UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE MEDICINA

"TOPOGRAFÍA DE LA ARTERIA UTERINA Y SU RELACIÓN CON EL URÉTER EN UNA POBLACIÓN DEL NORESTE DE MÉXICO"

POR

Dra. Alejandra Isabel Castillo Cervantes

COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN RADIOLOGÍA

NOVIEMBRE 2026

"TOPOGRAFÍA DE LA ARTERIA UTERINA Y SU RELACIÓN CON EL URÉTER EN UNA POBLACIÓN DEL NORESTE DE MÉXICO"

Aprobación de la tesis:

Dr. Alberto Montemayor Martínez
Director de tesis

Dra. Med. Yazmín Aseret Ramírez Galván
Coordinadora de Enseñanza

Dra. Ana Karen Luna Marroquín
Coordinadora de Investigación

Dr. Guillermo Elizondo Riojas
Jefe de Departamento de Radiología e Imagen

Dr. Med. Felipe Arturo Morales Martínez
Subdirector de Estudios de Posgrado

DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

Quiero dedicar esta tesis a mis papás, Luis y Ligia, quienes son, desde el día uno, mi motor más grande y mi porra más constante. El límite jamás ha existido en mi horizonte porque ellos así lo pintaron.

También quiero dedicar esta tesis a mis hermanas, Lili y Majo, mis mejores amigas desde el inicio de mis tiempos.

A mi hermana de la vida, Andrea, quien me ha acompañado desde el inicio de la carrera y ha cumplido 11 años siendo mi compañera y uno de los pilares más importantes desde que ella existe.

A mis abuelos, Luis, Ligia y Neydi, que desde el cielo me acompañan y siempre cuidaron de mí. A mi abuelito Miguel, quien sigue siendo fuente de inspiración.

A mis amigos, amigas, maestros y maestras.

A todos y todas las personas que me enseñaron y marcaron mi vida desde que decidí emprender este camino.

A mi esfuerzo, dedicación y energía, por acompañarme durante todos estos años.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
Capítulo I 1. RESUMEN	8
Capítulo II 2. INTRODUCCIÓN	10
Capítulo III 3. HIPÓTESIS	16
Capítulo IV 4. OBJETIVOS	17
Capítulo V 5. MATERIAL Y MÉTODOS	18
Capítulo VI 6. RESULTADOS	24
Capítulo VII 7. DISCUSIÓN	29
Capítulo VIII 8. CONCLUSIÓN	37
Capítulo IX 9. BIBLIOGRAFÍA	38
Capítulo X 10. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO	40

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
Tabla de variables	22
Tabla 1. Distribución del origen, relación con el uréter y anastomosis de la arteria uterina por lado	25
Tabla 2. Frecuencias globales (ambos lados) de las variables cualitativas	25
Tabla 3. Concordancia bilateral del tipo de origen de la arteria uterina (Gómez-Jorge)	26
Tabla 4. Comparación bilateral de los parámetros morfométricos de la arteria uterina	27
Tabla 5. Correlación entre la edad y los parámetros morfométricos de la arteria uterina	27
Tabla 6. Edad según el tipo de origen, la anastomosis uterino-ovárica y la relación con el uréter	28
Tabla 7. Origen de la arteria uterina: comparación con series publicadas	30
Tabla 8. Relación arteria uterina–uréter, anastomosis uterino-ovárica y diámetro: comparación con la literatura	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura **Página**

Imagen 1. Clasificación de Gómez-Jorge, tipo I 12

Imagen 2. Clasificación de Gómez-Jorge, tipo II 12

Imagen 3. Clasificación de Gómez-Jorge, tipo III 13

Imagen 4. Clasificación de Gómez-Jorge, tipo IV 13

LISTA DE ABREVIATURAS

1. **AII:** arteria ilíaca interna.
2. **angioTC:** angiotomografía computarizada.
3. **ASD:** angiografía por sustracción digital.
4. **AU:** arteria uterina.
5. **DE:** desviación estándar.
6. **EAU:** embolización de arterias uterinas.
7. **gl:** grados de libertad.
8. **MIP:** proyección de máxima intensidad (maximum intensity projection).
9. **PACS:** sistema de archivo y comunicación de imágenes (picture archiving and communication system).
10. **RIQ:** rango intercuartílico.
11. **VR:** reconstrucción volumétrica (volume rendering).

CAPÍTULO I
1. RESUMEN

Introducción: la arteria uterina (AU) cruza al uréter pélvico distal cerca del cérvix, lo que la convierte en un punto crítico en la histerectomía, la ligadura arterial por hemorragia posparto y la embolización de arterias uterinas (EAU). Su anatomía no se ha descrito con una clasificación angiográfica estandarizada en población del noreste de México.

Objetivo: describir la topografía de las variantes del origen de la AU, su morfometría y su relación con el uréter mediante angiotomografía (angioTC) de abdomen y pelvis.

Material y métodos: estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo de angioTC de mujeres mayores de 18 años realizadas entre 2021 y 2025 en el Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González". Se registraron el origen (clasificación de Gómez-Jorge), la relación con el uréter, la anastomosis uterino-ovárica, el diámetro por tercios, la longitud y el ángulo de la AU; ambos lados se compararon con pruebas pareadas.

Resultados: se analizaron 123 pacientes (246 arterias), con edad mediana de 47 años. Predominó el tipo I de Gómez-Jorge (61.8 % derecha; 65.9 % izquierda), seguido de los tipos III, II y IV. La AU fue anterior al uréter en 48.8 % y 47.2 %, y posterior en 29.3 % y 27.6 %. Hubo anastomosis uterino-ovárica en 69.1 % y 67.5 %. El diámetro fue de aproximadamente 2 mm y la longitud mediana de 95 a 96 mm. Ninguna variable difirió entre lados (todas $p > 0.05$).

Conclusiones: la AU se origina predominantemente como primera rama de la arteria glútea inferior y su anatomía es simétrica a nivel poblacional. La frecuencia de relación posterior con el uréter, mayor que la descrita en series de disección, debe validarse con fase excretora o correlación quirúrgica.

Palabras clave: arteria uterina; uréter; angiotomografía; variación anatómica; embolización de arterias uterinas; histerectomía.

Abstract

Background: the uterine artery (UA) crosses the distal pelvic ureter near the cervix, making it a critical landmark in hysterectomy, arterial ligation for postpartum hemorrhage and uterine artery embolization (UAE). Its anatomy has not been described with a standardized angiographic classification in a population from northeastern Mexico.

Objective: to describe the topography of UA origin variants, their morphometry and their relationship with the ureter on abdominopelvic computed tomography angiography (CTA).

Methods: observational, descriptive, cross-sectional, retrospective study of CTA examinations of women older than 18 years performed between 2021 and 2025 at Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González". UA origin (Gómez-Jorge classification), relationship with the ureter, utero-ovarian anastomosis, diameter by thirds, length and angle were recorded; sides were compared with paired tests.

Results: 123 patients (246 arteries) were analyzed; median age was 47 years. Gómez-Jorge type I predominated (61.8 % right; 65.9 % left), followed by types III, II and IV. The UA was anterior to the ureter in 48.8 % and 47.2 % and posterior in 29.3 % and 27.6 %. Utero-ovarian anastomosis was present in 69.1 % and 67.5 %. Diameter was approximately 2 mm and median length 95 to 96 mm. No variable differed between sides (all $p > 0.05$).

Conclusions: the UA arises mainly as the first branch of the inferior gluteal artery, and its anatomy is symmetric at the population level. The frequency of a posterior relationship with the ureter, higher than reported in dissection series, should be validated with excretory-phase imaging or surgical correlation.

Keywords: uterine artery; ureter; computed tomography angiography; anatomic variation; uterine artery embolization; hysterectomy.

CAPÍTULO II
2. INTRODUCCIÓN

Marco teórico

Anatomía de la arteria uterina

La arteria uterina (AU) es la principal fuente de irrigación del útero. En la descripción clásica se origina de la división anterior de la arteria ilíaca interna (AII), con frecuencia en un tronco común con la arteria umbilical, y desciende por la pared lateral de la pelvis hacia la base del ligamento ancho (1,2). Desde el punto de vista topográfico se describen tres segmentos: un segmento parietal o descendente, adosado a la pared pélvica; un segmento transversal o paracervical, que discurre medialmente por el parametrio hacia el istmo uterino; y un segmento ascendente, tortuoso, que asciende por el borde lateral del útero entre las hojas del ligamento ancho (3,4).

