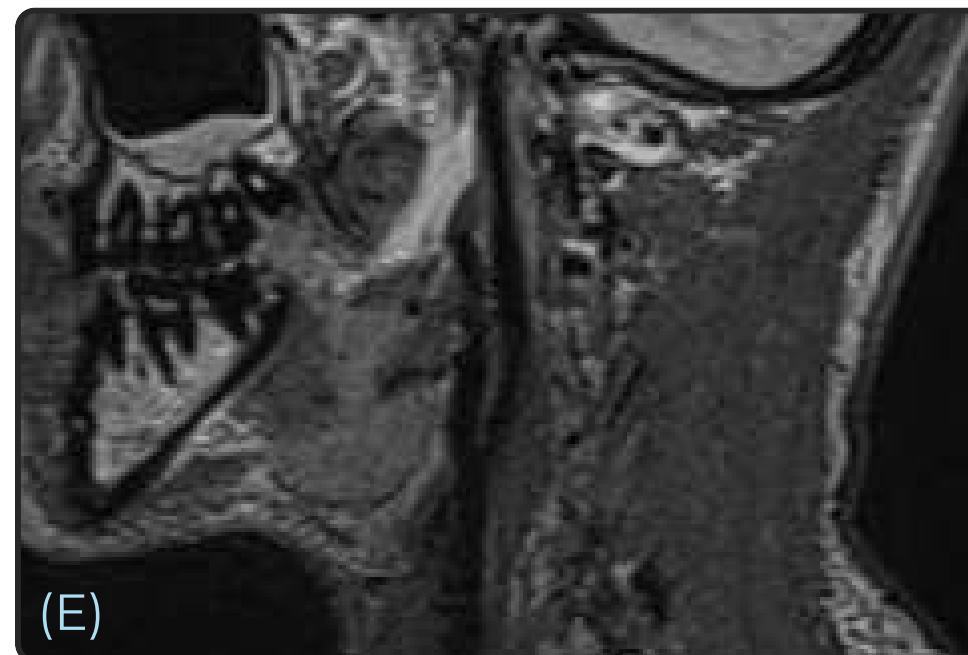
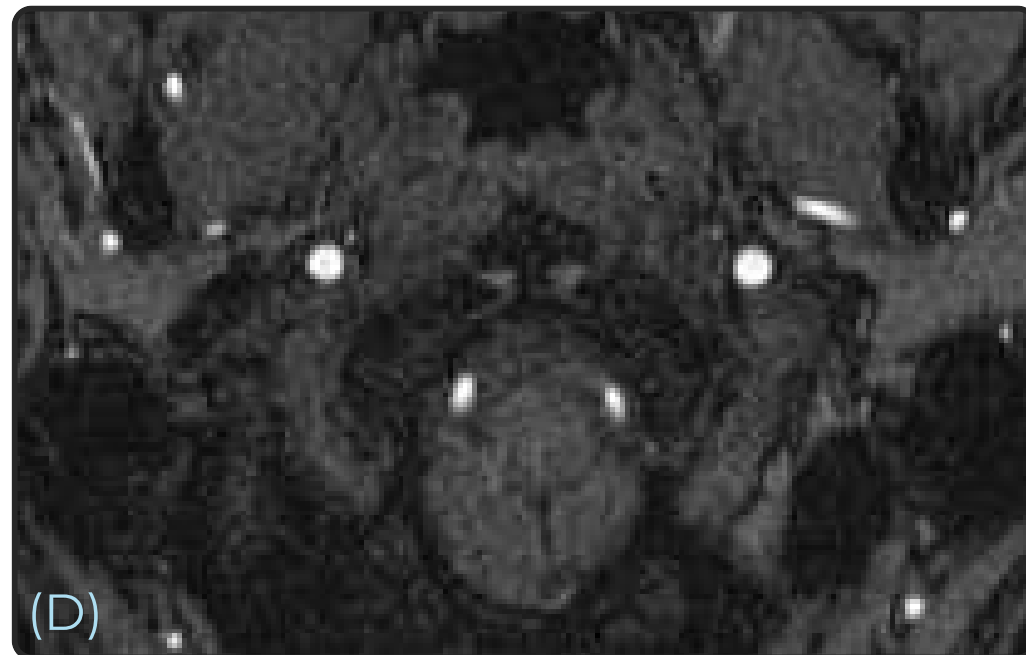
Estudios de cohortes poblacionales (entre ellos el Rotterdam Study, el Tromsø Study y el estudio MESA - Multiethnic, Study of Atherosclerosis-) han demostrado que los pacientes de esta categoría **no presentan riesgo** de eventos cardiovasculares o cerebrovasculares relacionados con la aterosclerosis.



Ecografía carotídea modo B en planos longitudinal **(A)** y transversal **(B)**. Bifurcación carotídea de morfología normal, calibre vascular uniforme sin evidencia de estenosis ni dilataciones. **Pared vascular** de aspecto **homogéneo**, sin engrosamientos focales sugestivos de placa de ateroma. El **grosor íntima - media conservado (0,7 mm)**. **(C)** Ecografía de la arteria carótida común en modo Doppler color. **Flujo laminar** con relleno **homogéneo**, sin áreas de ausencia de señal.

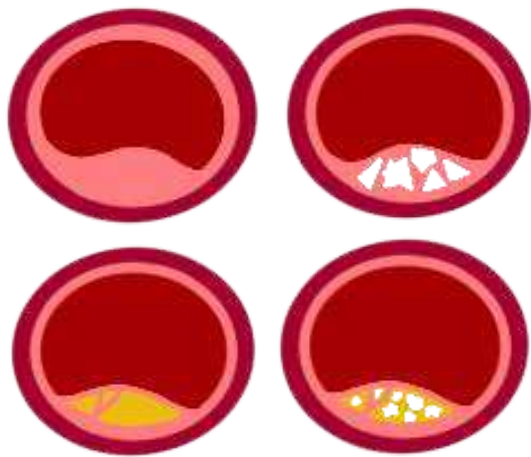


Angio-TC de las arterias carótidas interna y externa en su segmento proximal en plano axial (A), y de ambas carótidas comunes en planos sagital (B) y coronal (C). Las arterias presentan un **calibre conservado** y una **luz homogéneamente opacificada**, sin evidencia de placas ateroscleróticas, irregularidades parietales ni defectos de repleción.



Angio-RM de troncos supra-aórticos en secuencias TOF axial (D), FLAIR sagital (E) y reconstrucción angiográfica tras la administración de contraste (F). **Adecuada señal de flujo** en la arteria carótida común, la bifurcación carotídea y la arteria carótida interna, sin estenosis ni irregularidades parietales. **No** se identifica **señal intraluminal anómala** sugestiva de placa o trombo **ni defectos de repleción** en la secuencia post-contraste.

CAROTID RADS - 2

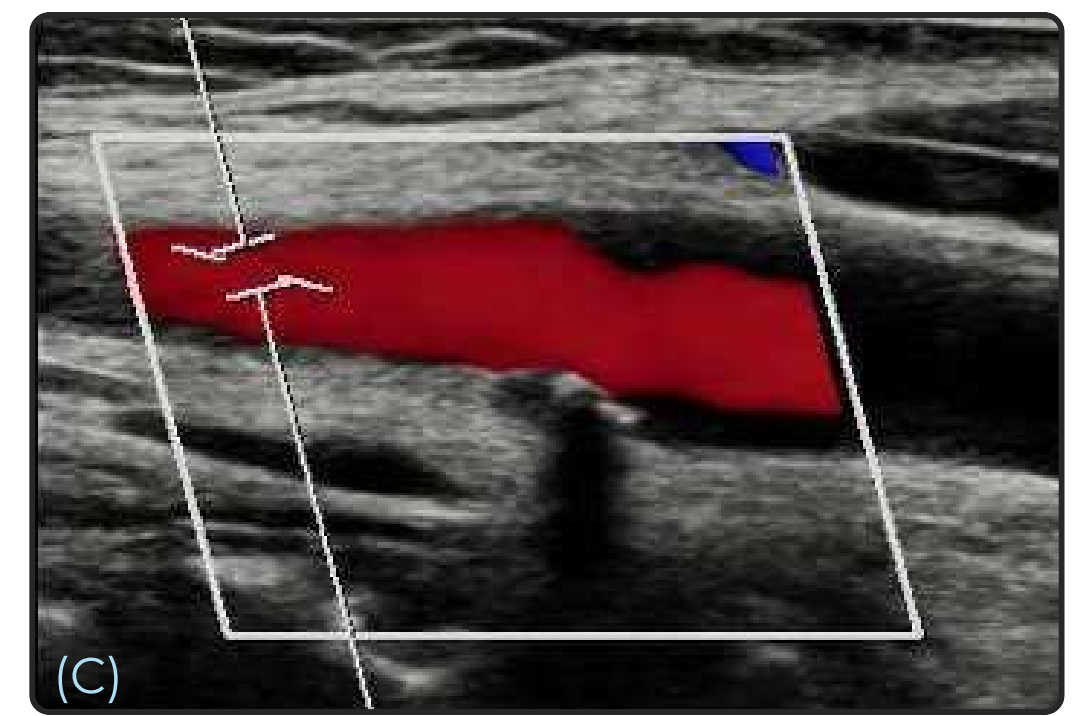
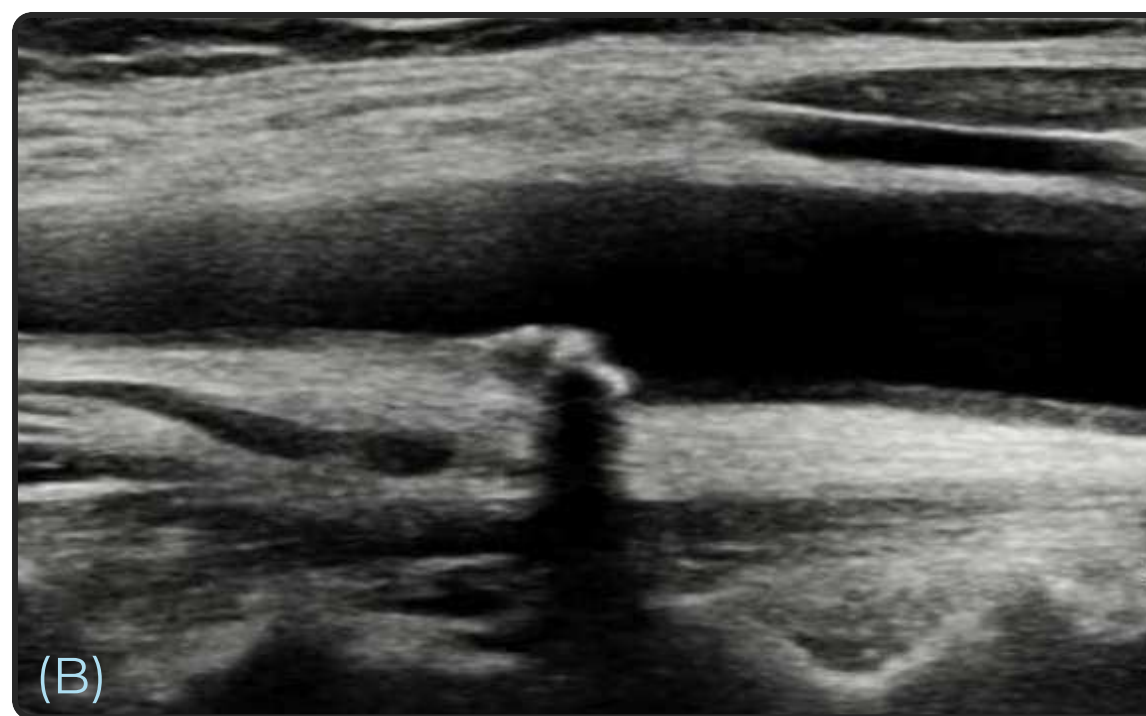


En esta categoría se incluye:

