



**BUAP**

**Facultad de Medicina**  
Unidad Médica de Alta Especialidad

Hospital de Especialidades Puebla

Centro Médico Nacional

“Gral. De Div. Manuel Ávila Camacho”

**Instituto Mexicano del Seguro Social**

**“HALLAZGOS POR ULTRASONIDO DOPPLER Y ANGIOTOMOGRAFÍA EN  
PACIENTES CON ESTENOSIS CAROTÍDEA DEL HOSPITAL DE  
ESPECIALIDADES IMSS PUEBLA”**

Tesis para obtener el título de la Especialidad de

**IMAGENOLOGÍA DIAGNÓSTICA Y TERAPÉUTICA**



Presenta:

**DR. ERICK DAVID AGUILAR CISNEROS**

Directores:

**DRA. ERIKA ALONSO BLANCAS**

**DRA. MARÍA DEL RAYO JUÁREZ SANTIESTEBAN**

**Registro: R-2023-2101-094**

H. Puebla de Zaragoza. Octubre 2023



GOBIERNO DE  
MÉXICO

DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS  
UNIDAD DE ATENCIÓN MÉDICA  
COORDINACIÓN DE UNIDADES MÉDICAS DE  
ALTA ESPECIALIDAD



CENTRO MÉDICO NACIONAL  
"GRAL. DE DIV. MANUEL ÁVILA CAMACHO"  
UNIDAD MÉDICA DE ALTA ESPECIALIDAD  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES DE PUEBLA  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN SALUD

PUEBLA, PUE., A 30 de Octubre 2023

AUTORIZACION DE IMPRESIÓN DE TESIS DE ESPECIALIDAD

LOS ASESORES: Dra María del Rayo Juárez Santiesteban  
Dra Erika Alonso Blancas

DE LA TESIS TITULADA: "Hallazgos por Ultrasonido Doppler y  
Angiotomografía en pacientes con estenosis Carotídea  
del Hospital de Especialidades IMSS Puebla"


REALIZADA POR EL MÉDICO RESIDENTE: Erick David Aguilar Cisneros


DE LA ESPECIALIDAD:  
Imagenerología Diagnóstica y Terapéutica

HACEMOS CONSTAR QUE ESTE TRABAJO CIENTIFICO HA SIDO REVISADO Y AUTORIZADO EN EL SIRELCIS  
CON NÚMERO DE REGISTRO NACIONAL: R-2023-2101-094

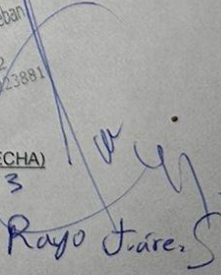
AUTORIZAMOS SU IMPRESIÓN

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

  
Dra. Erika Alonso Blancas  
NOMBRE, FIRMA Y FECHA 31/oct/2023

  
Dra. María del Rayo Juárez Santiesteban  
Alergología  
Mat. 8784612  
C.P. 1670269 C.E. 3223881

(NOMBRE, FIRMA Y FECHA)

30/10/23  
  
Dra. Ma. del Rayo Juárez  
NOMBRE, FIRMA Y FECHA

Puebla, Puebla, a 30 de Octubre de 20 23.

INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
PRESENTE

El (la) suscrito (a) Erick David Aguilar Cisneros, en mi  
calidad de estudiante y habiendo sido beneficiario de la especialización  
médica/maestría/doctorado en Imagenología Diagnóstica y Terapéutica de fecha  
2020-2024 manifiesto bajo protesta de decir verdad que soy autor del  
trabajo de Tesis titulado Hallazgos por Ultrasonido  
Doppler y angiografía en pacientes con  
estenosis Carotídea del Hospital de Especialidades  
IMSS Puebla

el cual ha sido asesorado por el (los) doctor  
(es) Dra María del Rayo Juárez Santesteban y Dra Erika  
Alonso Blancas en las instalaciones del Instituto Mexicano del  
Seguro Social. Por tanto, para fines de divulgación y publicación sobre la metodología,  
resultados y/o otra información desarrollada durante el proyecto, reconozco que deberé  
contar con la autorización escrita de todos los autores.

Asimismo, manifiesto que en caso de que el presente trabajo implique derechos  
de propiedad industrial e intelectual como resultado de su desarrollo, tomando en  
consideración que será producto de una investigación practicada en las instalaciones del  
Instituto y con pacientes, equipos, materiales y diversos instrumentos de su propiedad, se  
reconoce como legítimo propietario de dicha novedad al Instituto Mexicano del Seguro  
Social; en donde el suscrito participa en colaboración con mi (los) asesor (es), por lo que  
mi colaboración y derechos estará sujeta al porcentaje de autoría que corresponda a mi  
participación en relación con los demás autores en colaboración.

Atentamente

Erick David Aguilar Cisneros

Nombre y firma



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité Local de Investigación en Salud **2101**  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL GRAL. DR. MARQUEL AVILA CAMACHO

Registro COFEPRIS 17 CT 23 114 055  
Registro CONBIOÉTICA CONBIOÉTICA 21 CEI 002 2018073

FECHA Martes, 05 de septiembre de 2023

**Maestro (a) MARIA DEL RAYO JUAREZ SANTISTEBAN**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **HALLAZGOS POR ULTRASONIDO DOPPLER Y ANGIOTOMOGRAFÍA EN PACIENTES CON ESTENOSIS CAROTÍDEA DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES IMSS PUEBLA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Número de Registro Institucional

R-2023-2101-094

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

**Doctor (a) JOSE ALVARO PARRA SALAZAR**  
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 2101

*[Firma]*

IMSS

SECRETARÍA DE SALUD



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL  
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



**Dictamen de Aprobado**

Comité de Ética en Investigación **21018**  
HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CENTRO MEDICO NACIONAL GRAL. DIV. MANUEL AVILA CAMACHO

Registro COFEPRIS **17 CI 21 114 055**  
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOÉTICA 21 CEI 002 2018073**

FECHA **Martes, 05 de septiembre de 2023**

**Maestro (a) MARIA DEL RAYO JUAREZ SANTIESTEBAN**

**PRESENTE**

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **HALLAZGOS POR ULTRASONIDO DOPPLER Y ANGIOTOMOGRAFÍA EN PACIENTES CON ESTENOSIS CAROTÍDEA DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES IMSS PUEBLA** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**.

Número de Registro Institucional  
Sin número de registro

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

**Maestro (a) Georgina Guadalupe Quiroz Bayardo**  
Presidente del Comité de Ética en Investigación No. 21018

IMPORTE

**IMSS**  
SEGURIDAD Y SALUD PARA TODOS

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre y familia, gracias por apoyarme siempre estando a miles de kilómetros de distancia.

A mis asesores y maestros de la especialidad, gracias por el tiempo y dedicación de este proyecto y por estar al pendiente de mi formación como médico residente en imagenología diagnóstica y terapéutica.

Al Instituto Mexicano del Seguro Social y al Hospital de Especialidades IMSS Puebla por permitirme haber cursado la especialidad, me siento muy orgulloso de haber elegido esta sede y estar estos cuatro años en continuo aprendizaje.

A todos y quien esté leyendo esta tesis, muchas gracias.

## ÍNDICE

RESUMEN.....	4
1. INTRODUCCION.....	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	27
3. JUSTIFICACIÓN .....	28
4. MATERIAL Y METODOS .....	28
5. RESULTADOS.....	31
6. DISCUSIÓN.....	49
7. CONCLUSIONES.....	53
8. BIBLIOGRAFIA.....	55
9. ANEXOS.....	61

## RESUMEN

HALLAZGOS POR ULTRASONIDO DOPPLER Y ANGIOTOMOGRAFÍA EN PACIENTES CON ESTENOSIS CAROTIDEA DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES IMSS PUEBLA.

**Aguilar Cisneros Erick David\***, **Alonso Blancas Erika\*\***. **Juárez Santiesteban María del Rayo\*\***.

\*\* Médicos adscritos al Hospital de Especialidades IMSS Puebla.

\*Residente de cuarto año de Imagenología Diagnóstica y Terapéutica

Correspondencia: [david8682@msn.com](mailto:david8682@msn.com)

**INTRODUCCIÓN.** La estenosis carotídea (EC) se refiere al estrechamiento de las arterias carótidas, causado principalmente por la presencia de placas ateromatosas. Su diagnóstico por imagen comprende el ultrasonido Doppler el cual detecta hallazgos como el flujo de las arterias carótidas e identificación de la placa y la angiogramografía el cual es otro estudio que valora en mayor detalle el estrechamiento carotídeo y la densidad de la placa ateromatosa. En diversos estudios refieren que la angiogramografía tiene mayor sensibilidad y especificidad respecto al ultrasonido Doppler, sin embargo, es más práctico el ultrasonido Doppler.

**OBJETIVO.** Describir los hallazgos por ultrasonido Doppler y angiogramografía en pacientes con estenosis carotídea del Hospital de Especialidades IMSS Puebla.

**MATERIAL Y MÉTODOS.** Estudio descriptivo, transversal, homodémico y unicéntrico, en pacientes adultos que presenten estenosis carotídea en el servicio de Radiología e Imagen del Hospital de Especialidades Puebla. Los criterios de inclusión: Pacientes mayores de 18 años, que tengan el Ultrasonido Doppler o angiogramografía.

**RESULTADOS:** Se incluyeron 55 pacientes divididos en dos grupos de ultrasonido Doppler y angiogramografía. La edad media fue de 72 años para ultrasonido Doppler

y 77 años para angiotomografía. Al valorar el porcentaje de estenosis de ambas herramientas diagnósticas se encontró un valor de  $p = < 0.0001$ .

**CONCLUSIÓN:** Los hallazgos por ultrasonido Doppler y angiotomografía en pacientes con estenosis carotídea son útiles en la relación con el porcentaje de estenosis. Es importante conocer indicaciones y contraindicaciones de cada estudio apropiadamente.

## 1. INTRODUCCION

### ANTECEDENTES GENERALES

La Estenosis carotídea (EC) se refiere al estrechamiento de las arterias carótidas, que son los principales vasos sanguíneos que suministran sangre oxigenada al cerebro. A menudo esto es causado por la acumulación de placa, una sustancia grasa, en las paredes internas de las arterias (1).

### Epidemiología

La prevalencia de >50 % de EC en estudios basados en la población es del 6 al 11 % para hombres mayores y del 5 al 7 % en mujeres mayores (2). La prevalencia de EC en la población general es baja (3%) y no se recomienda el cribado rutinario de EC en adultos (3).

### Factores de riesgo

Los factores de riesgo para la EC incluyen:

- Edad: La edad avanzada, particularmente a partir de los 80 años, es un factor de riesgo significativo para la EC.
- Hipertensión: La presión arterial alta se asocia con un mayor riesgo de EC.
- Tabaquismo: El tabaquismo es un factor de riesgo modificable que contribuye al desarrollo de EC
- Hiperlipidemia: Los niveles altos de colesterol y lípidos en la sangre, conocidos como hiperlipidemia, están asociados con un mayor riesgo de EC (4).
- Diabetes: La diabetes es un factor de riesgo para el desarrollo y progresión de la EC.
- Sexo masculino: Los hombres tienen un mayor riesgo de EC en comparación con las mujeres (5).

- Características de la placa: Las placas irregulares y las placas con calcificación se asocian con un mayor riesgo de estenosis residual después de la colocación de un stent en la arteria carótida. Es importante tener en cuenta que estos factores de riesgo pueden variar en su importancia e impacto según el individuo y el estudio específico (6).

## **Fisiopatología**

La estenosis de la arteria carótida se debe a la aterosclerosis. La aterosclerosis es el proceso patológico de acumulación de lípidos, cicatrización e inflamación en la pared vascular, particularmente en el espacio subendotelial (íntima) de las arterias, que conduce a engrosamiento de pared vascular, estenosis luminal, calcificación y, en algunos casos, trombosis.

La acumulación de lípidos parece ser promovida en el contexto de mayores niveles de lípidos en el torrente sanguíneo y, en particular, mayores niveles de colesterol. El colesterol circula en la sangre como lipoproteínas de baja densidad (LDL) las cuales promueven el desarrollo de la aterosclerosis (7).

La interacción de las lipoproteínas con las células endoteliales y del músculo liso vascular ocasiona una activación anormal de las células inflamatorias, que se dirigen hacia los lípidos depositados en la pared vascular. A medida que los lípidos se acumulan en las células espumosas, las citocinas derivadas de macrófagos, como el factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF- $\alpha$ ), promueven aún más el reclutamiento y la proliferación de células de músculo liso y fibroblastos. A su vez, estas células secretan grandes cantidades de matriz extracelular incluyendo colágeno y proteoglicanos.

Los productos finales de glicación avanzada (AGE) y sus receptores (RAGE, RAGE soluble [sRAGE]) y la proteína C reactiva (PCR) son factores de riesgo importantes para la aterosclerosis, el papel de los AGE y sus receptores en el desarrollo y progresión de la estenosis de la arteria carótida se ha discutido en detalle (7).

La fisiopatología de la estenosis de la arteria carótida ha demostrado que el volumen plaquetario medio (VPM) es un marcador potencial de la activación plaquetaria y un factor clave en la fisiopatología de la aterosclerosis (8).

### **Cuadro clínico**

La EC clínicamente puede ser asintomática o sintomática. La EC asintomática se refiere a los casos en los que no hay síntomas aparentes (1,9).

La EC asintomática aún puede aumentar el riesgo de accidente cerebrovascular y no se recomienda la detección de EC asintomática para la población adulta en general (10).

Según un estudio, el 20,6% de los pacientes con estenosis de la arteria carótida asintomática (aCAS) desarrollaron síntomas homolaterales a la estenosis, con una mediana de tiempo hasta la aparición del primer síntoma de 6 años (11).

Un estudio encontró para la EC asintomática, la decisión de revascularización generalmente se basa en el grado de estenosis, con un umbral de 60-99% (1,12)

La EC sintomática se refiere a los casos en los que el estrechamiento de las arterias provoca síntomas como ataques isquémicos transitorios (AIT) o accidentes cerebrovasculares.

Sumado a lo anterior también se pueden encontrar los siguientes signos y síntomas (Ver tabla 1):

**Tabla 1: Signos y síntomas de la EC**

<b>Signos</b>	<b>Mecanismo de lesión.</b>
Signos oculares	El estrechamiento de la luz arterial puede conducir a la hipoperfusión del ojo, y una placa vulnerable coexistente puede provocar émbolos en las arterias distales, lo que da como resultado un daño tisular transitorio o permanente en los tejidos oculares o cerebrales (13).
Ataque isquémico transitorio (AIT)	Este es un episodio temporal de disfunción neurológica causado por una interrupción temporal en el flujo sanguíneo al cerebro. Los TIA pueden ser una señal de advertencia de un accidente cerebrovascular inminente y pueden incluir síntomas como debilidad o entumecimiento en un lado del cuerpo, dificultad para hablar o comprender el habla y problemas de visión.
Accidente cerebrovascular	Un accidente cerebrovascular ocurre cuando se interrumpe el flujo de sangre al cerebro, lo que provoca daño cerebral. Los síntomas de un accidente cerebrovascular pueden incluir debilidad repentina o entumecimiento en un lado del cuerpo, dificultad para hablar o comprender el habla y problemas de visión (10).
Artefactos de tránsito arterial (ATA):	Los ATA son un signo de cambios hemodinámicos en el cerebro debido a la EC. Se observan solo en participantes con una estenosis superior al 70 % y pueden predecir síntomas como AIT o accidente cerebrovascular (14).

*Fuentes de la tabla:*

*-Ala-Kauhaluoma M, Nuotio K, Ijäs P, Koskinen SM, Vikatmaa P, Silvennoinen H, et al. Ocular signs of carotid stenosis in ipsi- and contralateral eyes before and after carotid endarterectomy: a prospective study. Acta Ophthalmol. 2022;100(4).*

*-Krist AH, Davidson KW, Mangione CM, Barry MJ, Cabana M, Caughey AB, et al. Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis. JAMA. el 2 de febrero de 2021;325(5):476.*

*-Di Napoli A, Cheng SF, Gregson J, Atkinson D, Markus JE, Richards T, et al. Arterial Spin Labeling MRI in Carotid Stenosis: Arterial Transit Artifacts May Predict Symptoms. Radiology. diciembre de 2020;297(3):652–60.*

## **Diagnóstico**

Habitualmente no se realizan pruebas de detección de estenosis de la arteria carótida asintomática en la población adulta en general, ya que los daños de las pruebas superan los beneficios y el costo asociado (9).

El diagnóstico de la EC implica un enfoque multidisciplinario que requiere la participación de un equipo de especialistas, incluidos cirujanos cardiovasculares, neurocirujanos, cirujanos endovasculares, cardiólogos, neurólogos, internistas, radiólogos y neuro-radiólogos entre otros especialistas del área de la salud (15).

El diagnóstico y tratamiento de la EC está en constante evolución, con cambios de opinión basados en los resultados de metaanálisis de evidencia antigua y nueva evidencia, así como el rápido desarrollo de nuevas terapias endovasculares (16).

Las sociedades médicas han publicado guías para el manejo de la EC, que se basan en la evidencia médica publicada, pero no siempre son similares en las recomendaciones (16).

La ecografía Doppler se usa comúnmente para diagnosticar la EC, y la Sociedad de Radiólogos en Ultrasonido propuso criterios basados en el consenso en 2003

(SRUCC) sin embargo, estos criterios no han sido adecuadamente validados. Un estudio retrospectivo multicéntrico de imágenes correlativas de ecografía Doppler versus angiografía con catéter para evaluar la gravedad de la estenosis de la arteria carótida interna (ICA) encontró que el parámetro SRUCC primario para estenosis  $ACI \geq 50\%$  de velocidad sistólica máxima (PSV) de  $\geq 125$  cm/s no cumplió con los umbrales preespecificados para una sensibilidad, especificidad y precisión adecuadas.