En su segmento transversal, la AU cruza **por delante y por encima** del uréter pélvico distal, aproximadamente 1.5 a 2 cm lateral al cérvix y al fondo de saco vaginal lateral. Esta relación, conocida en la enseñanza quirúrgica como "el agua pasa por debajo del puente", es constante en las series de disección: en 60 especímenes cadavéricos el uréter pasó por debajo de la AU en todos los casos, con una distancia media al borde lateral del útero de 1.7 a 2.3 cm según el grupo de edad (5). El cruce es la zona de mayor riesgo de lesión ureteral durante la ligadura o el pinzamiento de la AU (4,6).

Tras cruzar el uréter, la AU asciende por el borde lateral del útero y emite ramas cervicovaginales, ramas miometriales (arcuatas, que dan origen a las radiales y espirales) y ramas terminales tubárica y ovárica. Estas últimas se anastomosan con ramas de la arteria ovárica, que nace directamente de la aorta abdominal, y forman la arcada uterino-ovárica, que asegura una irrigación redundante del útero y los anexos (7,8).

Cambios fisiológicos y relevancia del calibre

Durante el embarazo, la AU aumenta de manera considerable su diámetro y su flujo para responder a la demanda útero-placentaria, mediante remodelación de la pared vascular y una disminución de las resistencias periféricas (3). Fuera del embarazo, su

calibre depende de la edad, el estado hormonal y la patología uterina (p. ej., miomatosis), lo cual condiciona tanto la técnica de cateterismo como el tamaño de las partículas en la embolización.

Importancia clínica

El conocimiento del origen, el trayecto y las variantes de la AU es esencial en tres escenarios. Primero, en la **histerectomía** abdominal, laparoscópica o vaginal, la identificación y ligadura de la AU, idealmente en su origen, reduce el sangrado y obliga a reconocer el uréter adyacente (4). Segundo, en la **hemorragia posparto**, la ligadura o la embolización de las AU es una alternativa conservadora a la histerectomía. Tercero, en la **embolización de arterias uterinas (EAU)** para el tratamiento de miomas o adenomiosis, el patrón de origen determina la estrategia de cateterismo selectivo y la presencia de anastomosis uterino-ováricas aumenta el riesgo de embolización no deseada del ovario y de falla terapéutica (8,9).

Las lesiones de las vías urinarias ocurren en aproximadamente 1 % de los procedimientos ginecológicos y cesáreas; la cirugía ginecológica es responsable de alrededor de 75 % de las lesiones ureterales iatrogénicas, la mayoría por vía abdominal (10). Las complicaciones incluyen la ligadura o sección ureteral, la lesión térmica y la formación de fístulas ureterovaginales, con repercusión importante en la calidad de vida si no se diagnostican de forma oportuna.

Antecedentes

Clasificaciones del origen de la arteria uterina

La clasificación de Adachi (1928) describe los patrones de ramificación de la AII a partir de su origen embriológico en la arteria umbilical y sigue siendo la referencia anatómica para la AII (11). Para la AU en particular coexisten dos enfoques: uno **anatómico-quirúrgico**, que describe la relación de la AU con la arteria umbilical (tronco común, rama independiente de la AII, etc.) (1,12), y otro **angiográfico**, orientado a la EAU, propuesto por Gómez-Jorge et al. en 2003 a partir de 514 arterias uterinas evaluadas por angiografía (9):

- **Tipo I:** la AU es la primera rama de la arteria glútea inferior.

- **Tipo II:** la AU es la segunda o tercera rama de la arteria glútea inferior.
- **Tipo III:** la AU, la arteria glútea inferior y la arteria glútea superior surgen de una trifurcación.
- **Tipo IV:** la AU es la primera rama de la AII y nace proximal al origen de las arterias glúteas.

En la serie original, el origen a partir de la arteria glútea inferior (tipos I y II) representó aproximadamente la mitad de los casos (51 %) (3,9).

En las Imágenes 1 a 4 se muestran los cuatro tipos de la clasificación.

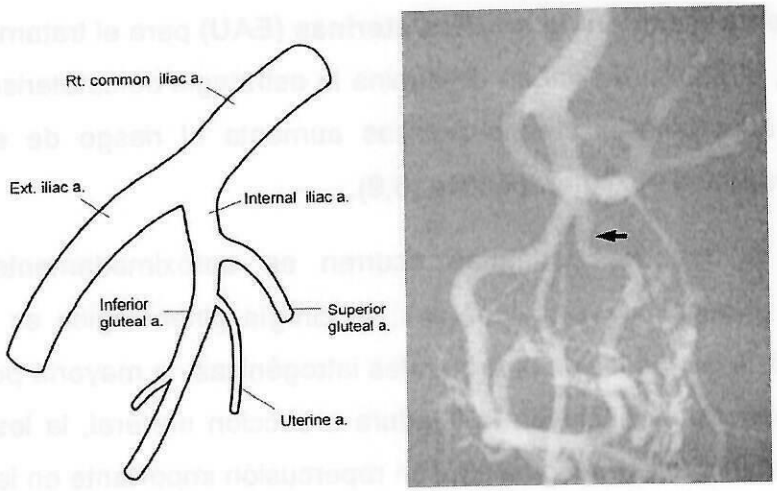


Figure 1. Type I: the uterine artery (arrow) arises from the inferior gluteal artery. This is the most common type.

Imagen 1. Tipo I: la arteria uterina (flecha) es la primera rama de la arteria glútea inferior. Tomado de Gómez-Jorge et al. (9)

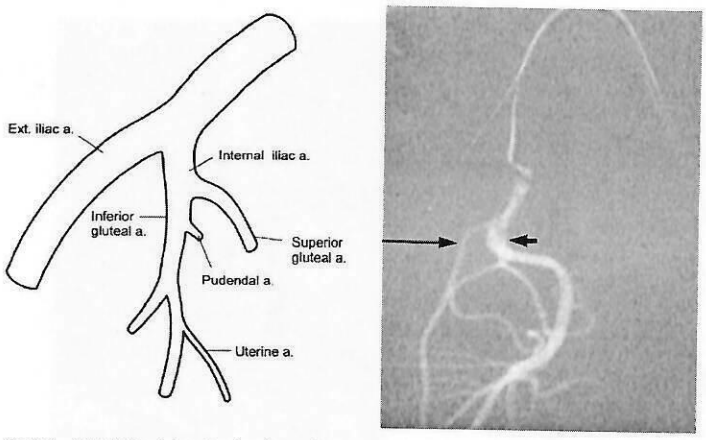


Figure 2. Type II: the uterine artery (small arrow) is the second or third branch of the inferior gluteal artery. Other branches, such as the internal pudendal artery (arrow), may be the first branch of the inferior gluteal artery.

Imagen 2. Tipo II: la arteria uterina (flecha corta) es la segunda o tercera rama de la arteria glútea inferior. Tomado de Gómez-Jorge et al. (9)

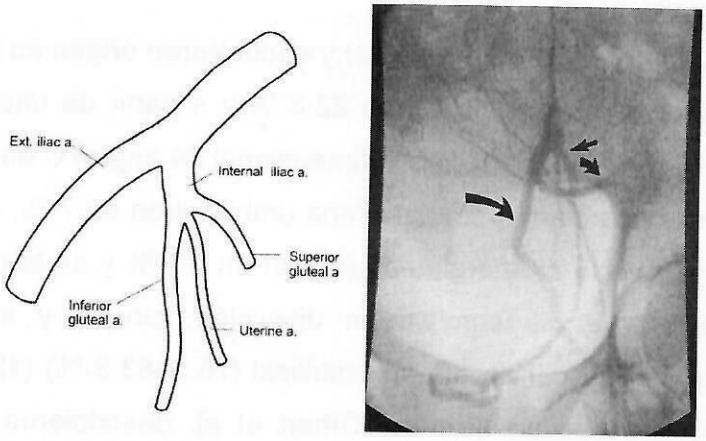


Figure 3. Type III: the inferior gluteal (curved long arrow), superior gluteal artery (curved short arrow), and the uterine artery (short straight arrow) all arise at the same level (trifurcation).

Imagen 3. Tipo III: las arterias glútea inferior, glútea superior y uterina surgen de una trifurcación. Tomado de Gómez-Jorge et al. (9)

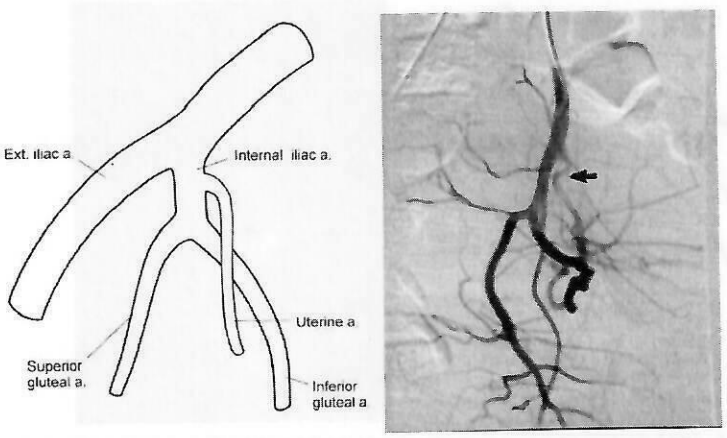


Figure 4. Type IV: the uterine artery (arrow) arises proximal to the origin of the inferior gluteal and superior gluteal arteries.