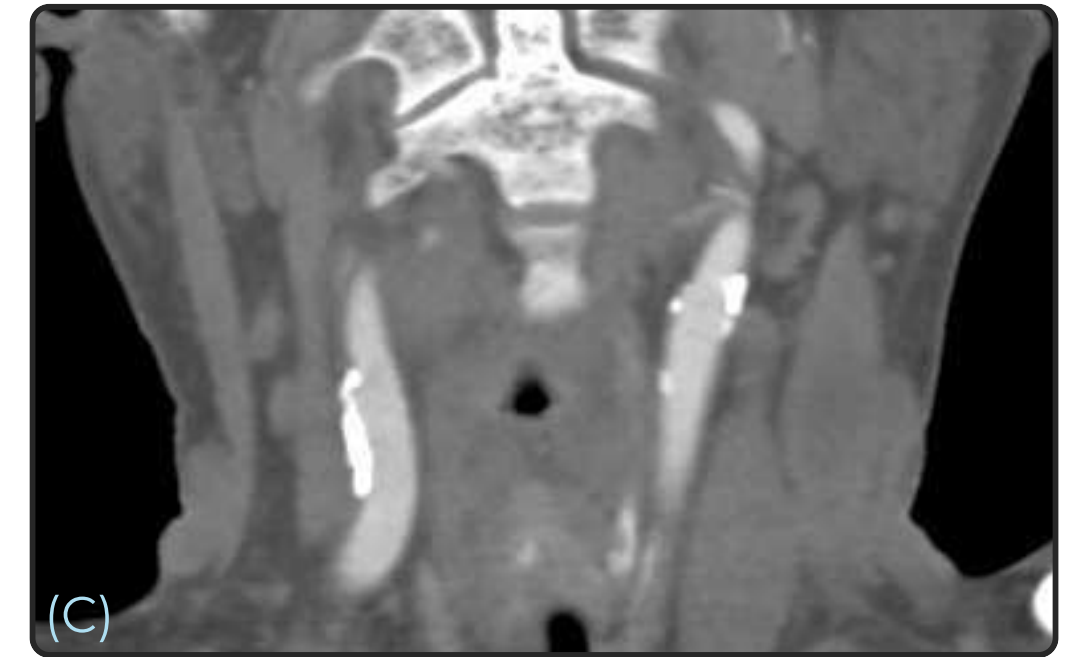
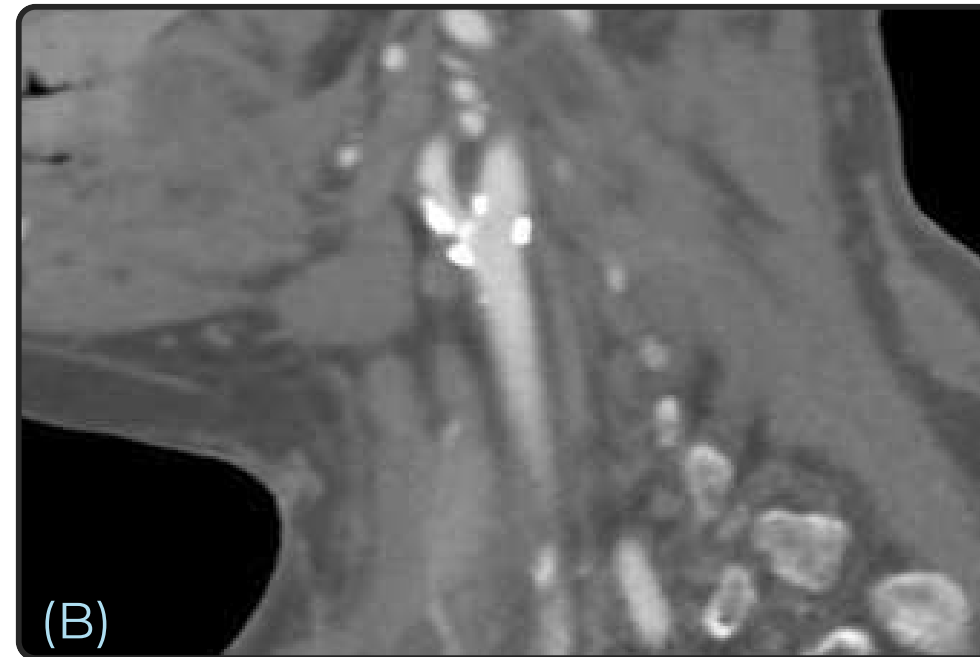
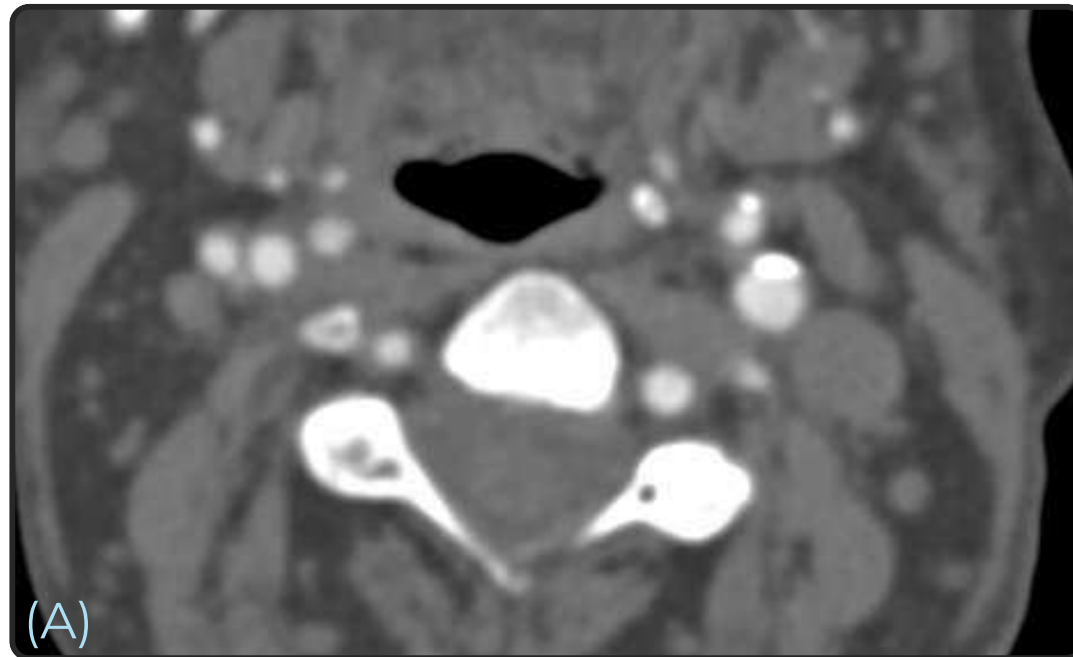
- **Engrosamiento parietal**, con grosor íntima-media (IM) entre **1 - 3 mm**.
- Placa aterosclerótica calcificada, con núcleo necrótico rico en lípidos o una combinación de ambas siempre y cuando el espesor de la placa sea **< 3 mm**.

RIESGO BAJO

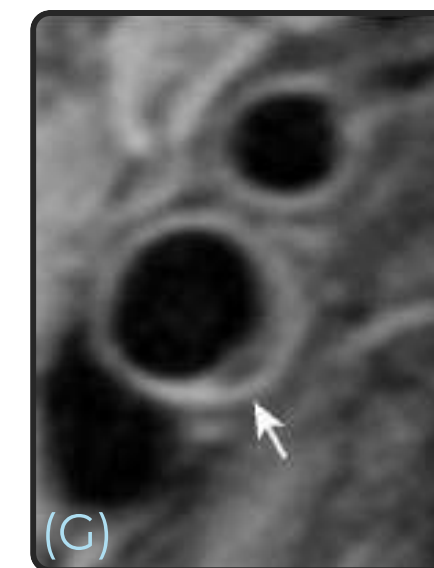
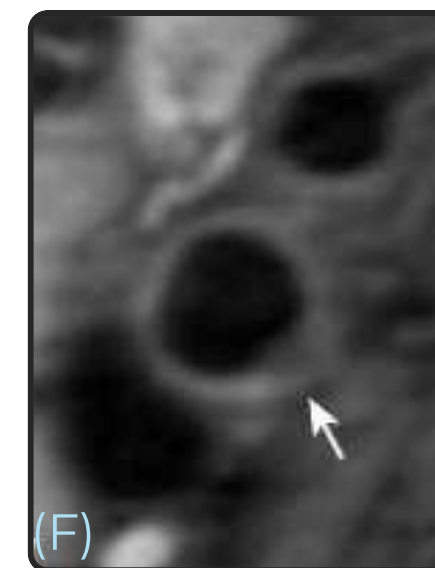
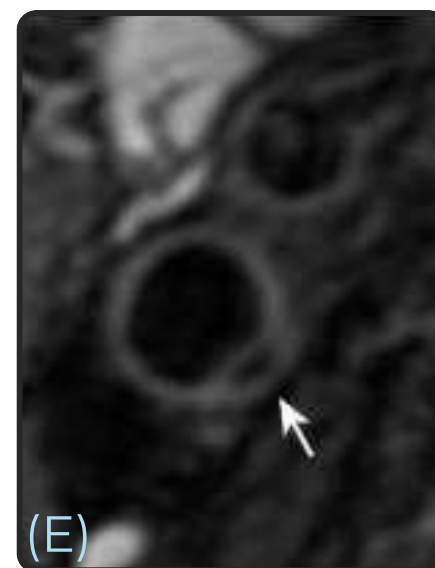
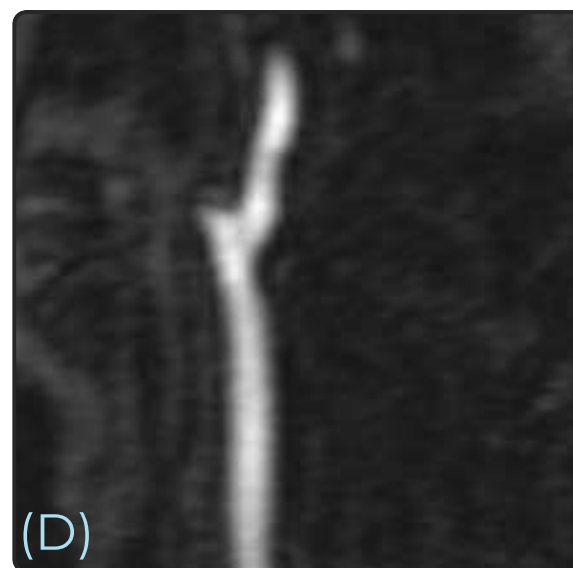
Estas características son indicativas de placas relativamente **estables**.



Ecografía carotídea modo B en planos longitudinal **(A)** y transversal **(B)** y en modo Doppler color **(C)**. Inmediatamente distal al bulbo carotídeo, en el segmento proximal de la a. carótida interna se identifica una lesión **hiperecogénica** de contornos bien definidos, dependiente de la pared y con crecimiento **excéntrico**, que asocia **sombra acústica posterior**; compatible con **placa ateromatosa calcificada**. El espesor de la placa es de **1,7 mm**.

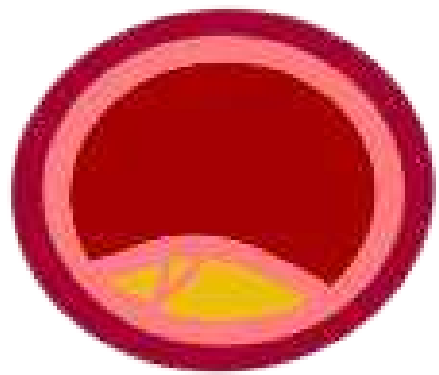


Angio-TC de troncos supra-aórticos en planos axial **(A)**, sagital **(B)** y coronal **(C)**. Se identifica un engrosamiento parietal a expensas de componente **cálcico** con un espesor **inferior a 3 mm**, predominantemente localizado en ambos bulbos carotídeos. Hallazgos compatibles **placa de ateroma calcificada**, sin condicionar aparente estenosis significativa.



Resonancia magnética carotídea en secuencia angiográfica con contraste **(D)**, potenciada en T2 **(E)**, densidad protónica **(F)** y T1 **(G)**. Discreto **engrosamiento excéntrico** de la pared vascular con un **espesor menor de 3 mm** en la bifurcación carotídea y en el segmento proximal de la arteria carótida interna compatible con **placa ateromatosa**. Se muestra **hipointensa** en todas las secuencias lo que sugiere **calcificación** de la misma.