El rendimiento de la prueba mejoró elevando el umbral de PSV a  $\geq 180$  cm/s o agregando el criterio adicional de velocidad telediastólica (EDV) de  $\leq 40$  cm/seg (17).

Para el diagnóstico de esta patología se utilizan principalmente el ultrasonido Doppler carotideo como ya se mencionó y la angiotomografía, sumado a lo anterior en el ultrasonido Doppler carotideo es un estudio muy común y en algunos países es la principal y única herramienta diagnóstica por lo cual es fundamental que los parámetros evaluados sean confiables y puedan ser reproducibles para mantener la precisión diagnóstica por lo que en la realización del estudio se incluye el ángulo Doppler, el cuadro de volumen de la muestra, la ventana de muestreo Doppler con color y la escala de velocidad del color con sus ganancias.

Por lo anterior hay especificaciones importantes para la realización del ultrasonido Doppler:

- Posición del paciente: Debe estar de forma supina con la cabeza en hiperextensión y girada en 45 grados del lado opuesto al que se evalúa.
- Transductor: Se prefieren transductores de alta frecuencia para evaluar la íntima y las características de la placa.
- Imágenes: La placa aterosclerótica en la arteria carótida común y en la interna se deben reportar en escala de grises, los vasos deben obtenerse en imágenes completas y para evaluar el flujo sanguíneo se debe utilizar Doppler color y un análisis espectral Doppler de onda pulsada, así como la

velocidad de flujo en las arterias, se debe incluir la evaluación de la arteria carótida externa y reportar las diferencias entre esta última y la interna (18).

Otros datos importantes para tener en cuenta en el reporte y valoración son los datos demográficos del paciente, la permeabilidad de las arterias carótida común (ACC), arteria carótida interna (ACI) y arteria carótida externa (ACE), el pico sistólico máximo, el grado de estenosis, descripción de cualquier placa que se aprecie claramente como el tipo de placa y la superficie de la misma, el tipo de onda espectral, las estenosis, el diámetro de la ACI por encima de cualquier estenosis, un diagrama en donde se aprecie una estimación de en donde se encuentra la placa, cual es la dirección del flujo, describir si las arterias vertebrales se visualizan o no entre otras alteraciones específicas (19).

Dentro de la forma de describir la placa que se observa por medio de ultrasonido Doppler se encuentra la siguiente forma:

- Estenosis subtotal: Es considerada de alto grado en el cual el flujo a través de la carótida interna se disminuye de forma severa y conlleva al colapso que en consecuencia un vaso de calibre distal se ocluye.
- Oclusión: La placa tapa totalmente la luz del vaso.
- Disección: En esta, el diámetro total de la ACI se ensancha por la formación de un hematoma mural y la luz se ve rodeada de una placa en forma de medialuna de variada ecogenicidad dependiendo del tiempo de evolución.
- Pseudooclusión: Es el resultado de una parada en la parte superior de la carótida y que da un aspecto de acuarela por la obstrucción del flujo de salida
- Espesor miointimal: También llamado Espesor íntima media. Debe medirse en la arteria carótida común en fase diastólica, entre la interfase lumen-íntima y media-adventicia. Su aumento de grosor se ha relacionado con riesgo de EC (20).

En cuanto al diagnóstico por ultrasonido Doppler, la Sociedad de Radiólogos en ultrasonido en 2003 en Estados Unidos aclararon cuales son los parámetros diagnósticos de la estenosis de la arteria carótida, dentro de los elementos clave se

encuentran los siguientes: todos los exámenes de la arteria carótida interna deben realizarse en escala de grises, color y espectral, el grado de estenosis se debe estratificar en las siguientes categorías:

- Normal o sin estenosis.
- <50% de estenosis.
- 50-69% de estenosis.
- >70% de estenosis hasta casi la oclusión.
- Cerca de la oclusión y la oclusión total.

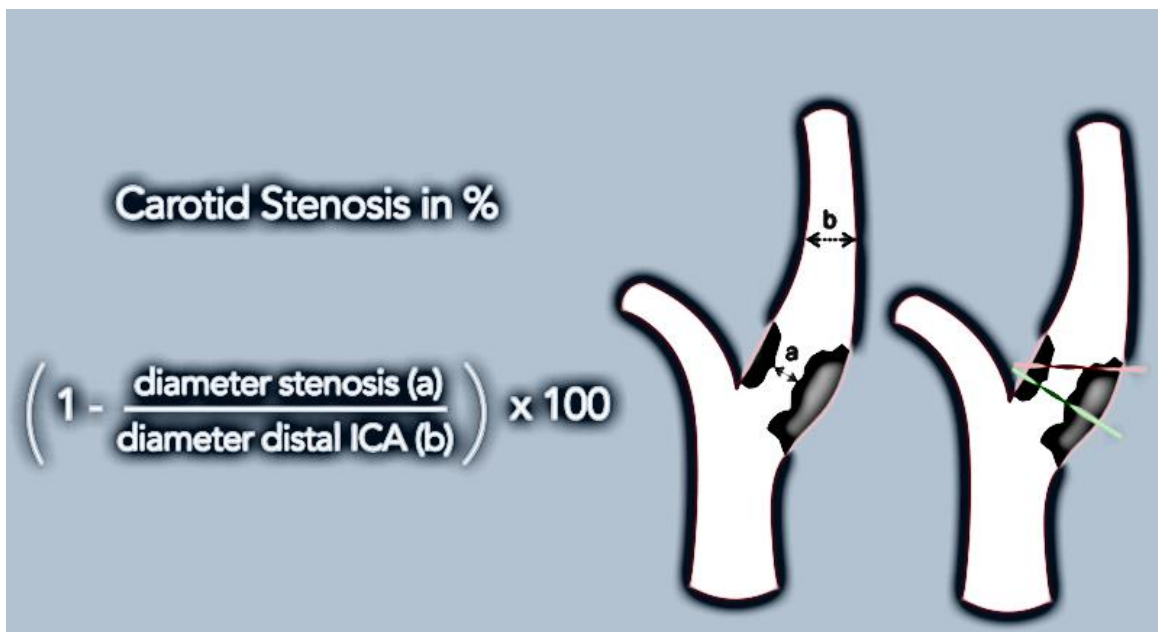
De igual manera se debe tener en cuenta la relación PSV entre la ACI y la carótida común, la ACI debe clasificarse como normal cuando la PSV es inferior a 125cm/s y no se observa engrosamiento de la íntima, <50% de estenosis cuando la PSV de la ACI está por debajo de 125 cm/s y es visible una placa o engrosamiento de la íntima, estenosis del 50-69% cuando la PSV de la ACI se encuentra entre 125 a 230 cm/s y la placa es visible, >70% de estenosis cuando la PSV de la ACI es superior a 230 cm/s y hay una placa visible con estrechamiento de la luz; cerca de la oclusión cuando hay una luz muy disminuida y oclusión total cuando ya no hay luz, no hay flujo en la ecografía espectral, potencia y Doppler color (21).

Existen contraindicaciones relativas en las cuales disminuye la sensibilidad y especificidad del estudio ultrasonido Doppler; un cuello musculoso corto, una bifurcación carotídea alta, vasos tortuosos, placas de sombra calcificadas, tubos de traqueostomía, suturas quirúrgicas, hematoma o vendajes posoperatorios, vías centrales, incapacidad para permanecer acostado en enfermedades respiratorias o cardíacas o para rotar la cabeza en pacientes con artritis, y pacientes que no cooperan pueden limitar los resultados del examen ecográfico de la carótida. (18).

La angiogramografía de arterias carótidas es otro estudio diagnóstico de imagen, que tiene una mayor sensibilidad y especificidad que otros estudios, requiere la administración de un medio de contraste yodado con paciente en ayuno de 8 horas promedio y su principal ventaja se encuentra en que permite delimitar el grado de estenosis y la composición estructural de la placa aterosclerótica en la que se

pueden describir los criterios de vulnerabilidad y es útil cuando el diagnóstico por Doppler es dudoso; permite que el arco aórtico se visualice así como la bifurcación carotídea alta y es muy sensible ante la presencia de calcio y se considera el estándar de oro para la evaluación de esta patología. De acuerdo al Ensayo Norteamericano de Endarterectomía Carotídea Sintomática (NASCET) se calcula el grado de estenosis con la siguiente fórmula  $(1-A/B) \times 100$  (Ver Figura 1). en la cual A corresponde al diámetro de la luz residual en el punto de máxima estenosis y B es el ancho de la carótida interna distal libre de la enfermedad donde las paredes se encuentran de forma paralela al vaso (22).

**Figura 1. Fórmula de EC NASCET**



*Fuente de la imagen: Van Es A. Radiology Assistant. 2021. How to Differentiate Carotid Obstructions.*

Otra característica de la angiotomografía incluye la visualización de ramas pequeñas en un escaneo rápido y ya que se adquieren de manera retrospectiva es posible generar una reconstrucción en 3D del estudio para evaluar las ramificaciones colaterales arteriales y venosas, otros parámetros son el curso intraarterial, retroaórtico, retropulmonar o transeptal, los diámetros mínimos y máximos para evaluar la morfología y clasificarla como normal, oval o en forma de

hendidura, permite la evaluación del ángulo de salida y el curso intramural el cual se sospecha cuando hay un adelgazamiento ostioproximal de un vaso (23).

En ocasiones el sesgo en la evaluación exacta del grado de estenosis puede ser causado por los altos valores de atenuación de las placas calcificadas en relación a artefacto tomográfico. Esto podría concluir a una sobreestimación del grado de estenosis Además las placas muy calcificadas pueden ser un desafío para el médico especialista en neuro-radiología intervencionista ya que la estenosis debe pasar con un catéter guía perforado grande o una vaina larga de al menos 6 French. (20).

Una desventaja importante de la angiotomografía carotídea frente al Doppler color en el diagnóstico por imágenes es una sensibilidad menor para la valoración de las paredes arteriales, se intuye la forma de la pared a partir de como fluye la sangre a través del vaso sanguíneo, en cambio el Doppler color nos otorga información exacta de la pared del vaso y cualquier placa ateromatosa. (23).

El diagnóstico de la EC implica un enfoque multidisciplinario y las sociedades médicas han publicado guías para el manejo de la EC. La ecografía Doppler y la angiotomografía se usa comúnmente para diagnosticar la EC, los criterios SRUCC y NASCET se han implementado ampliamente, pero no se han validado adecuadamente.

## **Tratamiento**

El manejo y el tratamiento de la EC dependen de varios factores, incluido el grado de estenosis, la presencia de síntomas y las características individuales del paciente. Los procedimientos de revascularización, como la endarterectomía carotídea (CEA) o la colocación de un stent en la arteria carótida (CAS), pueden considerarse para ciertos casos de EC. La decisión de revascularización generalmente se basa en la gravedad de la estenosis y la presencia de síntomas. Para la EC sintomática, las guías actuales recomiendan la revascularización para estenosis de más del 50 % (1).

Las opciones de tratamiento para la EC, una afección caracterizada por el estrechamiento de las arterias carótidas en el cuello, tienen como objetivo reducir el riesgo de accidente cerebrovascular y mejorar el flujo sanguíneo al cerebro. La elección del tratamiento depende de varios factores, incluida la gravedad de la estenosis, la presencia de síntomas y el estado general de salud del paciente (24).

**Endarterectomía carotídea (CEA):** la endarterectomía carotídea es un procedimiento quirúrgico en el que se extrae la porción estrechada de la arteria carótida para restaurar el flujo sanguíneo. Este procedimiento generalmente se recomienda para personas con EC severa (70% a 99%) y ciertas características de alto riesgo. Durante el procedimiento, un cirujano hace una incisión en el cuello, abre la arteria afectada, elimina la acumulación de placa y luego cierra la arteria con puntos o un parche (25).

**Colocación de stent en la arteria carótida (CAS):** la colocación de un stent en la arteria carótida es un procedimiento mínimamente invasivo que implica la colocación de un stent (Un pequeño tubo de malla) en la arteria carótida estrechada para mejorar el flujo sanguíneo. Este procedimiento es una alternativa a la endarterectomía carotídea y puede recomendarse para personas que tienen un alto riesgo de cirugía o tienen ciertas consideraciones anatómicas. Durante el procedimiento, se introduce un catéter a través de un vaso sanguíneo hasta el sitio de la estenosis y se coloca el stent para ensanchar la arteria y sostener su estructura.

**Manejo médico:** En casos de EC de leve a moderada o en personas que no son candidatas adecuadas para la cirugía, se puede recomendar el manejo médico. Por lo general, esto implica modificaciones en el estilo de vida y medicamentos para controlar los factores de riesgo, como la presión arterial alta, el colesterol alto y la diabetes. Los medicamentos pueden incluir medicamentos antiplaquetarios (como aspirina) para prevenir la formación de coágulos sanguíneos y estatinas para reducir los niveles de colesterol (25).

Independientemente de si se realiza la revascularización, siempre se justifica el manejo médico para los pacientes con EC. Esto incluye intervenciones en el estilo de vida y corrección de factores de riesgo cardiovascular (1).

El estilo de vida y el tratamiento médico de la estenosis de la arteria carótida, son factores clave terapéuticos como agentes reductores de lípidos, agentes antihipertensivos, medicamentos antidiabéticos, terapia anti-AGE, medidas para elevar los receptores solubles de AGE (sRAGE, esRAGE) y agentes reductores de PCR (7).

## **Complicaciones**

Las complicaciones asociadas con la EC pueden incluir:

- Accidente cerebrovascular recurrente temprano: los pacientes con EC sintomática siguen teniendo un alto riesgo de accidente cerebrovascular recurrente temprano sin revascularización (26).
- La hemorragia intraplaca se asoció de forma independiente con eventos isquémicos en arterias con estenosis <30%, pero no en arterias con estenosis >30% (27).
- Complicaciones durante el procedimiento: Hay una mayor tasa de complicaciones transoperatorios asociadas con la revascularización temprana (26).
- Aneurismas intracraneales (UIA) no rotos concomitantes: los pacientes con estenosis de la arteria carótida también pueden tener UIA coexistentes, lo que puede resultar en desafíos de manejo únicos. Sin embargo, la revascularización de la arteria carótida en el contexto de una UIA concomitante se puede realizar de manera segura sin un mayor riesgo de ruptura a los 30 días o a largo plazo (28).

EC inducida por radioterapia (RICS): el tratamiento quirúrgico de RICS es desafiante y está cargado con un alto riesgo de complicaciones. El stent carotideo (SAC) puede ser una alternativa válida, pero aún no se define cuál es el mejor abordaje (29).

Complicaciones quirúrgicas: el tratamiento quirúrgico (endarterectomía carotídea) puede reducir el riesgo de accidente cerebrovascular, pero conlleva el riesgo de complicaciones quirúrgicas (30).

Reestenosis: La reestenosis es el nuevo estrechamiento de la arteria carótida después del tratamiento. Un estudio que comparó el cierre primario (PRC) versus el cierre con parche (PAC) no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los grupos en los riesgos de ninguno de los resultados principales en ninguno de los grupos de tratamiento o en los efectos de la cirugía (31).

El acortamiento de un stent carotídeo rara vez ocurre, y el posible mecanismo de complicación temprana de la colocación de un stent en la arteria carótida podría ser el deslizamiento y el acortamiento del stent debido al anclaje débil entre el puntal del stent y la pared arterial fibrótica en la EC inducida por radiación (32).

### **Pronóstico**

La EC es una afección en la que las arterias carótidas, que suministran sangre al cerebro, se estrechan debido a la acumulación de placa (33). El tiempo prolongado de circulación cerebral estaba más asociado con la EC sintomática que con el grado de estenosis o la circulación colateral. (34).

Un estudio observacional retrospectivo investigó la relación entre el índice nutricional pronóstico (PNI) y la estenosis de la arteria carótida (CAS). Aunque el PNI no fue una variable independiente que predijera la progresión de CAS, los valores de PNI fueron significativamente más bajos desde el punto de vista estadístico en el grupo quirúrgico. PNI puede ser un marcador potencial de CAS en pacientes (33).

Otro estudio investigó el impacto pronóstico de los niveles de lipoproteínas de baja densidad oxidadas (oxLDL) sobre la EC y la estabilidad de la placa en pacientes tratados con atorvastatina. El estudio encontró que los niveles de oxLDL disminuyeron significativamente y se mantuvieron estables durante 10 años de tratamiento. Los pacientes con EC inicialmente tenían estenosis reducida, pero

luego recayeron. Sin embargo, la morfología de la placa se registró como tipo III o IV en casi todos los pacientes, lo que indica un riesgo significativamente menor de accidente cerebrovascular (35).

Un estudio evaluó la utilidad de la tomografía computarizada por emisión de fotón único (SPECT) de reserva de perfusión cerebral cuantitativa para el pronóstico en pacientes con estenosis críticas de las arterias carótidas internas tratados quirúrgica o terapéuticamente. Los pacientes que tenían un índice regional rCBV/rCBF aumentado en la región dependiente de la carótida interna estenosada antes del tratamiento lo han disminuido significativamente después de la intervención tanto en el grupo quirúrgico como en el terapéutico.

Un estudio investigó el valor pronóstico de la dirección inversa del flujo de la arteria oftálmica en pacientes con accidente cerebrovascular agudo con estenosis de la arteria carótida extracraneal homolateral. El estudio encontró que la Escala de Rankin Modificada al alta y al seguimiento fue significativamente más alta en pacientes con dirección de flujo de la arteria oftálmica invertida (36).

## ANTECEDENTES ESPECÍFICOS

Simaan et al; en 2023 llevaron a cabo un estudio en Suiza en el que se incluyeron un total de 100 pacientes, se encontró que en el 44% hubo discrepancias entre los resultados tanto en independientemente de la arteria carótida que se encontrara con la afección, de igual manera se encontró que los pacientes en los que más frecuentemente hubo discrepancia fueron en aquellos de mayor edad y el estudio hace énfasis en que la angiotomografía es más precisa que el ultrasonido Doppler realizando el análisis estadístico de Chi cuadrada de Pearson se obtuvo una  $p < 0.001$  (Ver tabla 2). Por lo que en este estudio se hace énfasis en que es la angiotomografía la herramienta más precisa para el diagnóstico de dicha patología (37).