Imagen 4. Tipo IV: la arteria uterina (flecha) nace proximal al origen de las arterias glúteas inferior y superior. Tomado de Gómez-Jorge et al. (9)

Estudios por imagen y disección

Hao et al. evaluaron 112 angioTC (224 arterias) y encontraron origen en la arteria glútea inferior en 64.3 %, directamente de la AII en 22.8 % y a partir de una trifurcación en 12.9 % (13). Arfi et al., con reconstrucción tridimensional de angioTC en 43 mujeres (86 arterias), encontraron tronco común con la arteria umbilical en 62.7 %, rama directa de la AII en 25.6 %, origen en la arteria glútea superior en 9.3 % y en la pudenda interna en 2.3 % (1). Chantalat et al. combinaron disección, cirugía y angiografía, con predominio del tronco común con la arteria umbilical (76.5–83.3 %) (12). En una serie laparoscópica prospectiva de 756 arterias, Orhan et al. describieron a la AU como primera rama anterior de la AII en 80.9 % (2). Más recientemente, Konarska-Włosińska et al. analizaron 58 AU por angioTC: 69.0 % nacieron del tronco anterior de la AII, 27.6 % de la arteria umbilical y 3.4 % de la glútea inferior, con un diámetro mediano en el origen de 3.20 mm (14).

La revisión de Liapis et al. muestra que las frecuencias publicadas varían ampliamente según la población, el método (disección, laparoscopia, angiografía o angioTC) y, sobre todo, la clasificación empleada (3). En cuanto a la relación con el uréter, Obimbo et al. reportaron en población keniana que la AU pasó por delante del uréter en 96.2 % (102/106) y por detrás en 3.8 % (4/106) (15).

Antecedentes en México y en nuestra institución

Saldívar-Rodea et al. revisaron 100 EAU realizadas en México entre 2012 y 2017 e identificaron variantes vasculares o arcadas anastomóticas en 8 %, incluidas 2 anastomosis uterino-ováricas (16). En nuestra institución, Vázquez-Barragán et al. analizaron 107 angioTC (214 arterias) con una clasificación propia de cinco tipos y encontraron origen directo del tronco anterior de la AII en 85.0 %, con un grosor arterial medio de 2.16 ± 0.38 mm; dicho estudio no evaluó la relación con el uréter ni las anastomosis, ni utilizó la clasificación de Gómez-Jorge (17).

Anastomosis uterino-ováricas

Razavi et al. clasificaron angiográficamente las anastomosis entre la arteria ovárica y la AU en 76 pacientes sometidas a EAU (152 arterias): tipo I en 21.7 %, tipo II en 3.9 % y tipo III en 6.6 %; los tipos II y III se asociaron con falla clínica y con riesgo de insuficiencia ovárica (8). Çay et al. identificaron anastomosis uterino-ováricas en 56.6 % de las pacientes llevadas a EAU (18).

Planteamiento del problema

La hemorragia posparto sigue siendo una de las principales causas de mortalidad materna y puede tratarse mediante ligadura o embolización de las AU; la miomatosis uterina es, a su vez, la principal indicación de EAU. En ambos escenarios, y en la histerectomía, el éxito y la seguridad del procedimiento dependen de reconocer el origen de la AU y su relación con el uréter. La literatura internacional muestra resultados heterogéneos en cuanto al origen predominante de la AU, en buena medida por el uso de clasificaciones no equivalentes. En población del noreste de México, el único antecedente por angioTC empleó una clasificación propia y no evaluó la relación con el uréter, las anastomosis uterino-ováricas ni la simetría bilateral mediante pruebas pareadas (17).

Por lo anterior, se planteó la siguiente pregunta de investigación: **¿cuál es la distribución del origen de la arteria uterina según la clasificación de Gómez-Jorge, su morfometría y su relación con el uréter en mujeres del noreste de México evaluadas por angioTC, y existen diferencias entre el lado derecho y el izquierdo?**

Justificación

La AU guarda una relación estrecha con el uréter y su anatomía es variable. Conocer la frecuencia local de cada variante permite anticipar la estrategia de cateterismo en la EAU, planear la ligadura en cirugía oncológica, en histerectomía por hemorragia posparto y en trauma pélvico, y prevenir la iatrogenia ureteral.

La angioTC es un estudio ampliamente disponible, no invasivo y con reconstrucciones multiplanares y volumétricas que permiten evaluar el origen, el trayecto y el calibre de la AU sin exposición adicional para la paciente cuando se analizan estudios ya realizados. Describir estos parámetros con una clasificación angiográfica estandarizada (Gómez-Jorge) facilita la comparación con series internacionales y su aplicación directa en radiología intervencionista.

CAPÍTULO III
3. HIPÓTESIS

Hipótesis nula

No existen variantes significativas en el origen de la arteria uterina ni diferencias relevantes en su relación anatómica con el uréter en la población del noreste de México.

Hipótesis alterna

Existen variantes significativas en el origen de la arteria uterina y diferencias relevantes en su relación anatómica con el uréter en la población del noreste de México.

CAPÍTULO IV
4. OBJETIVOS

Objetivo general

Describir la topografía de las variantes del origen de la arteria uterina, su morfometría y su relación con el uréter en la población mexicana mediante angiotomografía de abdomen y pelvis.

Objetivos específicos

1. Describir el origen de la arteria uterina y sus variantes.
2. Clasificar las variantes de la arteria uterina mediante la clasificación de Gómez-Jorge.
3. Medir la longitud de la arteria uterina y su diámetro.
4. Determinar la presencia de anastomosis de la arteria uterina.
5. Describir una relación anterior, posterior o lateral de la arteria uterina con el uréter.
6. Describir las ramas de la arteria uterina.
7. Establecer el grado de angulación de la arteria uterina.
8. Comparar entre edad y bilateralidad.
9. Describir el trayecto de la arteria uterina.

CAPÍTULO V
5. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de estudio

Estudio observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo.

Población de estudio

Mujeres mayores de 18 años a quienes se les realizó angiotomografía de abdomen y pelvis en el Departamento de Radiología e Imagen del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en el periodo de 2021 a 2025. El estudio se realizó en colaboración con el Departamento de Anatomía Humana de la Facultad de Medicina.

Criterios de inclusión

- Mujeres mayores de 18 años.
- Angiotomografía de abdomen y pelvis realizada en el Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" durante el periodo de estudio, con cobertura completa de la pelvis.

Criterios de exclusión

- Patología pélvica que distorsionara la anatomía uterina o vascular: miomatosis voluminosa, tumores pélvicos o malformaciones vasculares.
- Antecedente de histerectomía.
- Calidad técnica insuficiente para valorar la AU (opacificación arterial deficiente o artefactos).

Criterios de eliminación

- Estudios registrados en la base de datos cuyas imágenes no estuvieron disponibles en el PACS.

<u>Selección de estudios</u>

Se revisaron de forma retrospectiva las angioTC de abdomen y pelvis realizadas en mujeres en el periodo de estudio. Los estudios se recuperaron del sistema de archivo

de imágenes (PACS) institucional vigente (Synapse, Fujifilm) y, en el caso de los estudios realizados antes del cambio de plataforma, del archivo del sistema previo (Carestream).

Protocolo de imágenes

Los estudios se adquirieron en dos tomógrafos Philips: un IQon Spectral CT de 64 detectores y un Philips Ingenuity CT. Se utilizó el protocolo institucional de angioTC, con adquisición en fases arterial y venosa (y, en algunos casos, fase simple), con disparo por seguimiento del bolo (*bolus tracking*), con una dosis de medio de contraste de 0.5 mL/kg de peso corporal administrada a un caudal de 4 mL/s, y reconstrucción con un grosor de corte de 2.5 mm. No se adquirió fase excretora. Cada estudio se analizó en el visor de la plataforma de la que se recuperó: la estación de trabajo Synapse (Fujifilm) para los estudios del sistema vigente y el visor de Carestream para los estudios del archivo previo. En ambos casos se emplearon reconstrucciones multiplanares, proyección de máxima intensidad (MIP) y reconstrucción volumétrica (VR).

