



UNIVERSIDAD DE MURCIA

ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

Nueva Técnica para Realizar Uretro-TC y Uretro-RM:
El Método Clamp

D. Antonio Navarro Baño

2022



UNIVERSIDAD DE MURCIA
ESCUELA INTERNACIONAL DE DOCTORADO

**Nueva técnica para realizar uretro-TC y uretro-RM:
El método Clamp**

Antonio Navarro Baño
2022

Directores:

Juan de Dios Berná Mestre

Florentina Guzmán Aroca

Maria Dolores Abellán Rivero



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Departamento de

Dermatología, Estomatología y Radiología y Medicina Física

Facultad de Medicina

Juan de Dios Berná Mestre

AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: “NUEVA TÉCNICA PARA REALIZAR URETRO-TC Y URETRO-RM: EL MÉTODO CLAMP”, realizada por Antonio Navarro Baño, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Juan de Dios Berná Mestre", is written over a faint grid pattern.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a veinte de mayo de dos mil veintidos.



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Departamento de
Dermatología, Estomatología y Radiología y Medicina Física
Facultad de Medicina
Florentina Guzmán Aroca

AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: “NUEVA TÉCNICA PARA REALIZAR URETRO-TC Y URETRO-RM: EL MÉTODO CLAMP”, realizada por Antonio Navarro Baño, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a veinte de mayo de dos mil veintidos.

A handwritten signature in black ink on a grey background. The signature is stylized and appears to be the name of the authorizing person.



UNIVERSIDAD DE MURCIA

Departamento de

Dermatología, Estomatología y Radiología y Medicina Física

Facultad de Medicina

Maria Dolores Abellán Rivero

AUTORIZA:

La presentación de la tesis doctoral titulada: “NUEVA TÉCNICA PARA REALIZAR URETRO-TC Y URETRO-RM: EL MÉTODO CLAMP”, realizada por Antonio Navarro Baño, bajo mi inmediata dirección y supervisión, y que presenta para la obtención del Grado de Doctor por la Universidad de Murcia.

Y, para que surta los efectos oportunos al interesado, firmo la presente en Murcia, a veinte de mayo de dos mil veintidos.

A handwritten signature in green ink, reading 'Abellán', is shown on a light-colored background.

La curiosidad debe formar parte de nuestro día a día...

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mi director y tutor, Juande, que me ha guiado en este camino, y por resolverme todas las dudas que tenía durante el desarrollo de este trabajo.

A mi directora Tina, por estar siempre ahí, y por su paciencia infinita.

A mi directora Lola, por poder contar con ella para la realización de esta tesis doctoral.

A Jesús, nuestro técnico de RM.

A mi familia, por su apoyo y amor incondicional.

A mis amigos, por estar siempre ahí en las buenas y en las menos buenas.

Gracias a todos los compañeros y amigos del hospital Virgen de la Arrixaca (especialmente a Marta) y del hospital Rafael Méndez (en especial, Víctor y Davinia) que me han apoyado y animado en este camino, convencidos siempre de que haría un buen trabajo.

A los pacientes implicados en este trabajo, esperando poder mejorar su calidad de vida y la atención médica, que, al fin y al cabo, es lo que creo que implica ser profesional sanitario, intentar siempre dar lo mejor de uno mismo en beneficio de los pacientes.

Muchas gracias a todos.

RESUMEN

La estenosis uretral es uno de los trastornos de la uretra masculina más frecuentes. La clínica es variable, y a veces existen trastornos asociados; todo contribuye a una merma significativa de la calidad de vida de los que la padecen, ya que, además, la tasa de recurrencia es alta, debido a que puede ser compleja.

Como respuesta a la necesidad de obtener una información que no puede ser provista de forma óptima en todos los casos por la UGR, cada vez se emplean más técnicas como la USR (gold estándar), y, más recientemente, la UTC y la URM, (estas dos últimas además permiten evaluar los tejidos periuretrales, y valorar anomalías asociadas como fistulas, divertículos, falsas vías, y entidades que pueden requerir más pruebas que la UGR y la USR), en aras de poder mejorar la información preoperatoria para la ulterior planificación quirúrgica.

Se han realizado UTC y URM, con el diseño de un protocolo específico y rápido de URM, que emplea la secuencia de colangiopancreatografía 3D [MRCP 3D], habitualmente incluida en protocolo de colangio-RM, pero aplicada para evaluar el lumen uretral; la técnica utilizada para lograr la distensión uretral ha sido el método clamp con dispositivo B-Ring, el cual ha sido un procedimiento sencillo, prácticamente indoloro y cómodo el paciente.

La UTC permite la reconstrucción post-procesado y la URM presenta capacidad multiplanar y contraste tisular óptimo. Ambas técnicas fueron rápidas, con un tiempo medio en UTC de 6,1 minutos y en URM fue de 11,27 minutos para aplicar el protocolo secuencial de URM propuesto. Existe correlación total entre los hallazgos de USR y RM-3D. La UGR no fue sensible en la detección de la patología periuretral; USR y la URM sí fueron capaces de detectar y determinar la patología existente.

La espongiofibrosis registrada de forma cuantitativa en USR y URM-T2 coronal con supresión grasa presenta medidas de espesor muy similares en ambas técnicas.

Por tanto, UTC y URM realizadas con el método clamp brindan de información adicional relevante a la aportada por UGR y USR en casos complejos y/o con patología uretromeatal.

SUMMARY

Urethral stricture is one of the most common disorders of the male urethra. The clinical presentation is variable, and at times there are associated disorders; everything contributes to a significant decrease in the quality of life of those who suffer from it, since, in addition, the recurrence rate is high, due to the fact that it can be complex.

In response to meet the need to obtain information that cannot be provided optimally in all cases by retrograde urethrography (RUG), more and more techniques such as retrograde urethrosonography (RUS, gold standard), and, more recently, computed-tomography retrograde urethrography (CT-RUG) and magnetic resonance retrograde urethrography (MR-RUG), are being used (these last two also allow periurethral tissues to be evaluated, and associated anomalies to be assessed such as fistulas, diverticula, false pathways, and entities that may require more tests than RUG and RUS), in furtherance of improving preoperative information for subsequent surgical planification.

CT-RUG and MR-RUG have been performed, with the design of a specific and rapid MRU protocol, which uses the 3D Magnetic resonance cholangiopancreatography (MRCP) cholangiopancreatography sequence (3D MRCP), usually included in the MRI-cholangio protocol, but applied to evaluate the urethral lumen; The technique used to achieve urethral distension has been the clamp method with the B-Ring device, which has been a simple procedure, essentially painless and comfortable for the patient.

CT-RUG allows post-processing reconstruction and MR-RUG has multiplanar capacity and optimal tissue contrast. Both techniques were fast, with a mean time in CT-RUG of 6.1 minutes and in MR-RUG it was 11.27 minutes to apply the proposed sequential URM protocol. There is full correlation between RUS and 3D-MRI findings. RUG was not sensitive in detecting periurethral pathology; RUS and MR-RUG were able to detect and determine the existing pathology.

The spongiofibrosis recorded quantitatively in RUS and coronal T2 with fat suppression shows very similar thickness measurements in both techniques.

To that end, CT-RUG and MR-RUG performed with the clamp method provide additional relevant information to that provided by RUG and RUS in complex cases and/or with urethromeatal pathology.

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN	29
1. Embriología	29
2. Histología	30
3. Anatomía	30
3.1 Uretra anterior	30
3.2 Uretra posterior	31
4. Estenosis	34
4.1 Definición	34
4.2 Epidemiología	35
4.3 Etiología y prevención	35
5. Etiología	36
5.1 Enfermedades infecciosas	36
5.2 Inflamación	38
5.3 Traumatismo uretral externo	39
5.4 Iatrogenia	39
5.5 Hiperplasia benigna de próstata	40
5.6 Causas congénitas	42
5.7 Causa idiopática	43
6. Clasificación de las estenosis	43
6.1 Estenosis de uretra anterior	43
6.2 Estenosis de uretra posterior	44
6.3 Otras patologías uretrales	44
7. Diagnóstico de la estenosis uretral	50
7.1 Clínica	50
7.2 Exploración física en pacientes con sospecha de estenosis	51
7.3 Flujometría y residuo postmiccional	51
7.4 Cistouretroscopia	52
7.5 Técnicas de imagen	52
8. Técnicas de imagen	52

INDICE GENERAL

8.1 Uretrografía retrógrada y cistografía miccional seriada (CUMS)	59
8.1.1 Técnica convencional	59
8.1.2 Autouretrografía	61
8.1.3 Dispositivos tipo clamp	61
8.2 Ecografía (uretrosonografía/sonouretrografía)	63
8.3 Uretro-tomografía computarizada	69
8.4 Uretro-resonancia magnética	71
8.5 Colangio-RM	74
9. Tratamiento de las estenosis uretrales	74
10. Algoritmo diagnóstico de las estenosis uretrales en el varón	76

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS	77
-----------------------------------	----

HIPÓTESIS	78
------------------	----

OBJETIVOS DE TRABAJO	79
-----------------------------	----

CAPITULO II

MATERIAL Y MÉTODOS	82
---------------------------	----

1. Pacientes	82
--------------	----

2. Procedimientos	83
-------------------	----

2.1. Estudio 1. Uretro-tomografía computarizada	84
---	----

2.2 Estudio 2. Uretro-resonancia magnética	87
--	----

3. Recogida de datos	95
----------------------	----

4. Análisis estadístico	97
-------------------------	----

CAPITULO III

INDICE GENERAL

RESULTADOS	101
1. Estudio 1. Uretro-TC con la aplicación del método clamp	102
2. Estudio 2. Uretro-RM con la aplicación del método clamp	109
CAPITULO IV	
DISCUSIÓN	129
LIMITACIONES DEL ESTUDIO	151
CONCLUSIONES	152
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	154

INDICE DE ABREVIATURAS

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

3D-CPRM (RM-3D): Colangiopancreatografía por resonancia magnética 3D.

3D-MRCP-RT: 3D Magnetic resonance cholangiopancreatography respiratory-triggered.

B-Ring: Dispositivo Berna-Ring.

Cm: centímetros.

CPRE: colangiopancreatografía retrógrada endoscópica.

CPRM: Colangiopancreatografía por resonancia magnética.

CUMS: cistouretrografía miccional seriada.

DE: desviación estándar.

E: especificidad.

EAU: European Association of Urology (Asociación Europea de Urología).

Et al: y otros.

ETS: enfermedades de transmisión sexual.

EVA: escala visual analógica.

FOV: Field of view (Campo de Visión).

Fr: unidades French.

FRFSE (fast recovery fast spin echo)

FSE: Fast Spin Echo.

Gd: gadolinio.

HBP: Hiperplasia benigna de próstata.

mSv: miliSievert

NEX: Number of excitations (número de excitaciones).

RM-T2: Resonancia Magnética en secuencia de potenciación T2.

RTU: Resección transuretral.

SE: Spin Echo.

SNR: Signal to noise ratio (ratio señal-ruido).

SSFSE: single-shot fast spin echo.

STUI: Síntomas del tracto urinario inferior.

T: Tesla

T-T: término-terminal.

TC: tomografía computarizada.

TCMD: tomografía computarizada multidetector.

INDICE DE ABREVIATURAS

TR: Tiempo de repetición.

TE: Tiempo de eco.

TSSSFSE: thick slab single-shot fast spin echo.

RM: resonancia magnética.

UGR: Uretrocistografía retrógrada.

URM: Uretrorresonancia magnética.

UTC: Uretro-tomografía computarizada.

UVTC: Uretroscopia virtual por TC.

IV: intravenoso.

VPN: valor predictivo negativo.

VPP: valor predictivo positivo.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

HIPOTÉISIS

OBJETIVOS DEL TRABAJO

CAPITULO I INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

1. EMBRIOLOGÍA

En el varón, el seno urogenital, derivado de la cloaca (y ésta a su vez proveniente del endodermo), se divide, de forma simplificada, en dos regiones distintas (figura X), que son [1]:

- Zona urinaria del seno urogenital: dará lugar a la formación de la vejiga y a la uretra prostática proximal.
- Zona genital del seno urogenital: es el origen de la uretra prostática distal, de la uretra membranosa y de la uretra penobulbar, así como también es responsable de la formación del tejido prostático.