**Tabla 2. Comparación del grado de estenosis de la carótida interna por ultrasonido y angiotomografía**

	Angiotomografía			
Ultrasonido Doppler	Normal/<50%	50-69%	70-98%	<i>P</i>
Normal/<50%	148,90.8	12,7.4	3,1.8	<0.001
50-69%	2,18.2	6,54.5	3,27.3	
70-98%	1,6.7	3,20.0	11,73.3	

*Fuente de la tabla:*

*Simaan N, Jubeh T, Wiegler KB, Sharabi-Nov A, Honig A, Shahien R. Comparison of Doppler Ultrasound and Computerized Tomographic Angiography in Evaluation of Cervical Arteries Stenosis in Stroke Patients, a Retrospective Single-Center Study. Diagnostics. el 26 de enero de 2023;13(3):459.*

Patel et al; en un Hospital de Reino Unido en 2002, realizaron un estudio en el que buscaron evaluar la precisión de las pruebas no invasivas de rutina que se utilizan para diagnosticar EC entre las que se incluyeron ultrasonido Doppler y angiotomografía encontraron que estas dos técnicas tenían una coincidencia aproximada del 80% y solamente cuando los hallazgos eran muy diferentes se sugería agregar una tercera prueba para confirmar o descartar el diagnóstico y la gravedad del mismo no obstante, los autores concluyen que ninguna prueba es realmente eficaz por sí sola, esto debido a que cuando compararon los resultados con la angiografía por sustracción digital, encontraron que el ultrasonido tuvo una sensibilidad del 85% y especificidad del 71% mientras que la angiotomografía del 65% y 100% respectivamente por lo que los autores agregan que las dos técnicas son buenas para el diagnóstico cuando se usan de manera conjunta (38).

En Sao Paulo Brasil se realizó un meta análisis dirigido por Cassola et al; en 2022 con el objetivo de evaluar la precisión del ultrasonido Doppler en pacientes con EC la cual ya había sido confirmada previamente por angiotomografía, en total se incluyeron 22 estudios y un total de 4957 casos, los resultados arrojaron que la precisión del ultrasonido Doppler tenía niveles variables de precisión de acuerdo con la gravedad de la patología con un porcentaje que iba del 70 al 99% en cuando al diagnóstico de dicha entidad por lo que los autores concluyeron que si bien el ultrasonido Doppler puede ser una herramienta diagnóstica útil es recomendable confirmar la patología y su gravedad con ayuda de otro método de imagenología eso fue concluido al sacar la sensibilidad y especificidad que para el ultrasonido fue del 63 y 95% respectivamente mientras que para la angiotomografía variaba de acuerdo con la literatura que se consultara en el cual la sensibilidad iba del 57 al 94% mientras que la especificidad del 87 al 98% (39).

Por otro lado, los hallazgos por angiotomografía descritos en un estudio retrospectivo en 2022 en India realizado por Jain et al; se incluyeron 114 pacientes, se encontró que los pacientes con mayor espesor de la placa se asociaron a más síntomas mientras que placas calcificadas se observan en carótidas asintomáticas  $p < 0.05$  esto debido a que se comparó la presencia de síntomas y aquellos con una estenosis por debajo del 70% presentaban menos síntomas en comparación de aquellos cuya estenosis era grave (del 70% en adelante), este hallazgo se corroboró por medio de un análisis multivariado y regresión estadística que demostró que el grosor de la placa está directamente relacionado con los síntomas de los pacientes, los autores concluyeron que una placa de 2.75 mm podría predecir enfermedad carotídea sintomática con una sensibilidad del 85.2% y una especificidad del 68% mientras que una placa de 4.0 mm da síntomas de EC (40).

En 2019 Boyko et al, realizaron un estudio comparativo en Taiwán para conocer la concordancia diagnóstica del ultrasonido Doppler, la angiotomografía y la resonancia magnética para la EC, se incluyeron 236 pacientes la mayoría del sexo masculino y al analizar la concordancia se encontró un valor de Kappa de 0.9 entre el ultrasonido y la angiotomografía, lo cual significa una correlación excelente, mientras que con la resonancia magnética fue buena con valor de del 0.8, estos resultados se obtuvieron ya que se realizó el estudio de diagnóstico y la afectación de EC se clasificó como leve, moderado, grave u oclusión con base en el porcentaje de obstrucción de la placa en el vaso, los resultados que se obtuvieron por estos dos estudios se corroboró por medio la angiografía por sustracción digital y posteriormente se realizó el análisis de concordancia entre los resultados de ambos estudios y este último, los autores decidieron utilizar el índice de concordancia de kappa ya que se trata de una variable cualitativa de comportamiento paramétrico, con base en estos hallazgos los autores concluyen el uso de ultrasonido Doppler es una herramienta diagnóstica inicial, efectiva y confiable para determinar estenosis carotídea (41).

En Bélgica en el año 2017 se realizó un estudio guiado por Martz et al y en el cual los autores se basaron estrictamente en los criterios ECST/NASCET, encontraron

que mientras la afección de la EC se encuentre en segmentos proximales a la bifurcación ambos estudios diagnósticos coinciden de manera importante en los hallazgos y no así en otros segmentos, esto debido a que al analizar los resultados en segmentos proximales se encuentra un valor de kappa del 0.94 que es casi perfecto mientras que en otros segmentos fue del 0.77 y concluyen que cuando la estenosis se encuentra en segmentos proximales se puede utilizar el ultrasonido Doppler mientras que en segmentos distales valdría la pena utilizar la angiogramografía e incluso un tercer estudio diagnóstico en caso de que el personal de salud tenga dudas al respecto (42).

El objetivo general fue describir los hallazgos por ultrasonido Doppler y angiogramografía en pacientes con EC del hospital de especialidades IMSS Puebla.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Actualmente en el Hospital de Especialidades Puebla, por parte del servicio de cardiología hay un gran número de pacientes que llegan al servicio de imagenología con sospecha de EC para realizar el diagnóstico, no obstante, a los pacientes los mandan bajo solicitud de angiogramografía o ultrasonido Doppler sin haber establecido previamente algún criterio de porque se prefiere utilizar un estudio sobre otro.

Por tanto, es fundamental conocer si alguno de estos dos estudios es mejor que el otro o ambos tienen la misma efectividad y de ahí la importancia de este estudio ya que generará un aporte hacia dos servicios, en primer lugar, al servicio de imagenología que es en el que se realizará el protocolo y en segundo lugar a cardiología ya que con los resultados se podrá aconsejar a los especialistas que estudio realizar en beneficio de los pacientes, así como mejorar tiempo y costo al hospital.

### **PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:**

¿Cuáles son los hallazgos por ultrasonido Doppler y angiogramografía en pacientes con EC del hospital de especialidades IMSS Puebla?

### **3. JUSTIFICACIÓN**

La EC se ha incrementado epidemiológicamente en México, por los factores de riesgo comentados anteriormente como la dislipidemia, estilos de vida, etcétera, ocupando los primeros lugares en obesidad y enfermedades crónico-degenerativas, su diagnóstico oportuno por métodos de imagen subyace en la prevención de accidentes cerebrovasculares, lo cual se ve reflejado en la cantidad de pacientes que los cardiólogos envían al servicio de imagenología para realizar estudios que ayuden al diagnóstico de EC. Por tanto, se necesita conocer que estudio es óptimo para cada paciente, de acuerdo a al estudio del mismo, de igual manera identificar en qué momento preferir un estudio sobre otro o ambos estudios.

La importancia de este estudio, permitirá que el paciente disminuya el riesgo por administración de contraste, costos, tiempo de realización de estudios, efectos adversos.

### **4. MATERIAL Y METODOS**

#### **Tipo de estudio**

Se realizó un estudio descriptivo, transversal, retrospectivo, retrolectivo, homodémico.

#### **Pacientes**

En este trabajo se estudiaron los pacientes del servicio de Imagenología del Hospital de Especialidades Puebla, del Centro Médico Nacional “General. de División Manuel Ávila Camacho”. De enero a octubre 2023. Se buscó en expediente electrónico del servicio de imagenología y se seleccionó a aquellos con diagnóstico de EC que contaron con estudio de angiotomografía o ultrasonido Doppler. Los criterios de inclusión fueron pacientes mayores de 18 años, de ambos sexos, con reporte de angiotomografía y ultrasonido Doppler en expediente. Los criterios de exclusión fueron pacientes con estudio de imagen incompleto, con estudios realizados fuera de la unidad, pacientes con bifurcación alta de arterias carótidas

como variante anatómica y pacientes en los cuales la EC se haya presentado como una complicación a otra patología de base.

### **Instrumentos**

Los recursos humanos empleados consistieron en personal médico y técnico del nosocomio, así como pacientes del servicio de imagenología con diagnóstico de EC, los recursos físicos que se utilizaron fueron expedientes electrónicos, hoja de recolección de datos y computadora.

Se obtuvieron Imágenes digitales del sistema PACS (*Picture Archiving and Communication System*) del servicio de imagenología, las cuales fueron realizadas por Ultrasonido LOGIQ™ E10 General Electric y de tomógrafo de 64 cortes marca General Electric, modelo Revolution respectivamente.

### **Procedimientos**

Se revisaron los estudios de ultrasonido Doppler y angiotomografía en el sistema de imagenología digital del servicio de Imagenología del Hospital de Especialidades Puebla, del Centro Médico Nacional “General de División Manuel Ávila Camacho”, para encontrar los estudios de imagen y reportes respectivos de los pacientes de este nosocomio.

A través de una hoja de recolección de información se obtuvieron los datos de los estudios realizados de los pacientes y se copiaron en una base de datos de Excel para su análisis

Todos los datos recabados se clasificaron en hoja de base de datos en Excel para su análisis estadístico, en el programa SPSS v. 2023 para Windows.

### **Análisis descriptivo**

El diseño y tipo de muestreo fue determinístico. El tamaño de la muestra fue a conveniencia del investigador. Se realizó estadística descriptiva, medidas de tendencia central y de dispersión. Para las variables cuantitativas se aplicaron cálculo de porcentajes. Se realizaron cuadros y gráficas de los resultados mediante programa Windows Excel. El análisis estadístico se realizó mediante prueba de

Mann Whitney utilizando el programa de *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS).

Los recursos materiales consistieron en equipo de cómputo portátil personal y hojas de recolección de datos. Los recursos humanos fueron: Investigador, asesor experto y metodológico.

En cuanto a las consideraciones éticas, no se puso en riesgo en ningún momento el bienestar de los pacientes y no se modificó en ningún momento el tratamiento de salud en materia de investigación para la salud y se realizó conforme a la declaración de Helsinki de 1975, enmendadas en 1989; con los códigos y normas internacionales vigentes de las buenas prácticas de investigación clínica. Los resultados fueron utilizados únicamente con fines científicos.

### **Objetivos específicos**

El estudio pretendió conocer los hallazgos de los pacientes que incluyen género y edad en pacientes con diagnóstico de EC por medio de su valoración por ultrasonido Doppler y angiotomografía.

- De hallazgos del ultrasonido Doppler se tomaron las variables siguientes: Sitio de estenosis, velocidad pico-sistólica, índice de resistencia, índice de pulsatilidad, velocidad diastólica final, porcentaje de estenosis, relación VPS ACI/ACC y espesor miointimal.

- De hallazgos encontrados en la EC diagnosticada por angiotomografía se tomaron las variables siguientes: Sitio de estenosis, diámetro del vaso en punto de estrechamiento máximo, diámetro del segmento distal a la estenosis, porcentaje de estenosis, índice de atenuación de placa estenótica densidad de placa ateromatosa.

## 5. RESULTADOS

Se realizó un estudio dirigido a los pacientes con EC en el Hospital de Especialidades Puebla, del Centro Médico Nacional “General de División Manuel Ávila Camacho” con la finalidad de demostrar los hallazgos por ultrasonido Doppler y por angiotomografía. Se incluyeron 55 pacientes con EC de los cuales 35 pacientes se les realizó ultrasonido Doppler y 20 pacientes la angiotomografía.

### HALLAZGOS POR ULTRASONIDO DOPPLER

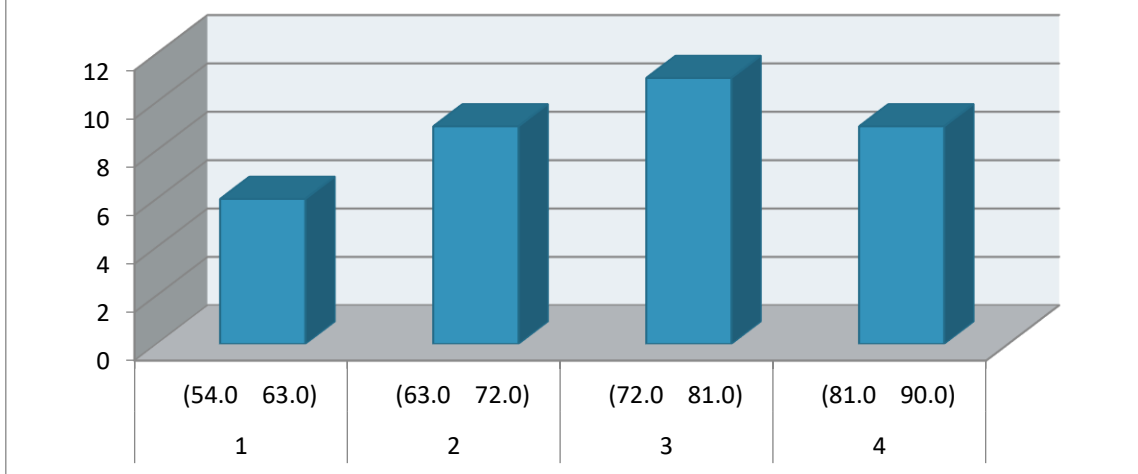
#### Edad

Por ultrasonido Doppler, de los 35 pacientes, la edad media fue de 72 años, con desviación estándar de 10.2 años (Edad mínima fue de 54 años y la edad máxima de 90 años.). Ver tabla 3 y gráfica 1.

Tabla 3. Distribución de edad en pacientes con EC en ultrasonido Doppler

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
72.887	73	105.5748	10.275	14.0974	54	90

**Gráfica 1. Distribución de Edad - Ultrasonido Doppler**



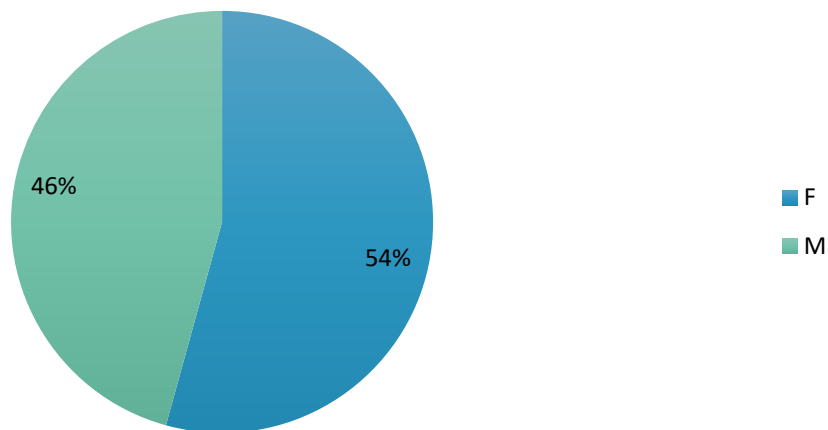
## Género

De los 35 pacientes estudiados por ultrasonido Doppler, se encontró un total de 19 pacientes masculinos (54%) y 16 pacientes femeninos (46%). Ver tabla 4 y gráfica 2.

**Tabla 4. distribución de pacientes por género en ultrasonido Doppler**

	Masculino	Femenino
Pacientes	19	16
Porcentaje	54%	46%

**Gráfica 2. Distribución de Género por Ultrasonido Doppler**



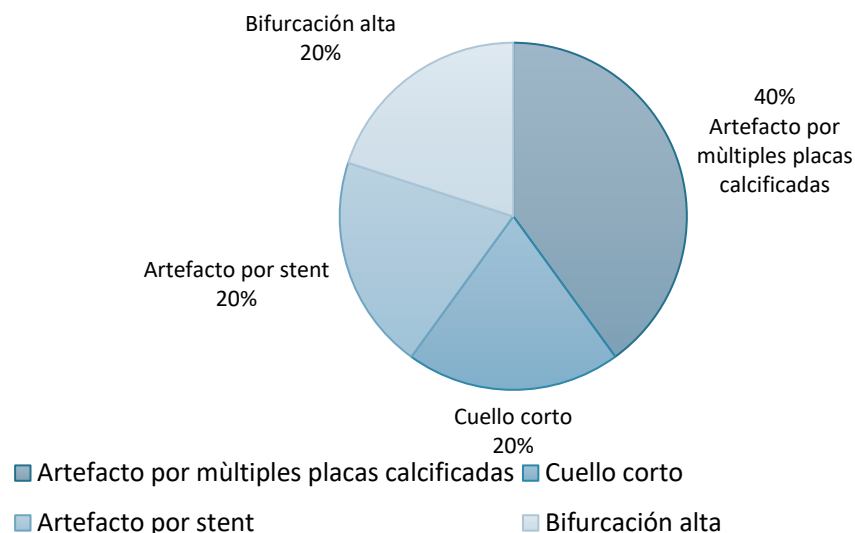
### Pacientes de ultrasonido Doppler cuyos estudios no fueron valorables

Por ultrasonido Doppler de los 35 pacientes, 5 pacientes no se consideraron sus variables al presentar dificultades en la exploración, por lo que no se consideraron valorables. De estos estudios, 2 presentaron artefacto de sombra acústica por múltiples placas calcificadas, 1 presentó artefacto de sombra por presencia de stent carotídeo, 1 paciente presentó bifurcación alta y otro paciente presentó cuello corto como variante anatómica que dificultó su exploración. (Ver tabla 5 y gráfica 3).