Mediciones

Las mediciones fueron realizadas por una residente de Radiología e Imagen durante su tercer y cuarto año de residencia y por dos pasantes de medicina supervisados por ella.

Dado que el protocolo no incluyó fase excretora, el uréter se identificó siguiendo su trayecto no contrastado desde la unión ureteropélvica hasta la pelvis. La relación se registró en el punto de cruce de la AU con el uréter.

Instrumento de recolección de datos

La recolección de datos se realizó en una base de datos de Microsoft Excel organizada en dos hojas: una hoja de identificación, de acceso exclusivo de los investigadores, y una hoja de mediciones, con un registro por paciente y columnas independientes para el lado derecho (DER) y el izquierdo (IZQ). El análisis estadístico se realizó únicamente con la hoja de mediciones, sin datos de identificación.

Hoja 1. Identificación (confidencial; no se utilizó en el análisis)

Columna	Descripción
Id. paciente	Número consecutivo asignado a la paciente

Columna	Descripción
sistema	Sistema de archivo de imágenes (PACS) del que se recuperó el estudio: Carestream (sistema previo) o Fujifilm (sistema actual)
Nombre del paciente	Nombre completo (uso exclusivo para la localización del estudio)
Edad	Edad a la fecha del estudio, en años
Fecha	Fecha de realización del estudio
estudio	Estudio de imagen realizado (angioTC)

Hoja 2. Mediciones (base de análisis)

Columna	Descripción	Codificación / unidad
Edad	Edad a la fecha del estudio	Años
Origen art uterina DER / IZQ	Tipo de origen según la clasificación de Gómez-Jorge	I, II, III, IV
D 1/3 art uterina DER / IZQ	Diámetro luminal en el primer tercio	mm
D 2/3 art uterina DER / IZQ	Diámetro luminal en el segundo tercio	mm
D 3/3 art uterina DER / IZQ	Diámetro luminal en el tercer tercio	mm
Ang art uterina DER / IZQ	Ángulo de origen de la arteria uterina	Grados
Long art uterina DER / IZQ	Longitud desde el origen hasta las ramas terminales	mm
Rel art uterina-ureter DER / IZQ	Posición de la arteria uterina respecto al uréter	Anterior, posterior, medial, lateral, anteromedial, posteromedial, posterolateral
Anast art uterina-art ovarica DER / IZQ	Anastomosis entre la arteria uterina y la arteria ovárica ipsilateral	Presente / ausente

Nota. DER = derecha; IZQ = izquierda. Los nombres de las columnas se transcriben tal como aparecen en la base de datos.

Plan de análisis estadístico

Las variables cualitativas se describieron con frecuencias absolutas y relativas, calculadas sobre 123 arterias por lado. Las variables cuantitativas se describieron como media ± desviación estándar (DE) cuando las diferencias derecha-izquierda fueron compatibles con una distribución normal, y como mediana y rango intercuartílico (RIQ) en caso contrario; la normalidad de las diferencias derecha-izquierda se evaluó con la prueba de Shapiro-Wilk.

Antes del análisis se revisó la consistencia de la base de datos y se corrigieron errores de captura: valores convertidos automáticamente a formato de fecha por la hoja de cálculo y valores registrados sin punto decimal.

Dado que cada paciente aportó ambas arterias, las comparaciones entre lados se realizaron con pruebas para muestras pareadas: prueba de homogeneidad marginal de Stuart-Maxwell para el tipo de origen y para la relación con el uréter; prueba de McNemar para la anastomosis uterino-ovárica; *t* de Student pareada para el diámetro del primer y segundo tercio; y prueba de rangos con signo de Wilcoxon para el diámetro del tercer tercio, el ángulo y la longitud. Para la relación con el uréter, las categorías oblicuas de baja frecuencia (anteromedial, posteromedial y posterolateral) se agruparon en una sola categoría (oblicua) antes del análisis.

La concordancia individual del tipo de origen entre ambos lados se evaluó con una tabla de contingencia derecha × izquierda y el índice kappa de Cohen, interpretado según Landis y Koch (19). Para el objetivo específico 8, la relación entre la edad y las variables morfométricas se evaluó con el coeficiente de correlación de Spearman, dado que la edad no tuvo distribución normal (Shapiro-Wilk, $p < 0.001$); la edad se comparó entre categorías de las variables cualitativas (tipo I frente a los demás tipos, anastomosis presente frente a ausente y relación anterior frente a las demás) con la prueba U de Mann-Whitney, y entre los cuatro tipos de Gómez-Jorge con la prueba de Kruskal-Wallis, de forma independiente para cada lado. Se consideró significativo un valor de $p < 0.05$. El análisis estadístico principal se realizó en R versión 4.5.2 (R Foundation for Statistical Computing) mediante RStudio versión 2026.8.1.195, en un sistema operativo Windows 11 x64. Para la importación y el manejo de datos se utilizaron los paquetes readxl (versión 1.5.0), dplyr (versión 1.2.0) y tidyr (versión 1.3.2), y las pruebas estadísticas se realizaron con funciones del paquete base stats de R. La prueba de Stuart-Maxwell se implementó mediante una función programada directamente en R para el análisis de variables categóricas pareadas con múltiples categorías. Los análisis de concordancia y de edad se realizaron con Python 3 (SciPy 1.18).

Tabla de variables

Variable	Tipo	Definición operacional	Escala / unidad
Edad	Cuantitativa	Años cumplidos a la fecha del estudio.	Discreta; años
Origen de la AU	Cualitativa	Vaso del cual emerge la AU, identificado en el primer punto donde se visualiza su nacimiento.	Nominal
Clasificación de Gómez-Jorge	Cualitativa	Tipo I a IV según Gómez-Jorge et al. (2003).	Nominal (I, II, III, IV)
Relación AU–uréter	Cualitativa	Posición de la AU respecto al uréter en el punto de cruce.	Nominal: anterior, posterior, medial, lateral, anteromedial, posteromedial, posterolateral
Anastomosis uterino-ovárica	Cualitativa	Continuidad visible entre ramas terminales de la AU y la arteria ovárica ipsilateral.	Nominal: presente/ausente
Diámetro de la AU	Cuantitativa	Diámetro luminal medido perpendicular al eje del vaso en el punto medio de cada tercio (1/3, 2/3, 3/3) de su longitud.	Continua; mm
Longitud de la AU	Cuantitativa	Distancia sobre la línea central del vaso desde su origen hasta sus ramas terminales.	Continua; mm
Ángulo de la AU	Cuantitativa	Ángulo formado entre la línea trazada desde la bifurcación de la arteria ilíaca común hasta el origen de la AU y el eje inicial de la AU.	Continua; grados
Lado	Cualitativa	Arteria uterina derecha o izquierda.	Nominal

Cálculo del tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra se calculó con la fórmula para estimar una proporción en una población finita:

$$n = N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q / [d^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot q]$$

donde N = 250 (número estimado de angioTC de pelvis en mujeres en el periodo de estudio), Z = 1.96 (confianza de 95 %), p = 0.80 (proporción esperada del patrón de origen predominante de la AU), q = 0.20 y d = 0.05 (precisión). El tamaño de muestra calculado fue de 124 pacientes. Se recolectaron 125 pacientes, de las cuales se excluyeron dos menores de edad (9 y 16 años) por no cumplir con el criterio de inclusión de edad; por lo tanto, se analizaron 123 pacientes (246 arterias uterinas).

Aspectos éticos

El protocolo (versión 2.0, septiembre de 2025) fue evaluado y aprobado el 22 de septiembre de 2025 por el Comité de Investigación de la Facultad de Medicina y Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" de la Universidad Autónoma de Nuevo León, con clave de registro AH25-00022. Por tratarse de un estudio retrospectivo basado en estudios de imagen ya realizados, se consideró investigación sin riesgo conforme al artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, y se dispensó el consentimiento informado.

El estudio se condujo conforme a la Ley General de Salud (Título Quinto), el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SSA3-2012, las Pautas Éticas Internacionales del CIOMS (2016) y la Declaración de Helsinki en su versión vigente (20).

Mecanismos de confidencialidad

Los datos de identificación de las pacientes se resguardaron en una hoja separada de la base de datos, de acceso exclusivo de los investigadores; la base de análisis se manejó únicamente con un número consecutivo, sin nombres ni datos que permitieran identificar a las pacientes, y la información se utilizó exclusivamente con fines científicos.

CAPÍTULO VI
6. RESULTADOS

De las 125 pacientes recolectadas, se excluyeron dos menores de edad (9 y 16 años) por no cumplir con el criterio de inclusión de edad. Se analizaron 123 pacientes con evaluación bilateral, lo que correspondió a 246 arterias uterinas (123 por lado). La edad mediana fue de 47 años (RIQ 30–59; rango 20–84 años).