CAROTID RADS - 3A

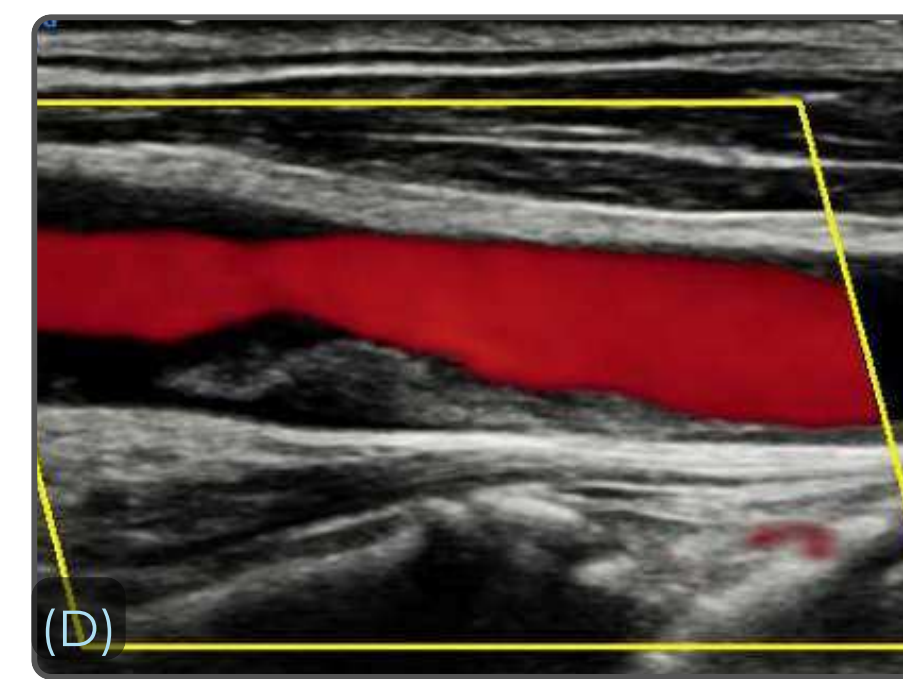
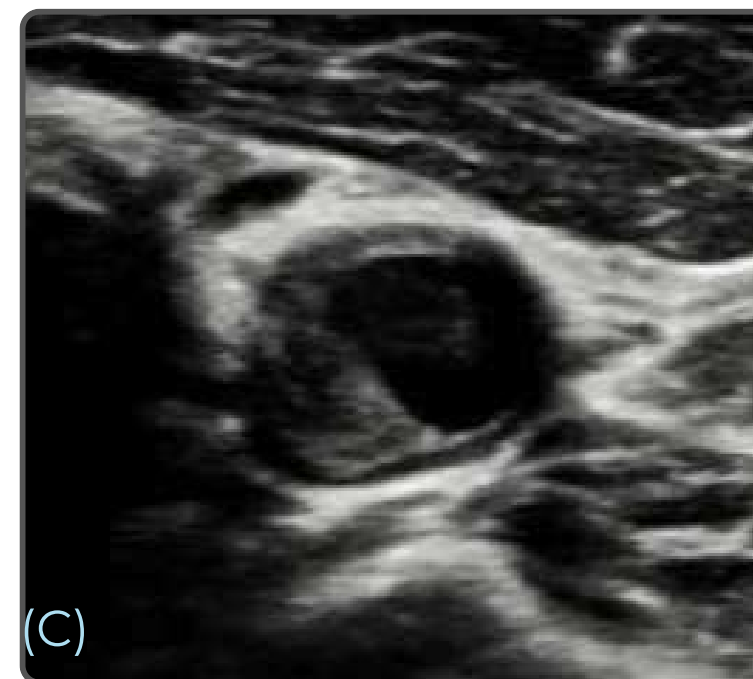
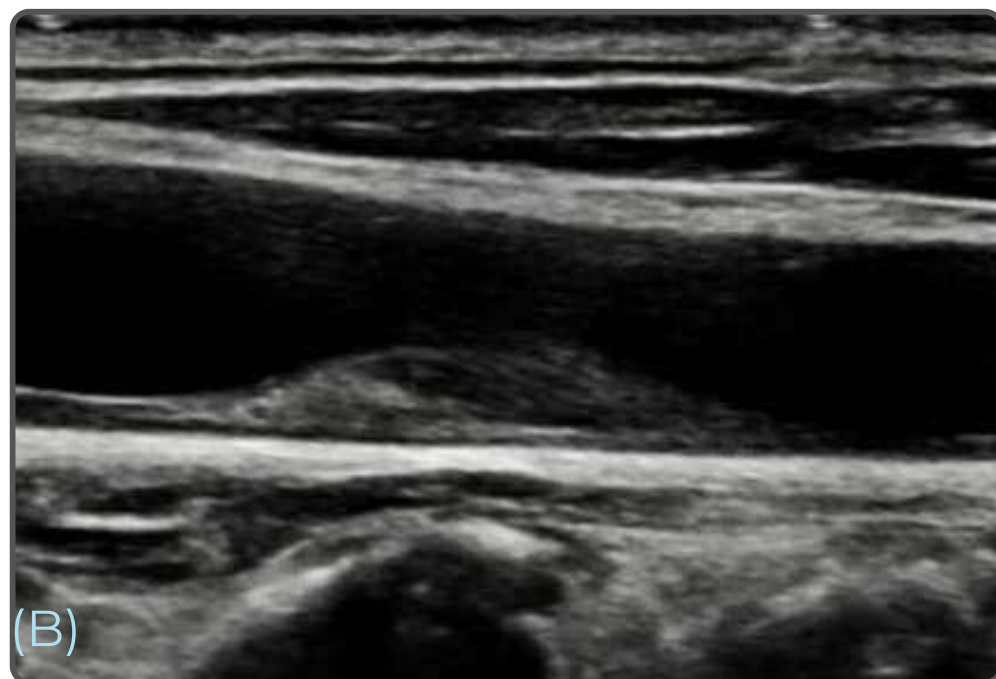