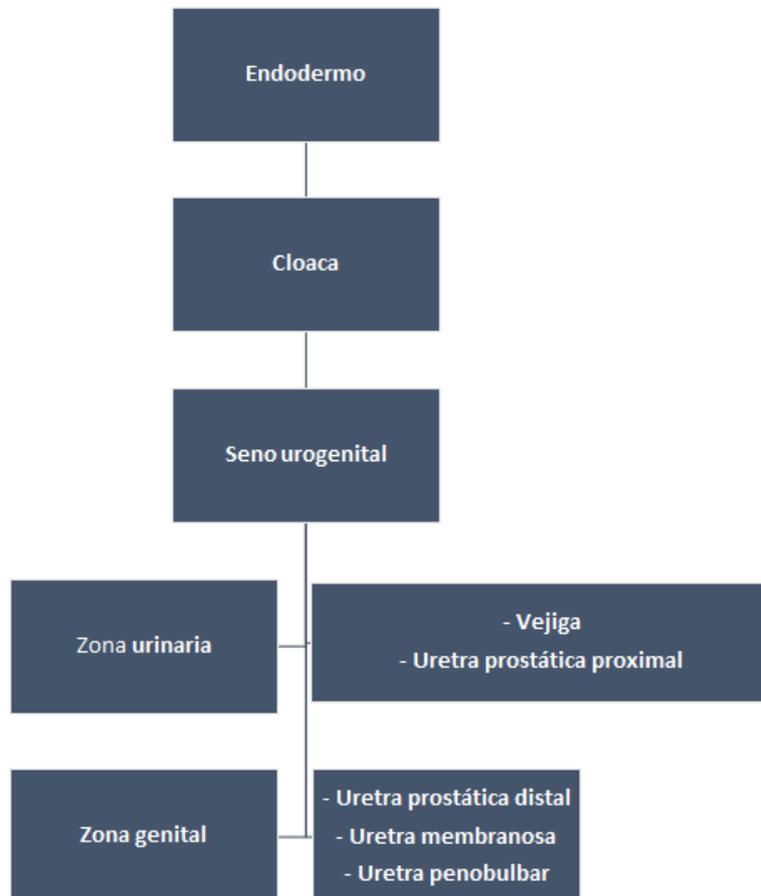


Figura 1. Etapas simplificadas del desarrollo embrionario del aparato urinario bajo masculino. Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

2. HISTOLOGÍA

Según el lugar en que nos encontremos el epitelio es de un tipo u otro: es un epitelio transicional desde el cuello vesical hasta la región del veru montanum; epitelio cilíndrico hasta alcanzar la fosa navicular, y epitelio escamoso en el meato externo. Esto es importante conocerlo porque es la base de las posibles patologías neoplásicas que se pueden originar o afectar de forma secundaria a la uretra.

3. ANATOMÍA

El conducto excretor de la vejiga urinaria es la uretra, donde, en el varón, también recoge el esperma que sale por los forámenes de desembocadura de los conductos eyaculadores.

A lo largo de su recorrido, desde proximal a distal, la uretra atraviesa primero la glándula prostática, para pasar a continuación a través del plano musculofascial perineal y así alcanzar el cuerpo esponjoso del pene, que actúa a modo de vaina eréctil, y que rodeará a la uretra durante gran parte de su recorrido distal.

La uretra masculina mide 16-20 cm de longitud, y abarca una extensión que consta desde el cuello de la vejiga hasta el meato uretral, y consta de 2 regiones: la uretra anterior y la uretra posterior [2].

A su vez, la uretra anterior se subdivide en uretra peneana (o pendular) y bulbar, desde distal a proximal.

Por otra parte, la uretra posterior se subdivide en uretra membranosa y prostática, desde distal a proximal [2,3].

3.1 URETRA ANTERIOR

La uretra anterior mide 14-15cm de longitud, y se divide en:

URETRA PENEANA

La uretra peneana (o uretra pendular, por ser la parte móvil de la uretra, a diferencia de las demás) se extiende desde la unión penoescrotal hasta el surco balanoprepucial.

La fosa navicular no es más que la uretra anterior ensanchada en su extremo más distal, y tiene una longitud de 1-1,5cm.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

URETRA BULBAR

La uretra bulbar es el segmento uretral más ancho.

Proximalmente, en la unión bulbomembranosa, adquiere una morfología ensanchada y cónica, denominada como bulbar. Es importante no confundir este segmento normal de relativo estrechamiento con una zona de estenosis.

La unión penoescrotal marca el límite entre los segmentos uretrales bulbar y peneano. La angulación normal de la uretra en este sitio es secundaria a la presencia del ligamento suspensorio del pene, una fascia profunda cuya misión es fijar el pene a la sínfisis púbica.

3.2 URETRA POSTERIOR

URETRA PROSTÁTICA

Mide 3-4cm de longitud en varones jóvenes; en casos de hiperplasia benigna de próstata, puede alcanzar 8-10cm [4]. En su origen, este segmento uretral está rodeado por un anillo de fibras de musculo liso, el músculo esfínter interno de la uretra.

En la uretra prostática se encuentra el veru montanum, una prominencia posterior con morfología ovoide; en su centro se localiza el utrículo prostático (remanente del conducto de Müller), el cual presenta en su porción lateral y distal la desembocadura de los conductos eyaculadores. En uretrografía, el verumontanum se identifica como un defecto de llenado en la uretra posterior, que no debe confundirse con patología.

Las glándulas prostáticas vuelcan sus productos de secreción directamente a la uretra prostática a través de pequeños forámenes circundantes al veru montanum.

URETRA MEMBRANOSA

Mide aproximadamente 1-2cm de longitud. Es el segmento uretral más estrecho y atraviesa el diafragma urogenital.

En uretrografía, el segmento membranoso se extiende desde el extremo distal del verumontanum al cono de la uretra bulbar. El borde inferior del foramen obturador proporciona un punto de referencia óseo para la ubicación de la uretra membranosa.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Además de las diferentes partes que presenta la uretra masculina, a lo largo de su extensión el calibre de la misma es desigual, y encontramos tres segmentos dilatados (fosa navicular, en el glande; fondo de saco bulbar, en la uretra bulbar proximal, y el seno prostático, en la porción prostática) y cuatro segmentos estrechos (el orificio externo de la uretra es el más angosto, y habitualmente mide 7mm; la porción comprendida entre la fosa navicular y el fondo de saco bulbar; la porción membranosa; y por último, la porción correspondiente al cuello vesical).

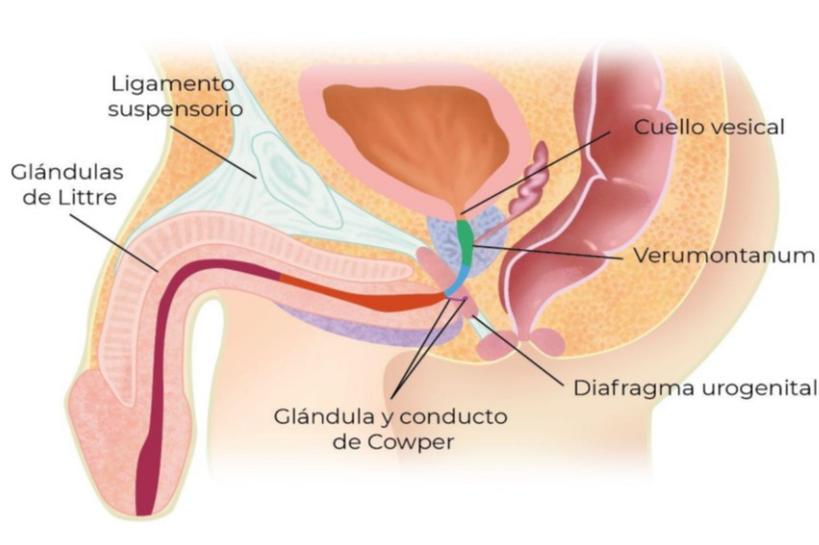


Figura 2. Anatomía de la uretra prostática. Se visualizan los segmentos peneana (rojo), bulbar (naranja), azul (membranosa) y verde (prostática). Elaboración propia.

VASCULARIZACIÓN E INERVACIÓN

La porción prostática comparte vascularización arterial con la próstata.

El segmento membranoso está irrigado por la arteria rectal inferior, por la arteria del bulbo del pene y por la rama vesical anterior de la arteria pudenda interna.

En cuanto a la región penobulbar, la irrigación de la misma está suplida por la arteria bulbouretral, la arteria del bulbo del pene y la arteria dorsal del pene, ramas de la arteria pudenda interna.

Las venas drenan en la vena dorsal del pene, en el plexo venoso prostático o el plexo venoso regional seminal, dependiendo de la región anatómica uretral.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

La inervación de la uretra proviene de: a) del nervio dorsal del pene; b) el ramo muscular del nervio perineal, que es uno de los dos ramos terminales del nervio pudendo; c) del plexo hipogástrico inferior, a través a su vez del plexo prostático. [5]

El drenaje linfático de las porciones peneana y bulbar es tributario de los nódulos linfáticos inguinales e ilíacos externos, mientras que los colectores linfáticos de la porción membranosa y de la prostática drenan en las cadenas linfáticas ilíacas externas e internas. [5].

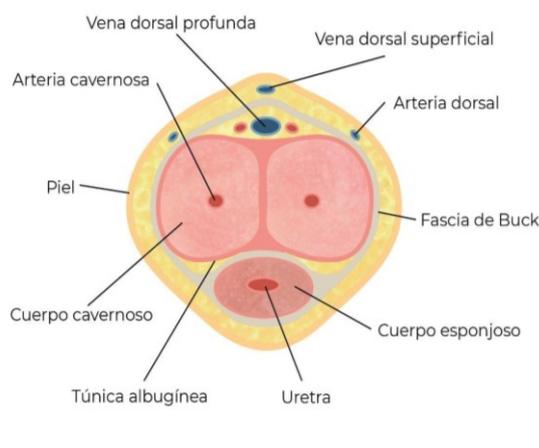


Figura 3. Sección transversal de uretra y estructuras circundantes. Elaboración propia.

GLÁNDULAS Y OTRAS ESTRUCTURAS

Por su posible aparición en pruebas de imagen diagnósticas uretrales, es importante nombrar también a varias estructuras:

Glándulas de Cowper: son glándulas bulbouretrales presentes en el diafragma urogenital, y sus productos de secreción drenan hacia la región ventral de la uretra. Su opacificación en la UGR puede traducir la presencia de una estenosis bulbar distalmente.

Glándulas de Littre: se encuentran en la vertiente dorsal de la uretra anterior (particularmente en la uretra peneana), y tienen principalmente una labor de lubricación de la mucosa uretral.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Su visualización en pruebas de imagen (por ejemplo, opacificación en uretrocistografía retrógrada, UGR) es indicativo de inflamación (uretritis) y/o estenosis.

Los conductos prostáticos también pueden resultar visibles en algunos estudios, típicamente en pacientes que presentan estenosis de la porción prostática o tras una resección transuretral prostática.

También hay que tener en cuenta que puede ocurrir la intravasación venosa de contraste, que suele ser secundaria a una inyección con alta presión (hiperpresión) de contraste en áreas estenosadas [6].

4. ESTENOSIS

4.1 Definición:

En el varón, se define como estenosis de uretra anterior a la existencia de un segmento de la uretra estrechado debido a un proceso de cicatrización y fibrosis que ocurre subyacente a la mucosa uretral y en el tejido esponjoso adyacente (es lo que se denomina espongiofibrosis) [7],[8].

Una diferencia fundamental entre la uretra anterior y posterior es la presencia del cuerpo esponjoso únicamente en la primera. Mientras que el tejido esponjoso rodea la capa mucosa de la uretra anterior, en la uretra posterior está ausente. Las estenosis uretrales “verdaderas” son causadas por espongiofibrosis. La espongiofibrosis se refiere a la deposición de tejido fibroso profundo en la mucosa uretral [(9,10].

La contracción de este tejido fibroso da lugar a una reducción del diámetro luminal uretral y los subsiguientes síntomas de micción obstructiva [6].

El estrechamiento luminal de la uretra posterior, que carece de esponjoso, se denomina comúnmente estenosis, aunque estrictamente no es correcto debido al sustrato anatomopatológico expuesto.

El término estenosis meatal se refiere a un estrechamiento distal corto, sin afectación de la fosa navicular [8].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En los lugares afectados por estenosis, la pared de la uretra es más gruesa, a expensas de la capa epitelial, con colágeno y haces de elastina abundantes [11].

El tratamiento más eficaz en pacientes con estenosis uretral que asocian una espongiofibrosis extensa es la excisión de toda la estenosis, con una anastomosis término-terminal (T-T) de los dos extremos no afectados por la estenosis, y es por esta razón por lo que es fundamental advertir de la presencia de espongiofibrosis, y, si la hubiere, determinar en qué grado [12].