Origen de la arteria uterina

El tipo I de Gómez-Jorge fue el patrón de origen más frecuente en ambos lados, presente en 61.8 % de las arterias del lado derecho y en 65.9 % del lado izquierdo. Le siguió el tipo III (17.1 % derecho; 20.3 % izquierdo), mientras que los tipos II y IV fueron los menos frecuentes (Tabla 1). Considerando ambos lados (Tabla 2), la AU nació de la arteria glútea inferior (tipos I y II) en 76.0 % de los casos (187/246). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la distribución marginal de los tipos de origen entre lados (prueba de Stuart-Maxwell: $\chi^2 = 3.71$; gl = 3; $p = 0.294$).

Tabla 1. Distribución del origen, relación con el uréter y anastomosis de la arteria uterina por lado

Variable	Categoría	Derecha, n (%)	Izquierda, n (%)	p
Origen (Gómez-Jorge)	Tipo I	76 (61.8)	81 (65.9)	0.294[a]
	Tipo II	18 (14.6)	12 (9.8)	
	Tipo III	21 (17.1)	25 (20.3)	
	Tipo IV	8 (6.5)	5 (4.1)	
Relación AU–uréter	Anterior	60 (48.8)	58 (47.2)	0.074[a]
	Posterior	36 (29.3)	34 (27.6)	
	Medial	12 (9.8)	5 (4.1)	
	Lateral	6 (4.9)	15 (12.2)	
	Anteromedial	4 (3.3)	0 (0.0)	
	Posteromedial	3 (2.4)	3 (2.4)	
	Posterolateral	2 (1.6)	8 (6.5)	
Anastomosis uterino-ovárica	Presente	85 (69.1)	83 (67.5)	0.850[b]
	Ausente	38 (30.9)	40 (32.5)	

Nota. Frecuencias calculadas sobre 123 arterias por lado. AU = arteria uterina. [a] Prueba de homogeneidad marginal de Stuart-Maxwell (para la relación con el uréter, tras agrupar las categorías oblicuas). [b] Prueba de McNemar.

Tabla 2. Frecuencias globales (ambos lados) de las variables cualitativas

Variable	Categoría	n (%) de 246 arterias
Origen (Gómez-Jorge)	Tipo I	157 (63.8)
	Tipo II	30 (12.2)
	Tipo III	46 (18.7)
	Tipo IV	13 (5.3)
Relación AU–uréter	Anterior	118 (48.0)
	Posterior	70 (28.5)
	Lateral	21 (8.5)
	Medial	17 (6.9)
	Posterolateral	10 (4.1)
	Posteromedial	6 (2.4)
	Anteromedial	4 (1.6)
Anastomosis uterino-ovárica	Presente	168 (68.3)
	Ausente	78 (31.7)

Nota. Frecuencias agregadas a partir de la Tabla 1, con fines descriptivos y de comparación con la literatura; no constituyen observaciones independientes, ya que cada paciente aporta dos arterias.

A nivel individual, 80 pacientes (65.0 %) presentaron el mismo tipo de origen en ambos lados, con una concordancia débil (κ = 0.35) (Tabla 3). La combinación discordante más frecuente fue tipo I en un lado y tipo III en el otro (19 pacientes).

Tabla 3. Concordancia bilateral del tipo de origen de la arteria uterina (Gómez-Jorge)

Derecha \ Izquierda	Tipo I	Tipo II	Tipo III	Tipo IV	Total
Tipo I	**61**	2	10	3	76
Tipo II	7	**8**	3	0	18
Tipo III	9	1	**10**	1	21
Tipo IV	4	1	2	**1**	8
Total	81	12	25	5	123

Nota. Número de pacientes. En negritas, las pacientes con el mismo tipo en ambos lados (80/123; 65.0 %). Índice kappa de Cohen = 0.35.

Relación de la arteria uterina con el uréter

La relación anterior fue la más frecuente en ambos lados (48.8 % derecho; 47.2 % izquierdo), seguida de la relación posterior (29.3 % y 27.6 %, respectivamente). La

relación lateral fue más frecuente en el lado izquierdo (12.2 % frente a 4.9 %) y la medial en el derecho (9.8 % frente a 4.1 %). Tras agrupar las categorías oblicuas de baja frecuencia, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en la distribución entre lados (prueba de Stuart-Maxwell: $\chi^2 = 8.54$; gl = 4; $p = 0.074$). Al sumar las categorías con componente posterior (posterior, posteromedial y posterolateral), la AU se ubicó por detrás del uréter en 35.0 % de las arterias (86/246).

Anastomosis uterino-ovárica

La anastomosis uterino-ovárica estuvo presente en la mayoría de los casos, sin diferencias relevantes entre lados (69.1 % derecho frente a 67.5 % izquierdo; prueba de McNemar: $p = 0.850$).

Morfometría de la arteria uterina

Los diámetros del primer y segundo tercio se expresaron como media ± DE y se compararon con la prueba *t* de Student pareada; el diámetro del tercer tercio, el ángulo y la longitud se expresaron como mediana (RIQ) y se compararon con la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. No se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre el lado derecho y el izquierdo en ninguna de las variables morfométricas (Tabla 4). El calibre se mantuvo en torno a 2 mm en los dos primeros tercios, con una mediana discretamente menor en el tercio distal del lado derecho.

Tabla 4. Comparación bilateral de los parámetros morfométricos de la arteria uterina

Variable	Derecha	Izquierda	Prueba	p
Diámetro 1/3 (mm)	2.04 ± 0.50	2.03 ± 0.57	t pareada	0.832
Diámetro 2/3 (mm)	2.06 ± 0.56	2.02 ± 0.56	t pareada	0.443
Diámetro 3/3 (mm)	1.80 (1.50–2.30)	2.00 (1.65–2.30)	Wilcoxon	0.952
Ángulo (°)	44.70 (25.00–74.90)	50.20 (26.00–80.50)	Wilcoxon	0.524
Longitud (mm)	95.00 (72.10–113.15)	96.00 (67.10–112.50)	Wilcoxon	0.920

Nota. Los diámetros del primer y segundo tercio se presentan como media ± DE; el diámetro del tercer tercio, el ángulo y la longitud, como mediana (RIQ). *t* pareada = prueba *t* de Student para muestras pareadas; Wilcoxon = prueba de rangos con signo de Wilcoxon.

Relación con la edad

La edad no se correlacionó con el diámetro de la AU en ninguno de sus tercios ni con el ángulo en ninguno de los lados (todos $p > 0.19$). Se observó una correlación negativa

débil entre la edad y la longitud de la AU derecha (ρ = −0.19; p = 0.033), que no se reprodujo en el lado izquierdo (ρ = −0.08; p = 0.409) (Tabla 5).

Las pacientes con anastomosis uterino-ovárica fueron más jóvenes que aquellas sin anastomosis, de forma consistente en ambos lados: mediana de 44 frente a 53 años en el lado derecho (p = 0.039) y de 43 frente a 54 años en el lado izquierdo (p = 0.017). La edad no difirió según el tipo de origen (Kruskal-Wallis: p = 0.455 derecho; p = 0.426 izquierdo) ni según la relación con el uréter (Tabla 6).

Tabla 5. Correlación entre la edad y los parámetros morfométricos de la arteria uterina

Variable	Derecha, ρ (p)	Izquierda, ρ (p)
Diámetro 1/3	0.01 (0.925)	−0.01 (0.907)
Diámetro 2/3	0.02 (0.856)	−0.04 (0.695)
Diámetro 3/3	−0.04 (0.692)	−0.09 (0.325)
Ángulo	0.04 (0.687)	0.12 (0.192)
Longitud	−0.19 (0.033)	−0.08 (0.409)

Nota. ρ = coeficiente de correlación de Spearman; n = 123 por lado.

Tabla 6. Edad según el tipo de origen, la anastomosis uterino-ovárica y la relación con el uréter

Lado	Variable	Sí: n; edad	No: n; edad	p
Derecho	Tipo I (frente a II–IV)	76; 47 (32–60)	47; 47 (29–58)	0.502
	Anastomosis presente	85; 44 (28–55)	38; 53 (40–61)	0.039
	Relación anterior	60; 48 (36–60)	63; 47 (28–58)	0.430
Izquierdo	Tipo I (frente a II–IV)	81; 47 (29–61)	42; 46 (31–56)	0.599
	Anastomosis presente	83; 43 (28–54)	40; 54 (41–63)	0.017
	Relación anterior	58; 50 (33–61)	65; 46 (29–53)	0.276

Nota. Edad expresada como mediana (RIQ) en años. Prueba U de Mann-Whitney.