**RIESGO
MODERADO**

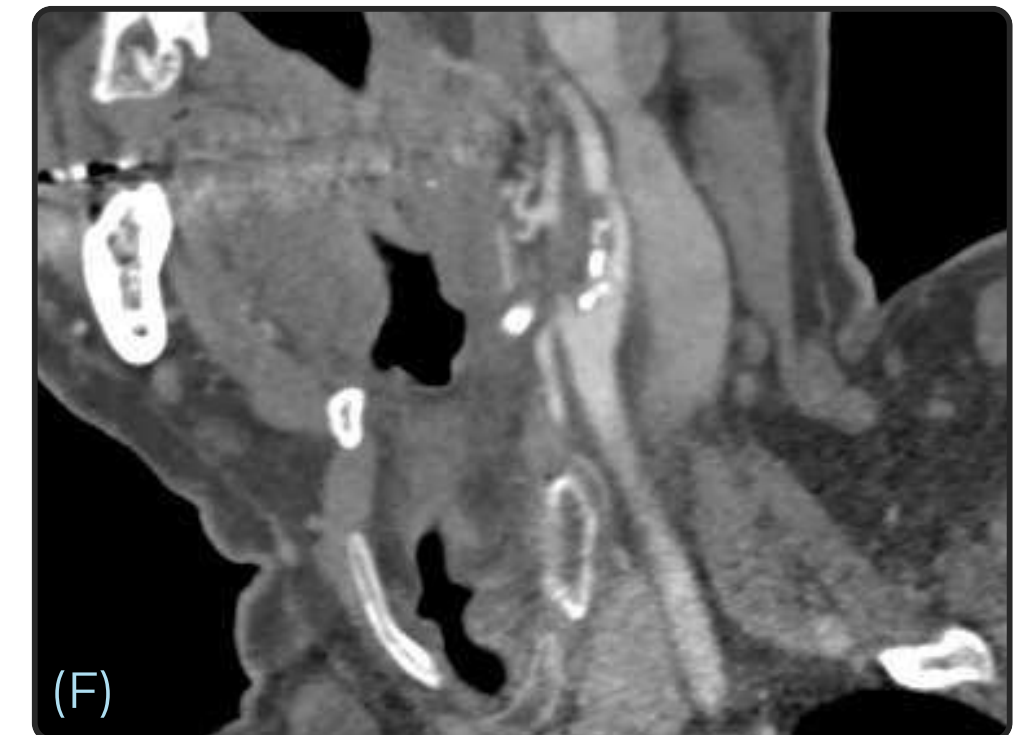
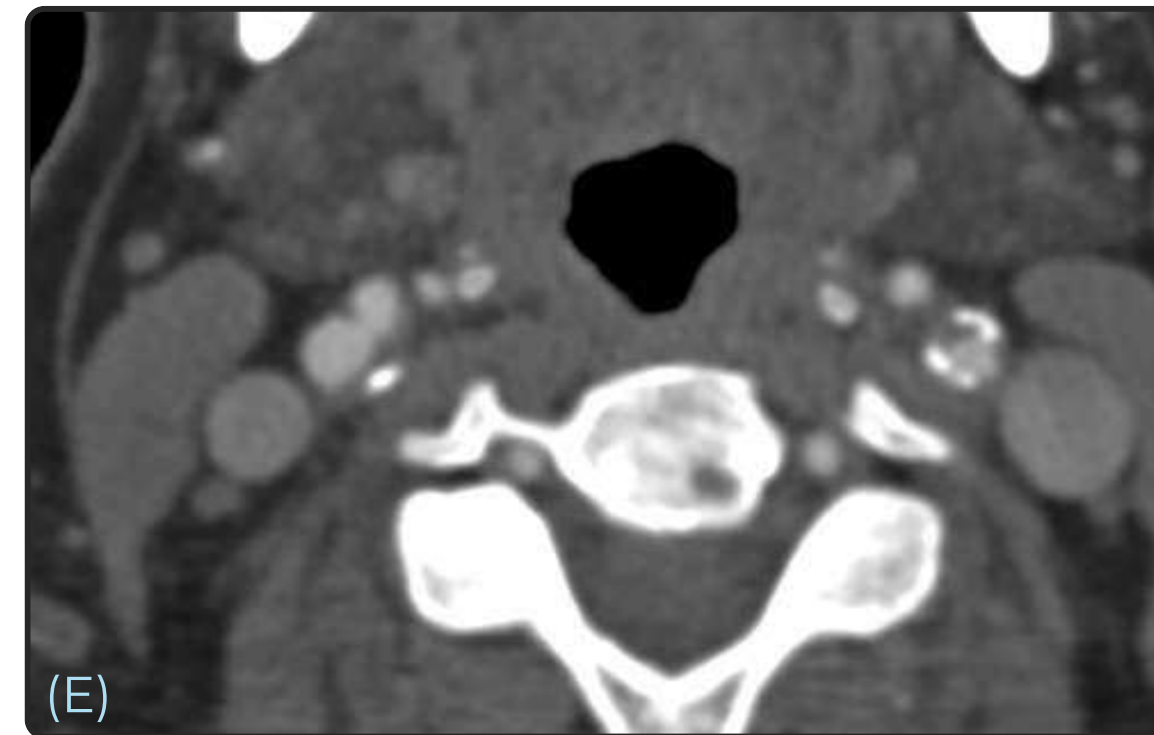
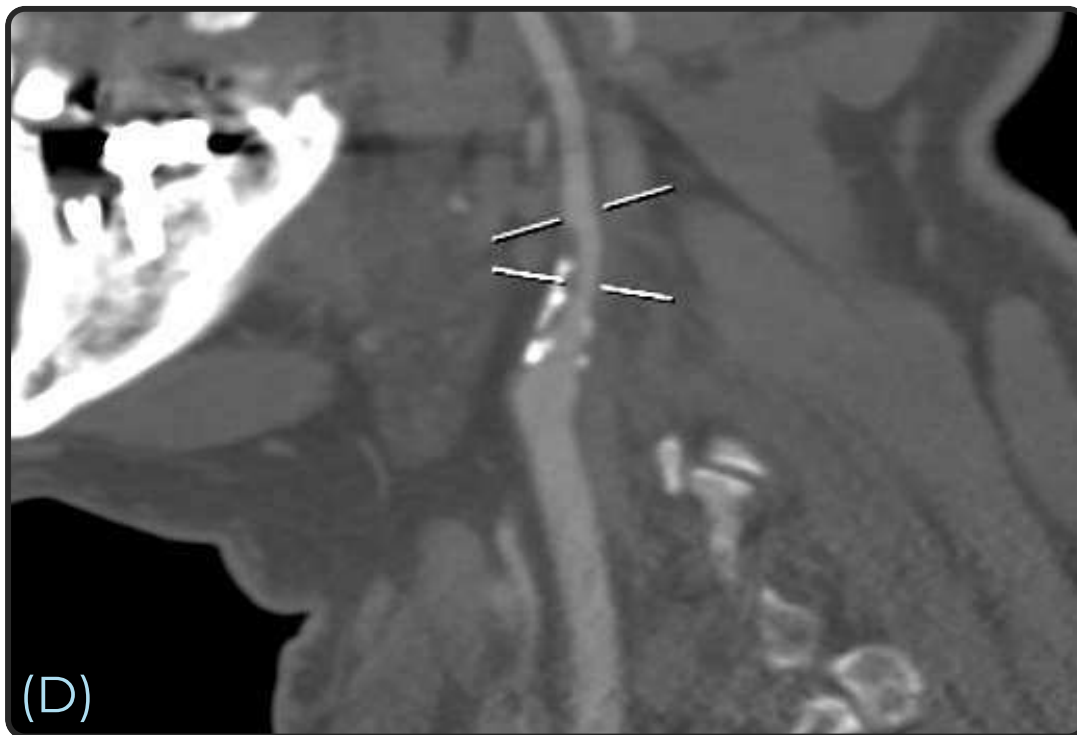
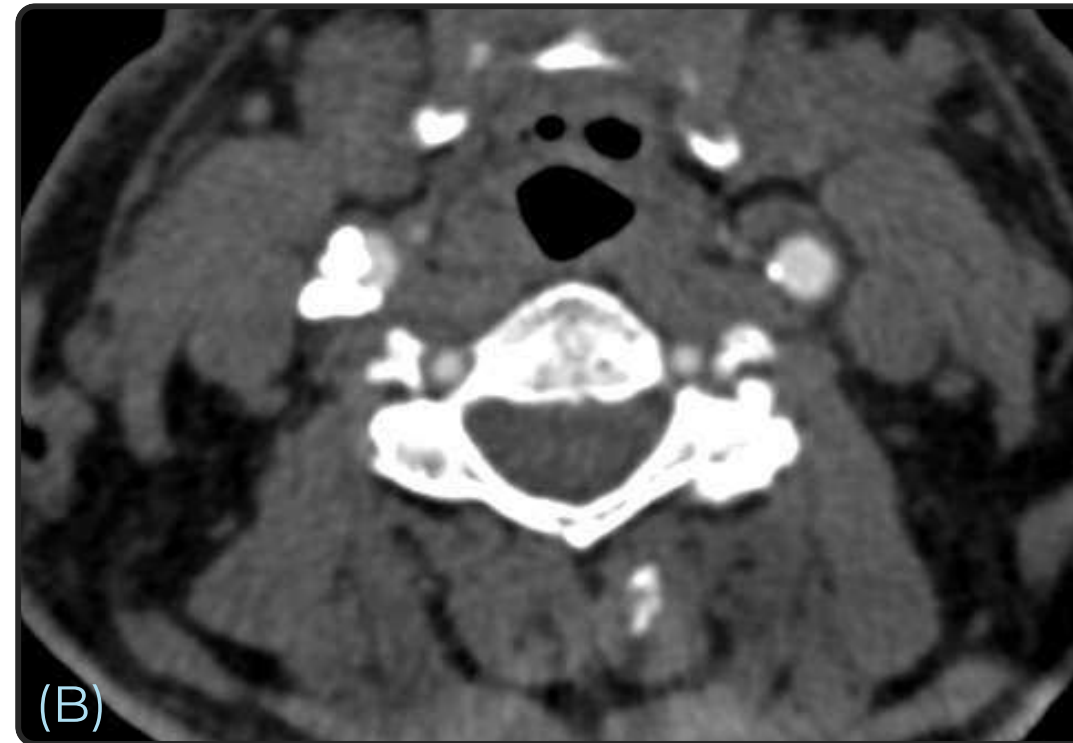
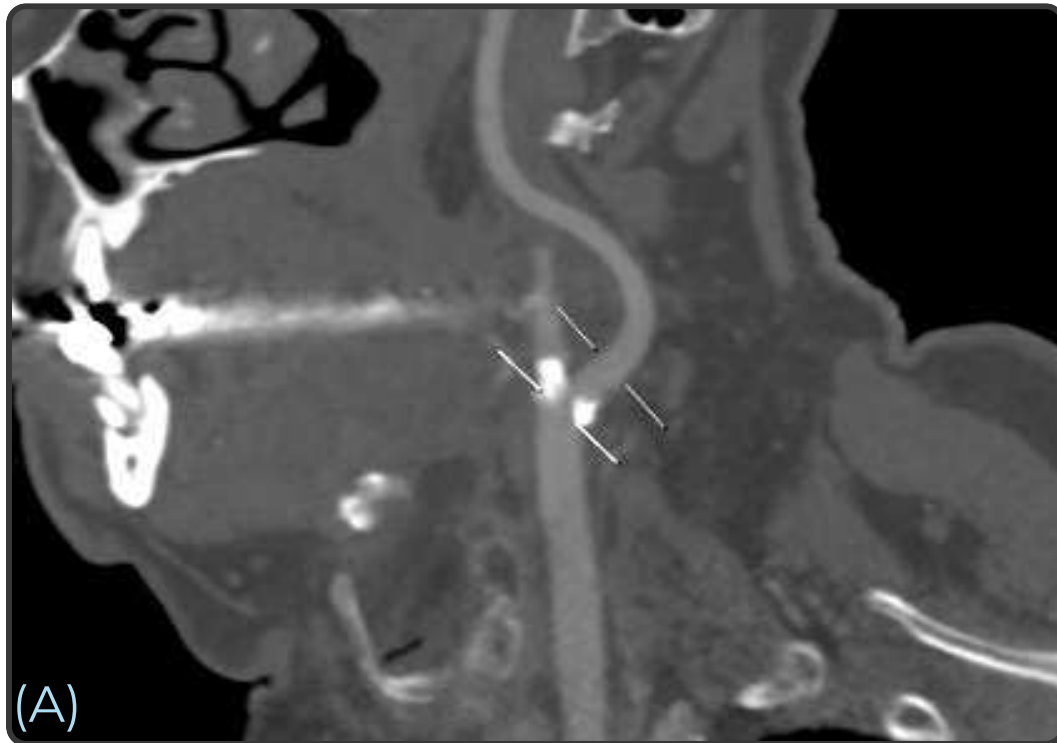
Esta subcategoría representa una placa carotídea con:

- Núcleo **lipídico necrótico** y una **cápsula fibrosa gruesa**.
- Espesor total de la placa de **≥ 3 mm**, en ausencia de características de placa complicada

Resonancia magnética de troncos supra-aórticos en secuencia angiográfica post-contraste **(A)**. Se identifica una **irregularidad del calibre** de la arteria carótida común izquierda a expensas de **placa de ateroma** con un espesor **superior a 3 mm**.

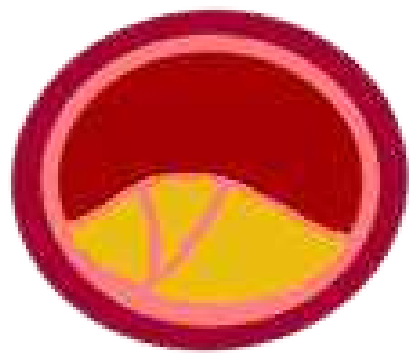


Ecografía carotídea modo B en planos longitudinal **(B)** y transversal **(C)** y modo Doppler color **(D)**. Se identifica un **engrosamiento parietal** excéntrico de la a. carótida común a expensas de un componente levemente **hiperecogénico** con **focos** centrales **hipoecogénicos**, sin sombra acústica posterior, compatible con **placa ateromatosa con núcleo lipídico necrótico**. Se identifica la **cápsula fibrosa** visible como una capa hiperecogénica superficial.



AngioTC de troncos supra-aórticos en planos sagital (D), axial (E) y coronal (F). **Placa ateromatosa mixta** en el segmento proximal de la arteria carótida interna izquierda. Presenta focos **hiperdensos** compatibles con componente **cálcico**, así como áreas de densidad de **partes blandas** compatible con componente **lipídico**. Presenta un espesor **superior a 3 mm**.

CAROTID RADS - 3B



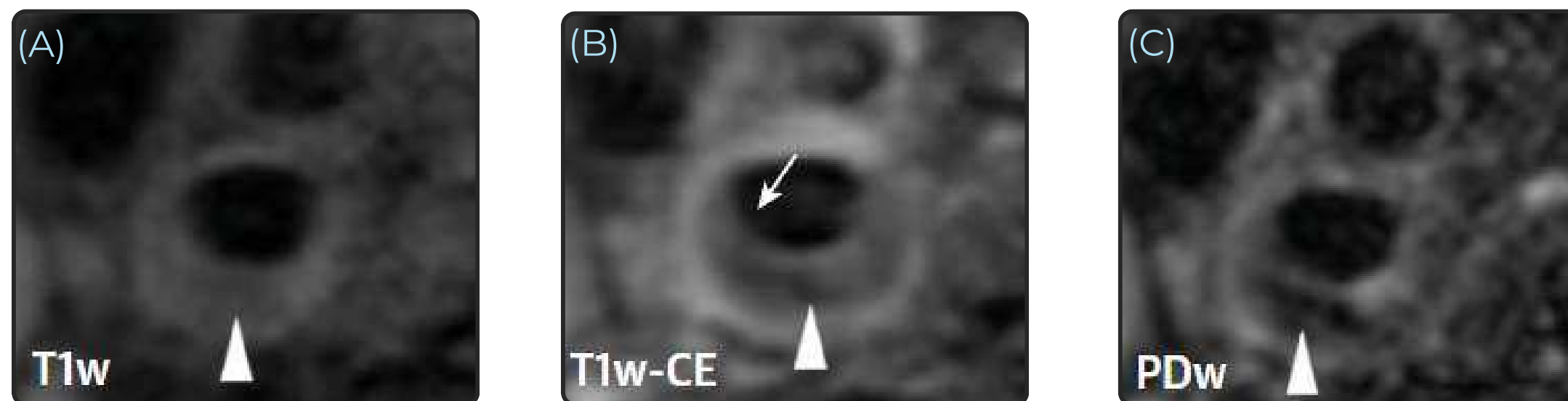
**RIESGO
MODERADO**

Esta subcategoría incluye placas carotídeas de espesor ≥ 3 mm, que presentan un **núcleo lipídico necrótico** y una **cápsula fibrosa adelgazada**.

La integridad de la cápsula fibrosa es un factor clave en la **vulnerabilidad** de la placa:

- Cápsula fibrosa gruesa $\longrightarrow$ bajo riesgo de rotura.
- Cápsula fibrosa adelgazada $\longrightarrow$ aumento significativo del riesgo de rotura.

Desventaja: La capacidad de las técnicas de imagen actuales para evaluar las cápsulas fibrosas finas es limitada. Aunque a veces puede evaluarse por resonancia magnética, no siempre es posible.