4.2 Epidemiología:

Existe un notable aumento de la incidencia en los hombres después de los 55 años, con una edad media de 45,1 años [13,14].

En términos generales, se calcula que la incidencia es 229-627 casos por 100.000 hombres [13]. Por localización, es la uretra anterior la más frecuentemente afectada por los fenómenos obstructivos estenóticos (92,2%), en particular la uretra bulbar (46,9%) [14].

Las hipospadias son un trastorno congénito que consiste en la malformación de la uretra masculina, la cual se localiza de forma anormal en la región inferior del glande, en la cara inferior del pene o en la zona de transición del pene con el escroto [15]. Después de su intervención quirúrgica, existe un 1,3-20% de casos que presentan estenosis meatal y estenosis de uretra, según la severidad del cuadro y la técnica usada [16].

El meato uretral y/o la fosa navicular están afectadas hasta en el 18% de las estenosis, principalmente debido a traumatismos, instrumentación, liquen escleroso o causas idiopáticas, entre otras [17-20].

4.3 Etiología y prevención:

La estenosis uretral tiene un gran impacto en la salud física y afecta negativamente de forma significativa a la calidad de vida de quienes la padecen [21,22], además de que esta patología conlleva costes relacionados con su tratamiento, así como el tratamiento de las recurrencias de la patología que a veces tienen lugar [23,24].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Las causas de las estenosis uretrales dependen realmente del lugar en que se resida, ya que varían de una región a otra del mundo, según el nivel de desarrollo del país.

En cuanto a prevención, ésta se centra en intentar eliminar las causas de las estenosis (por ejemplo, lesiones iatrogénicas, traumatismos, infecciones), y, si esto no es posible, intentar reducir el riesgo.

5. Etiología

5.1 Enfermedades infecciosas

La uretritis de causa infecciosa por gonococo sigue siendo la principal enfermedad de transmisión sexual (ETS) notificable en muchos países desarrollados, como Estados Unidos [2].

La uretritis de causa infecciosa no gonocócica es provocada de forma mayoritaria por *Chlamydia trachomatis*, que representa el 30-50% de estos casos.

El diagnóstico de estos cuadros es clínico y mediante parámetros de laboratorio (aunque, en numerosas ocasiones, los cultivos resultan negativos).

Se estima que el 15% de los hombres con uretritis gonocócica desarrollan finalmente estenosis uretral, con un intervalo de entre 2 y 30 años entre la infección y el inicio de los síntomas obstructivos. Pero, con el tratamiento adecuado, la frecuencia de estenosis asociada con uretritis no gonocócica es muy baja [25].

Las uretritis de causa infecciosa han disminuido en los países desarrollados (antes representaban hasta el 40% de las estenosis uretrales en los mismos), debido probablemente a las campañas de promoción de relaciones sexuales seguras y también por el uso de antibióticos de forma correcta [26].

No obstante, en países en vías de desarrollo, la uretritis infecciosa continúa siendo la principal causa de estenosis uretral, ya que representa hasta el 41,6% de las estenosis [27].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Las complicaciones asociadas con la uretritis gonocócica son más comunes y graves que las asociadas con la uretritis no gonocócica e incluyen estenosis uretral, absceso y fistula periuretrales.

El hallazgo típico en uretrografía de una estenosis uretral gonocócica es un estrechamiento irregular, arrosariado y multisegmentario que afecta a la uretra anterior, y que puede abarcar varios centímetros de longitud. Si la región del cono bulbar de la uretra bulbar proximal se muestra estrecho, irregular o incluso ausente, hay que tener en cuenta que la estenosis puede tener una extensión hacia la uretra membranosa en más de un 90% de casos, lo cual es de vital importancia de cara al tratamiento urológico, puesto que, si existe cicatriz en el área del esfínter distal, podría desembocar en una incontinencia iatrogénica [9].

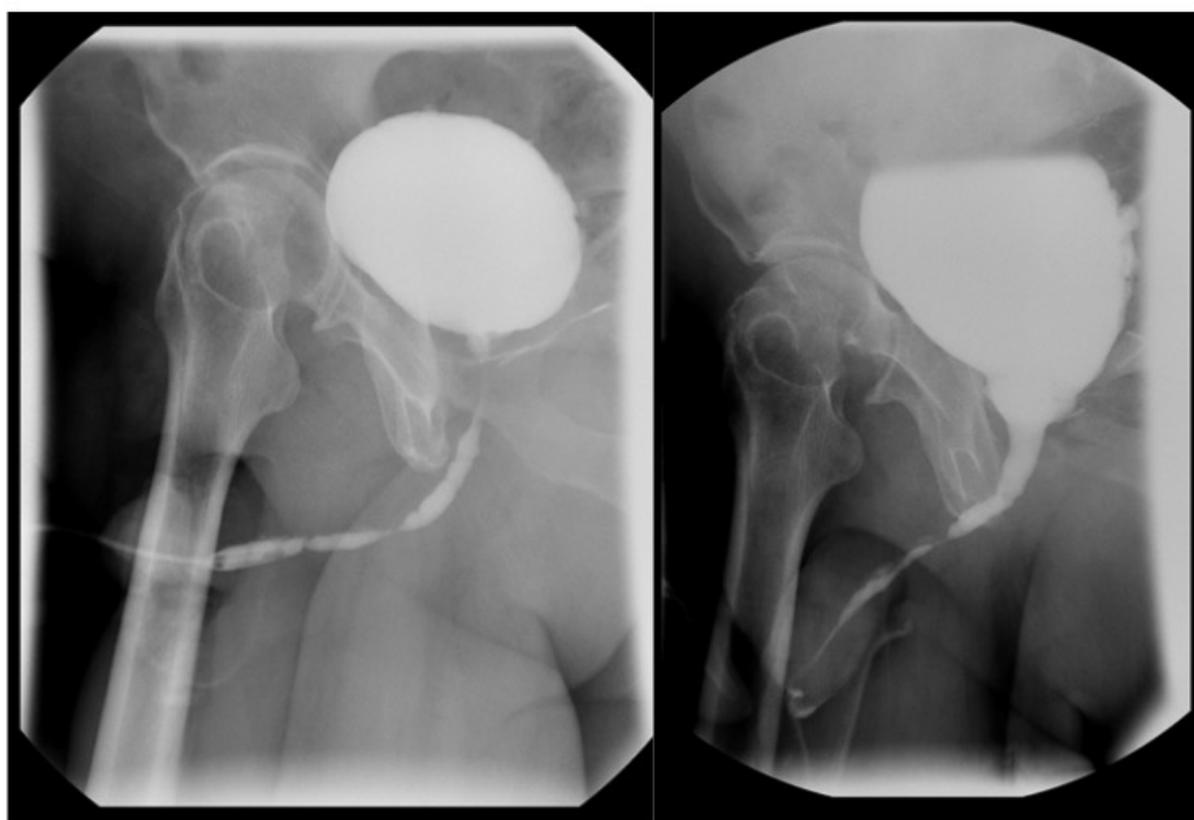


Figura 4. Uretrografía retrógrada (izquierda) y cistografía miccional (derecha). Paciente con antecedente de infección por gonorrea y clínica con síntomas compatibles con STUI.

Estenosis arrosariada de toda la uretra anterior, con dos focos severos en uretra penéana y bulbar distal, con dilatación preestenótica durante la micción. Vejiga de esfuerzo, sin reflujo vesicoureteral. Abundante residuo postmiccional.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

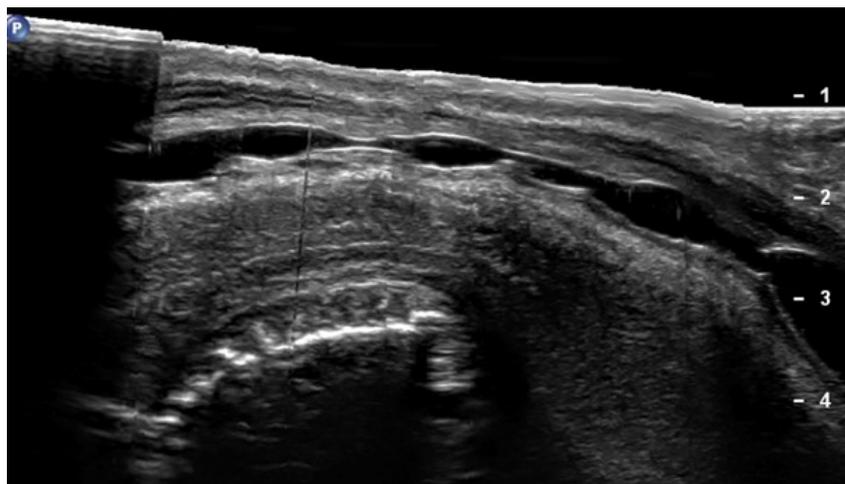


Figura 5. Ecografía con visión panorámica en paciente con infecciones del tracto urinario bajo de repetición. Se observa estenosis arrosariada de toda la uretra peneana, con distensión apenas de 0.1-0.3cm, estando la uretra bulbar de calibre adecuado (1cm). Se observa mucosa íntegra y lisa en toda la uretra peneana, y algo irregular en uretra bulbar, observando estrechez de uretra peneana por espongiofibrosis circundante de 0.2-0.4cm de espesor, hallazgos en relación con uretritis infecciosa.

Aunque son entidades raras, también se han descrito estenosis asociadas al condiloma acuminado y la tuberculosis, siendo por tanto causas de inflamación uretral adquirida de causa infecciosa [(28)].

Las verrugas genitales son pápulas cutáneas que se forman como resultado de la hiperplasia epidérmica; en los casos de infección por papiloma humano (VPH), el 0,5-5% de los casos presentan afectación uretral. Debido al riesgo de propagar las lesiones de distal a proximal en el trayecto uretral, no se recomienda realizar pruebas con trayecto retrógrado; si es preciso en estos casos un estudio uretral, el estudio de elección es la cistografía miccional seriada [29].

5.2 Inflamación

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El liquen escleroso es la causa más frecuente de estenosis uretral difusa (48,6% de los casos de estenosis panuretral) [14]; cuando está presente, suele afectar a la uretra hasta en el 20% de los casos [30].

Es una entidad con un origen probablemente autoinmune [31], que se asocia con el tabaquismo, un índice de masa corporal (IMC) alto, y comorbilidades como la hipertensión, diabetes y arteriopatía coronaria [32,33].

5.3 Traumatismo uretral externo

Representa la segunda causa más común de estenosis uretral en adultos [26].

Como resultado de lesiones por caída a horcajadas o patadas en la región perineal, se puede producir una afectación del tejido uretral, siendo la uretra bulbar el segmento más frecuentemente dañado [8].

Los accidentes de tráfico son la principal causa de las lesiones contusas en la uretra posterior que van asociadas a fracturas pélvicas [34].

En los casos en los que existe fractura de pene, es importante tener en cuenta que se asocian con lesión uretral en el 15% de los casos [35].

5.4 Iatrogenia

La iatrogenia representa el 32-79% del total de estenosis uretrales en los países desarrollados [26,36]; se suele producir debido a la instrumentación uretral (cistoscopias, cateterismos, y otros), así como en cirugías como prostatectomías, cirugía oncológica prostática y radioterapia, entre otras [37].

Los procedimientos quirúrgicos transuretrales son la causa más común de estenosis uretral de etiología iatrogénica, ya que hasta el 41% de todas las causas que componen la etiología múltiple de las estenosis, son debidas a la cirugía transuretral [36].

En cuanto a localización de estas estenosis iatrogénicas, lo más frecuente es que las estenosis se presenten en la uretra bulbomembranosa, luego estarían las que aparecen en la fosa navicular y después las que afectan a la uretra peneana [38,39].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Se han propuesto varios mecanismos de acción, como son la fricción excesiva en la unión penoescrotal, los movimientos repetidos y constante de entrada y salida del resectoscopio, así como la formación de una solución de continuidad en la mucosa uretral que puede provocar una extravasación de orina, y otros [40]. Se ha postulado también que el estrechamiento de la luz uretral puede ocurrir como consecuencia del período en el que el catéter ha permanecido in situ (está descrita la necrosis por presión en puntos de la uretra por la presencia de catéteres permanentes), o por el intento repetido de introducir el catéter [2,41]. La cateterización uretral es un procedimiento muy frecuente; el 11,2-16,3% de las estenosis uretrales tienen como causa la cateterización [14,26].