Otros objetivos específicos

No se analizaron las ramas de la AU (objetivo específico 6) ni el trayecto de la AU (objetivo específico 9).

Resumen de hallazgos

El análisis no mostró diferencias estadísticamente significativas entre el lado derecho y el izquierdo en ninguna de las variables evaluadas: origen de la AU (p = 0.294), relación con el uréter (p = 0.074), anastomosis uterino-ovárica (p = 0.850) y parámetros

morfométricos (todos $p > 0.05$). A nivel individual, la concordancia del tipo de origen entre ambos lados fue débil (65.0 %; $\kappa = 0.35$). La anastomosis uterino-ovárica se observó con mayor frecuencia en pacientes más jóvenes, y la edad no se relacionó con el diámetro de la AU.

En relación con la hipótesis del estudio, se identificaron variantes del origen distintas del patrón predominante en 36.2 % de las arterias (tipos II, III y IV; 89/246) y una relación con el uréter distinta de la anterior en 52.0 % (128/246), hallazgos que apoyan la hipótesis alterna en su sentido descriptivo.

CAPÍTULO VII
7. DISCUSIÓN

Este estudio describe, en 246 arterias uterinas de 123 mujeres del noreste de México, el origen de la AU con la clasificación angiográfica de Gómez-Jorge, su relación con el uréter, la presencia de anastomosis uterino-ovárica y su morfometría por angioTC, con un análisis pareado de la simetría bilateral. Los hallazgos principales fueron: (1) predominio del origen como primera rama de la arteria glútea inferior (tipo I); (2) simetría bilateral a nivel poblacional en todas las variables; (3) una frecuencia de relación posterior con el uréter mayor que la descrita en series de disección; y (4) una frecuencia de anastomosis uterino-ovárica superior a la reportada en series angiográficas.

Origen de la arteria uterina

El tipo I fue el patrón predominante (63.8 % del total) y, en conjunto, 76.0 % de las AU nacieron de la arteria glútea inferior (tipos I y II). Esta proporción es mayor que la de la serie original de Gómez-Jorge, en la que el origen glúteo inferior representó alrededor de la mitad de los casos (3,9), y similar a la reportada por Hao et al. con angioTC (64.3 %) (13). En cambio, el tipo IV (origen proximal, directamente de la AII) fue poco frecuente (5.3 %), muy por debajo del 22.8 % descrito por Hao et al. La Tabla 7 resume estas comparaciones.

Tabla 7. Origen de la arteria uterina: comparación con series publicadas

Estudio	Método / población	n (AU)	Hallazgo principal
Presente estudio	AngioTC; noreste de México	246	Gómez-Jorge I 63.8 %, II 12.2 %, III 18.7 %, IV 5.3 %
Gómez-Jorge et al., 2003 (9)	Angiografía (EAU); EE. UU.	514	Glútea inferior (I + II) 51 %
Hao et al., 2019 (13)	AngioTC; China	224	Glútea inferior 64.3 %; AII 22.8 %; trifurcación 12.9 %
Vázquez-Barragán et al., 2022 (17)	AngioTC; Monterrey, México	214	Tronco anterior de la AII 85.0 % (clasificación propia)
Arfi et al., 2018 (1)	AngioTC 3D; Francia	86	Tronco común con a. umbilical 62.7 %; AII 25.6 %; glútea superior 9.3 %
Orhan et al., 2020 (2)	Laparoscopia; Turquía	756	Primera rama anterior de la AII 80.9 %
Konarska-Włosińska et al., 2024 (14)	AngioTC; Polonia	58	Tronco anterior 69.0 %; a. umbilical 27.6 %; glútea inferior 3.4 %

Nota. Las clasificaciones no son equivalentes entre sí, por lo que las comparaciones directas solo son válidas entre estudios que comparten el mismo esquema.

La heterogeneidad entre series se explica en gran parte por la **falta de equivalencia entre clasificaciones**. En la nomenclatura angiográfica, la arteria glútea inferior suele considerarse la continuación de la división anterior de la AII; por ello, una AU que en nuestro estudio se clasificó como tipo I (primera rama de la glútea inferior) puede corresponder, en esquemas anatómicos, a un origen del "tronco anterior de la AII". Esto ayudaría a conciliar nuestros resultados con los de Vázquez-Barragán et al., quienes, en la misma institución y con angioTC, reportaron 85.0 % de origen directo del tronco anterior con una clasificación propia (17). Del mismo modo, los esquemas que toman como referencia la arteria umbilical (Arfi, Chantalat) describen una relación distinta y no pueden traducirse directamente a los tipos de Gómez-Jorge (1,12). La principal aportación de este trabajo frente al antecedente local es, por tanto, el uso de una clasificación angiográfica estandarizada y directamente aplicable a la EAU.

Desde el punto de vista del intervencionismo, el predominio de los tipos I y II implica que en tres de cada cuatro arterias el cateterismo selectivo de la AU requiere avanzar a través de la arteria glútea inferior, mientras que el tipo III (trifurcación; 18.7 %) puede dificultar la identificación angiográfica del ostium y favorecer el reflujo hacia las ramas glúteas si no se usa microcatéter. La angioTC previa a la EAU permitiría anticipar el patrón y elegir la proyección y el material desde el inicio (7,9).

La prueba de Stuart-Maxwell no mostró diferencias en la **distribución marginal** de los tipos entre lados, lo que indica simetría a nivel poblacional. Sin embargo, la homogeneidad marginal no implica que cada paciente tenga el mismo tipo en ambos lados: de hecho, solo 65.0 % de las pacientes tuvo el mismo tipo en ambos lados y la concordancia individual fue débil ($\kappa = 0.35$). Las discordancias se compensaron entre sí (p. ej., 10 pacientes con tipo I derecho y tipo III izquierdo, y 9 con la combinación inversa), lo que explica que las distribuciones marginales sean prácticamente iguales. Esta distinción es clínicamente relevante: en una de cada tres pacientes el patrón contralateral es distinto, por lo que el tipo identificado en un lado no permite anticipar el del otro, y ambas AU deben evaluarse de forma independiente al planear una EAU.

Relación de la arteria uterina con el uréter

La relación anterior fue la más frecuente (48.0 %), pero 28.5 % de las arterias se clasificaron como posteriores al uréter y 35.0 % presentaron algún componente posterior. Estas cifras contrastan con las series de disección, en las que la AU cruza por delante del uréter en 96.2 % a 100 % de los casos (5,15), y con la descripción anatómica clásica. Más que una prevalencia real de AU "retroureteral" diez veces mayor en nuestra población, consideramos más probable que la diferencia refleje factores metodológicos que deben discutirse explícitamente:

1. **Identificación del uréter sin fase excretora.** En este estudio el uréter no estuvo opacificado y se identificó siguiendo su trayecto desde la unión ureteropélvica. Aunque la fase venosa ayuda a diferenciarlo de las venas, en su segmento pélvico distal el uréter es de calibre reducido, puede estar colapsado por el peristaltismo y discurre junto al plexo venoso uterino, cuya opacificación en fase venosa puede ser heterogénea. En ese segmento, la confusión del uréter con una estructura venosa, en particular con la vena uterina profunda, que transcurre por debajo del uréter, invertiría la relación registrada.
2. **Plano y punto de medición.** La relación anatómica clásica se define en el punto de cruce, en un plano craneocaudal ("por encima" y "por delante"). Si en algunos casos la relación se registró en cortes axiales a un nivel distinto del cruce, la posición relativa en el plano axial puede diferir de la relación en el cruce, sobre todo en el segmento parietal de la AU, donde ambas estructuras discurren paralelas por la pared pélvica. Esto explicaría también la aparición de categorías medial, lateral y oblicuas, que no forman parte de la descripción anatómica clásica.
3. **Factores de la paciente.** La posición uterina (anteversión o retroversión), la paridad, la presencia de miomas pequeños no excluidos y la posición en decúbito supino modifican la orientación del parametrio en la imagen respecto a la anatomía de disección.

Por estas razones, la frecuencia de relación posterior debe interpretarse como un hallazgo **que requiere validación**, idealmente con fase excretora o urotomográfica,

concordancia interobservador y correlación quirúrgica, antes de extrapolarse a la planeación de la ligadura de la AU. Si se confirmara, tendría implicaciones directas en la prevención de la lesión ureteral, ya que el cirujano que liga la AU en su origen o en el parametrio asume que el uréter se encuentra por debajo de ella (4). La diferencia en la relación lateral entre lados (12.2 % izquierda frente a 4.9 % derecha) no alcanzó significación (p = 0.074) y, dado el número reducido de casos en esas categorías, el estudio no tuvo poder suficiente para descartar una asimetría real.