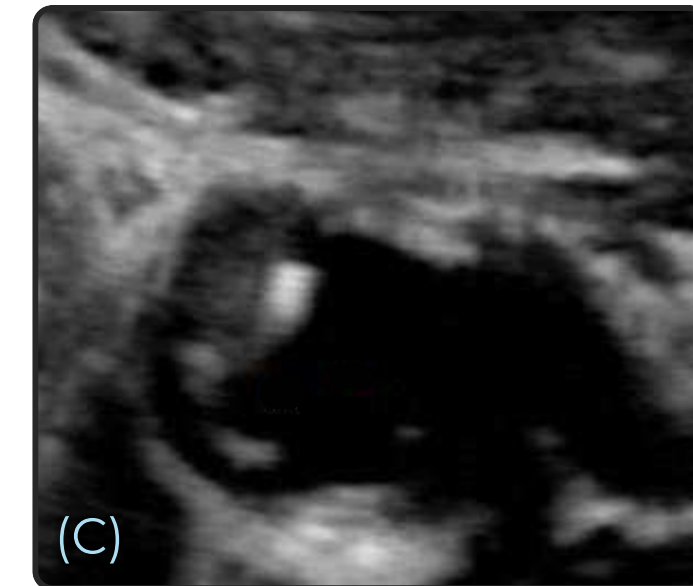
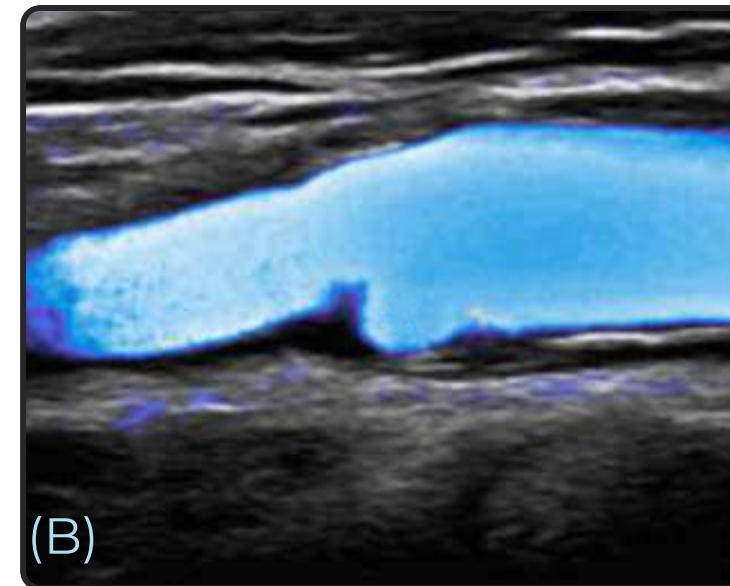
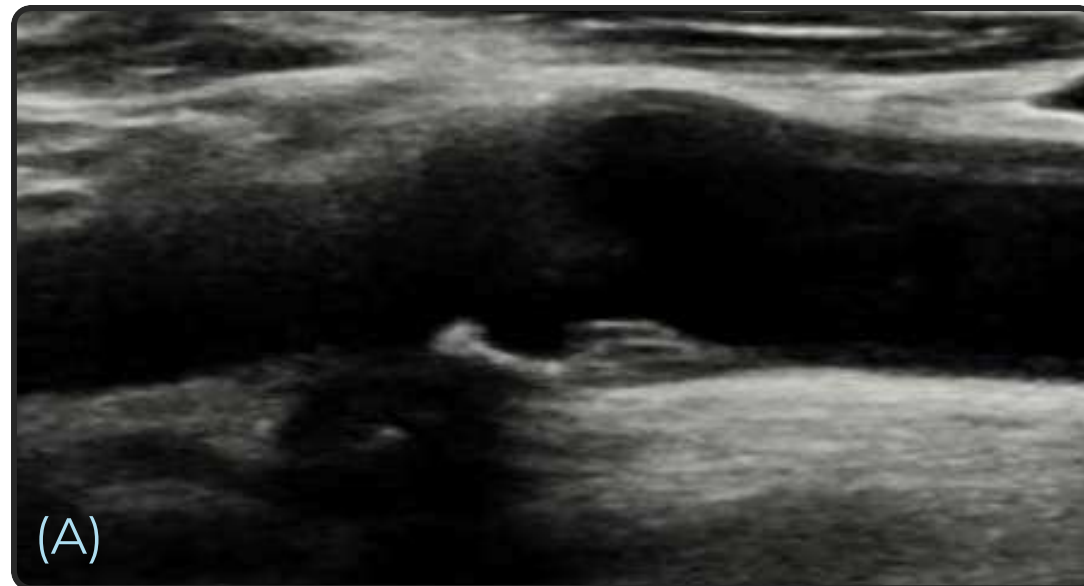
Resonancia magnética carotídea potenciada en T1 **(A)**, T1 post-contraste **(B)** y densidad protónica **(C)** en plano axial. Se identifica una placa ligeramente estenosante en la arteria carótida interna derecha con un gran **núcleo lipídico necrótico** que se observa hiperintenso en T1 e hipointenso en secuencias post-contraste. La **cápsula fibrosa es fina** y **no está claramente delimitada** en su totalidad.

CAROTID RADS - 3C



**RIESGO
MODERADO /
ELEVADO**

La característica definitoria de esta categoría es la **ulceración de la placa**, independientemente del grosor de la misma, en ausencia de hemorragia intraplaca, ruptura de la cápsula fibrosa o trombo intraluminal.



Ecografía carotídea modo B en planos longitudinal **(A)** y transversal **(C)** y modo Doppler color **(B)**. Se identifica una placa de **ateroma mixta** en la arteria carótida común, con componente lipídico (isoecogénico) y componente calcificado (focos hiperecogénicos con sombra acústica posterior). Presenta una **pérdida focal de la integridad de la superficie** de la placa visible como una **depresión** o **cavidad** focal, levemente irregular, compatible con **ulceración**.



↑
AngioTC de troncos supra-aórticos en planos axial **(A,B)** y sagital **(C)**. Se identifica en engrosamiento parietal a expensas de material de partes blandas compatible con placa ateromatosa lipídica. En la superficie de la misma se identifica una **hendidura, receso o cavidad** que se rellena de **contraste**; compatible con **ulceración**.

←
Resonancia carotídea en secuencia angiográfica post-contraste en planos sagital **(D)** y coronal **(E)**. Se observa una **sutil irregularidad** en la **superficie** de la **placa** en la arteria carótida interna derecha que podría corresponder a una pequeña **ulceración**, aunque la **definición es limitada** y no permite caracterización precisa.

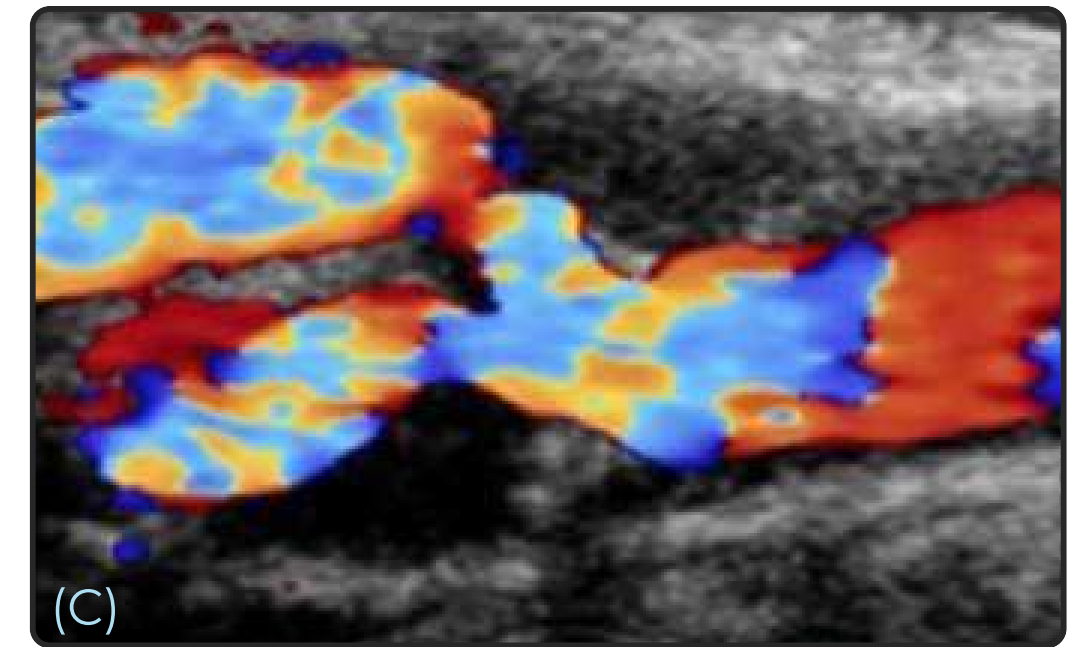
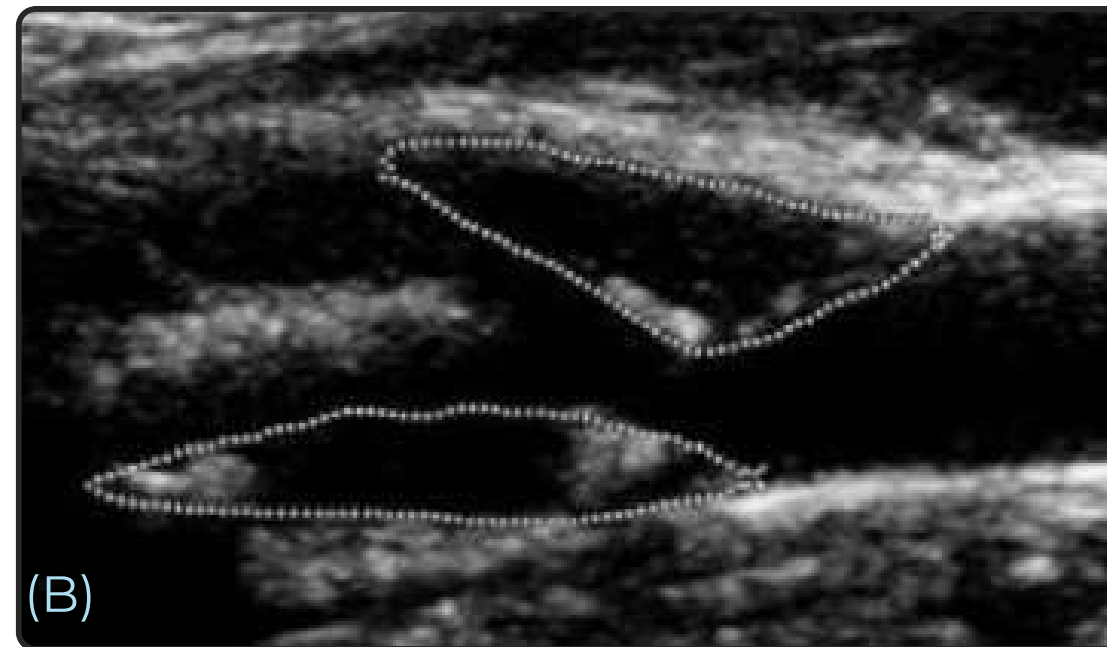
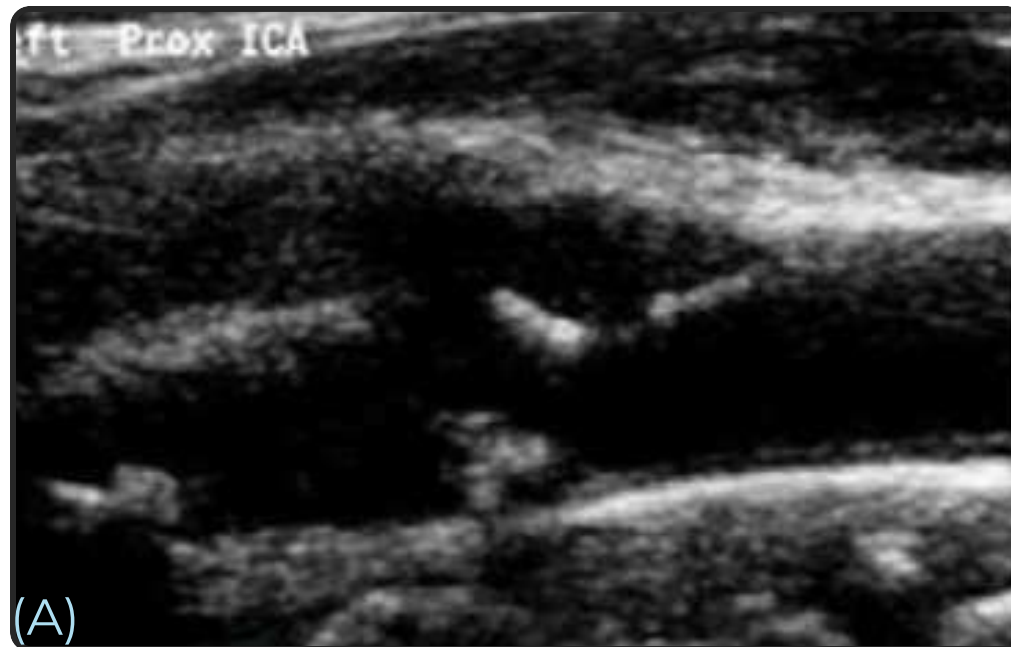
CAROTID RADS - 4A