**Tabla 5. distribución de pacientes de pacientes de ultrasonido Doppler cuyos estudios no fueron valorables**

	Artefacto por múltiples placas calcificadas	Cuello corto	Artefacto por stent	Bifurcación alta
Pacientes	2	1	1	1
Porcentaje	40%	20%	20%	20%

**Gráfica 3. Estudios No Valorables de EC por Ultrasonido Doppler**



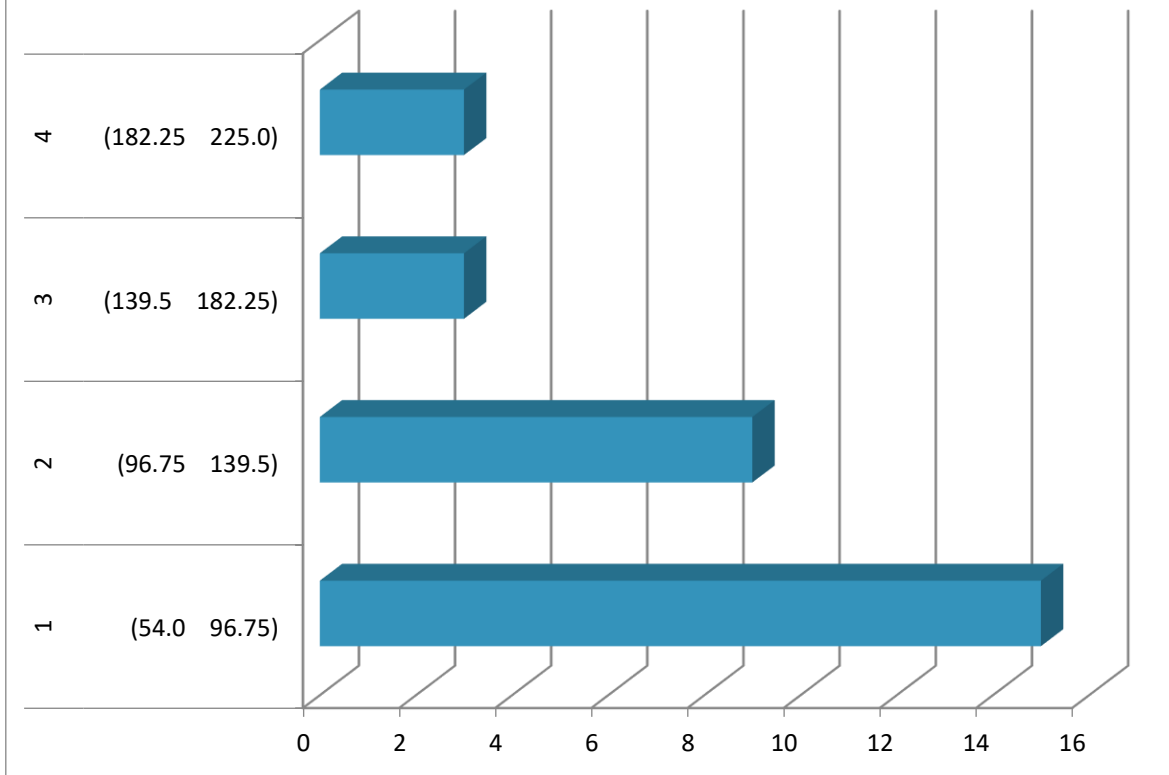
## Velocidad picosistólica

Por ultrasonido Doppler, de los 30 pacientes valorables, la velocidad picosistólica media fue de 109.86 cm/s, con desviación estándar de 42.13 cm/s (Velocidad picosistólica mínima fue de 54 cm/s y la máxima de 225 cm/s). Ver tabla 6 y gráfica 4.

Tabla 6. Distribución de Velocidad Picosistólica (VPS) cm/s

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
109.86	96.5	1775.42	42.13	38.35	54	225

**Gráfica 4. Distribución de Velocidad Picosistólica**



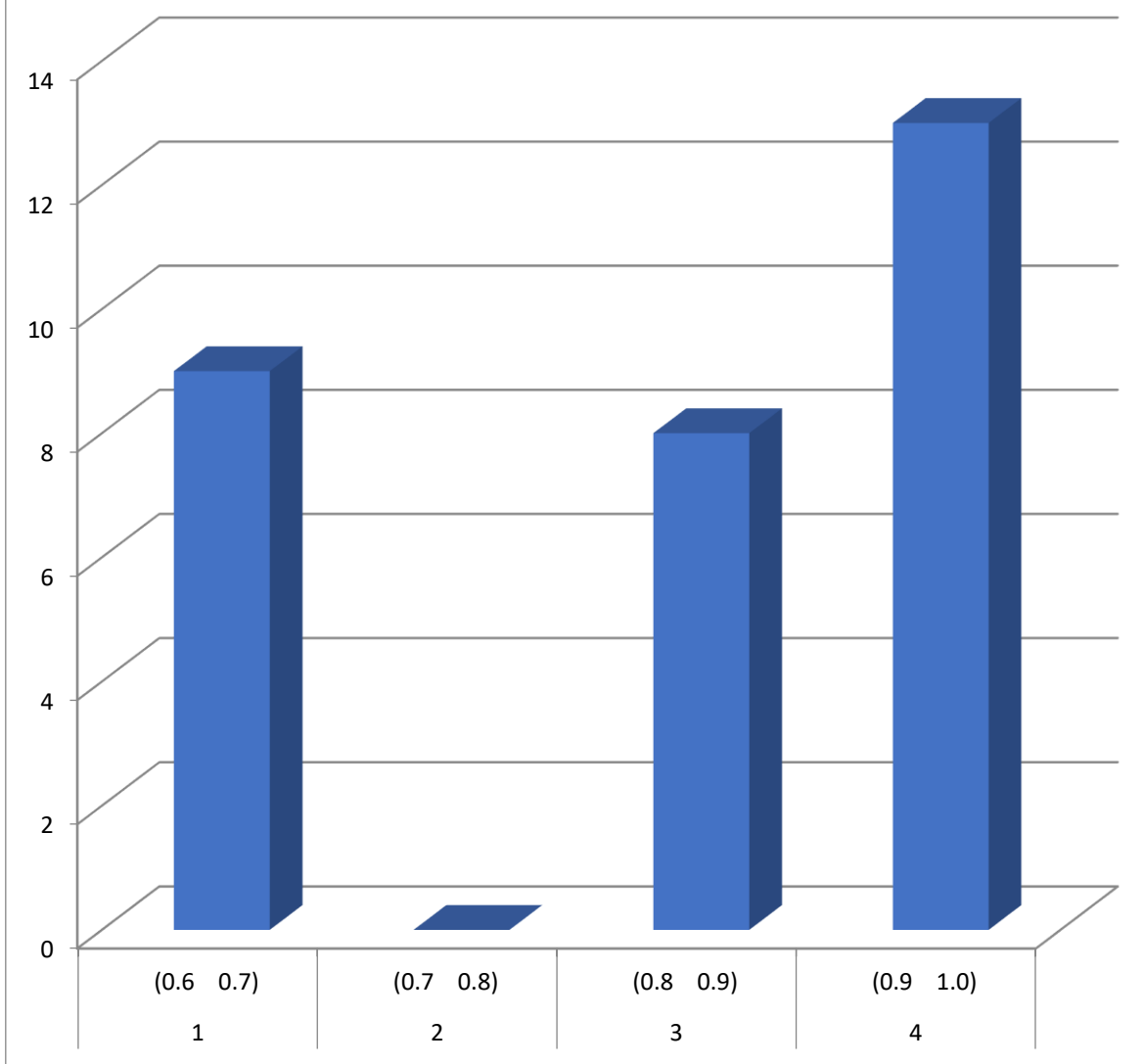
## Índice de Resistencia (IR)

Por ultrasonido Doppler, de los 30 pacientes valorables, la media del índice de resistencia (IR) fue de 0.81, con desviación estándar de 0.103 (La mínima fue de 0.6 y la máxima de 1.0). Ver tabla 7 y gráfica 5.

Tabla 7. Distribución de Índice de Resistencia (IR)

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
0.81	0.8	0.0106	0.103	12.705	0.6	1.0

Gráfica 5. Distribución de IR



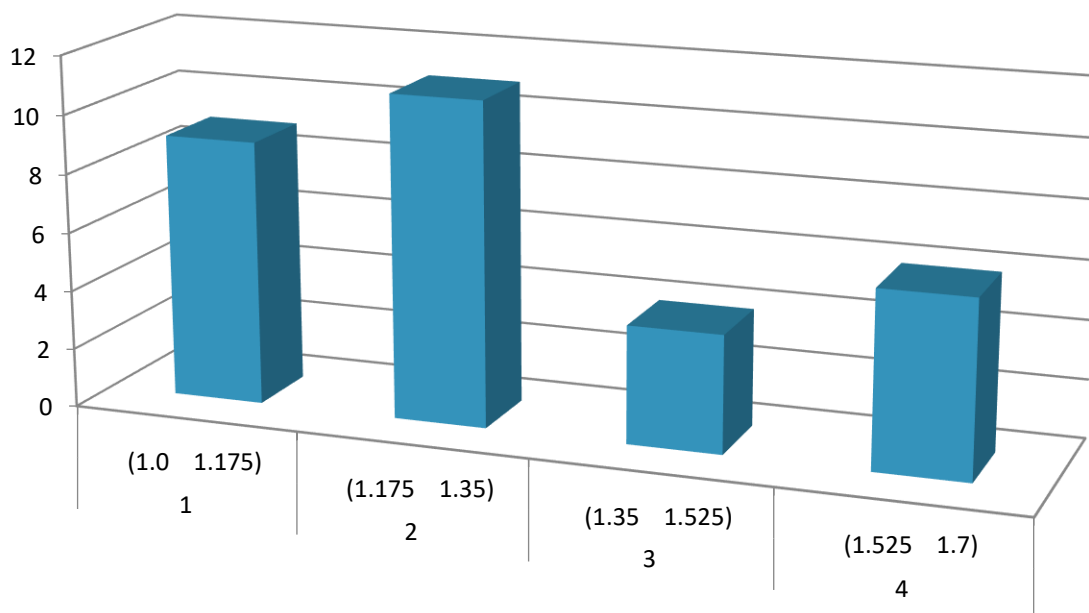
## Índice de Pulsatilidad (IP)

Por ultrasonido Doppler, de los 30 pacientes valorables, la media del índice de pulsatilidad (IP) fue de 1.286, con desviación estándar de 0.227 (La mínima fue de 1 y la máxima de 1.7). Ver tabla 8 y gráfica 6.

Tabla 8. Distribución de Índice de Pulsatilidad (IP)

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
1.286	1.3	0.051	0.227	17.644	1	1.7

**Gráfica 6. Distribución de IP**



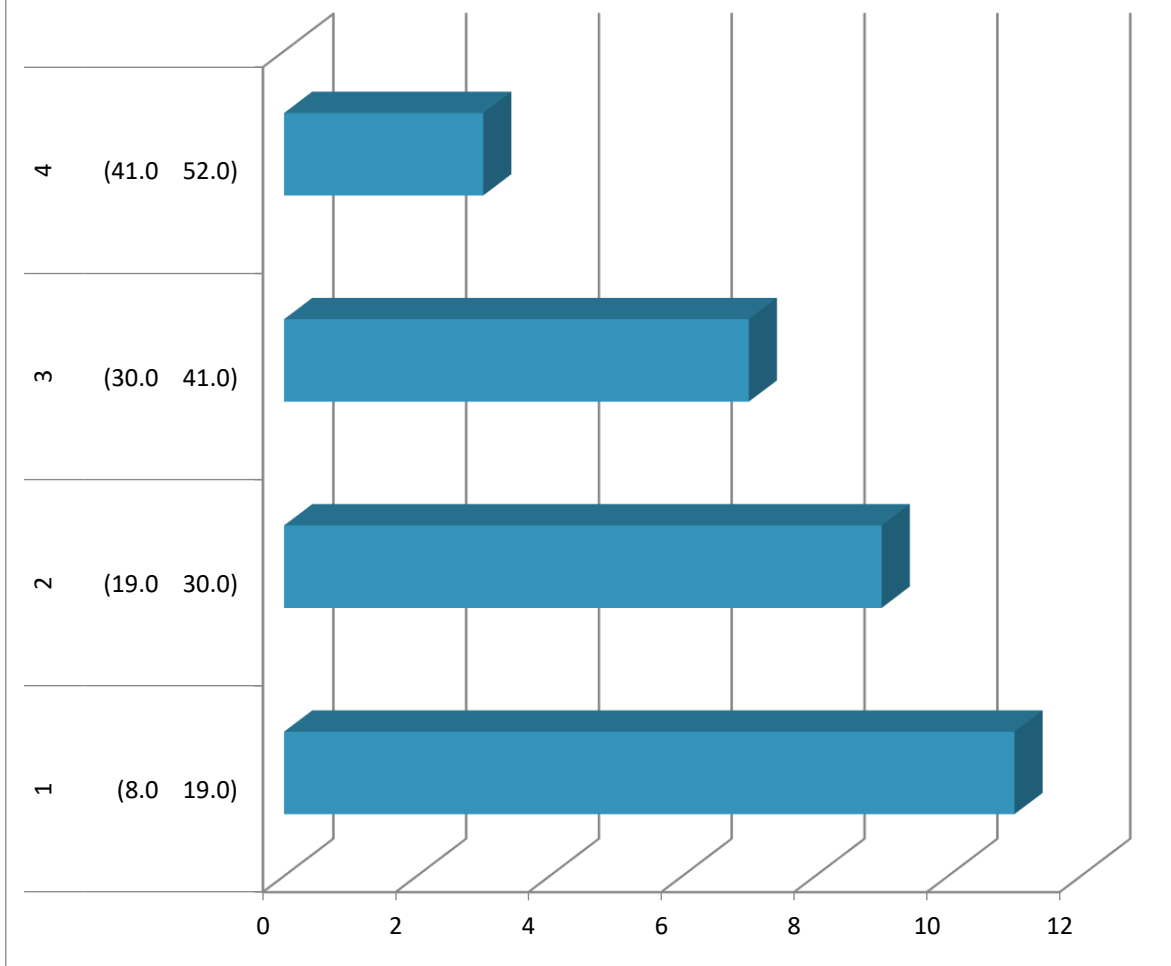
## Velocidad Diastólica Final (VDF)

Por ultrasonido Doppler, de los 30 pacientes valorables, la media de la velocidad diagnóstica final (VDF) fue de 24.44, con desviación estándar de 12.0739 (La mínima fue de 8 y la máxima de 52). Ver tabla 9 y gráfica 7.

Tabla 9. Distribución de Velocidad Diastólica Final (VDF) cm/s

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
24.44	24	145.778	12.0739	49.3886	8	52

### Gráfica 7. Distribución de Velocidad Diastólica Final



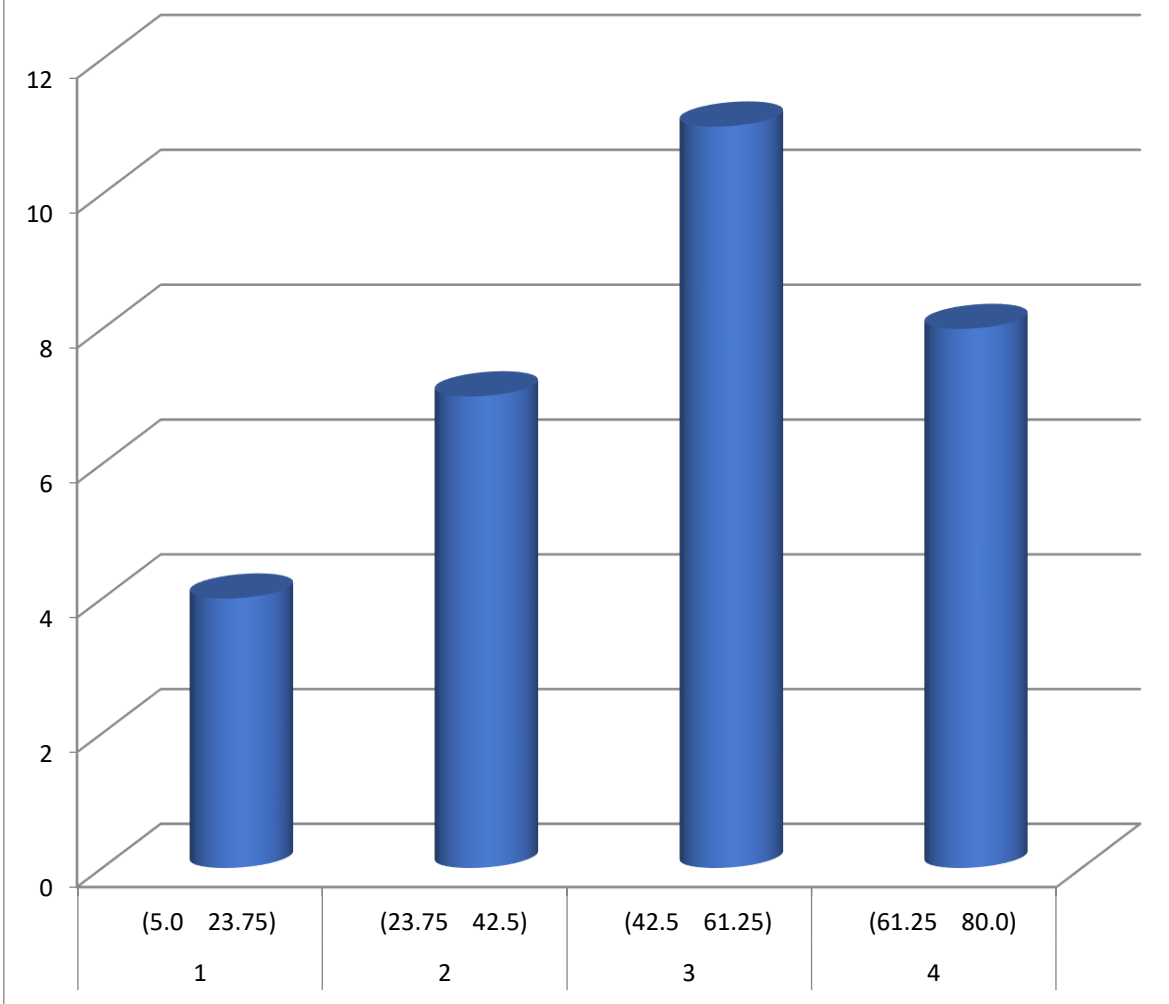
## Porcentaje de estenosis por ultrasonido Doppler

Por ultrasonido Doppler, de los 30 pacientes valorables, la media del porcentaje de estenosis fue de 17.37, con desviación estándar de 12.0739 (La mínima fue de 5 y la máxima de 80). Ver tabla 10 y gráfica 8.