Tabla 8. Relación arteria uterina–uréter, anastomosis uterino-ovárica y diámetro: comparación con la literatura

Parámetro	Presente estudio	Literatura
AU anterior al uréter	48.0 %	96.2 % (disección, n = 106) (15); 100 % (disección, n = 60) (5)
AU posterior al uréter	28.5 % (35.0 % con componente posterior)	3.8 % (15); 0 % (5)
Anastomosis uterino-ovárica	68.3 % de las arterias	32.2 % de las arterias, tipos I–III (angiografía, n = 152) (8); 56.6 % de las pacientes (EAU, n = 30) (18); 2 % de las pacientes (EAU, n = 100) (16)
Diámetro de la AU	≈ 2.0 mm (1.º y 2.º tercio)	2.16 ± 0.38 mm (angioTC, Monterrey) (17); 2.0 ± 0.4 mm (angioTC) (21); mediana de 3.20 mm en el origen (angioTC) (14)

Nota. El porcentaje de Razavi et al. corresponde a la suma de los tipos I (33), II (6) y III (10) sobre 152 arterias.

Anastomosis uterino-ovárica

Identificamos anastomosis uterino-ovárica en 68.3 % de las arterias, sin diferencias entre lados. Esta frecuencia supera a la reportada por Razavi et al. en angiografía (aproximadamente 32 % de las arterias, al sumar los tipos I a III) (8) y se acerca más a la de Çay et al. (56.6 % de las pacientes) (18); Saldívar-Rodea et al. solo documentaron 2 casos en 100 EAU, aunque su objetivo era describir variantes y no buscar sistemáticamente anastomosis (16).

La diferencia tiene una explicación técnica plausible. En la angiografía por sustracción digital (ASD) la anastomosis se reconoce por el flujo, es decir, por la opacificación de la arteria ovárica desde la AU, y depende del gradiente de presión entre ambos territorios. En la angioTC, en cambio, todo el árbol vascular se opacifica simultáneamente y la "anastomosis" se infiere por la continuidad morfológica de las ramas terminales en la

región cornual en las reconstrucciones MIP o VR. Dado que el calibre de las anastomosis uterino-ováricas suele ser menor de 500 µm (7), por debajo de la resolución espacial habitual de la angioTC, es probable que este método sobrestime las anastomosis funcionalmente relevantes al interpretar como continuas ramas que solo son contiguas. Además, la población de las series angiográficas está formada por pacientes con miomatosis, en quienes el flujo preferencial hacia el mioma modifica la hemodinamia de la arcada. Aun así, la alta frecuencia observada respalda la recomendación de buscar dirigidamente la arcada uterino-ovárica antes de la EAU, por su asociación con la embolización ovárica no deseada y con la falla clínica (8).

La asociación entre la anastomosis visible y la menor edad, presente de forma consistente en ambos lados (mediana de 43–44 frente a 53–54 años), apoya esta interpretación. En la edad reproductiva, el mayor flujo uterino y ovárico mantiene un calibre mayor de las ramas tubáricas y ováricas de la arcada, que alcanzan el umbral de resolución de la angioTC; después de la menopausia, la atrofia uterina y ovárica reduce su calibre por debajo de ese umbral. Por lo tanto, la frecuencia de anastomosis en angioTC parece depender, al menos en parte, del calibre de los vasos y no solo de la presencia anatómica de la conexión. Este hallazgo es relevante en la práctica, ya que las candidatas a EAU suelen estar en edad reproductiva o perimenopáusica, precisamente el grupo en el que la anastomosis fue más frecuente.

Morfometría

El diámetro de la AU fue de aproximadamente 2.0 mm en los dos primeros tercios, concordante con el grosor de 2.16 ± 0.38 mm descrito en la misma institución (17) y con el diámetro luminal de 2.0 ± 0.4 mm medido por angioTC en potenciales donadoras de útero (21); Konarska-Włosińska et al. reportaron un valor mayor (mediana de 3.20 mm), pero medido específicamente en el origen (14). El calibre discretamente menor del tercio distal es congruente con la emisión progresiva de ramas cervicovaginales y miometriales.

Las diferencias entre lados fueron de centésimas de milímetro (p. ej., 2.04 frente a 2.03 mm), muy por debajo de la resolución espacial de la angioTC (tamaño de vóxel de aproximadamente 0.5–0.6 mm) y de la variabilidad esperada entre observadores en

vasos de este calibre. Por ello, la ausencia de diferencias debe interpretarse como simetría dentro del límite de resolución del método, y se recomienda reportar los diámetros con un decimal.

La longitud (mediana de 95–96 mm) y, sobre todo, el ángulo (RIQ de aproximadamente 25° a 80°) mostraron una dispersión amplia. Para la longitud, esto es esperable por la tortuosidad del segmento ascendente y su dependencia del tamaño uterino, la paridad y el estado hormonal. Para el ángulo, la amplitud del RIQ sugiere que, además de la variabilidad anatómica, influye la reproducibilidad de los puntos de referencia, que dependen del plano de reconstrucción elegido. Antes de proponer este parámetro como guía para el cateterismo convendría estandarizar su medición (p. ej., en una reconstrucción oblicua definida) y evaluar su concordancia.

La muestra incluyó un rango de edad amplio (20 a 84 años; mediana de 47), por lo que coexisten mujeres en edad reproductiva y posmenopáusicas, en quienes el calibre de la AU podría ser menor por la atrofia uterina y la ateroesclerosis. Vázquez-Barragán et al. no encontraron diferencias globales significativas en el grosor arterial por grupo de edad (p = 0.08) (17). En concordancia con ese estudio, en nuestra serie la edad no se correlacionó con el diámetro de la AU en ninguno de sus tercios (ρ entre −0.09 y 0.02). Una posible explicación es que, en el rango de 2 mm, las diferencias esperables por la atrofia son de décimas de milímetro, cercanas al límite de resolución del método. La correlación negativa débil entre la edad y la longitud de la AU derecha (ρ = −0.19) no se reprodujo en el lado izquierdo y surgió entre 10 correlaciones evaluadas, por lo que es probable que se deba al azar y no debe interpretarse como un hallazgo consistente.

Fortalezas y limitaciones

Entre las **fortalezas** destacan el uso de una clasificación angiográfica estandarizada, que permite comparar con series de EAU; la evaluación conjunta de origen, relación ureteral, anastomosis y morfometría en una misma cohorte; y el uso de pruebas estadísticas pareadas, adecuadas para observaciones bilaterales no independientes.

Entre las **limitaciones** deben considerarse:

- Diseño retrospectivo y unicéntrico, en una población de un hospital de referencia, lo que limita la generalización.
- Sesgo de selección inherente a la angioTC: las pacientes tenían una indicación clínica para el estudio (trauma, patología vascular u oncológica, entre otras) y no representan necesariamente a la población general ni a las candidatas a EAU.
- Identificación del uréter sin fase excretora, a partir de su trayecto no contrastado, con el posible error de clasificación de la relación AU–uréter discutido previamente.
- Ausencia de correlación con la anatomía quirúrgica o con la ASD y de una evaluación formal de concordancia interobservador, en un estudio en el que participaron varios observadores con distinto nivel de formación.
- Uso de dos tomógrafos distintos y medición de los estudios en dos plataformas de visualización con herramientas de medición diferentes (Carestream y Synapse, Fujifilm), lo que pudo introducir variabilidad en la calidad de imagen y en las mediciones de vasos de pequeño calibre.
- La clasificación de Gómez-Jorge se diseñó para la angiografía; su aplicación en angioTC no ha sido validada formalmente.
- Tamaño de muestra calculado para estimar una proporción, no para detectar diferencias entre lados; las categorías poco frecuentes tuvieron escaso poder estadístico.
- No se analizaron las ramas de la AU ni su trayecto, contemplados en los objetivos específicos 6 y 9.
- Los análisis de edad incluyeron múltiples comparaciones sin ajuste, por lo que los hallazgos aislados deben interpretarse con cautela; además, no se contó con el estado menopáusico ni con datos hormonales de las pacientes.

Implicaciones y perspectivas

Los resultados aportan datos locales de referencia para la planeación de la EAU y de la ligadura de la AU. Para futuros estudios se sugiere: incluir de forma sistemática la fase excretora o tardía cuando la relación con el uréter sea un objetivo; estandarizar las

mediciones de ángulo y diámetro y reportar su concordancia; analizar la concordancia individual del tipo de origen entre lados; y correlacionar los hallazgos de la angioTC con la ASD en pacientes llevadas a EAU para estimar la sensibilidad de la angioTC en la detección de anastomosis uterino-ováricas.