RIESGO ELEVADO

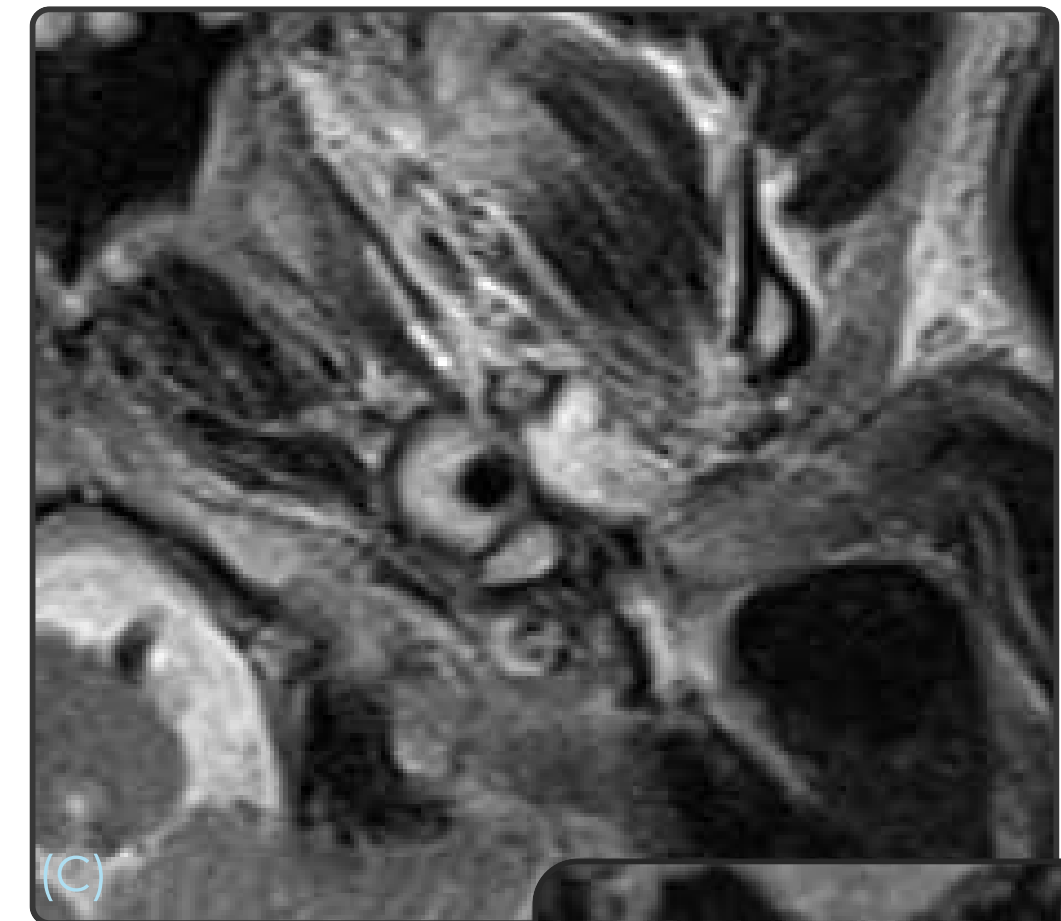
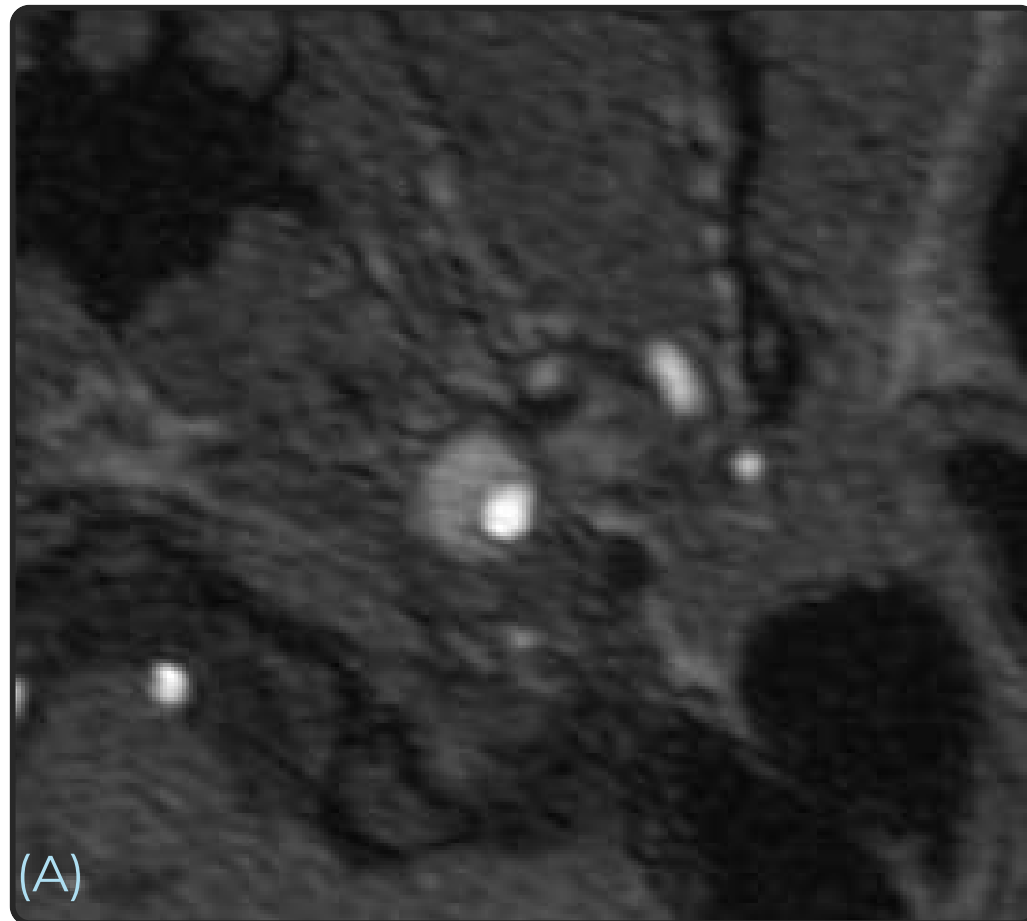
La característica definitoria de esta categoría es la **hemorragia intraplaca** (IPH).

- Varios estudios (CAPIAS, PARISK y datos de cohortes) demuestran que la hemorragia intraplaca (IPH) es un marcador frecuente de placas complicadas ipsilaterales a ictus agudo, constituyendo un **predictor independiente de ictus recurrente** y **aumentando significativamente el riesgo de ictus** inicial en pacientes asintomáticos con estenosis carotídea



Ecografía carotídea modo B en plano transversal **(A, B)** y en modo Doppler color **(C)**. Se identifican dos **placas ateromatosa complejas** con **áreas anecoicas centrales yuxtaluminales**, así como **focos hiperecogénicos** en los extremos distal y proximal de las mismas. Estos hallazgos podrían estar en relación con voluminoso **núcleo lipídico necrótico** o **hemorragia intraplaca** (no discernible mediante ecografía) en la bifurcación carotídea izquierda. Asimismo, un extenso segmento del contorno de las placas **carece de una capa fibrosa visible**.

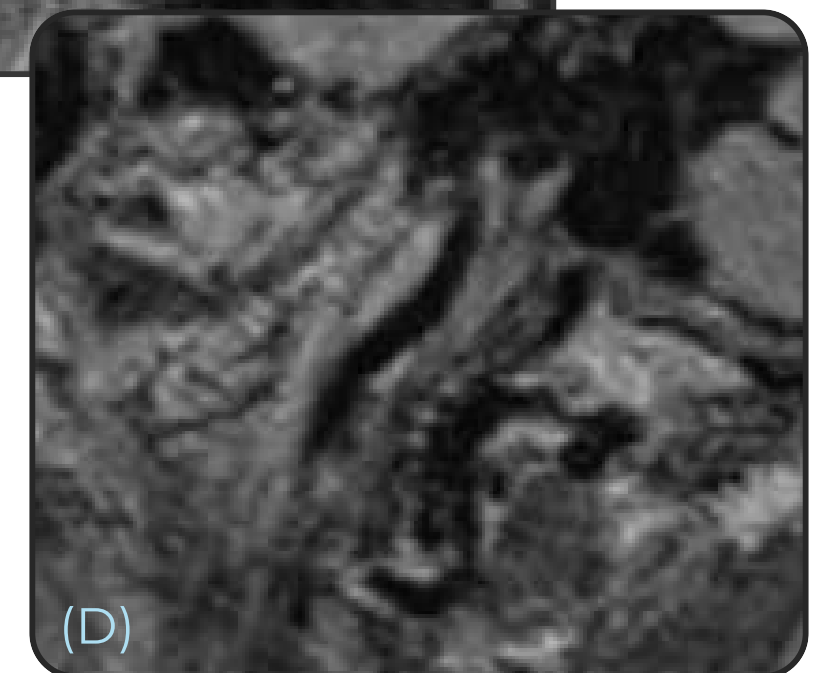
La IPH puede originarse por neovasos “permeables” en un núcleo lipídico necrótico o por rotura de la placa, y se considera un **marcador** intralesional **de alto riesgo**.



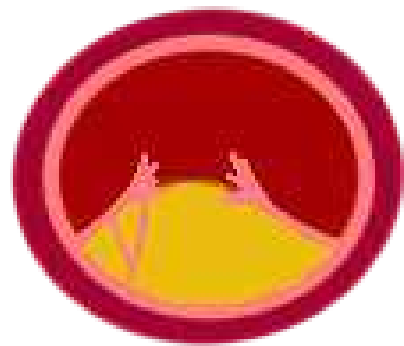
Utilidad de la secuencia ponderada en **T1**
(indistinguible ecográficamente)

- Hemorragia intraplaca: **Hiperintensa** ← Debido a la presencia de metahemoglobina
- Núcleo lipídico necrótico: Hipointenso.

Secuencia 3D **TOF** en plano axial **(A)**. Se identifica una placa ateromatosa hiperintensa respecto a la pared arterial, compatible con placa compleja / complicada. Secuencia potenciada en **T1** axial (B). Se identifica una **alta intensidad** de señal en la práctica totalidad de la placa ateromatosa compatible con **hemorragia intraplaca**. Secuencia 3D **FLAIR** en plano axial **(C)** y sagital **(D)**. Mínima hiperintensidad de la placa. Se delimita la extensión y el grosor de la misma.