La estenosis del cuello vesical se propone que puede tener relación con una resección excesiva y/o circunferencial, así como con el uso de asas de resección grandes, que pueden generar una temperatura excesiva sobre pequeños adenomas intrauretrales, con el consiguiente desarrollo de procesos reparativos fibróticos que darán lugar a cicatrices [42].

Las estenosis que afectan a la uretra posterior también pueden deberse a un período largo de escasa capacidad postoperatoria para realizar la micción [43].

Durante la introducción del catéter, puede lesionarse la uretra por el desarrollo de la una falsa vía por la punta del catéter (29,7%), o por el llenado del balón dentro de la luz uretral, en lugar de en la fosa navicular (70,3%) [44]. En pacientes hospitalizados, la tasa de lesiones uretrales secundarias a un cateterismo es de 3,2/1.000 pacientes [45].

5.5 Hiperplasia benigna de próstata

La hiperplasia benigna de próstata (HBP) es una entidad en la que existe un crecimiento de la glándula prostática, que puede ocasionar síntomas del tracto urinario inferior (STUI), los cuales aparecen de forma moderada a severa en más del 30% de los hombres que superan los 60 años, y es la causa más frecuente de estenosis del tracto urinario inferior en varones; dichos síntomas pueden ser de dos tipos [46].

Síntomas mecánicos, obstructivos o relacionados con el vaciado vesical: chorro miccional débil y/o lento, goteo postmiccional, vaciado parcial, micción intermitente, y otros.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Síntomas dinámicos, irritativos o relacionados con la repleción vesical: urgencia miccional, nocturia, polaquiuria, algia suprapúbica, incontinencia de urgencia, y otros.

En la cuarta década de la vida, en torno al 30-40% presentan algún grado de hiperplasia prostática, mientras que la prevalencia va aumentando según pasan las décadas, ya que a en la octava década de la vida, es en torno al 70-80% de hombres donde se puede demostrar algún grado de hiperplasia prostática [46].

Su tratamiento suele ser la cirugía transuretral (aunque cuando se trata de próstatas de gran tamaño, se suele hacer adenomectomía abierta), tras la cual existe evidencia de estenosis uretral entre el 4,5% y el 13% de los pacientes, mientras que se produce estenosis del cuello de la vejiga entre el 0,3% y el 9,7% [42].

La HBP es la causa más frecuente de estenosis uretral posterior, tanto por su efecto (por el tamaño prostático) como por las complicaciones posibles de su tratamiento [46].

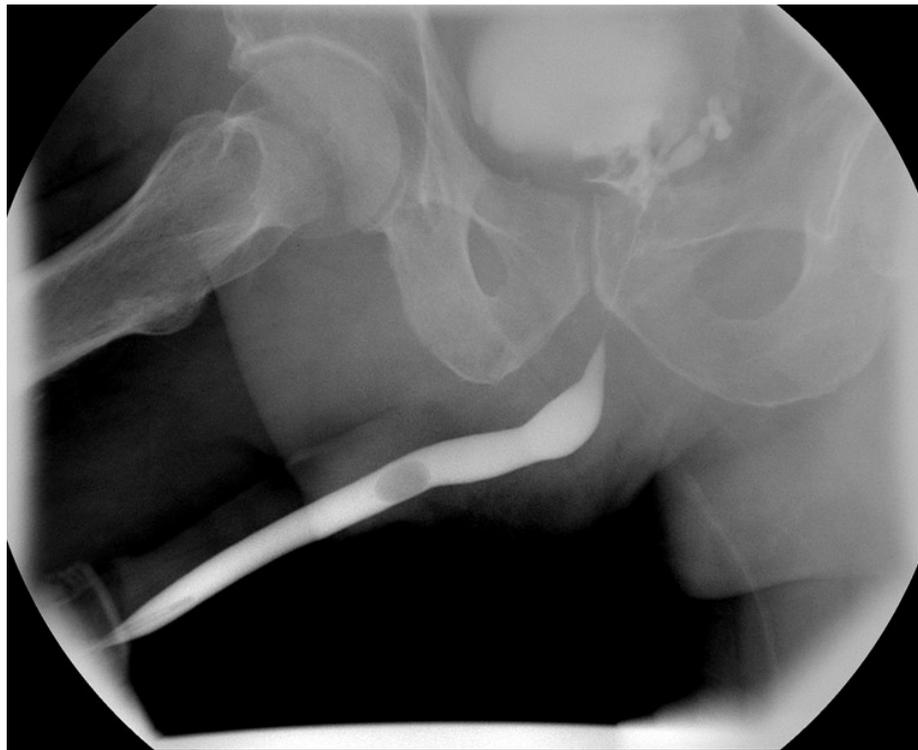


Figura 6. Uretrografía retrógrada. No hay evidencia de estenosis de uretra anterior. Elongación de uretra prostática por hiperplasia benigna de próstata conocida, con alteración de

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

la morfología del cuello vesical y relleno de conducto y glándula seminal izquierdas (probablemente por hiperpresión). Se visualiza también una burbuja aérea intrauretral.

La fisiopatología es compleja y multifactorial; señalar que recientemente hay estudios que señalan el papel de la inflamación prostática crónica y las alteraciones metabólicas en la hiperplasia benigna de próstata, además de los procesos fisiopatológicos ya ampliamente conocidos [46].

En la inflamación prostática crónica, se sugiere que la inflamación local puede estar provocada por una infección bacteriana o viral, que provocaría una secreción de citocinas, quimiocinas y factores de crecimiento, con el consiguiente desarrollo de epitelio y estroma prostático como respuesta [47].

Existe la hipótesis de que la respuesta inflamatoria no se resuelve, sino que se mantiene persistente debido a la liberación de autoantígenos prostáticos tras un daño en el tejido, lo que provocaría una sensibilización y desencadenaría respuestas autoinmunes [47]. Implicadas en este proceso están las células que pertenecen al estroma de la próstata, las cuales activan a las citocinas, quimiocina y linfocitos CD4+ [48]. La inflamación prostática se asoció con una progresión clínica de los síntomas y un mayor riesgo de sufrir retención urinaria, así como mayor necesidad de cirugía.

Resultados de varios estudios en fase clínica y preclínica sugieren que varias alteraciones metabólicas como son el síndrome metabólico, la dislipemia, la obesidad y la diabetes son importantes tanto para el desarrollo como para la progresión de la hiperplasia benigna prostática y el desarrollo de los síntomas del tracto urinario inferior. En el caso del síndrome metabólico, en él se produce una alteración de los esteroides sexuales y una inflamación de bajo grado, que se ha relacionado con el desarrollo y la progresión tanto de HBP como de los STUI [46,49].

5.6 Causas congénitas

La estenosis uretral de etiología congénita solo puede hacerse por exclusión, es decir, descartando causas inflamatorias, traumáticas o iatrogénicas, y se cree que son consecuencia

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

de una fusión defectuosa de la uretra, formada a partir del seno urogenital [50], mencionado en el apartado de Embriología.

5.7 Causa idiopática

El 34% de las estenosis en el segmento peneano y el 63% de las estenosis bulbares presentan una causa idiopática [51]

No obstante, se cree que un traumatismo no reconocido por el paciente o no detectado por los facultativos, es una etiología no reconocida de las estenosis uretrales catalogadas oficialmente como idiopáticas [52].

6. CLASIFICACIÓN DE LAS ESTENOSIS

Según el lugar donde tiene lugar la estenosis, distinguimos entre varios tipos, englobados en uretra anterior y posterior:

6.1 ESTENOSIS DE URETRA ANTERIOR

La base de la estenosis uretral anterior es la formación de una cicatriz concéntrica dentro del cuerpo esponjoso, como resultado de la inflamación causada por una lesión, infección u otro proceso. Esto crea una sección rígida y no estirable de la uretra.

Se subdividen en varios tipos:

Estenosis meatal: en el espesor del meato uretral externo, y pueden prolongar su extensión hacia la región de la fosa navicular.

Estenosis peneana: tienen lugar entre la fosa navicular y la uretra bulbar.

Estenosis bulbar: en la porción del mismo nombre; las estenosis que presentan extensión o progresión hacia la uretra membranosa se denominan estenosis bulbomembranasas.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Estenosis penobulbares: se extienden desde la uretra penéana hacia el segmento bulbar, comprometiendo por tanto una porción larga de la uretra.

Cuando se emplea el término estenosis multifocal, normalmente suele ser cuando son de tipo penobulbar; se define multifocal como la estenosis que presenta 2 o más segmentos afectados, sea en la misma porción de la uretra o en porciones distintas; lo importante es que existan tramos de uretra de calibre conservado entre zonas estenóticas para poder emplear el término multifocal. Por ejemplo, en resecciones transuretrales (RTU) pueden aparecer estenosis multifocales, con una afectación típica de la fosa navicular y la unión penoescrotal [8].

6.2 ESTENOSIS DE URETRA POSTERIOR

Se subdividen en:

Estenosis en el área membranosa: aparecen entre el segmento bulbar proximalmente y el veru montanum distalmente.

Estenosis de la uretra prostática: Estenosis del cuello vesical: su estenosis puede aparecer tras prostatectomías simples o resecciones transuretrales prostáticas. Si la obliteración aparece en esta localización tras una prostatectomía radical, el término correcto a emplear es el de estenosis de la anastomosis vesicouretral (EAVU) [8].

6.3 OTRAS PATOLOGÍAS URETRALES

Además de la patología estenótica, otras patologías pueden afectar a la región uretral: abscesos periuretrales, divertículos, fistulas, cálculos, falsas vías, cuerpos extraños, patología tumoral, patología tipo condiloma acuminado intrauretral y tuberculosis, malformaciones congénitas, etc).

Absceso periuretral

El absceso periuretral es una complicación de la infección uretral (los microorganismos más frecuentemente implicados son los bacilos gram negativos, los enterococos y los anaerobios), pero también puede ser secundaria a procesos de estenosis o cateterismos uretrales, que surge

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

cuando una glándula de Littre (o varias) se obstruyen por la presencia de pus espeso y/o fibrosis [2].

La túnica albugínea del pene hace de barrera para la propagación de la infección en sentido dorsal, y el absceso tendrá a extenderse ventralmente a lo largo del cuerpo esponjoso, donde quedará confinado por la fascia de Buck; no obstante, hay que tener en cuenta que si dicha fascia sufre procesos de necrosis el absceso podrá extenderse a otros planos.

A pesar de que aproximadamente el 10% de los abscesos periuretrales drenan de forma espontánea, es importante detectarlos de forma rápida para tratarlos.

Las formaciones de pseudodivertículos se deben a la comunicación uretral con dichos abscesos periuretrales.

La UTC y la URM son útiles en estos casos para valorar la extensión del absceso y también para valorar posibles complicaciones graves, tales como la fascitis y la gangrena de Fournier.

Divertículos uretrales

Suele desarrollarse en la unión penoescrotal o en la uretra bulbosa [53,54].

Además, 1 de cada 10 pacientes con divertículo uretral desarrollan cálculos [55].

Los divertículos uretrales adquiridos pueden ser el resultado de una estenosis, una infección o un traumatismo, pero la causa más común de su aparición es el tratamiento quirúrgico de los casos de estenosis uretrales, especialmente en el caso de uretroplastias con empleo de injerto procedente de mucosa oral [53,56,57].

Fístulas

Se dividen en congénitas o adquiridas, y según su localización (uretro-rectal, uretro-cutánea, etc). Las fístulas uretro-rectales son causadas generalmente por inflamación y/o cirugía (se pueden formar por tanto fístulas iatrogénicas incluso después de haber introducido catéteres intrauretrales, no es necesario que haya una cirugía como tal) [4].

En las fístulas uretro-cutáneas, la fístula puede originarse en la zona perineal o en la superficie ventral del pene. La mayoría de los casos son el resultado de una inflamación uretral crónica con formación de abscesos parauretrales secundarios, que terminan abriéndose hacia la superficie cutánea.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Más raramente, las fistulas pueden ser causadas por traumatismo directo.

Las fistulas uretro-perineales son mayormente secundarias a un absceso periuretral, y pueden ser secundarias a infecciones tipo tuberculosis y parasitosis tipo esquistosomiasis.

Las posibles causas de fistulas uretroperineales y uretro-cutáneas, y en definitiva cualquier localización locorregional, son variadas, e incluyen la cirugía la de las estenosis uretrales, la cirugía de hipospadias, traumatismos, tratamientos quirúrgicos prostáticos y abscesos periuretrales crónicos no tratados. [58].