Tabla 10. Distribución de porcentaje de Estenosis - USG Doppler

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
47.731	51	390.34	19.757	41.39	5	80

**Gráfica 8. Distribución de porcentaje de estenosis (USG Doppler)**



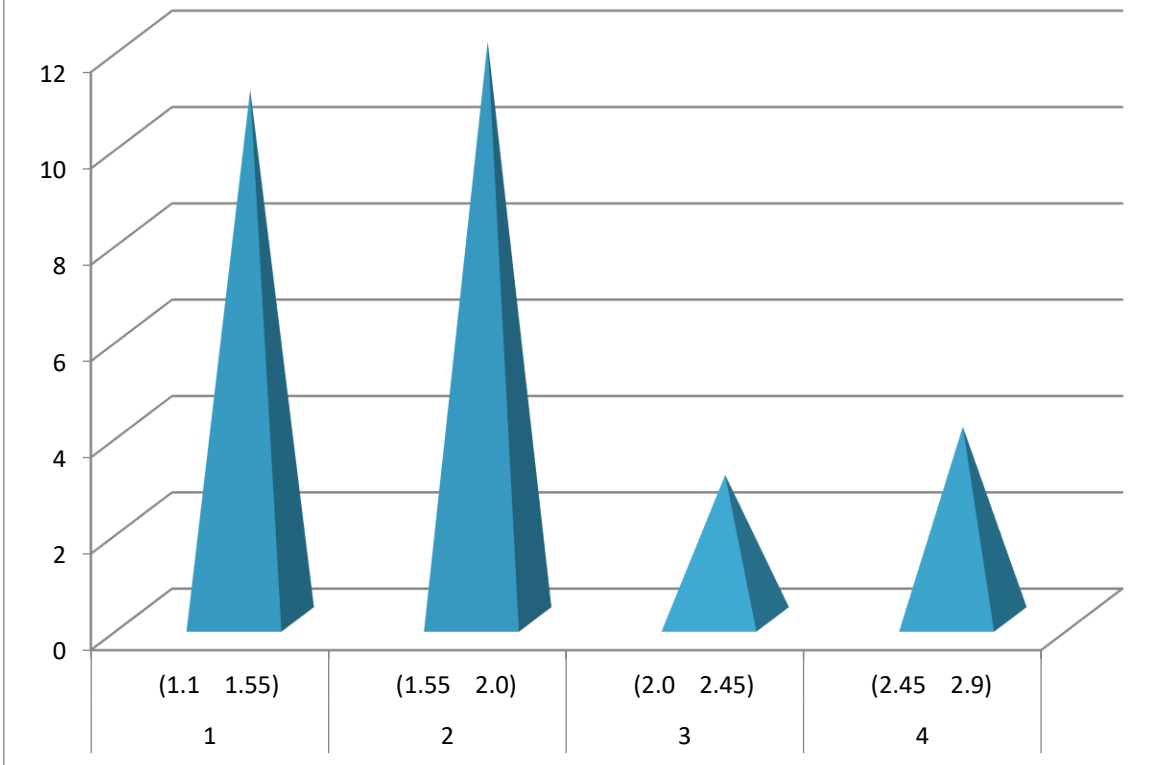
## Relación VPS ACI/ACI

Por ultrasonido Doppler, de los 30 pacientes valorables, la media de la relación de la velocidad picosistólica de la arteria carótida interna y la carótida común fue de 1.73, con desviación estándar de 0.461 (La mínima fue de 1.1 y la máxima de 2.9). Ver tabla 11 y gráfica 9.

Tabla 11. Distribución de Relación Velocidad Picosistólica de Arteria Carótida Interna y Carótida Común (VPS ACI/ACC)

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
1.73	1.65	0.2125	0.461	26.647	1.1	2.9

### Gráfica 9. Distribución de la Relación VPS ACI/ACC



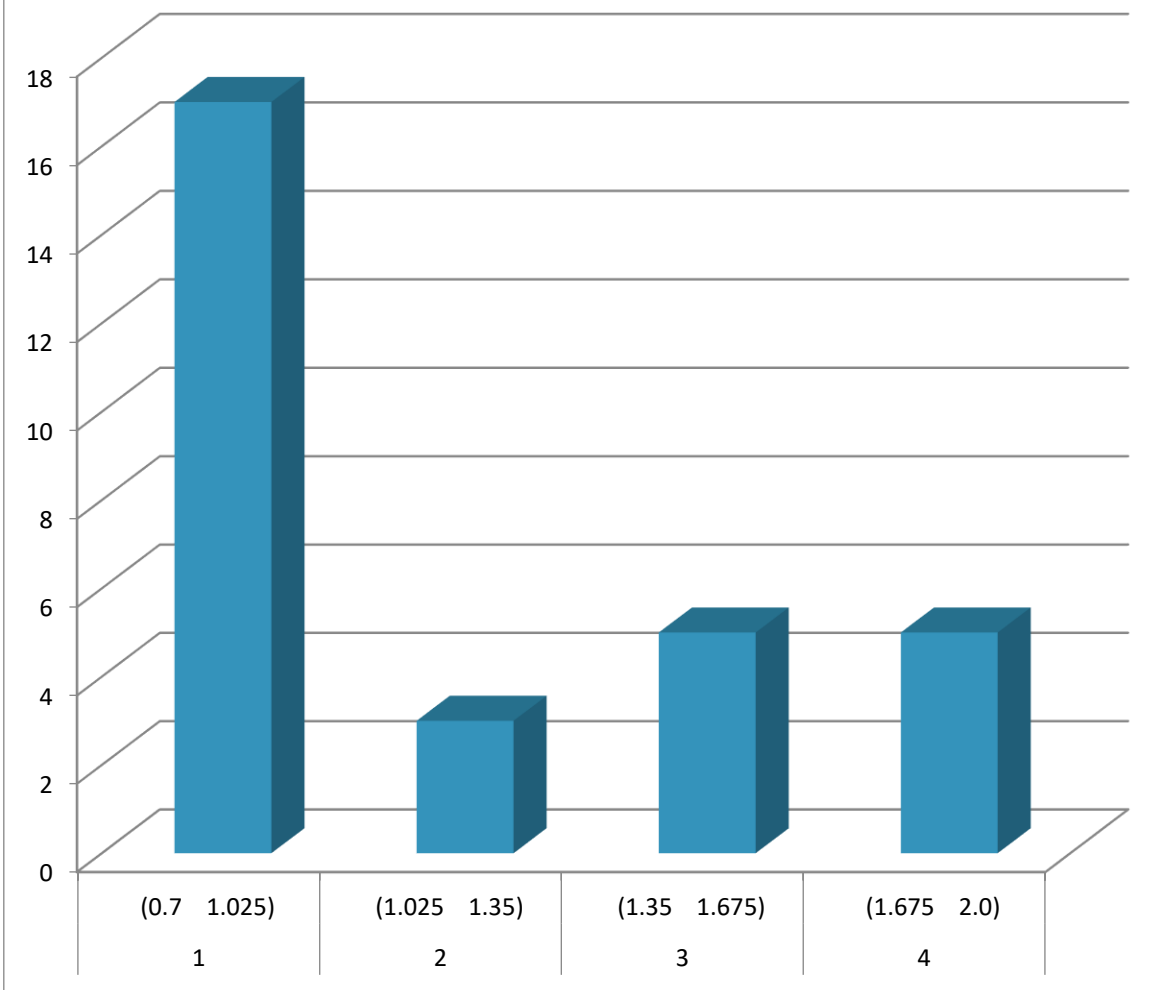
## Espesor miointimal

Por ultrasonido Doppler, de los 30 pacientes valorables, la media del espesor miointimal fue de 1.23, con desviación estándar de 0.363 (La mínima fue de 0.7 y la máxima de 2). Ver tabla 12 y gráfica 10.

Tabla 12. Distribución de espesor miointimal (mm.)

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
1.23	1	0.1321	0.363	30.19	0.7	2

**Gráfica 10. Distribución del Espesor Miointimal**



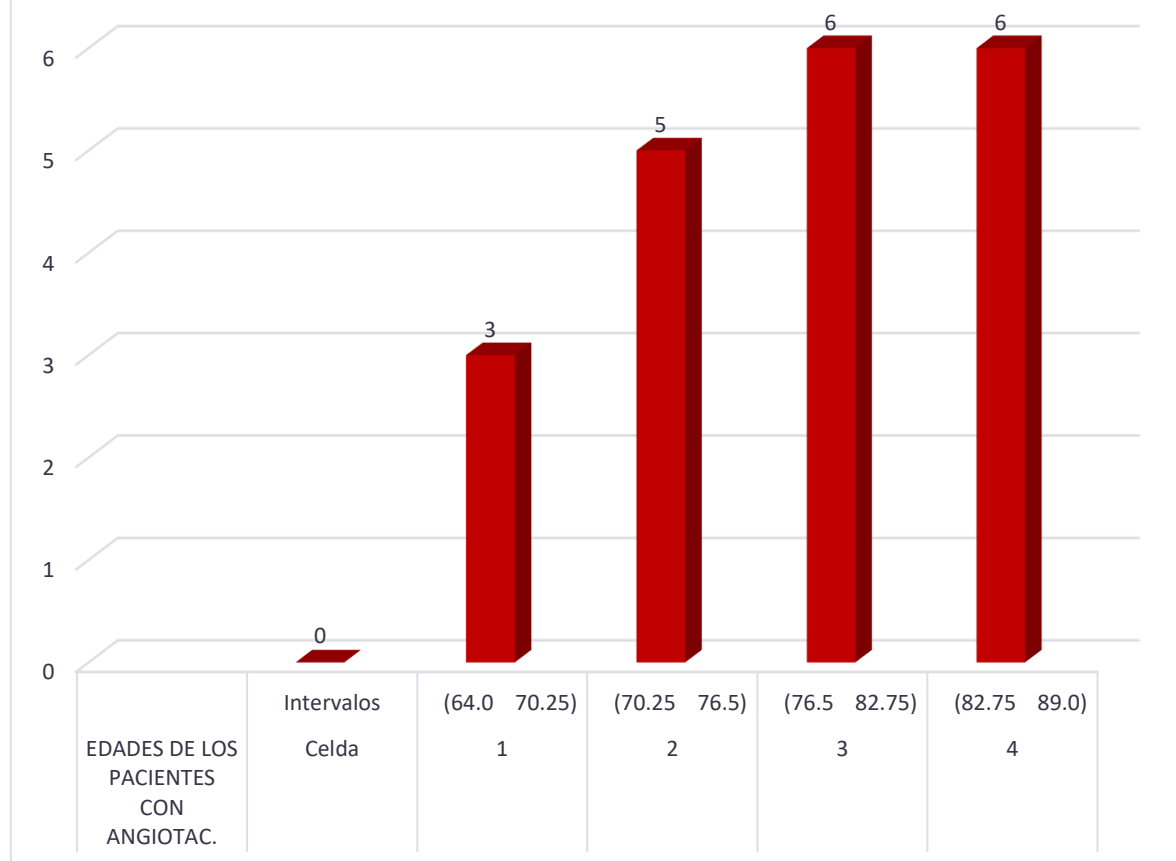
## HALLAZGOS POR ANGIOTOMOGRAFÍA

### Edad

Por angiogramografía de los 20 pacientes, la edad media fue de 77.95 años, con desviación estándar de 6.747 años (Edad mínima fue de 64 años y la edad máxima de 89 años.). Ver tabla 13 y gráfica 11.

Tabla 13. Distribución de edad en pacientes con EC en angiogramografía						
MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
77.95	79	45.503	6.747	8.655	64	89

**Gráfica 11. Distribución de Edad (Angiogramografía)**



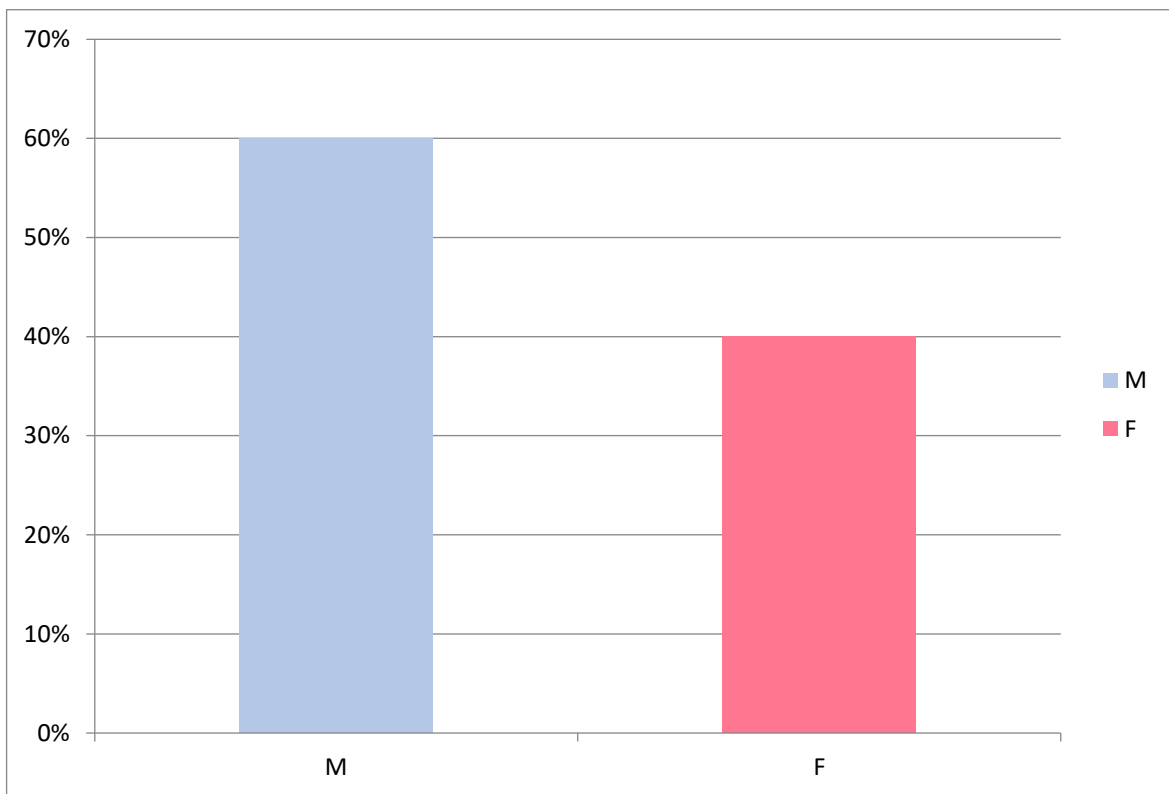
## Género

De los 20 pacientes estudiados por angiogramografía se encontró un total de 12 pacientes masculinos (60%) y 8 pacientes femeninos (40%). Ver tabla 14 y gráfica 12.