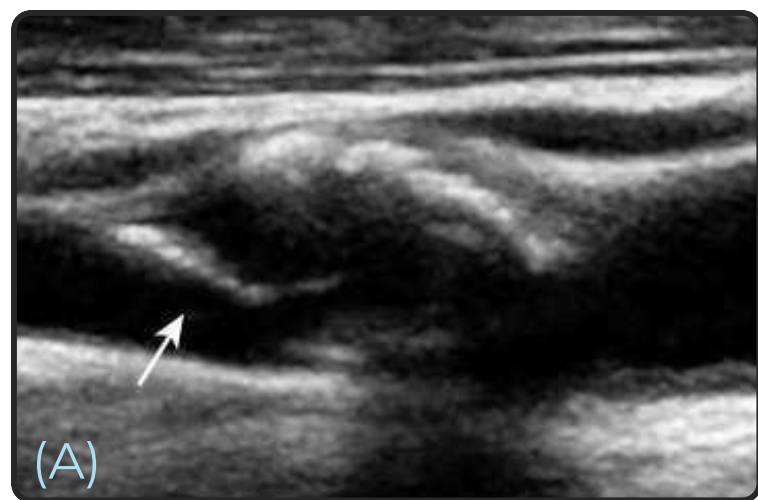
CAROTID RADS - 4B



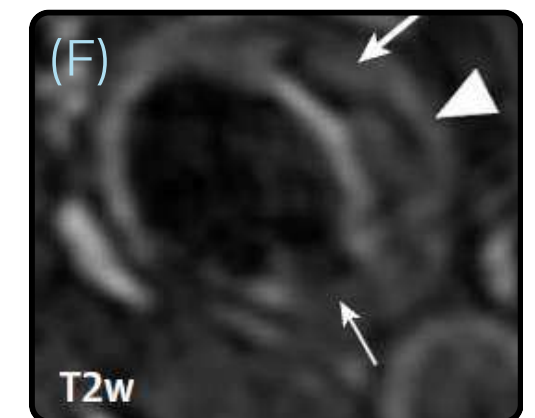
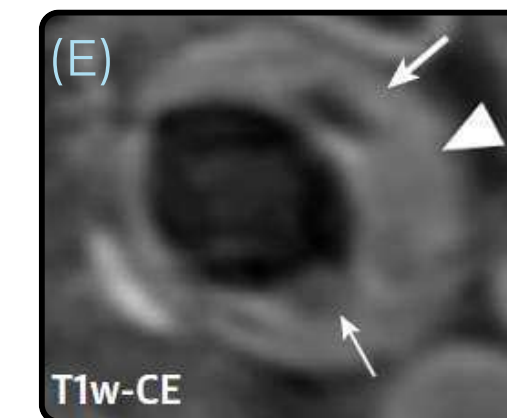
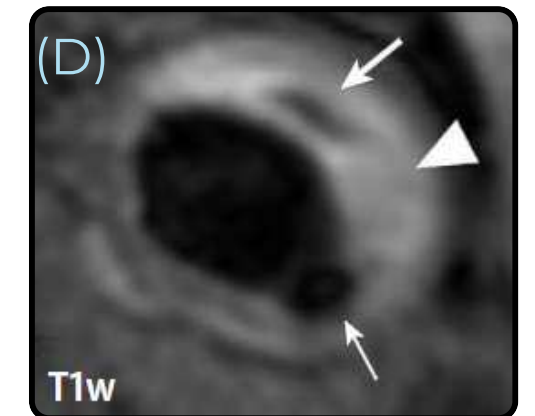
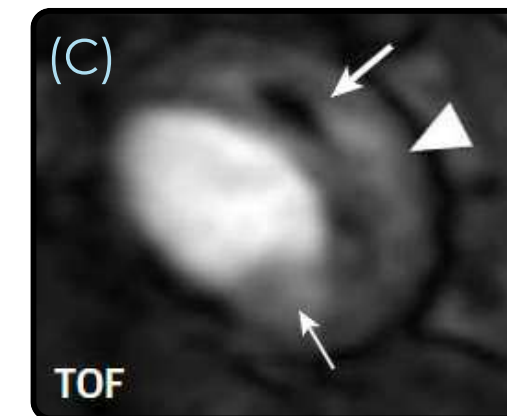
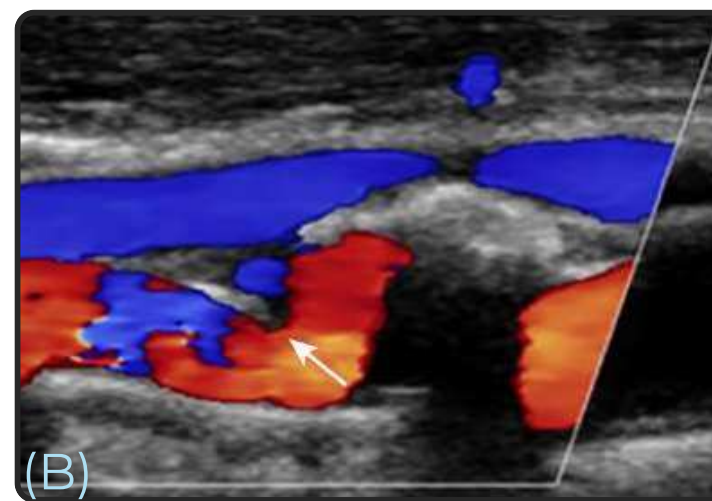
**RIESGO
ELEVADO**

La característica definitoria de esta categoría es la **rotura de la cápsula fibrosa**, generalmente acompañada de hemorragia plaquetaria yuxtaluminal.

La consiguiente exposición de los componentes trombogénicos subendoteliales de la placa puede provocar **complicaciones tromboembólicas**, tanto en la circulación carotídea como coronaria.



Ecografía carotídea modo B longitudinal **(A)**. Se observa un **fragmento libre de placa** en la luz arterial (flecha blanca), adherido a la pared anterior izquierda por el extremo opuesto. Modo Doppler color **(B)**. Se identifica **inversión del flujo** en las áreas adyacentes a la proyección intraluminal.



RM. Placa carotídea compleja. Se observa **ulceración** con **rotura de la cápsula fibrosa** en el extremo posterior, cuya intensidad de señal es igual a la de la luz arterial.

CAROTID RADS - 4C

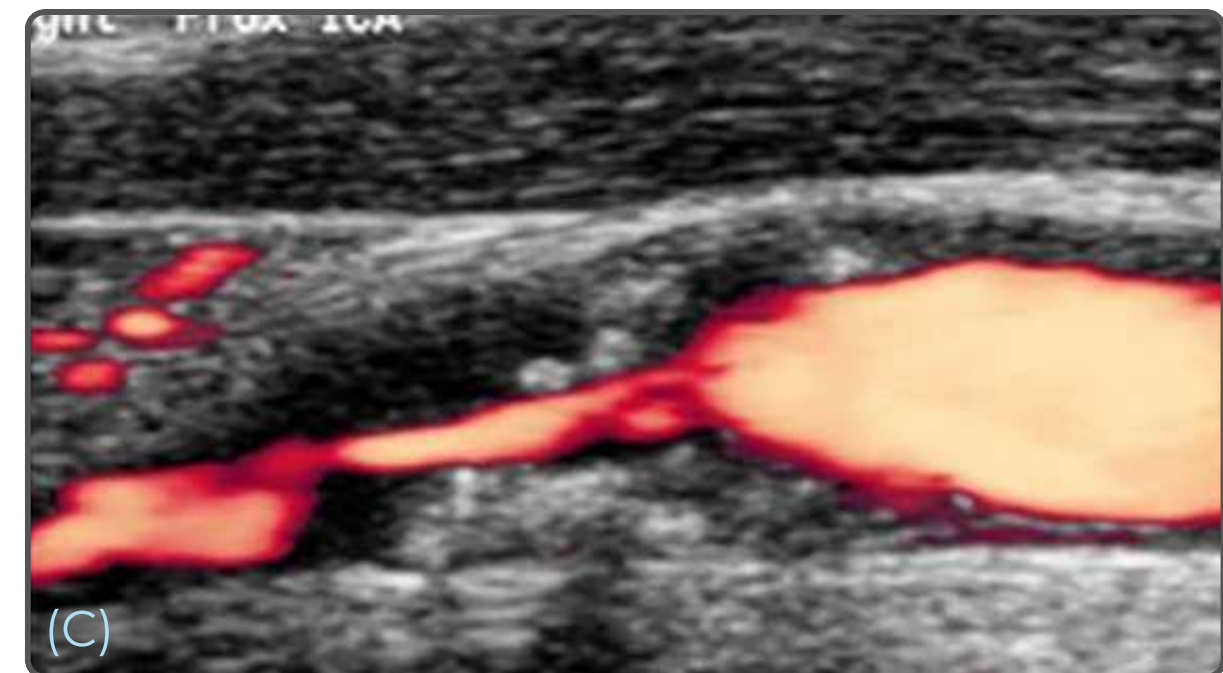
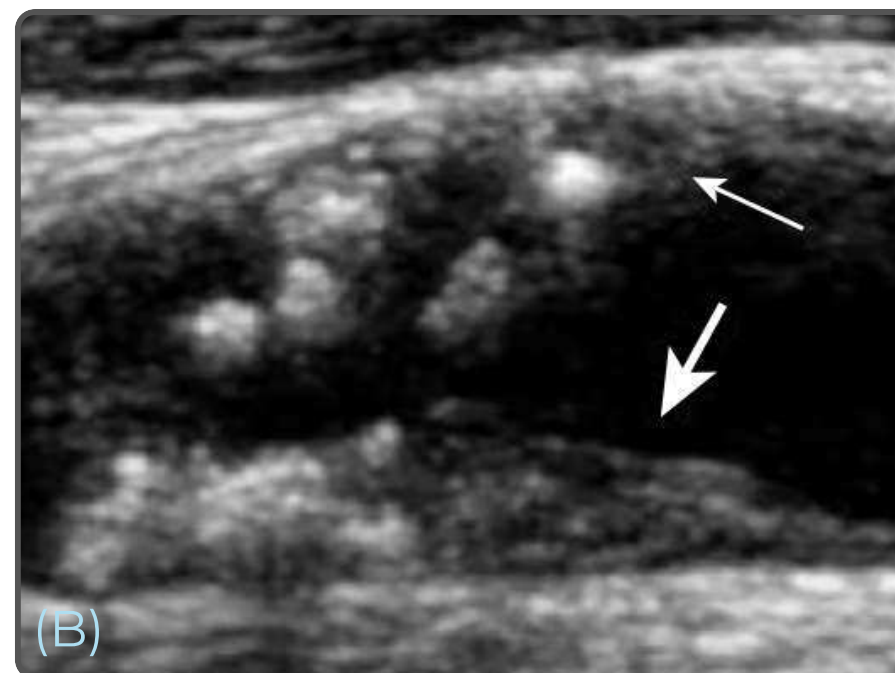
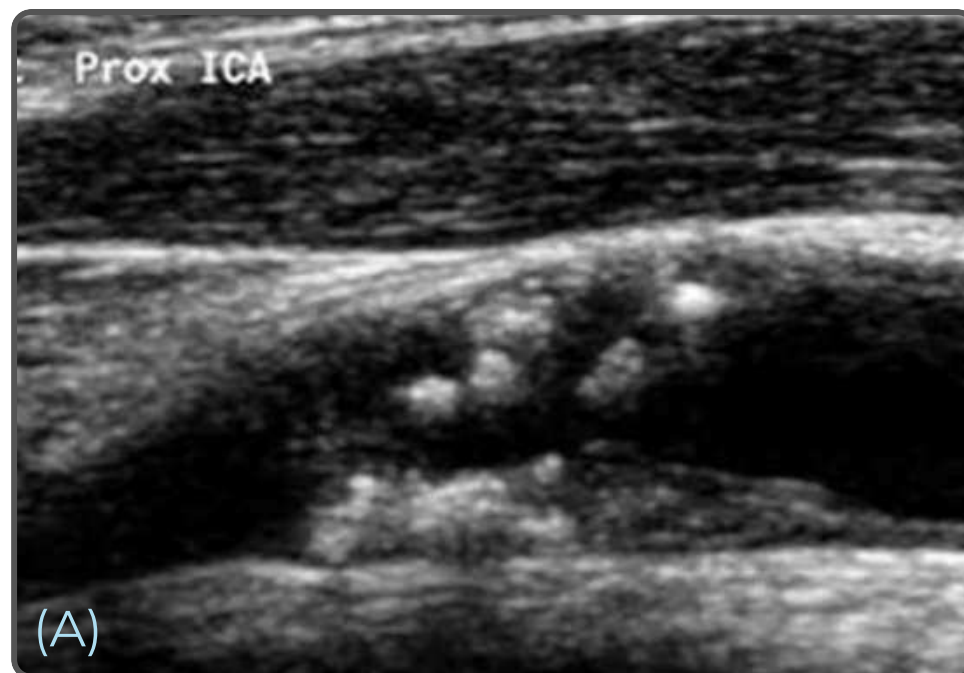