Cuerpos extraños

La uretra es la región más expuesta y vulnerable que se daña si se inserta un cuerpo extraño en el tracto urinario inferior. El material de los cuerpos extraños es variado.

En la mayoría de los casos, la ecografía puede ser el primer paso en el examen preoperatorio, y ayuda a detectar el tamaño, la profundidad y la distancia desde el meato uretral del objeto para guiar la extracción del cuerpo extraño. A diferencia de otras patologías uretrales, en estos casos se puede realizar ecografía sin necesidad de distensión de la luz uretral [59,60].

Algunos cuerpos extraños resultan ser estructuras procedentes de los folículos pilosos. En el tratamiento de las estenosis de uretra anterior, especialmente en el segmento peneano, a veces se usa un colgajo de piel, que lo ideal es que sea de piel que no tenga estructuras pilosas, pero esto a veces no es posible. En consecuencia, los pelos pueden crecer en la luz uretral, convirtiéndose en un posible foco de infección o de formación de cálculos uretrales [61].

Cálculos uretrales

Los cálculos (o litiasis) en la uretra también reciben el nombre de cálculos migratorios, ya que se originan o provienen de la vejiga en la gran mayoría de ocasiones. A veces, según el tamaño de la litiasis y del diámetro de la luz uretral de la porción con la que se encuentre, puede ocurrir que quede estancada (como, por ejemplo, a su paso por la uretra membranosa, que es intrínsecamente estrecha con respecto a otras porciones).

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Sin embargo, a veces las litiasis uretrales son nativas (primarias), y se forman cuando hay áreas de estenosis o presencia de divertículos uretrales.

Los síntomas que van asociados a la presencia de un cálculo uretral son disuria, hematuria y un chorro miccional debilitado. En pruebas de imagen, es típico ver en la uretrografía retrógrada un defecto de llenado redondeado en el lumen uretral.

Las burbujas aéreas que pueden entrar durante la infusión o inyección de material intrauretral pueden ser un problema en la ecografía, ya que por el artefacto que provoca el gas en la ecografía, se podrían confundir con cálculos (en Doppler color, aparece el típico artefacto en cola de cometa).

Patología tumoral

Tumores benignos.

Son muy raros, y pueden tener un origen epitelial o mesenquimatoso; su manifestación más común en pruebas de imagen es el defecto de llenado uretral. Además, incluso en RM diferenciar por semiología radiológica los tumores benignos de los malignos puede ser muy complicado.

En este grupo de tumores se ha descrito el pólipo fibroepitelial de la uretra masculina, de origen embrionario, y que se manifiesta al nacer con micción obstructiva y hematuria. El pólipo presenta conexión con el veru montanum a través de un tallo [62].

Tumores malignos.

También son poco frecuentes, ya que comprenden menos del 1% de los cánceres urológicos y aparecen prácticamente siempre después de los 50 años. El síntoma más frecuente es la presencia de una masa palpable a lo largo del eje uretral. La presencia de fistulas uretrales, abscesos periuretrales y dolor perineal en un anciano podrían ser sugestivos de carcinoma uretral. Sin embargo, tampoco es extraño que los síntomas sean vagos e inespecíficos, lo que suele ocasionar una detección en etapa ya localmente avanzada [53], es decir, con afectación de los cuerpos cavernosos y/o esponjoso [63].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Los tumores de esta área se clasifican según el lugar donde aparecen y la histología que presentan:

El segmento que más suele estar afectado es la uretra bulbomembranosa (60% de los casos, seguida de la peneana con un 30% y la prostática con un 10%). [64].

En la histología predominan los carcinomas de células escamosas, el 15% son carcinomas de células de transición y aproximadamente el 5% son adenocarcinomas o carcinomas poco diferenciados o indiferenciados.

De forma excepcional, también se han reportado casos de linfomas de uretra en pacientes inmunodeprimidos [65].

En URM la apariencia típica del carcinoma uretral es la de una masa que presenta una intensidad de señal relativamente hipointensa respecto al tejido normal tanto en T1 como en T2 [66].

La RM es útil para detectar la invasión de los cuerpos cavernosos y es muy práctica para realizar una estimación del tamaño tumoral, localización y estadiaje local [67,68].

Metástasis uretrales.

En consonancia con la frecuencia de aparición de los tumores benignos y malignos, los tumores uretrales metastásicos también son muy raros. En el caso de carcinomas de células de transición en vejiga, se puede producir una siembra tumoral durante la instrumentación o durante la cistectomía, aunque este hecho es muy raro; cuando ocurre, en la uretrografía se pueden apreciar múltiples nódulos [69].

Los carcinomas de recto, próstata y testículo pueden extenderse hacia el cuerpo esponjoso, con un estrechamiento e irregularidad de la uretra secundario, que puede ser extenso. En casos de carcinoma prostático, vesical, melanoma maligno, cáncer de riñón, colon y testículo también están descritas las metástasis al cuerpo esponjoso y cuerpos cavernoso a través de la vía hematológica. [69].

Malformaciones y anomalías congénitas.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Atresia segmentaria, duplicaciones, dilataciones congénitas (megalouretra), hipospadias, epispiadias, valvas de uretra posterior, valvas de uretra anterior (figura 7).

La duplicación uretral y la fistula uretroperineal congénita constituyen dos patologías congénitas raras que conviene saber su existencia según los antecedentes personales del paciente, ya que podrían simular ser secundarias a un traumatismo uretral si su existencia previa al traumatismo es desconocida [70].

La duplicación uretral consta de muchas variantes, y se emplea la clasificación de Effman [71].

Por otro lado, en la fistula uretroperineal existe una uretra ortotópica y otra uretra que actúa como uretra secundaria o menor, que surge en la región de la uretra prostática y que drena hacia el periné, y que, de nuevo, si existe y no se conoce, podría dar lugar a un mal diagnóstico de tracto fistuloso infeccioso o inflamatorio [70].

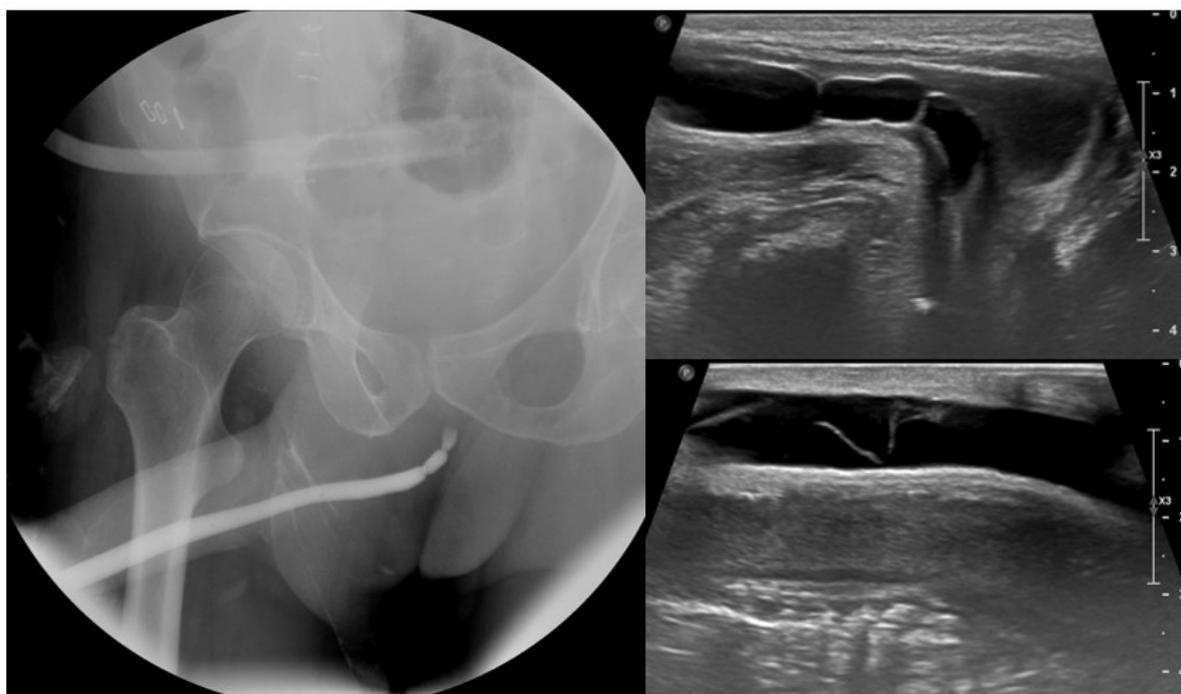


Figura 7. Paciente con retención y sondaje imposible que requirió de cistostomía suprapúbica.

Izquierda: uretrografía retrógrada, donde visualizan 2 focos de estenosis focal severa en uretra bulbar proximal, objetivando dilatación prestenótica de uretra posterior durante la micción (tras rellenar vejiga por cystocath) y vejiga de esfuerzo, sin reflujo vesicoureteral.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Derecha: uretrosonografía donde se confirman 2 tabiques focales transversales de 0,1 cm de espesor en uretra bulbar proximal, el proximal prácticamente completo y situado 1,5 cm distal al esfínter externo, y el otro se localiza 1,2cm más distal (tabique parcial). No se evidencia espongiofibrosis ni alteraciones de mucosa uretral, por lo que los hallazgos son compatibles con valvas de uretra anterior.

7. DIAGNÓSTICO DE LA ESTENOSIS URETRAL

Es un proceso en el que hay que tener en cuenta la historia clínica del paciente, los síntomas que presenta, los resultados de la flujometría miccional y de la cistoscopia, así como los resultados en las pruebas de imagen diagnóstica como la uretrocistografía retrógrada (UGR), la urosonografía o uretrosonografía retrógrada (USR), la uretro-TC (uretro-tomografía computarizada) y la uretro-RM (uretro-resonancia magnética).

7.1 CLÍNICA

La manifestación clínica de las estenosis uretrales es variable. En un estudio retrospectivo con 611 pacientes con diagnóstico de estenosis confirmado por endoscopia, el síntoma más frecuente (54,3%) fue la alteración en la micción (síntomas del tracto urinario inferior, STUI); el segundo fue la retención aguda de orina (22,3%), mientras que las infecciones del tracto urinario (ITU) representaron el 6,1%, siendo los cateterismos difíciles solamente el 4,8% de la muestra [72].

El dolor en el área genitourinaria aparece entre el 22,9% y el 71% de los pacientes [21,72]. Otros síntomas son la hematuria macroscópica (3,1-5%), la urgencia miccional (14%) manifestada como una necesidad imperiosa de orinar, y la incontinencia (1-4%), manifestada como una pérdida involuntaria de orina en la fase de repleción vesical, entre otros [73].

En los pacientes con estenosis uretral no son raros los problemas asociados a la función sexual [74], la cual puede verse afectada tras la intervención quirúrgica, por lo que el estado de la función eréctil y eyaculatoria debería estudiarse para una valoración completa [75,76].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

7.2 EXPLORACIÓN FÍSICA EN PACIENTES CON SOSPECHA DE ESTENOSIS

El examen de los genitales debe señalar la presencia de prepucio, la posición y el tamaño del meato, así como cualquier evidencia de cicatrización que sugiera liquen escleroso. Se puede realizar una biopsia preoperatoria para confirmar liquen escleroso, si es que se considera que su presencia alteraría el manejo, y además es esencial si se sospecha de malignidad [77].

Debe tenerse en cuenta la presencia de fistulas peneanas o perineales, así como palpar la uretra para evaluar si hay induración que sugiera una fibrosis significativa. Se suele realizar un examen rectal para evaluar la presencia de patología prostática, que puede ser la causa de los síntomas urinarios obstructivos. En pacientes con estenosis de la uretra posterior, es interesante evaluar la adherencia rectal a la próstata y la movilidad de los tejidos de alrededor [78].

Se debe examinar la cavidad bucal para determinar la idoneidad de la mucosa bucal, por si en el procedimiento quirúrgico que se considere, según el caso, fuera necesario tomar dicha mucosa con fin de realizar, por ejemplo, una uretroplastia. La evaluación de la movilidad de la cadera es importante cuando se considera una posición de litotomía forzada, ya que algunos pacientes pueden tener una flexión de cadera limitada debido a problemas ortopédicos [79].

También se suele realizar un análisis de orina; si se sospecha infección, se realizará cultivo de orina para intentar determinar el agente causante y un estudio de sensibilidad a los antibióticos; la bacteriuria se tratará como paso previo a la cirugía, para prevenir una posible sepsis perioperatoria [80].