**Tabla 14. Distribución de género por angiogramografía**

	Masculino	Femenino
Pacientes	12	8
Porcentaje	60%	40%

**Gráfica 12. Distribución de género por Angiogramografía.**



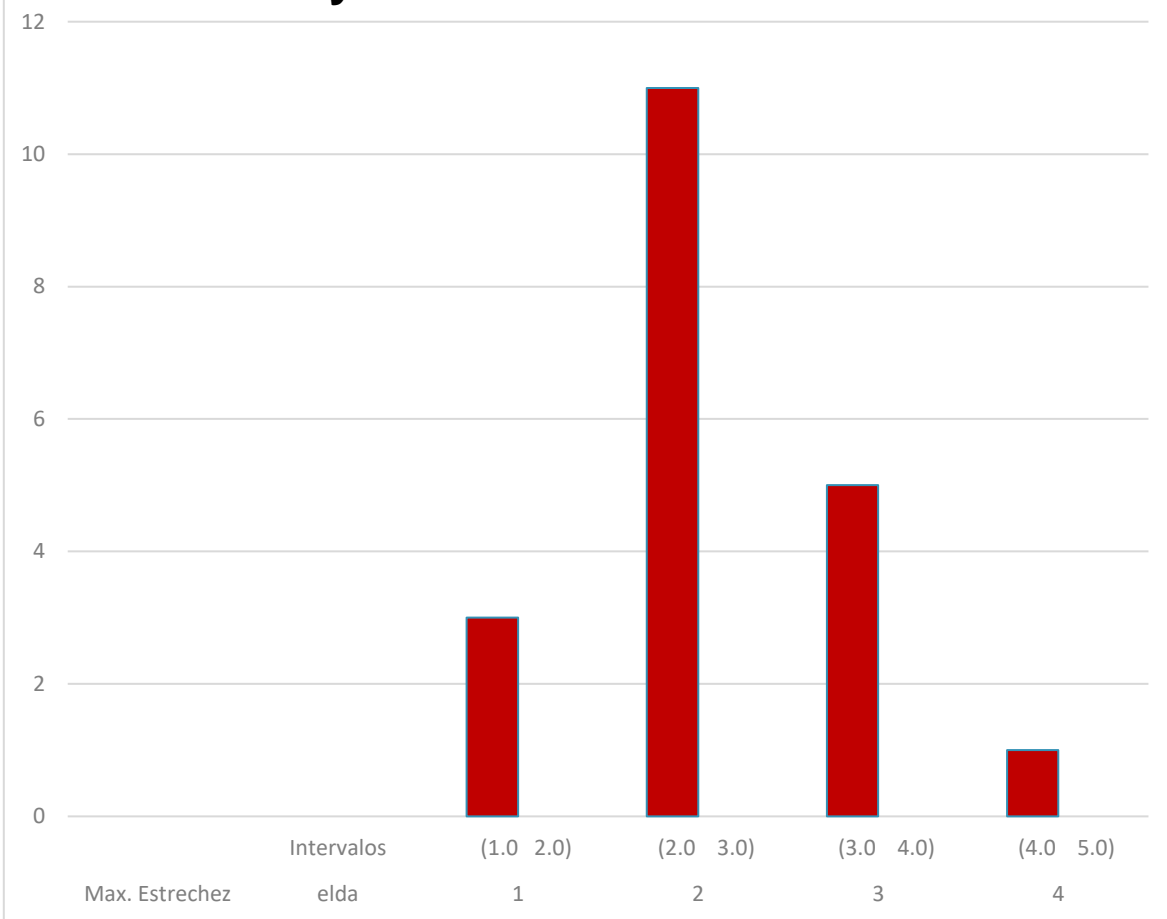
### Diámetro más estrecho del vaso

Por angiotomografía, de los 20 pacientes, la media del diámetro más estrecho fue de 2.2 mm, con desviación estándar de 0.767 mm (La mínima fue de 1 mm y la máxima de 4 mm). Ver tabla 15 y gráfica 13.

Tabla 15. Distribución del diámetro más estrecho del vaso (mm)

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
2.2	2	0.58947368	0,7677719	34.8987	1	4

### Gráfica 13. Distribución de Diámetro de Mayor Estrechez en el Vaso



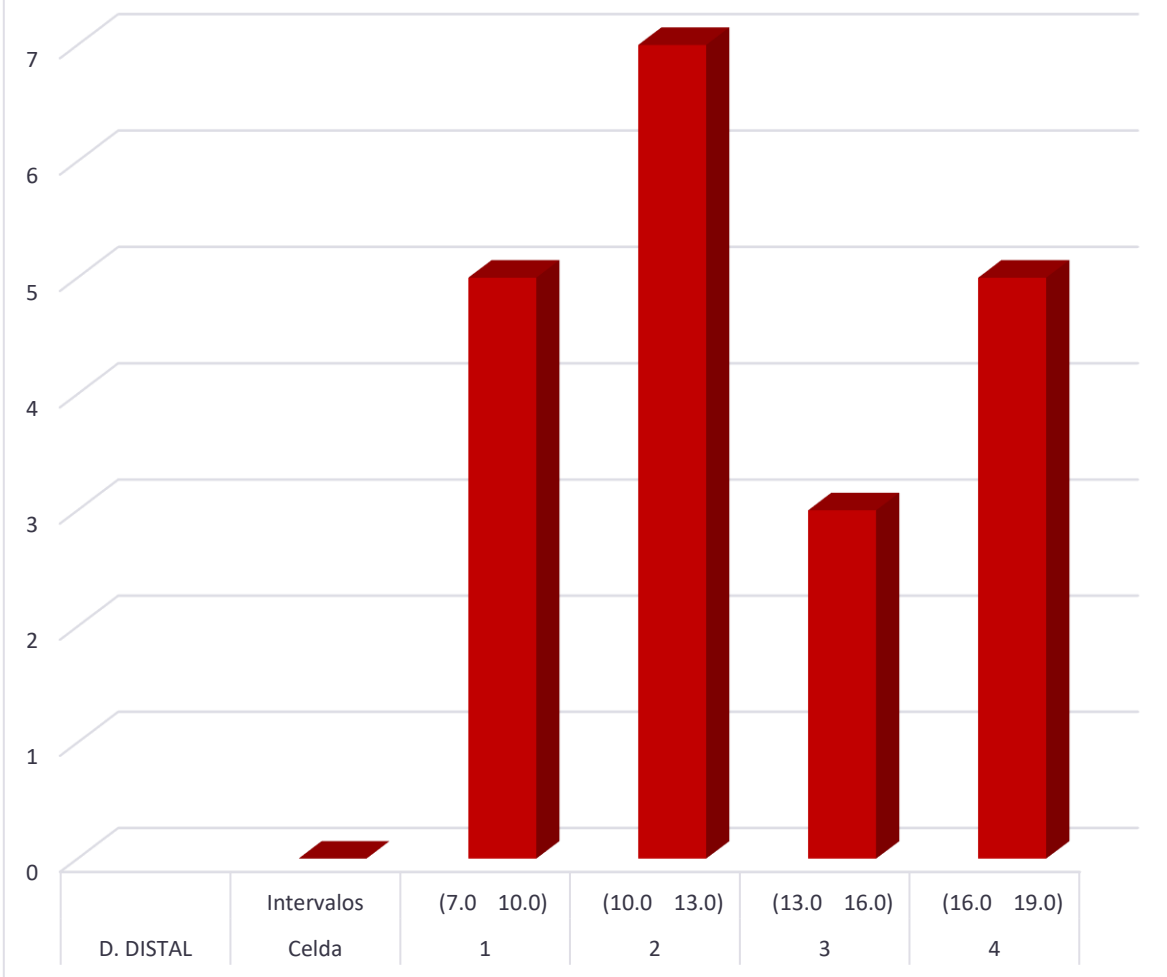
## Diámetro del segmento distal a la estenosis

Por angiotomografía, de los 20 pacientes, la media del diámetro del segmento distal a la estenosis fue de 12 mm, con desviación estándar de 3.583 mm (La mínima fue de 7 mm y la máxima de 19 mm). Ver tabla 16 y gráfica 14.

Tabla 16. Distribución del diámetro del segmento distal a la estenosis

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
12	10.5	12.8421	3.583	29.863	7	19

### Gráfica 14. Distribución del Diámetro del Segmento Distal a la Estenosis



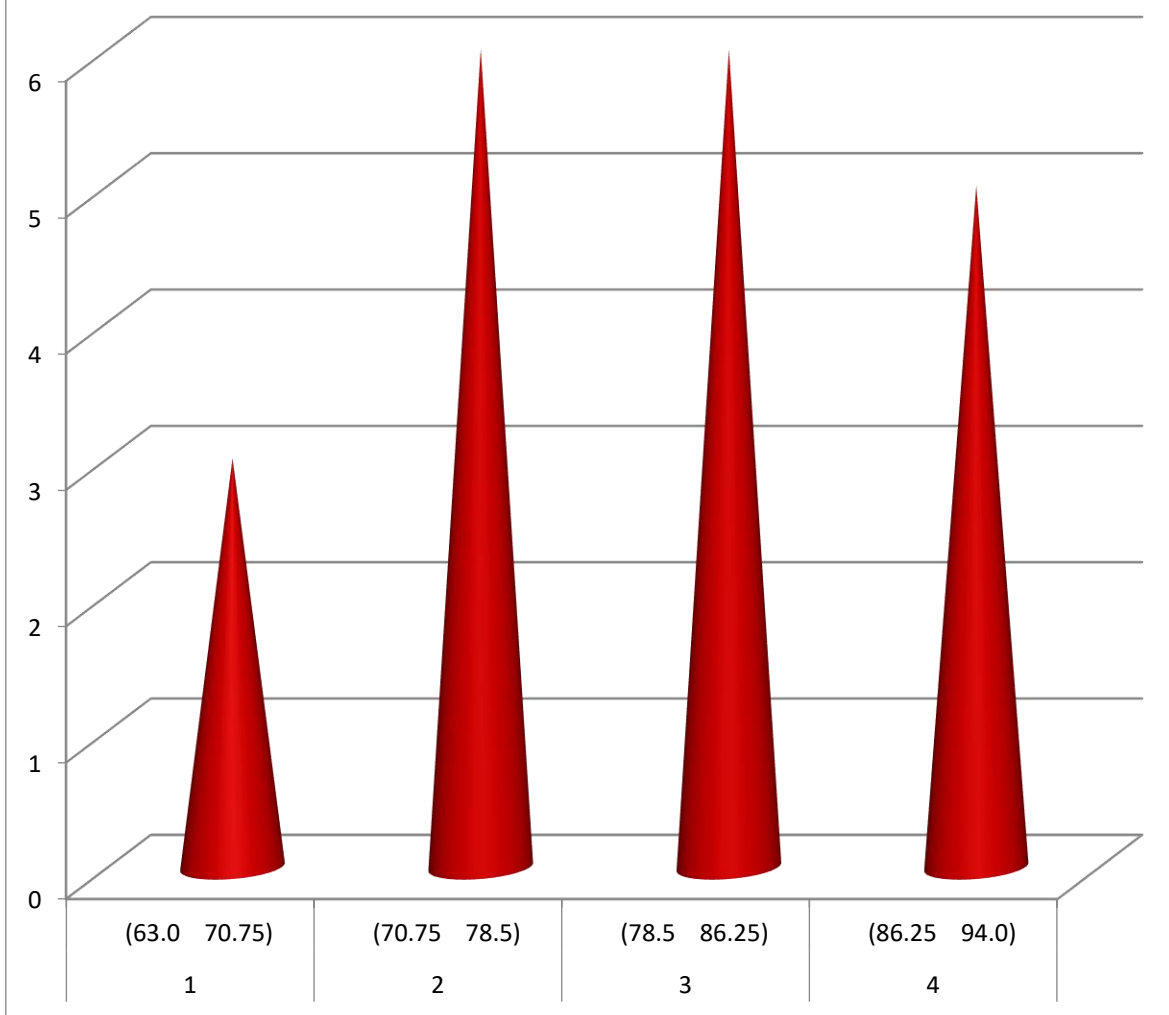
## Porcentaje de estenosis por angi tomografía

Por angi tomografía, de los 20 pacientes, la media del porcentaje de estenosis fue de 80.1%, con desviación estándar de 8.391% (La mínima fue de 63% y la máxima de 94%). Ver tabla 17 y gráfica 15.

Tabla 17. Distribución del porcentaje de estenosis por angi tomografía

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
80.1	80	70.410	8.391	10.475	63	94

**Gráfica 15. Distribución de Porcentaje de Estenosis**



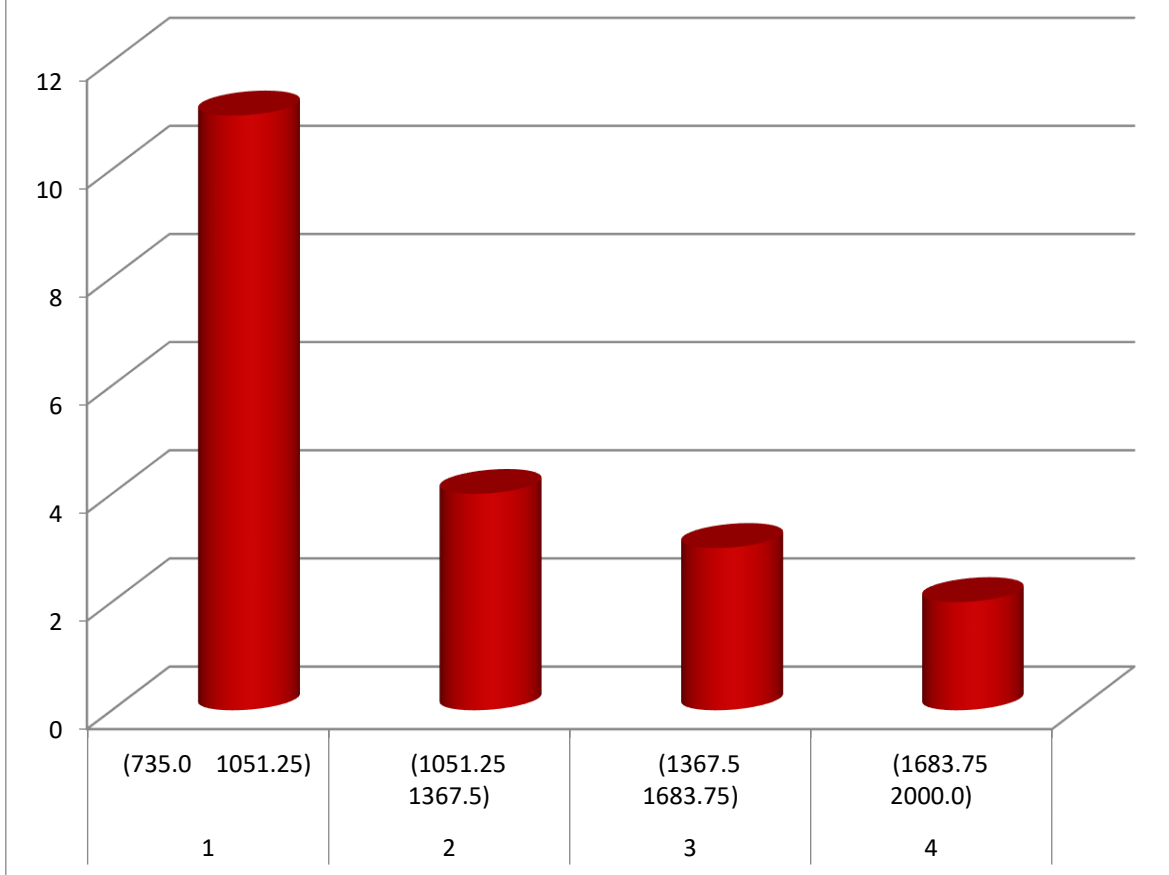
## Índice de atenuación de la placa

Por angiotomografía, de los 20 pacientes, la media de la densidad de la placa fue de 1168 UH (Unidades Hounsfield), con desviación estándar de 373.66 UH (La mínima fue de 735 UH y la máxima de 2000 UH. Ver tabla 18 y gráfica 16.

Tabla 18. Distribución de la densidad de la placa ateromatosa (UH)

MEDIA	MEDIANA	VARIANZA	DS	C.V	MINIMA	MAXIMA
1168.4	995.5	139623.4105	373.66	31.98	735	2000

### Gráfica 16. Distribución de la Densidad de la Placa



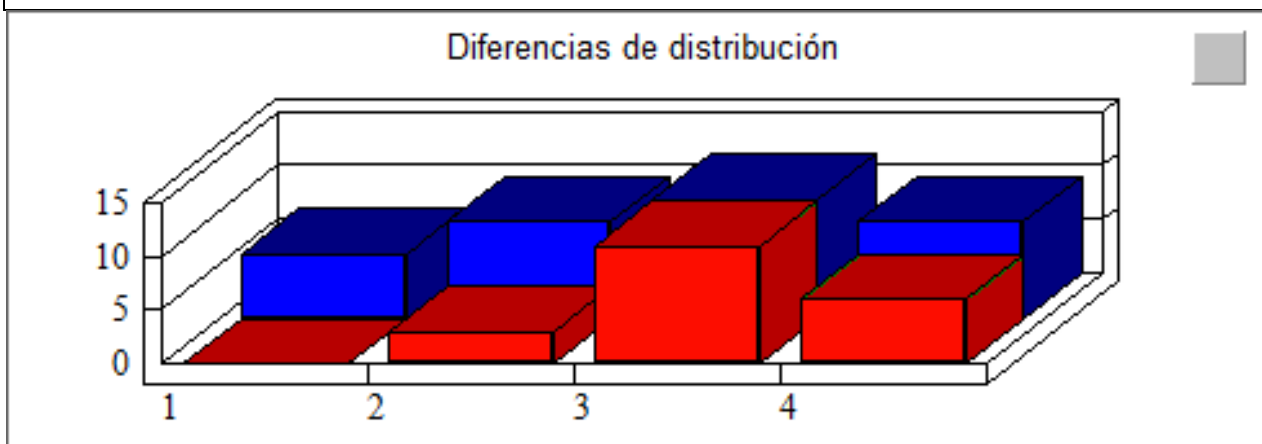
## RELACIÓN ENTRE LAS EDADES DE USG DOPPLER CON ANGIOTOMOGRAFÍA

De los 55 pacientes con EC, a los que se realizó ultrasonido Doppler se observa un promedio de 72.88 años de edad, mientras que por angiografía se observó un promedio de 77.95 años, presentando por prueba U de Mann Whitney de student un valor de  $p= 0.0562$ . Ver tabla 19 y gráfica 17.

**Tabla 19. Diferencias de distribución de edad de USG y Angiotomografía**

	Promedio	Desv. Estándar	Error estándar	N
Pacientes de ultrasonido Doppler	72.8867	10.275	1.7368	35
Pacientes de Angiotac	77.95	6.7471	1.5087	20

**Gráfica 17. Diferencia de distribución de edad de USG Doppler y Angiotomografía**



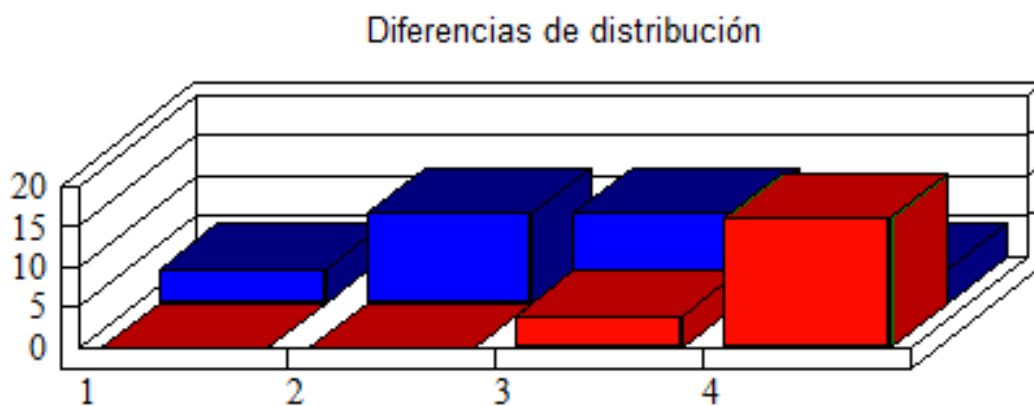
## RELACIÓN ENTRE USG DOPPLER Y ANGIOTOMOGRAFÍA EN EL PORCENTAJE DE EC.