**RIESGO MUY
ELEVADO**

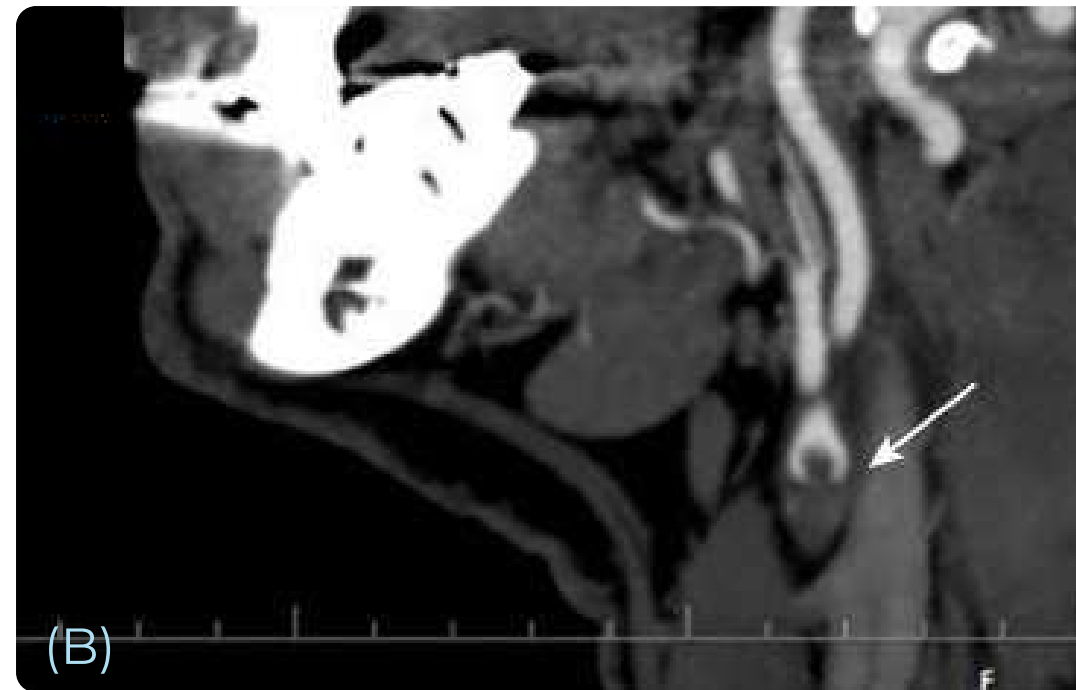
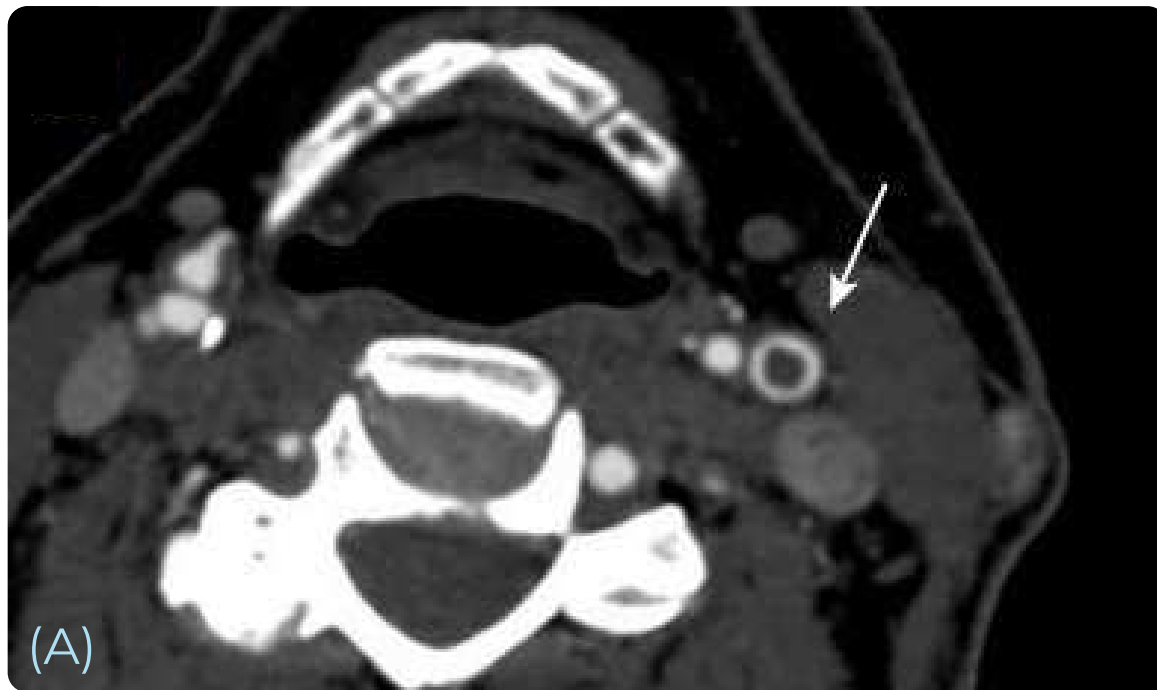
Se caracteriza por la presencia de placa carotídea asociada a **trombo intraluminal**.

└ Pueden coexistir otras características de inestabilidad de la placa, como hemorragia intraplaca o rotura de la capa fibrosa.

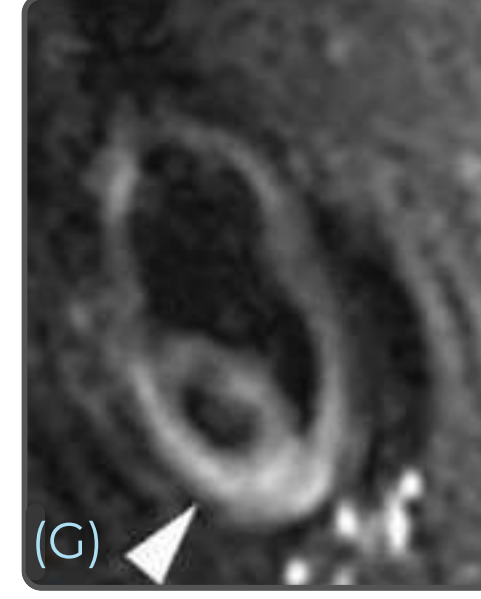
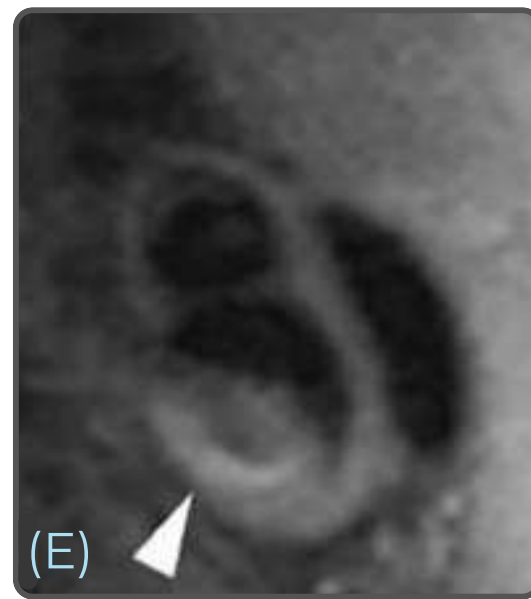
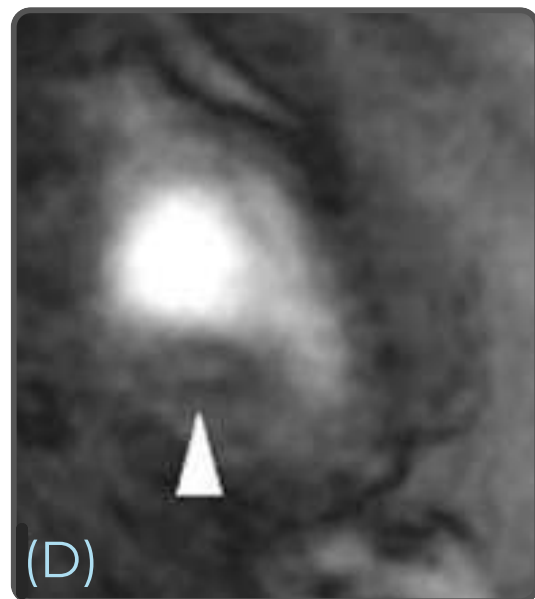
Los trombos intraluminales de la arteria carótida se asocian a **síntomas neurológicos** en hasta el **92 %** de los casos.



Ecografía de segmento proximal de la a. carótida interna derecha. **(A, B)** Imágenes en modo B. Placa ateromatosa que condiciona estenosis severa. Área **hipoecogénica** en la región proximal del área estenótica (flechas) **sin capa ecogénica suprayacenete** visible, podría estar en relación con **trombo intraluminal o con núcleo necrótico rico en lípidos**, lo que indica la necesidad de completar con **estudio adicional** - TC / RM -. **(C)** Doppler color. Pequeños focos periféricos intramurales con señal Doppler compatibles con **neovascularización**.



Angio-TC de troncos supraaórticos en planos axial (A), sagital (B) y coronal (C). **Defecto de repleción** parcial / subtotal del segmento pretraseo (C1 - inmediatamente distal al bulbo carotídeo) de la arteria carótida interna izquierda. En plano axial (A) se identifica una **imagen circular hipodensa intraluminal rodeada por contraste** opacificado compatible con **trombo libre flotante ("donut sign")**.



RM en secuencias TOF (D), T1 (E), densidad protónica (F) y T2 (G). Se observa un extenso **trombo (flecha)** en el bulbo / origen de la arteria carótida interna izquierda, obstruyendo gran parte del origen. El origen del trombo es probablemente una rotura de la cápsula fibrosa (no representada). En las imágenes **TOF**, el trombo se muestra hipointenso con un **vacío de señal de flujo**.

CONCLUSIONES:

- La **aterosclerosis carotídea** presenta una alta prevalencia y es responsable de un porcentaje significativo de **accidentes cerebrovasculares isquémicos**, por lo que su correcta evaluación y caracterización es crucial para prevenir eventos neurológicos graves.
- El **Carotid Plaque RADS** estandariza la descripción **morfológica** de las placas en función de sus características de **vulnerabilidad** facilitando la comunicación entre radiólogos y clínicos y mejorando la toma de decisiones terapéuticas.
- Las técnicas de **imagen complementarias** (ecografía, angio-TC y resonancia magnética) son fundamentales para **caracterizar** la placa, valorar la estenosis y detectar **hallazgos de alto riesgo** como hemorragia intraplaca, rotura de la cápsula fibrosa o trombo intraluminal.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- Saba L, Cau R, Murgia A, Nicolaides AN, Wintermark M, Castillo M, et al. **Carotid Plaque-RADS: A novel stroke risk classification system.** *JACC Cardiovasc Imaging*. 2024;17(1):62-75. doi:10.1016/j.jcmg.2023.09.005.
- Benson JC, Saba L, Bathla G, Brinjikji W, Nardi V, Lanzino G, et al. **MR imaging of carotid artery atherosclerosis: Updated evidence on high-risk plaque features and emerging trends.** *AJNR Am J Neuroradiol*. 2023;44(8):e1-e14. doi:10.3174/ajnr.A7921.
- Pakizer D, Kozel J, Elmers J, Feber J, Dunet V, Michel P, et al. **Carotid plaque characteristics by computed tomography: A diagnostic accuracy systematic review.** *Int J Cardiol Heart Vasc*. 2025;58:101656. doi:10.1016/j.ijcha.2025.101656.
-
- Sarty HC, Chandler AB, Dinsmore RE, Fuster V, Glagov S, Insull W Jr, et al. **A definition of advanced types of atherosclerotic lesions and a histological classification of atherosclerosis.** *Circulation*. 1995;92(5):1355-1374. doi:10.1161/01.CIR.92.5.1355.
- European Stroke Organisation (ESO) & European Society of Cardiology (ESC) Council on Stroke. **Stroke risk management in carotid atherosclerotic disease: clinical consensus statement.** *Cardiovasc Res*. 2024;120(5):e65-e80. doi:10.1093/cvr/cvad135.