7.3 FLUJOMETRÍA Y RESIDUO POSTMICCIONAL

Un estudio de flujometría miccional en el que exista una fase de meseta prolongada, con reducción del flujo máximo, es un patrón típico de micción obstructiva de causa estenótica uretral; la interpretación de los patrones de flujo puede ser subjetiva [81].

La flujometría generalmente se combina con ecografía para estimar el grado de volumen postmiccional. Los parámetros de uroflujometría también se pueden usar para monitorear a los pacientes y en la evaluación de la respuesta al tratamiento.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El único parámetro urodinámico para distinguir una estenosis uretral de una obstrucción debido a hiperplasia prostática es la presión de cierre uretral, que es menor en el primer caso que en el segundo (22,07 cm H₂O en caso estenosis y 28,4 cm H₂O en caso de hiperplasia prostática, con un valor de $p = 0,0039$) [82].

7.4 CISTOURETROSCOPIA

La uretroscopia es muy utilizada, ya que además de servir como herramienta de diagnóstico, tiene posibilidad de realizar tratamiento en el mismo acto, según los hallazgos. Permite la detección visual precisa de una posible estenosis, y puede detectar la presencia de una estenosis luminal uretral antes de que se produzcan síntomas manifiestos o alteraciones en la flujometría [83,84]; como inconveniente reseñar que la mayoría de los cistoscopios presentan un calibre mayor que gran parte de las estenosis sintomáticas, aunque existen también de menor calibre (de 4,5 y 6,5 Fr) [85].

Puede ser útil para evaluar la región proximal de estenosis bulbomembranosas, que muchas veces no se valoran de forma óptima con UGR [10].

Con todo ello, hay que tener en cuenta que evaluar la extensión de la fibrosis en función del color no es algo preciso, ya que se está evaluando de forma macroscópica tan solo la capa superficial [86].

8. TÉCNICAS DE IMAGEN

8.1 URETROGRAFÍA RETRÓGRADA Y CISTOGRAFÍA MICCIONAL SERIADA (CUMS)

La uretrografía retrógrada y la cistouretrografía miccional seriada (CUMS), o en su combinación cistouretrografía retrógrada (UGR), suele ser la primera prueba de imagen radiológica que solicitan los clínicos para el estudio de la uretra [87].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

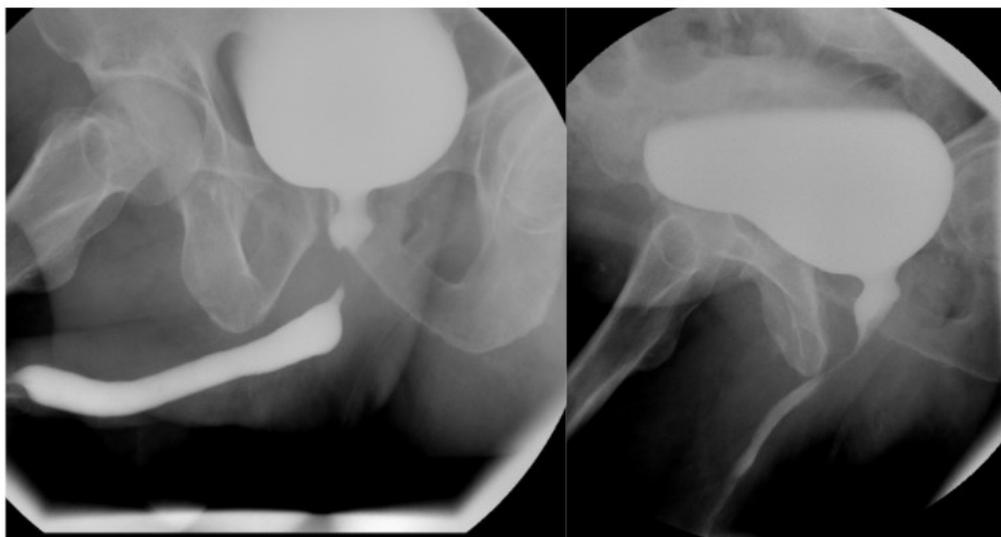


Figura 8. Izquierda: uretrografía retrógrada en fase ya de llenado vesical significativo.

Derecha: Comienzo de la cistografía miccional seriada.

La combinación de una UGR con una cistouretrografía miccional seriada, que se llama uretrocistografía retrógrada en la mayoría de centros, incluido el nuestro (Hospital Universitario Virgen de la Arrixaca), suele lograr una visualización adecuada de la uretra proximal a la estenosis, así como una evaluación más precisa de la longitud de la estenosis en estenosis severas y en lesiones de uretra posterior por fractura pélvica asociada [88,89].

En uretrografía retrógrada, el posicionamiento del paciente es muy importante, y debe colocarse en la posición oblicua posterior derecha a unos 35-45 grados.

Si se identifica una estenosis, la posición del paciente debe ajustarse, según sea necesario, para intentar evidenciar toda la longitud de la estenosis. La oblicuidad subóptima puede subestimar la longitud de la estenosis. Las imágenes de exploración pueden ayudar a asegurar la posición adecuada del paciente antes de la inyección de contraste e identificar calcificaciones y otras estructuras de alta densidad que pueden confundirse con el material de contraste posteriormente [6].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

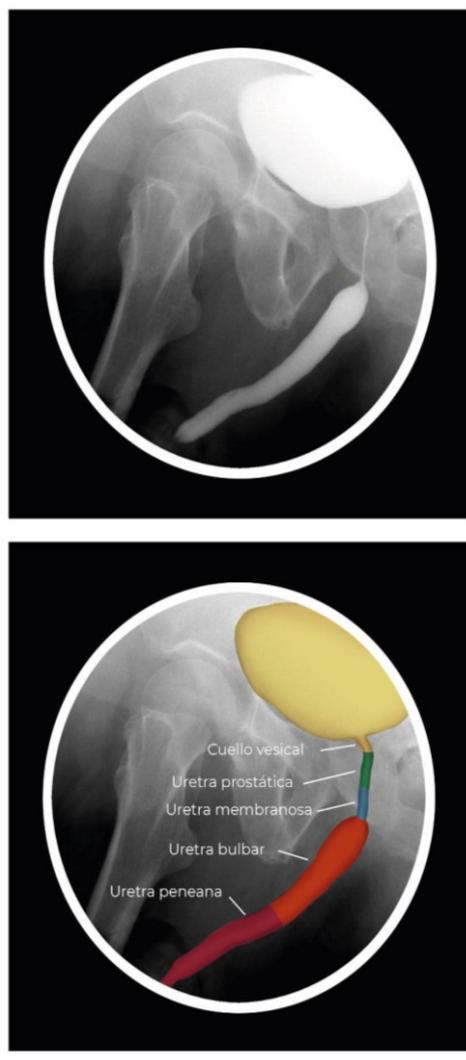


Figura 9. Partes de la uretra masculina en uretrografía retrógrada. Elaboración propia.

El volumen aproximado de la uretra anterior es de 20-30cc. Este volumen debe servir como guía para asegurar una correcta distensión luminal uretral. Una distensión no adecuada de la luz puede provocar una consecuente infraestimación de la longitud estenótica presente [86].

El espasmo del esfínter uretral externo impide en primera instancia el llenado de las uretra bulbar, membranosa y prostática; esto se puede solventar mediante la infusión lenta y suave del contraste intraluminal uretral.

La repleción de los conductos de Cowper durante la realización del procedimiento no debe interpretarse como extravasación del contraste.

El siringocele o dilatación quística de los conductos de las glándulas de Cowper es una lesión de origen desconocido, aunque probablemente sea congénita, ya que se encuentra comúnmente

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

en pacientes jóvenes. Según la clasificación de Maizels et al. se pueden reconocer hasta cuatro tipos radiológicos [90,91].



Figura 10. Llenado en uretra posterior de estructura compatible con siringocele en paciente con sospecha de este.

Los conductos prostáticos y las glándulas de Littre también pueden opacificarse, sin que ello implique patología (suele ser debido a un mecanismo de hiperpresión); no obstante, tampoco puede descartarse por completo la existencia de enfermedad uretral inflamatoria y/o estenosis mediante estos hallazgos aislados.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN



Figura 11. Uretrografía retrógrada. Estenosis arrosariada severa de uretra peniana proximal y toda la uretra bulbar. Dilatación preestenótica de uretra posterior durante la micción, con intravasación de contraste en glándula prostática (por presión). Vejiga de esfuerzo, con pequeños divertículos parietales.

También por mecanismos de hiperpresión que alteren de forma transitoria la permeabilidad de la mucosa uretral puede producirse intravasación de contraste a venas de drenaje y/o cuerpos cavernosos, con opacificación de éstos [2,92].

La uretrografía retrógrada (RUG) se ha utilizado ampliamente como la técnica de imagen de elección para evaluar la presencia de estenosis, su ubicación, su longitud y cualquier anomalía asociada detectable, como falsas vías o divertículos [93].

En la uretrocistografía retrógrada hay que tener en cuenta que la longitud de la estenosis puede ser sobrestimada de forma significativa si el cuello vesical no se relaja lo suficiente (hecho para tener en cuenta en pacientes que tienen una capacidad vesical disminuida después de una derivación urinaria suprapúbica prolongada, ya que estos pacientes no presentan buena

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

tolerancia a un volumen de llenado vesical suficiente como para provocar una apertura voluntaria del cuello vesical [89].

Es importante recordar que puede que la uretra prostática no se visualice de forma óptima, lo que no indica que exista forzosamente una obstrucción del cuello vesical o una estenosis que abarque uretra prostática y cuello de la vejiga [89,94].

También puede ocurrir una infraestimación del grado de estenosis en la uretrocistografía retrógrada si el paciente no está en una posición oblicua adecuada, así como también puede ocurrir que como resultado de un urinoma que se superponga a la uretra, o que sea continuo con la uretra prostática, puede provocar una longitud de la estenosis menor de la que realmente existe [95].

Por otra parte, la cistouretrografía miccional es un método muy utilizado para la evaluación de la uretra posterior [2].

Esta técnica se realiza después de que se consiga un llenado vesical con contraste intracavitario aceptable, que se consigue normalmente mediante el empleo del catéter transuretral o mediante el uso de un catéter suprapúbico, según el paciente.

De forma alternativa, también se puede realizar después de una pielografía intravenosa, cuando el material de contraste haya llegado a la vejiga, y ésta se encuentre lo suficientemente replecionada [9].

La pelvis debe estar en una posición inclinada y oblicua sin superponer la uretra sobre el fémur.

Tras el llenado vesical óptimo, se retira el catéter de la uretra y se pide al paciente que comience la micción bajo observación fluoroscópica, en la que durante la micción se obtienen imágenes puntuales del proceso de micción. Durante la micción activa el cuello de la vejiga se abre de forma significativa y adquiere una forma de embudo, por acción del esfínter interno. El *veru montanum* presentará un alargamiento y la uretra bulbar proximal pierde un poco la forma cónica que se aprecia durante el llenado uretral.

La CUMS presenta como ventaja el mostrar segmentos uretrales proximales distendidos o conductos de Cowper dilatados, lo que significa una micción crónica de alta presión relacionada con una estenosis distal significativa [96].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En general, la combinación de UGR y CUMS tiene un efecto sinérgico en la detección de la mayoría de las estenosis uretrales.

En el diagnóstico de estenosis uretrales, hay una sensibilidad del 91% y una especificidad del 72%, con un valor predictivo positivo (VPP) del 89% y un valor predictivo negativo (VPN) del 76% [83].

Sin embargo, publicaciones recientes evidencian que la uretrografía retrógrada infraestima la longitud de las estenosis en muchas ocasiones [97].

Las limitaciones de la UGR incluyen la dificultad para evaluar las estenosis muy distales y evaluar la extensión proximal de las estenosis que son demasiado estrechas para permitir el paso de un contraste adecuado.

Además, hay que tener en cuenta que la UGR presenta una imagen bidimensional, pues carece de visión en los tres planos, por lo que la estenosis se valora en dos planos y los resultados del estudio pueden verse afectados por el grado de extensión peneana, el grado de rotación de la pelvis, y el hábito corporal del paciente (esténico, hipoesténico, hiperesténico o asténico) [98].

Las variaciones en la posición del paciente y la tracción del pene durante la obtención de imágenes pueden alterar en gran medida el aspecto radiográfico de la uretra y las áreas estenóticas [99].

La longitud de la estenosis en la uretra bulbar a menudo da una longitud menor de la que realmente existe [100–102].