De los 50 pacientes valorados con EC, a los que se realizó ultrasonido Doppler y angiogramía se observa un promedio de 47 % de EC por medio de ultrasonido Doppler, mientras que por angiogramía se observó un 80.1% de estenosis, presentando por prueba Mann Whitney un valor de  $p = < 0.0001$ . Ver tabla 20 y gráfica 18.

**Tabla 20. Diferencias de distribución de porcentaje de estenosis de USG Doppler y angiogramía**

	Promedio	Desv. Estándar	Error estándar	N
Pacientes de ultrasonido Doppler	47.7333	19.757	3.6071	30
Pacientes de angiogramía	80.1	8.3911	8.3911	20

**Gráfica 18. Diferencia de distribución de porcentaje de estenosis de USG Doppler y Angiogramía**



## 6. DISCUSIÓN

La EC se ha incrementado epidemiológicamente en México, por los factores de riesgo comentados anteriormente como la dislipidemia y estilos de vida. Su diagnóstico oportuno por métodos de imagen es importante para la prevención de accidentes cerebrovasculares. Por tanto, se necesita conocer de manera precisa y temprana que estudio es óptimo para cada paciente. De ahí a importancia de este estudio conocer los hallazgos en ambos estudios diagnósticos de imagen.

En el presente estudio realizado se encontró con respecto a la edad, se encontró que por ultrasonido Doppler, de los 35 pacientes, la edad media fue de 72 años, con desviación estándar de 10.2 años y por angiotomografía de los 20 pacientes, la edad media fue de 77.95 años, con desviación estándar de 6.747 años; similar al estudio de Simaan et al en 2023, (37) en el cual reportaron una media de  $72.4 \pm 12.0$  años tanto por ultrasonido Doppler y angiotomografía. Los resultados se explican debido a que esta afectación arterial tiene predominio en la séptima década de la vida.

Respecto al género a los 35 pacientes quienes se les realizó ultrasonido Doppler 54% eran pacientes de género masculino y 46% eran de género femenino, por angiotomografía el 60% fueron hombres y el 40% fueron mujeres. Similares a un estudio de Cassola et al (39) del 2022 en Brasil, que reportaron una proporción de 2.9:1 de hombres a mujeres respectivamente. Los resultados se explican debido a que esta afectación es de predominio en el género masculino.

Se encontraron 5 estudios de ultrasonido Doppler realizados a pacientes con EC que resultaron parcialmente valorables o nulos por los que no se consideraron sus hallazgos en el presente estudio, 40% presentaron artefacto de múltiples calcificaciones, 20% cuello corto, 20% presencia de stents y 20% bifurcación alta, estos limitaron la exploración en el ultrasonido, que de acuerdo con Tahmasebpour et al (18), se ha visto que estas afectaciones dificultan el estudio de ultrasonido y reducen su sensibilidad y especificidad para estenosis carotidea. Algunas de estas situaciones se pueden detectar por exploración clínica e interrogatorio como pacientes con cuello corto, presencia de stent carotideos, materiales de suturas,

traqueostomías, hematomas, colecciones en cuello entre otras; las cuales generan importante sombra acústica imposibilitando la exploración al médico radiólogo, en tales casos el médico clínico podría optar por angiotomografía de primera instancia.

Correspondiente a la velocidad picosistólica por ultrasonido Doppler, se encontró una velocidad media de 109.86 cm/s, con desviación estándar de 42.13 cm/s, que corresponden a velocidades moderadas a altas para estenosis carotídea de acuerdo a la literatura establecida (18). De acuerdo al estudio de Brasil en 2022 de Cassola et al se encontraron también velocidades pico-sistólicas altas causadas por la EC.

En cuanto al índice de resistencia la media fue de 0.81, con desviación estándar de 0.103, la cual se considera anormal y elevada en pacientes sanos. Esta resistencia vascular se asocia con morbilidad y mortalidad cardiovascular en pacientes con estenosis carotídea, siendo similar a los hallazgos de Cassola en 2022. (37). El resultado se explica que es causado por esta patología.

El índice de pulsatilidad la media fue de 1.286, con desviación estándar de 0.227. Este se considera otro factor de morbilidad y mortalidad cardiovascular. Se encontró un estudio con valores similares en estenosis carotídea realizado en 2022 en Suiza (43) reportando índices de pulsatilidad de  $1.59 \pm 0.4$ , entre más elevado, es mayor el riesgo cardiovascular.

Respecto a velocidad diastólica final la media de la velocidad diagnóstica final (VDF) fue de 24.44, con desviación estándar de 12.0739. considerada de valores normales a elevados de acuerdo a los valores normales en pacientes sanos, dicha elevación se relaciona con la estenosis carotídea. De acuerdo al estudio de Cassola de 2022, se encontraron también velocidades diastólicas finales elevadas. (37)

Por ultrasonido Doppler, la media del porcentaje de estenosis fue de 47.37, con desviación estándar de 12.0739 (La mínima fue de 5 y la máxima de 80). Siendo estos valores de moderados a altos de EC. A diferencia del estudio de Siiman et al, los cuales fueron únicamente elevadas. Esto se explica a que en nuestro estudio se tomaron diferentes grados de estenosis carotídea.

Referente a la relación de la velocidad sistólica de la arteria carótida interna y la carótida común, la media corresponde a 1.73, con desviación estándar de 0.461, abarcando valores moderados a altos de estenosis carotídea de acuerdo a la literatura ya establecida (37, 18).

El espesor miointimal o también llamado espesor íntima-media, el valor promedio fue de 1.23, con desviación estándar de 0.363, siendo valor normal a alto para afectación cerebrovascular, el cual es similar a lo encontrado por Bill en 2022 con un promedio de 0.9 y desviación estándar de 0.4. (37).

Por angiotomografía, de los 20 pacientes, la media del diámetro más estrecho fue de 2.2 mm, con desviación estándar de 0.767 mm, que corresponden a sitios de estenosis menores a 3 mm, consideradas altas, es similar a lo encontrado con Siiman et al. En Israel 2023 (37).

En cuanto al diámetro del segmento distal a la estenosis, la media del diámetro del segmento distal a la estenosis fue de 12 mm, con desviación estándar de 3.583 mm. Estos valores son considerados normales y no traducen entidad patológica, ya que se toma el extremo distal sano para valorar la fórmula de NASCET para el porcentaje de estenosis (20).

Por angiotomografía, la media del porcentaje de estenosis fue de 80.1%, con desviación estándar de 8.391%. Siendo estos valores altos de EC. Muy similar al estudio de Siiman et al, los cuales fueron también elevados (37).

En cuanto a la densidad o índice de atenuación de la placa medida en unidades Hounsfield (UH) la media fue de 1168 UH (Unidades Hounsfield), con desviación estándar de 373.66 UH. No se encontraron estudios similares o diferentes con respecto a esta variable. El resultado explica que están compuestas de placas ateromatosas calcificadas (17).

De los 55 pacientes con EC, a los que se realizó ultrasonido Doppler se observa un promedio de 72.88 años de edad, mientras que por angiotomografía se observó un promedio de 77.95 años, presentando por prueba U de Mann Whitney para valorar

relación entre edades, un valor de  $p$  siendo esta no estadísticamente significativa. No se encontraron estudios similares o diferentes con respecto a esta variable. El resultado explica que no presentan la misma distribución de edad por ultrasonido Doppler y angiotomografía, esto se refiere a que existe mayor porcentaje de estenosis en pacientes de mayor edad (2). Además, que en nuestro nosocomio habitualmente son valorados primeramente por ultrasonido Doppler y posteriormente después de encontrar cierto nivel importante de EC son valorados nuevamente por angiotomografía.

De los 50 pacientes valorados con EC (Se descartaron los 5 pacientes que presentaron artefactos de ultrasonido), a los que se realizó ultrasonido Doppler y angiotomografía se observa un promedio de 47% de EC por medio de ultrasonido Doppler, mientras que por angiotomografía se observó un 80.1% de estenosis, para la relación entre ultrasonido Doppler y angiotomografía en el porcentaje de EC por prueba U de Mann Whitney se encontró un valor de  $p$  siendo estadísticamente significativa. Los hallazgos por ultrasonido Doppler y angiotomografía en pacientes con EC son similares en la relación con el porcentaje de estenosis. De manera similar a Palet et al de 2002, quienes refieren que las dos técnicas de imagen son útiles para el diagnóstico (38).

Es importante conocer las limitaciones del ultrasonido Doppler, tanto para el médico radiólogo como el médico clínico, ya que, si el paciente presenta cuello corto, traqueostomía, presencia de stent carotideo, hematomas o masas en cuello, no serán precisamente valorables sus arterias carótidas por ultrasonido, porque generan importante artefacto y dificultad a la exploración. Bajo estas situaciones clínicas que no son del todo valorables por ultrasonido y si las condiciones del paciente lo permiten, se podría sugerir valorar al paciente directo para la angiotomografía.

## 7. CONCLUSIONES

- En los pacientes con estenosis carotídea por ultrasonido Doppler predominó el género masculino con un 54% y 46% del género femenino.
- En los pacientes con EC en el servicio de imagenología afectó principalmente a pacientes de la séptima década de vida con una media de edad de 72 por ultrasonido Doppler.
- De los pacientes con EC valorados por ultrasonido Doppler, 5 presentaron afecciones clínicas que resultaron parcialmente valorables los cuales 40% presentaron artefacto de múltiples calcificaciones, 20% cuello corto, 20% presencia de stents y 20% bifurcación alta.
- En los pacientes con EC a los cuales se les realizó ultrasonido Doppler, la velocidad picosistólica se obtuvo una media de 109.86 cm/s.
- En los pacientes con EC a quienes se les realizó ultrasonido Doppler, se obtuvo una media del índice de resistencia el cual fue de 0.81.
- Por ultrasonido Doppler a los pacientes con EC se obtuvo el índice de pulsatilidad, el cual se obtuvo una media de 1.286.
- De los pacientes con EC a quienes se les realizó ultrasonido Doppler, la variable velocidad diastólica final presentó una media de 24.44.
- Por ultrasonido Doppler en los pacientes con EC, la media de la relación VPS ACI/ACC, se obtuvo un valor de 1.73.
- En pacientes con EC, a quienes se les realizó ultrasonido Doppler el espesor miointimal, el valor de la media fue de 1.23.
- De los pacientes de EC a quienes se les realizó ultrasonido Doppler el valor de la media del porcentaje de la estenosis carotídea correspondió a 47.37.
- En cuanto a los pacientes con estenosis carotídea a quienes se les realizó angiotomografía predominó un 60% en pacientes del género masculino y 40% del género femenino.
- De los pacientes con EC, a quienes se les realizó la angiotomografía, se obtuvo una media del diámetro más estrecho del vaso estenótico que correspondió a 2.2 mm.

- De los pacientes con EC, valorados por angiotomografía, se obtuvo una media del diámetro más estrecho del vaso estenótico que correspondió a 2.2 mm.
- A los pacientes de EC, a quienes se les realizó la angiotomografía, se encontró una media del diámetro del segmento distal a la estenosis del vaso de 12 mm.
- En los pacientes con EC a quienes se les realizó la angiotomografía resultaron con un porcentaje de estenosis con un valor de media de 80.1%
- En pacientes con EC a quienes se les realizó angiotomografía se encontró un índice de atenuación de la placa con una media de 1168 UH.
- En pacientes con EC por prueba U de Mann Whitney la relación entre edades, se observó un valor de  $p$  siendo esta no estadísticamente significativa.
- En pacientes con EC la relación entre ultrasonido Doppler y angiotomografía respecto al porcentaje de EC por prueba U de Mann Whitney se encontró un valor de  $p$  siendo estadísticamente significativa.
- Los dos estudios de imagen para la valoración de EC son buenos, sin embargo, es importante determinar de acuerdo a las características clínicas de cada paciente si amerita la realización a primera instancia de ultrasonido Doppler, la Angiotac o ambas. Con ellos haremos que sea más rápido el diagnóstico, optimizar recursos, costos y el paciente tendrá oportunamente su valoración terapéutica.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. Messas E, Goudot G, Halliday A, Sitruk J, Mirault T, Khider L, et al. Management of carotid stenosis for primary and secondary prevention of stroke: state-of-the-art 2020: a critical review. *European Heart Journal Supplements*. El 5 de diciembre de 2020;22(Supplement\_M):M35–42.
2. Mosso M, Baumgartner RW. [Carotid stenosis: epidemiology and symptomatology (see comment)]. *Schweiz Med Wochenschr*. el 2 de septiembre de 2000;130(35):1226–30.
3. Dossabhoy S, Arya S. Epidemiology of atherosclerotic carotid artery disease. *Semin Vasc Surg*. Marzo de 2021;34(1):3–9.
4. Woo SY, Joh JH, Han SA, Park HC. Prevalence and risk factors for atherosclerotic carotid stenosis and plaque. *Medicine*. Enero de 2017;96(4):e5999.
5. Kwickström P, Lindblom B, Bergström G, Zetterberg M. Amaurosis fugax: risk factors and prevalence of significant carotid stenosis. *Clinical Ophthalmology*. octubre de 2016;Volume 10:2165–70.
6. Tao Y, Hua Y, Jia L, Jiao L, Liu B. Risk Factors for Residual Stenosis After Carotid Artery Stenting. *Front Neurol*. El 28 de enero de 2021;11.
7. Prasad K. Pathophysiology and Medical Treatment of Carotid Artery Stenosis. *International Journal of Angiology*. El 23 de junio de 2015;24(03):158–72.
8. Kuyumcu MS, Ayyildiz VA, Ulasan S. Monocyte count to high-density lipoprotein cholesterol ratio and mean platelet volume may be related to the severity of carotid artery stenosis. *Eur J Prev Cardiol*. el 11 de mayo de 2022;29 (Supplement\_1).

9. Krist AH, Davidson KW, Mangione CM, Barry MJ, Cabana M, Caughey AB, et al. Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis. *JAMA*. El 2 de febrero de 2021;325(5):476.
10. Krist AH, Davidson KW, Mangione CM, Barry MJ, Cabana M, Caughey AB, et al. Screening for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis. *JAMA*. el 2 de febrero de 2021;325(5):476.
11. Singh TD, Kramer CL, Mandrekar J, Lanzino G, Rabinstein AA. Asymptomatic Carotid Stenosis: Risk of Progression and Development of Symptoms. *Cerebrovascular Diseases*. 2015;40(5–6):236–43.
12. Bonati LH, Kakkos S, Berkefeld J, de Borst GJ, Bulbulia R, Halliday A, et al. European Stroke Organisation guideline on endarterectomy and stenting for carotid artery stenosis. *Eur Stroke J*. el 11 de junio de 2021;6(2):I–XLVII.
13. Ala-Kauhaluoma M, Nuotio K, Ijäs P, Koskinen SM, Vikatmaa P, Silvennoinen H, et al. Ocular signs of carotid stenosis in ipsi- and contralateral eyes before and after carotid endarterectomy: a prospective study. *Acta Ophthalmol*. El 11 de junio de 2022;100(4).
14. Di Napoli A, Cheng SF, Gregson J, Atkinson D, Markus JE, Richards T, et al. Arterial Spin Labeling MRI in Carotid Stenosis: Arterial Transit Artifacts May Predict Symptoms. *Radiology*. Diciembre de 2020;297(3):652–60.
15. Chernyavsky MA, Irtyuga OB, Yanishevsky SN, Alieva AS, Samochernykh KA, Abramov KB, et al. Russian consensus statement on the diagnosis and treatment of patients with carotid stenosis. *Russian Journal of Cardiology*. El 8 de diciembre de 2022;27(11):5284.
16. Novotný T, Staffa R. [Carotid stenosis--diagnosis and treatment]. *Vnitr Lek*. diciembre de 2015;61(12):1049–66.
17. Gornik HL, Rundek T, Gardener H, Benenati JF, Dahiya N, Hamburg NM, et al. Optimization of duplex velocity criteria for diagnosis of internal carotid artery

(ICA) stenosis: A report of the Intersocietal Accreditation Commission (IAC) Vascular Testing Division Carotid Diagnostic Criteria Committee. *Vascular Medicine*. el 19 de octubre de 2021;26(5):515–25.

18. Tahmasebpour HR, Buckley AR, Cooperberg PL, Fix CH. Sonographic examination of the carotid arteries. Vol. 25, *Radiographics*. 2005. p. 1561–75.

19. Allan PLP. *Clinical Doppler ultrasound*. Churchill Livingstone/Elsevier; 2006. 373 p.

20. Van Es A. *Radiology Assistant*. 2021. How to Differentiate Carotid Obstructions.

21. Grant EG, Benson CB, Moneta GL, Alexandrov AV, Baker JD, Bluth EI, et al. Carotid Artery Stenosis: Gray-Scale and Doppler US Diagnosis—Society of Radiologists in Ultrasound Consensus Conference. *Radiology*. Noviembre de 2003;229(2):340–6.

22. Tania D, Rodríguez C. Diagnóstico imagenológico de la enfermedad carotídea Imaging-based diagnosis of the carotid disease [Internet]. Vol. 15, *Revista Cubana de Angiología y Cirugía Vascular*. 2014.