CAPÍTULO VIII
8. CONCLUSIÓN

1. En mujeres del noreste de México evaluadas por angioTC, la arteria uterina se origina con mayor frecuencia como primera rama de la arteria glútea inferior (Gómez-Jorge tipo I, 63.8 %), seguida de la trifurcación (tipo III, 18.7 %); en conjunto, tres de cada cuatro arterias nacen de la arteria glútea inferior.
2. La anatomía de la arteria uterina es simétrica a nivel poblacional: no hubo diferencias entre lados en el origen, la relación con el uréter, la anastomosis uterino-ovárica ni en los parámetros morfométricos. Sin embargo, a nivel individual, una de cada tres pacientes tiene un tipo de origen distinto en cada lado ($\kappa = 0.35$), por lo que ambas arterias deben evaluarse de forma independiente.
3. La edad no se relacionó con el diámetro de la arteria uterina; la anastomosis uterino-ovárica se identificó con mayor frecuencia en pacientes más jóvenes.
4. El diámetro de la arteria uterina es de aproximadamente 2 mm en sus dos primeros tercios y su longitud mediana es de 95 a 96 mm, valores útiles como referencia local para la planeación de procedimientos endovasculares.
5. Se identificó anastomosis uterino-ovárica en aproximadamente dos de cada tres arterias; aunque la angioTC probablemente sobrestima las anastomosis funcionalmente relevantes, su búsqueda dirigida antes de la EAU está justificada.
6. Se identificaron variantes del origen distintas del patrón predominante en 36.2 % de las arterias y una relación con el uréter distinta de la anterior en 52.0 %, lo que apoya la hipótesis alterna del estudio.
7. La frecuencia de relación posterior de la arteria uterina con el uréter (28.5 %) es mayor que la descrita en series de disección y debe validarse con fase excretora, concordancia interobservador y correlación quirúrgica antes de aplicarse a la práctica quirúrgica.

CAPÍTULO IX
9. BIBLIOGRAFÍA

1. Arfi A, Arfi-Rouche J, Barrau V, Nyangoh Timoh K, Touboul C. Three-dimensional computed tomography angiography reconstruction of the origin of the uterine artery and its clinical significance. Surg Radiol Anat. 2018;40(1):85-90. doi:10.1007/s00276-017-1941-9
2. Orhan A, Özerkan K, Kasapoğlu I, Taşkıran C, Vatansever D, Şendemir E, et al. From where does the uterine artery originate? A prospective, observational laparoscopic anatomic study. J Minim Invasive Gynecol. 2020;27(5):1081-6. doi:10.1016/j.jmig.2019.07.031
3. Liapis K, Tasis N, Tsouknidas I, Tsakotos G, Skandalakis P, Vlasis K, et al. Anatomic variations of the uterine artery. Review of the literature and their clinical significance. Turk J Obstet Gynecol. 2020;17(1):58-62. doi:10.4274/tjod.galenos.2020.33427
4. Peters A, Stuparich MA, Mansuria SM, Lee TTM. Anatomic vascular considerations in uterine artery ligation at its origin during laparoscopic hysterectomies. Am J Obstet Gynecol. 2016;215(3):393.e1-393.e3. doi:10.1016/j.ajog.2016.06.004
5. Ara Z, Khalil M, Rahman M, Mannan S, Sultana S, Rahman M, et al. Relationship of uterine artery with ureter. Mymensingh Med J. 2008;17(2):141-4. doi:10.3329/mmj.v17i2.1007
6. Sobolewska A, Gierulska N, Stachowicz H, Iwaniuk K, Białkowska Z, Daniluk A, et al. Variability of the origin and course of the uterine artery in clinical practice. J Educ Health Sport. 2024;69:49390. doi:10.12775/JEHS.2024.69.49390
7. Pelage JP, Cazejust J, Pluot E, Le Dref O, Laurent A, Spies JB, et al. Uterine fibroid vascularization and clinical relevance to uterine fibroid embolization. Radiographics. 2005;25(Suppl 1):S99-S117. doi:10.1148/rg.25si055510
8. Razavi MK, Wolanske KA, Hwang GL, Sze DY, Kee ST, Dake MD. Angiographic classification of ovarian artery-to-uterine artery anastomoses: initial observations in uterine fibroid embolization. Radiology. 2002;224(3):707-12. doi:10.1148/radiol.2243011513
9. Gomez-Jorge J, Keyoung A, Levy EB, Spies JB. Uterine artery anatomy relevant to uterine leiomyomata embolization. Cardiovasc Intervent Radiol. 2003;26(6):522-7. doi:10.1007/s00270-003-2652-7
10. Quesnel García-Benítez C, Avilés-Cabrera RN. Accidentes e incidentes en cirugía ginecológica. Ginecol Obstet Mex. 2010;78(4):238-44.
11. Badagabettu SN, Padur AA, Kumar N, Regunathan D, Shetty P. Variations in branching patterns of internal iliac artery according to Adachi's classification: literature review and presentation of a case. Transl Res Anat. 2021:100119. doi:10.1016/j.tria.2021.100119

12. Chantalat E, Merigot O, Chaynes P, Lauwers F, Delchier MC, Rimailho J. Radiological anatomical study of the origin of the uterine artery. Surg Radiol Anat. 2014;36(10):1093-9.

13. Hao YX, Wang KF, Wang GR, Fang Y, Wang ZW, Xue HD, et al. Value of the CT angiography in displaying the anatomical variations of the origin of uterus artery. Acta Acad Med Sin. 2019;41(2):216-9. doi:10.3881/j.issn.1000-503X.10596

14. Konarska-Włosińska M, Yika ADC, Dziedzic M, et al. An arterial map of the uterine artery – a tool for endovascular and gynecological procedures. Surg Radiol Anat. 2024;46(7):1093-100. doi:10.1007/s00276-024-03387-w

15. Obimbo MM, Ogeng'o JA, Saidi H. Variant anatomy of the uterine artery in a Kenyan population. Int J Gynaecol Obstet. 2010;111(1):49-52.

16. Saldívar-Rodea C, Guerrero-Avendaño GML, Enríquez-García R. Variantes anatómicas vasculares encontradas durante la embolización de fibromas uterinos. An Radiol Mex. 2018;17(1):10-9. doi:10.24875/ARM.M18000005

17. Vázquez-Barragán MÁ, Ariztegui-Andrade JR, Montemayor-Lozano JP, Vidal-Gutiérrez O, Pinales-Razo R, Martínez-Ávila EC, et al. Anatomical variants of the uterine artery: 214 angiotomographies. Eur J Anat. 2022;26(5):551-7. doi:10.52083/GFWA3583

18. Çay F, Eldem FG, Çil BE, Peynircioğlu B. The incidence and risk factors for the presence of type 1b or type 3 utero-ovarian anastomoses during uterine artery embolization. Genel Tıp Derg. 2024;34(1):100-3. doi:10.54005/geneltip.1367339

19. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;33(1):159-74.

20. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki: principios éticos para la investigación médica con participantes humanos. 75.ª Asamblea General, Helsinki, octubre de 2024. JAMA. 2025;333(1):71-4. doi:10.1001/jama.2024.21972

21. Leonhardt H, Thilander-Klang A, Båth J, Johannesson M, Kvarnström N, Dahm-Kähler P, et al. Imaging evaluation of uterine arteries in potential living donors for uterus transplantation: a comparative study of MRA, CTA, and DSA. Eur Radiol. 2022. doi:10.1007/s00330-021-08350-6

CAPÍTULO X
10. RESUMEN AUTOBIOGRÁFICO

DRA. ALEJANDRA ISABEL CASTILLO CERVANTES

Candidato para obtención de grado de

Especialista en Radiología

TESIS: "TOPOGRAFÍA DE LA ARTERIA UTERINA Y SU RELACIÓN CON EL URÉTER EN UNA POBLACIÓN DEL NORESTE DE MÉXICO"

Campo de Estudio: Ciencias de la Salud.

Nacida en Mérida Yucatán, el 28 de mayo de 1996, hija del Dr. Luis Castillo Cervantes y la Dra. Ligia Cervantes Buenfil. Egresada de la Escuela de Medicina de la Universidad Anáhuac Mérida con grado de Médica Cirujana y Partera, generación 2015-2021.

Estudia la especialidad en Imagen Diagnóstica y Terapéutica en el Centro Universitario de Imagen Diagnóstica del Hospital Universitario "Dr. José Eleuterio González" en Monterrey, Nuevo León.