Pueden ser necesarias varias tomas, incluidas proyecciones oblicuas bilaterales [103], lo que incrementa la radiación recibida por el paciente, y además no se puede obtener información sobre la espongiofibrosis [104]; también es posible que no se pueda obtener un estudio CUMS adecuado en el caso de estenosis postraumáticas [105].

Además, puede no ser útil en la evaluación de las estenosis en la uretra bulbar que presentan extensión hacia la uretra membranosa. La llamada "dilatación paradójica" puede ocurrir como resultado de una estenosis densa, que provoca presiones elevadas suficientes para lograr dilatar

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

el tejido cicatricial más proximal y blando. Por tanto, si sólo se repara la estenosis visualizada, puede que la zona más proximal y que presenta un tejido cicatricial menos duro presente con el tiempo un endurecimiento con contracción asociada, que con el tiempo provocará una obstrucción, y con ello, tendremos una estenosis recurrente) [9], [106].

Respecto a esta técnica hay varios inconvenientes a comentar: variaciones en la posición del paciente o en la tracción del pene durante la adquisición del estudio pueden alterar de forma significativa el diagnóstico de lesiones uretrales; no se obtienen información del tejido periuretral, hay exposición de radiación de las gónadas, y además puede que algunos pacientes necesiten múltiples exposiciones y múltiples planos de imagen [107].

Los riesgos del procedimiento, aunque muy poco frecuentes, incluyen infección, malestar, reacción de contraste por intravasación del medio de contraste, además del riesgo de exposición a la radiación [97].

Además de todo lo descrito, conviene tener en cuenta la radiación ionizante que puede recibir tanto el paciente como la persona que asiste la técnica; esto adquiere aún más importancia en el caso de pacientes que requieren más de una valoración, pues al final la radiación ionizante recibida puede ser significativa (especialmente para las gónadas, que son particularmente vulnerables), y lo será más cuanto más joven sea la persona que se empieza a someter a estos estudios [108].

Para alcanzar una distensión adecuada de la uretra anterior (segmentos peneano y bulbar) hasta el esfínter externo, que ejerce de tope anatómico proximal, es necesario establecer un tope distal que evite una fuga del contraste a través del meato uretral.

8.1.1 TÉCNICA CONVENCIONAL

Para la realización de la uretrografía retrógrada, se dispone de varias técnicas:

McCallum, Colapinto et al. (1976), propusieron el uso de un catéter de Foley para llevar a cabo las UGR [109]; los pasos del procedimiento habitual se describen a continuación:

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Se debe explicar al paciente el procedimiento y asegurar su comprensión y aceptación. Tras ello, se limpia el pene y el área del glande con povidona yodada. El paciente es colocado en posición de decúbito supino oblicuo, con una angulación de unos 45 grados. Se emplea un catéter que puede tener un calibre desde 8 Fr a 14 Fr, y, previa maniobra de purga del catéter para eliminar burbujas de aire y comprobar que no tiene defectos, así como comprobación de que el balón se infla correctamente, es introducido el catéter por la uretra hasta una distancia de unos 2 cm; una vez en esta profundidad del trayecto uretral (donde corresponde la localización de la fosa navicular), se procede a la repleción del balón con suero fisiológico en una cantidad de 1 a 1,5 ml (se debe evitar una distensión máxima del balón, ya que se podría provocar un daño a la mucosa uretral). Con esto último se logra que el balón (o globo) quede anclado, fijándose el catéter (al ser más estrecha la región del meato); una vez que el catéter está correctamente fijado y estable, con una jeringa acoplable al catéter se introducen en la uretra de 20 a 30 ml de material de contraste (normalmente contraste yodado) bajo guía fluoroscópica, que al estar el catéter estable se supone que no habrá extravasaciones del contraste ni otras incidencias técnicas. Por tanto, para la infusión del contraste se precisa un operador que introduzca el contraste a través del catéter, lo que conlleva irradiación tanto para el paciente como para el operador (aunque se usan dispositivos plomados).

Especialmente durante el proceso de llenado del globo en la fosa navicular, el paciente puede experimentar bastante dolor e incomodidad; además, no se suele aplicar anestésico local ni lubricación, ya que podrían provocar inestabilidad en la fijación del globo en la fosa navicular, por lo que no se puede mitigar el paciente que siente el paciente durante esta etapa del proceso. Además, a la hora de retirar la sonda, se pueden producir laceraciones y hemorragias mucosas, lo que incrementa el dolor y el disconfort del paciente.

Hay que tener en cuenta que en caso de alteraciones uretro-meatales, tales como la existencia de un meato ancho, un proceso previo de meatotomía o la existencia de hipospadias, el procedimiento se vuelve muy difícil de realizar ya que no se conseguirá una buena fijación del balón en la fosa navicular. Para este tipo de casos, Houghton-Allen describió en 1997 una técnica para poder realizar uretrografía empleando sondas finas (de calibre 5 Fr) y catéter de Foley de 20 Fr fijado a la corona del glande [110].

Sala-Barangé et al. (1999) idearon la técnica de Barcelona, en la cual se usa una cánula con sistema de vacío (ideada para histerosalpingografía en origen) en aquellos casos con presencia

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

de estenosis uretromeatal en aquellos casos en los que sea necesario realizar una uretrografía retrógrada [111].

8.1.2 AUTOURETROGRAFÍA

En 1991 Kirshy et al. [112] idearon la autouretrografía, con la idea de que si el paciente realiza por sí mismo el procedimiento (siempre y cuando sea capaz de ello) se conseguirá un ambiente menos tenso que propicie en el paciente una menor contracción del esfínter uretral externo. De esa forma, se consigue que no se extravase el contraste por una hiperpresión en la uretra anterior que pueda condicionar una expulsión del balón del catéter de Foley, y con él se finalice de forma infructuosa el procedimiento. Además, el operador, de esta forma, no se encuentra expuesto a las radiaciones ionizantes.

8.1.3 DISPOSITIVOS TIPO CLAMP

KNUTSON

Es un dispositivo de acero inoxidable creado en 1929 que cuenta con una punta de goma, tiene forma cónica y se coloca en el orificio uretral externo. Tras insertar la punta del cono de goma en la uretra, se tiene que fijar el dispositivo externamente, pues no dispone de elementos de fijación. Después de fijarlo, los pasos son los mismos que para el protocolo clásico que emplea catéter de Foley con balón [113].

BRODNY

Este dispositivo creado en 1941 tiene un extremo circular metálico que asegura el glande del pene fijándose en él, y un cono de goma para cateterizar el meato uretral. Después de fijarlo, los pasos son los mismos que para el protocolo clásico que emplea catéter de Foley con balón [114].

No obstante, algunos autores señalan que la morfología y aspecto del dispositivo resultaban incómodos para los pacientes. Actualmente, prácticamente no se utiliza [96].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

B-RING

El Berná-Ring (B-Ring) es un dispositivo para poder realizar el método clamp en procedimientos diagnósticos uretrales de forma retrógrada en el varón, que surgió en 2003, y que más tarde se perfeccionó; se basa en la compresión externa como método para evitar la extravasación de contraste (no tiene balón inflable), y actualmente consta de las siguientes partes o componentes:

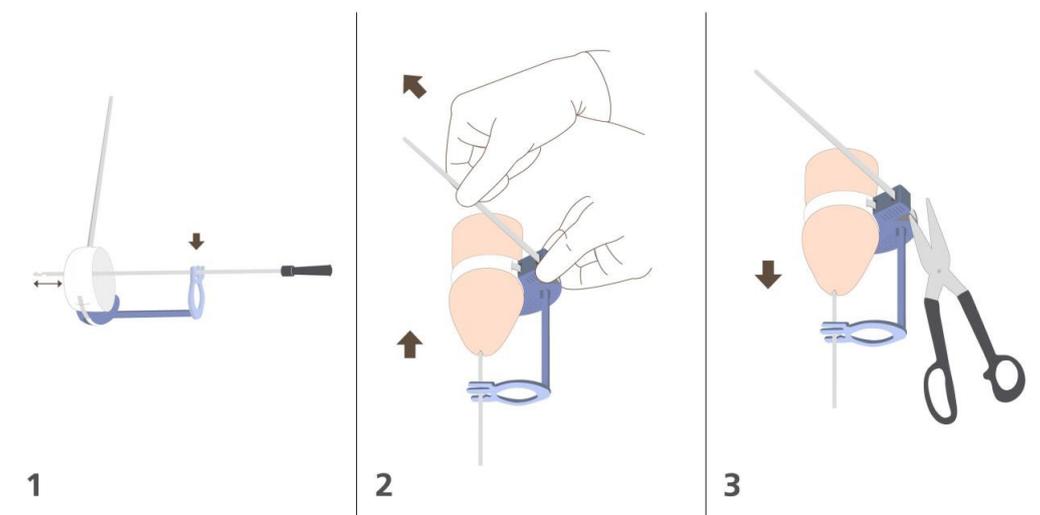


Figura 12. Dispositivo B-Ring, que consta de un primer paso de colocación, un segundo de compresión externa, y un último paso que consiste en retirar el dispositivo.

Se utiliza junto con una sonda uretral (prelubricada) y se emplea la infusión con goteo para introducir el material por efecto gravitatorio (suele ser contraste yodado o suero salino fisiológico).

La repleción vesical retrógrada para realizar la cistografía miccional seriada (CUMS) se logra en un tiempo aproximado de 5-15 minutos.

B-Ring presenta en su diseño 3 elementos principales:

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Pinza para poder sujetar la sonda, con dos forámenes para poder fijar sondas de calibre normal en su parte craneal (10Fr) o fino (6Fr) en su parte caudal.

Anillo acolchado que reduce su calibre (compresión externa) al traccionar de la correa (y así se evita que se extravase el contraste), y que por la forma en que está diseñado evita laceraciones cutáneas y otras molestias asociadas con la presión externa sobre la piel.

Base rígida con escotadura con morfología en V para poder cortar con unas tijeras la correa y detener de forma inmediata y fácil la compresión externa una vez finalizado el procedimiento. A la sonda se acopla un conector, el cual está conectado mediante una alargadera a un frasco con suero salino fisiológico estéril, que se coloca a cierta altura para, una vez se abra la llave de paso, conseguir la infusión del suero en el interior de la uretra.

8.2 URETROSONOGRAFÍA

Con objeto de superar las limitaciones descritas para la cistouretrografía retrógrada, McAninch et al. popularizaron el uso de la sonouretrografía para el estudio de la uretra masculina [115].

La sonouretrografía o uretrosonografía retrógrada (USR) se realiza empleando un transductor lineal de alta frecuencia, que se coloca directamente, previa aplicación de gel ultrasónico, en la región ventral del pene, escroto y periné. La solución salina de suero fisiológico se instila lentamente y de forma constante a través de una jeringa que se inserta en el extremo proximal de un catéter cuyo extremo distal se sitúa en el meato uretral; conforme avanza el suero fisiológico, se irá apreciando la uretra peneana y de ahí hacia proximalmente se apreciará el área bulbar [9].

Con distensión tanto proximal como distal, la longitud de la estenosis se delimita con precisión incluso cuando hay una rotura completa o fibrosis severa de la luz uretral.

Realizando la prueba de la forma descrita, muchos investigadores han confirmado la precisión de la sonouretrografía [100,116,117].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En ecografía, la pared uretral es delgada, lisa y elástica, que comprime fácilmente durante la instilación retrógrada de suero fisiológico; sin embargo, la espongiofibrosis se manifiesta como un área engrosada e irregular, hipoecogénica-isoecogénica, que puede invadir la luz uretral.

La uretra sana se presenta como un área uniforme, libre de eco, rodeada por el cuerpo esponjoso, con un diámetro entre 8 y 10 mm. Debido al riesgo de generar artefactos (burbujas de aire) durante la instalación y la extensión débil de la uretra, no se recomienda el uso de gel, sino más bien de suero salino [53].

Hay dos técnicas para administrar líquido a la uretra.

En la más utilizada, se inyectan 20-100 ml de líquido, principalmente solución de cloruro sódico (NaCl) al 0,9%, con una jeringa a través del catéter [115].

En el segundo, se coloca un vial de líquido hasta 200 cm de altura por encima del paciente, para obtener la presión de líquido adecuada y, por lo tanto, la distensión uretral adecuada para visualizar la luz y poder diagnosticar patología que afecte al diámetro uretral [118].