23. María Hernández-Hernández J, Guzmán-Ramírez D, Enriquez-Rodríguez R, José María Hernández Hernández C. Anomalías de arterias coronarias. Evaluación por angiotomografía cardíaca multidetector y otras técnicas de imagen cardíaca. Vol. 5, *RETIC*. 2017.

24. Vriens EM, Post MWM, Jacobs HM, van Huffelen AC, Eikelboom BC. Changes in health-related quality of life after carotid endarterectomy. *European Journal of Vascular and Endovascular Surgery*. noviembre de 1998;16(5):395–400.

25. Chang RW, Tucker LY, Rothenberg KA, Lancaster E, Faruqi RM, Kuang HC, et al. Incidence of Ischemic Stroke in Patients With Asymptomatic Severe Carotid Stenosis Without Surgical Intervention. *JAMA*. el 24 de mayo de 2022;327(20):1974.

26. Jankowitz BT, Tonetti DA, Kenmuir C, Rao R, Ares WJ, Zussman B, et al. Urgent Treatment for Symptomatic Carotid Stenosis: The Pittsburgh Revascularization and Treatment Emergently After Stroke (PIRATES) Protocol. *Neurosurgery*. Octubre de 2020;87(4):811–5.
27. Larson AS, Brinjikji W, Savastano L, Rabinstein AA, Saba L, Huston J, et al. Carotid Intraplaque Hemorrhage and Stenosis: At What Stage of Plaque Progression Does Intraplaque Hemorrhage Occur, and When is It Most Likely to Be Associated with Symptoms? *American Journal of Neuroradiology*. Julio de 2021;42(7):1285–90.
28. Tallarita T, Sorenson TJ, Rinaldo L, Oderich GS, Bower TC, Meyer FB, et al. Management of carotid artery stenosis in patients with coexistent unruptured intracranial aneurysms. *J Neurosurg*. Enero de 2020;132(1):94–7.
29. Bianchini Massoni C, Gargiulo M, Pini R, Faggioli G, Marcucci V, Freyrie A, et al. Radiation-induced carotid stenosis: perioperative and late complications of surgical and endovascular treatment. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. Julio de 2017;58(5).
30. Rerkasem K, Rothwell PM. Carotid endarterectomy for symptomatic carotid stenosis. En: Rothwell PM, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd; 2011.
31. Huizing E, Vos C, Hulsebos R, van den Akker P, Borst G, Ünlü Ç. Patch Angioplasty or Primary Closure Following Carotid Endarterectomy for Symptomatic Carotid Artery Stenosis. *The Surgery Journal*. El 15 de abril de 2018;04(02):e96–101.
32. Choi W, Hwang YH, Kim YW. Case report: Early carotid stent shortening in patient with radiation-induced carotid stenosis. *Front Neurol*. El 9 de mayo de 2023;14.
33. SANRI US, ÖZSİN KK, DUMAN B, TOKTAŞ F, YAVUZ S. The Relationship Between Prognostic Nutritional Index and Carotid Artery Stenosis in Patients with

Diagnosed Carotid Artery Disease. Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi. .El 31 de diciembre de 2020;8(1):129–34.

34. Hu YS, Guo WY, Lee IH, Chang FC, Lin CJ, Lin CJ, et al. Prolonged cerebral circulation time is more associated with symptomatic carotid stenosis than stenosis degree or collateral circulation. J Neurointerv Surg. Mayo de 2018;10(5):476–80.

35. Polydorou A, Alexopoulos K, Polydorou V, Skopelitis E, Kougiali X, Liasis N, et al. Ten years follow-up under atorvastatin therapy of patients with carotid artery stenosis: the prognostic impact of oxidised low-density lipoprotein on carotid plaque progression and restenosis. Journal of Humanitarian Cardio Vascular Medicine. El 24 de junio de 2022;1(1).

36. Masini G, Gargani L, Napoli V, Cosottini M, Chiappino D, Orlandi G, et al. 531 Neuroimaging assessment of unilateral asymptomatic carotid artery stenosis: preliminary results of the carotid artery multi-modality imaging prognostic (camp) study. European Heart Journal Supplements. El 8 de diciembre de 2021;23(Supplement\_G).

37. Simaan N, Jubeh T, Wiegler KB, Sharabi-Nov A, Honig A, Shahien R. Comparison of Doppler Ultrasound and Computerized Tomographic Angiography in Evaluation of Cervical Arteries Stenosis in Stroke Patients, a Retrospective Single-Center Study. Diagnostics. El 26 de enero de 2023;13(3):459.

38. Patel SG. Outcome, observer reliability, and patient preferences if CTA, MRA, or Doppler ultrasound were used, individually or together, instead of digital subtraction angiography before carotid endarterectomy. J Neurol Neurosurg Psychiatry. El 1 de julio de 2002;73(1):21–8.

39. Cassola N, Baptista-Silva JC, Nakano LC, Flumignan CD, Sesso R, Vasconcelos V, et al. Duplex ultrasound for diagnosing symptomatic carotid stenosis in the extracranial segments. Cochrane Database of Systematic Reviews. El 11 de julio de 2022;2022(7).

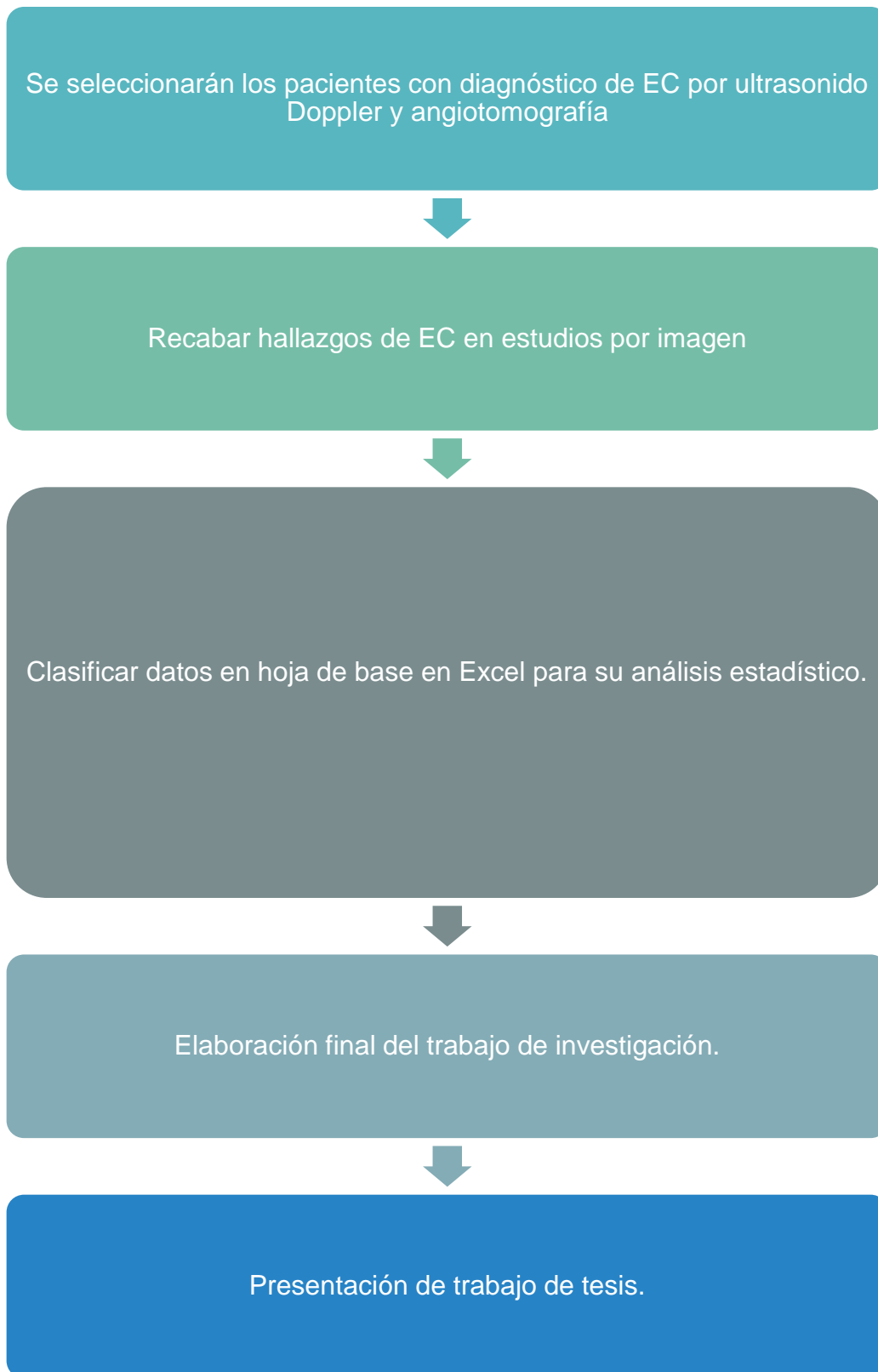
40. Jain K, Arun Prasad B, Sreedharan S, Kannath S, Varma R, Sylaja P. Studying plaque characteristics in extracranial carotid artery disease using CT angiography – Risk predictors beyond luminal stenosis. *Clin Neurol Neurosurg*. Noviembre de 2022;222:107420.
41. Boyko M, Kalashyan H, Becher H, Romanchuk H, Saqqur M, Rempel JL, et al. Comparison of Carotid Doppler Ultrasound to Other Angiographic Modalities in the Measurement of Carotid Artery Stenosis. *Journal of Neuroimaging*. Noviembre de 2018;28(6):683–7.
42. Matz O, Nikoubashman O, Rajkumar P, Keuler A, Wiesmann M, Schulz JB, et al. Grading of proximal internal carotid artery (ICA) stenosis by Doppler/duplex ultrasound (DUS) and computed tomographic angiography (CTA): correlation and interrater reliability in real-life practice. *Acta Neurol Belg*. El 27 de marzo de 2017;117(1):183–8.
43. Bill, O., Mazyra, M. V., Michel, P., Prazeres Moreira, T., Lambrou, D., Meyer, I. A., & Hirt, L. (2022). Intima-Media Thickness and Pulsatility Index of Common Carotid Arteries in Acute Ischaemic Stroke Patients with Diabetes Mellitus. *Journal of clinical medicine*, 12(1), 246.

## 9. ANEXOS

### Cronograma de actividades

Actividad.	Meses.					
	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Investigación bibliográfica	X	X				
Autorización de protocolo			X			
Plataforma SIRELSIS				X		
Desarrollo de investigación				X		
Redacción del informe final.					X	
Elaboración del artículo.						X

## Diagrama de flujo



## Variables

**Variable independiente:** Estenosis carotidea.

**Variables dependientes:** Variable de población.

Variable.	Definición conceptual.	Definición operacional.	Tipo de variable.	Escala de medición.	Valores.
Sexo.	Grupo al que pertenecen los seres humanos exclusivamente biológico.	Diferenciación entre hombre y mujer	Cualitativa	Nominal/ Dicotómica	Masculino. Femenino.
Edad.	Tiempo transcurrido entre la fecha de nacimiento y la fecha actual.	Edad proporcionada por el paciente.	Cuantitativa	Discreta	De 18 años en adelante.
Hallazgos por ultrasonido Doppler	Es un estudio que utiliza ondas de imagen para	Hallazgos plasmados en el reporte de	Cualitativa	Nominal	VPS Porcentaje de estenosis

	demostrar la circulación de la sangre por los diferentes vasos sanguíneos.	estudio del paciente.			Relación VPS ACI/ACC
VPS	Es el parámetro de flujo aislado más fiable para el diagnóstico de EC.	Se mide de forma distal 2-3 cm cerca del bulbo cuyos valores normales no superan los 100 cm/s	Cuantitativa	Continua	Menos de 100 cm/s. (Disminuido) 100 cm/s (Normal) Más de 100 cm/s (Normal a elevado)
Índice de Resistencia (IR)	Refleja la resistencia al flujo arterial originado por el lecho vascular distal al sitio de la medición	Su fórmula es (Velocidad sistólica máxima menos Velocidad diastólica final) entre Velocidad sistólica máxima	Cuantitativa	Continua	Menos de 0.8 = normal De 0.8 a 1.0 = alta

Índice de pulsatilidad (IP)	Mide la velocidad del flujo arterial, se define como la diferencia entre la velocidad mínima y máxima del flujo sanguíneo.	Su fórmula es la (Velocidad sistólica máxima – velocidad diastólica mínima) entre Velocidad media durante el ciclo completo	Cuantitativa	Continua	Normal: 0.5 -1.2 Disminuido: <0.5 Elevado: >1.2
Espesor miointimal (EMI)	Representa la manifestación más precoz de la aterosclerosis progresiva	Se mide en milímetros, entre la interfase lumen-íntima y media-adventicia	Cuantitativa	Continua	Normal: 0.5 -1.0 mm Disminuido: <0.5 mm Elevado: >1 mm
Velocidad diastólica final	Es la velocidad máxima al final de la diástole en la arteria	Se tomará el valor que se detecte en el reporte del ultrasonido del paciente.	Cuantitativa	Continua	<40 cm/s = Normal 40-100 cm/s = Elevado

	carotidea interna.				
Relación VPS ACI/ACC	Es la relación de la velocidad piso sistólica de la arteria carotidea interna y la común.	Se divide el valor obtenido del VPS de la arteria carotidea interna entre la arteria carotidea común.	Cualitativa	Continua	<2.0 normal > 2.0 Elevado
Hallazgos por angiotomografía.	Es un estudio que se utiliza para obtener imágenes detalladas de los vasos sanguíneos del cuerpo,	Hallazgos plasmados en el reporte de estudio del paciente.	Cualitativa.	Nominal.	Diámetro del vaso en punto de estrechamiento máximo.  Diámetro del segmento distal a la estenosis.  Porcentaje de estenosis.
Diámetro del vaso en punto de	Medición de la luz del vaso en el	Diámetro obtenido de la medición que	Cuantitativa	Continua	>7 mm = normal

estrechamiento máximo	segmento con mayor afección por la estenosis.	arroja el reporte de los pacientes en milímetros.			3-7 mm estenosis menor 1-3 mm estenosis alta
Diámetro del segmento distal a la estenosis.	Medición de la luz del vaso en el segmento donde está por terminar la estenosis	Diámetro obtenido de la medición que arroja el reporte de los pacientes.	Cuantitativa	Continua	>7 = mm normal
Porcentaje de estenosis.	Grado en el que se afecta la estenosis.	Se calcula dividiendo el diámetro de la estenosis entre el diámetro distal de la arteria carotídea interna y se multiplica por 100	Cuantitativa	Nominal	Normal <50% = menor estenosis 50-69% >70% = Mayor estenosis 100%= oclusión

					Cercana a la oclusión  Oclusión
Índice de atenuación de placa estenótica	Grado de densidad de la placa estenótica	Se calcula en Unidades Hounsfield (UH) por estudio de tomografía	Cuantitativa	Nominal	Normal  <80 UH = menor densidad asociada a trombo blando  >80 Mayor densidad asociada a calcio

## Hoja de recolección de datos

<b>Hallazgos por ultrasonido Doppler y angiotomografía en pacientes con EC del hospital de especialidades IMSS Puebla</b>		
SEXO	HOMBRE	MUJER
EDAD		
<b>Hallazgos por ultrasonido Doppler</b>		
Sitio de estenosis		
Velocidad pico-sistólica (VPS)		
Índice de resistencia (IR)		
Índice de pulsatilidad (IP)		
Velocidad diastólica final		
Porcentaje de estenosis		
Relación VPS ACI/ACC		
Espesor Miointimal		
<b>Hallazgos por angiotomografía</b>		
Sitio de estenosis		

Diámetro del vaso en punto de estrechamiento máximo	
Diámetro del segmento distal a la estenosis	
Porcentaje de estenosis.	
Índice de atenuación de placa estenótica	
Densidad de placa ateromatosa	

## Consentimiento informado



GOBIERNO DE  
**MÉXICO**



Fecha: 22 de agosto 2023

### SOLICITUD DE EXCEPCION DE LA CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Para dar cumplimiento a las disposiciones legales nacionales en materia de investigación en salud, solicito al Comité de Ética en Investigación de **Hospital de Especialidades General de División Manuel Ávila Camacho** que apruebe la excepción de la carta de consentimiento informado debido a que el protocolo de investigación **HALLAZGOS POR ULTRASONIDO DOPPLER Y ANGIOTOMOGRAFÍA EN PACIENTES CON ESTENOSIS CAROTÍDEA DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES IMSS PUEBLA**, es una propuesta de investigación sin riesgo que implica la recolección de los siguientes datos ya contenidos en los expedientes clínicos y electrónicos:

- a) Edad del paciente b) Sexo del paciente c) Hallazgos por ultrasonido Doppler d) Hallazgos por angiogramografía

### MANIFIESTO DE CONFIDENCIALIDAD Y PROTECCION DE DATOS

En apego a las disposiciones legales de protección de datos personales, me comprometo a recopilar solo la información que sea necesaria para la investigación y esté contenida en el expediente clínico y/o base de datos disponible, así como codificarla para imposibilitar la identificación del paciente, resguardarla, mantener la confidencialidad de esta y no hacer mal uso o compartirla con personas ajenas a este protocolo.

La información recabada será utilizada exclusivamente para la realización del protocolo **HALLAZGOS POR ULTRASONIDO DOPPLER Y ANGIOTOMOGRAFÍA EN PACIENTES CON ESTENOSIS CAROTÍDEA DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES IMSS PUEBLA** cuyo propósito es producto es **una tesis**.

Estando en conocimiento de que en caso de no dar cumplimiento se procederá acorde a las sanciones que procedan de conformidad con lo dispuesto en las disposiciones legales en materia de investigación en salud vigentes y aplicables.

Atentamente

Nombre: María del Rayo Juárez Santiesteban

Categoría contractual: Médico de base

Investigadora responsable