Los pacientes con una uretra cerrada representan un verdadero desafío técnico. En los pacientes que presentan esta condición, la preparación es dividida en dos tramos; en el primero, a través del catéter suprapúbico se llena la vejiga con aproximadamente 300-400 ml, o hasta que el paciente refiera una fuerte sensación de distensión vesical con deseo miccional. El segundo tramo consiste en la colocación en la parte distal de la uretra penéana de un catéter de Foley; tras el llenado de la uretra distal, el paciente tendrá que presionarse sobre la región vesical, y con esta maniobra se suele lograr la apertura del cuello vesical y el líquido intraluminal alcanzará la porción uretral proximal al área de estenosis [53].

Hay clasificaciones que evalúan el grado de daño por estenosis uretral. La primera es la escala propuesta por McAninch et al. [115], en el que se clasifican las estenosis en leves (menos de un tercio de oclusión del lumen uretral), moderadas (entre un tercio y la mitad de oclusión del lumen uretral), y severas (más de la mitad de oclusión del lumen uretral). Calcula el grado de estrechamiento de la luz uretral en su punto más estrecho.

Babnik et al. (2004), establecieron medidas de las estenosis en la uretrosonografía, de forma que según la longitud se clasificaban en leves, moderadas y graves (<1 cm, 1-2,5 cm y > 2,5

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

cm, respectivamente) y, según la reducción del calibre de la luz uretral también se clasificaban en leves, moderadas y severas (<30%, 31-60%, > 61%, respectivamente), calculado comparando el calibre del punto máximo de estenosis con el calibre normal de la luz uretral fuera del segmento estenótico [119]. Figura 13.

Choudhary et al. (2004) clasificó la espongiofibrosis visualizada en uretrosonografía como leve (menos de un tercio del grosor del cuerpo esponjoso), moderada (entre un tercio y medio) y grave (más de la mitad) [120].

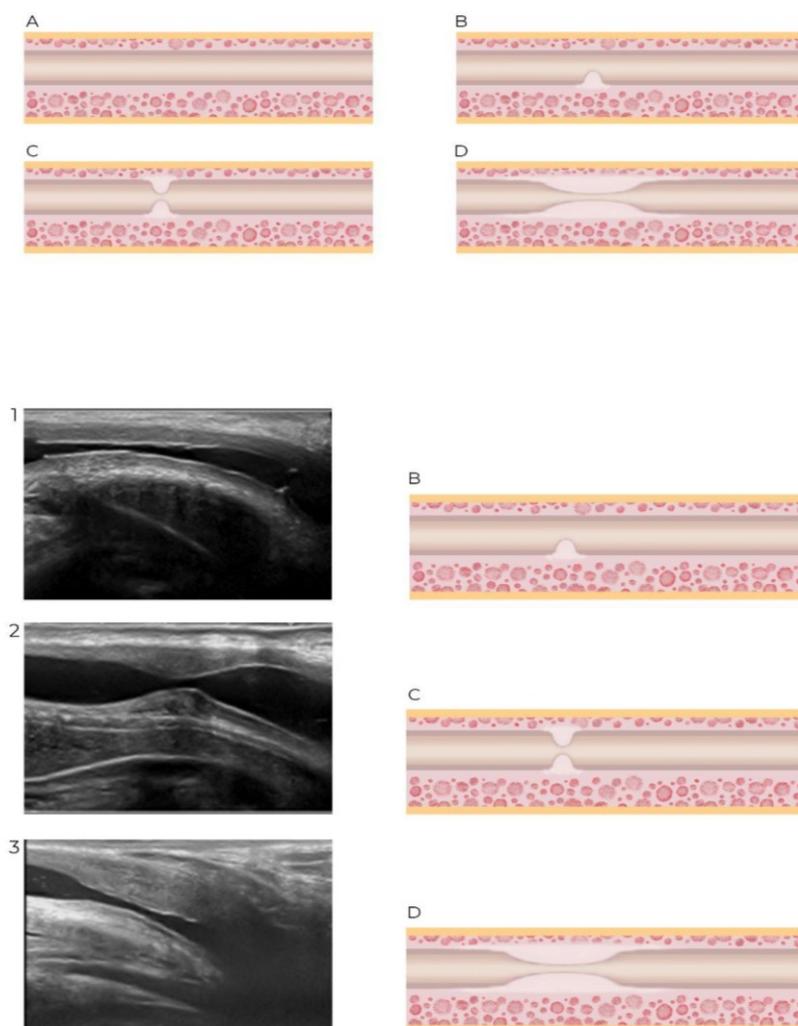


Figura 13. A representa la luz uretral normal a través del cuerpo esponjoso; B representa una estenosis leve, correlacionada con la imagen ecográfica nº1; C representa una estenosis severa corta, correlacionada con la imagen ecográfica nº2; D representa una estenosis severa larga, correlacionada con la imagen ecográfica nº3. Elaboración propia.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Chiou et al. establecieron otra clasificación en función del número y longitud de la estenosis, así como de la cantidad de tejido esponjoso afectado [121]:

I: estenosis corta con leve afectación del tejido esponjoso.

II: estenosis corta con moderada afectación del tejido esponjoso.

III: estenosis corta con severa afectación del tejido esponjoso.

IV: estenosis larga o múltiple con afectación moderada del tejido esponjoso.

V: estenosis larga o múltiple con afectación severa del tejido esponjoso.

La UGR infraestima en muchas ocasiones la longitud de las estenosis bulbares cuando se compara con los hallazgos intraoperatorios; sin embargo, la uretrosonografía muestra una buena correlación de su medida de la longitud con la de los hallazgos quirúrgicos [100,102,115,122–124].

Así pues, queda claro que la USR es más precisa en la evaluación de la longitud de la estenosis de la uretra bulbar que la UGR [115,120].

También es superior a la UGR en la detección de espongiofibrosis [125,126].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

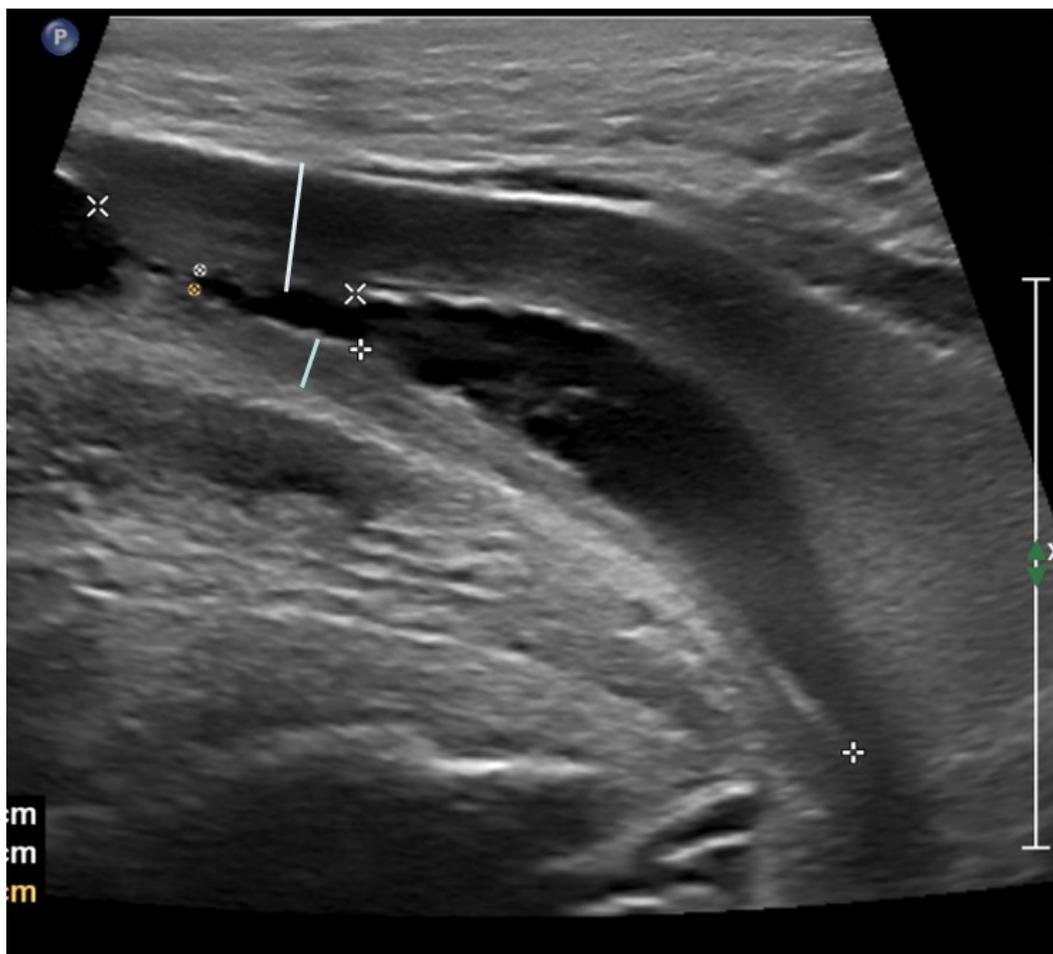


Figura 14. Medición del espesor de espongiofibrosis en uretrosonografía. Estenosis en uretra penobulbar en segmento de 1,6 cm de longitud, y 0,4 cm proximal se observa estenosis severa arrosariada en uretra bulbar, 4,2 cm distal al esfínter externo, en un segmento de 3 cm de longitud, con extremo distal de 1 cm, donde la luz sólo se distiende 0,1 cm, con espongiofibrosis circundante de 0,5 cm de espesor.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN



Figura 15. Uretrosonografía con reconstrucción panorámica. Estenosis localizada en uretra bulbar, 3-4 cm distales al esfínter externo. El segmento con espongiofibrosis mide 1,6 cm de longitud, observando foco de 0,6 cm con estenosis severa (reducción de luz a 0,1 cm de diámetro transverso).

Es una técnica con alta disponibilidad, sencilla y rentable; el problema es que la valoración de los hallazgos puede ser subjetiva y depende de la pericia del explorador. Una presión excesiva sobre la uretra con la sonda puede diagnosticar una estenosis uretral inexistente. Al tener un pequeño campo de visión, la evaluación de estenosis múltiples o largas es algo limitado con esta técnica [97].

La USR permite una evaluación tridimensional de las estenosis de la uretra anterior de forma óptima, ya que permite conocer dónde se encuentra la estenosis, su longitud, si asocia o no espongiofibrosis, y en qué grado [127].

Berná JD, Balmaceda T et al. (2018) compararon los hallazgos de la USR con los de la UGR en un estudio de 113 pacientes, y se concluyó que la USR era más precisa para diagnosticar estenosis en comparación con la UGR [118]. Ravikumar et al. (2014) también llegaron a la misma conclusión [128]. Kalabhavi S, et al. (2018) concluyeron que la USR estimaba con mayor precisión la longitud de la estenosis (correlación del 94% con los hallazgos intraoperatorios) que la UGR (correlación del 59% con los hallazgos intraoperatorios) ($p < 0,001$, estadísticamente significativa), además de correlacionarse la USR mejor con los hallazgos intraoperatorios que la UGR [129].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Krukowski, J., et al. (2018) evidenció hallazgos similares con USR y objetivó que la correlación de la longitud de la estenosis más aproximada respecto con la medida de los hallazgos intraoperatorios fue en el caso de las estenosis peneanas [97]. Buckley et al. (2012) detectaron que los hallazgos de la USR cambiaron el abordaje reconstructivo planificado, basados en los hallazgos de la UGR, en el 19% de los pacientes varones sometidos a cirugía de reconstrucción de uretra anterior. También se ha observado que los hallazgos del sonouretrograma intraoperatorio cambian el abordaje reconstructivo planificado (basado en el uretrograma retrógrado preoperatorio) en el 19% de los hombres sometidos a reconstrucción uretral anterior [130].

Hay estudios que sugieren que herramientas ecográficas como la elastografía puede brindar una evaluación tanto cuantitativa como cualitativa de la espongiopfibrosis asociada [131,132].

La reconstrucción tridimensional de imágenes procedentes de estudios ecográficos está en fase de investigación [133].

Como desventajas se incluye un campo de visión limitado, una menor sensibilidad para la detección de las estenosis en la uretra bulbar, que es una técnica marcadamente operador-dependiente, y que según algunos autores necesita una distensión uretral que puede requerir anestesia intrauretral [127]; además, requiere una formación especializada, y tiene una curva de aprendizaje larga. Proporciona información subóptima de la uretra posterior, del eje uretral y de la existencia de posibles sinus o fístulas periuretrales [134].

8.3 URETRO-TOMOGRAFÍA COMPUTARIZADA

La uretrografía por tomografía computarizada (UTC) es una técnica que hasta hace pocos años no ha sido casi utilizada en casos de estenosis uretral, limitándose su uso a algunos casos de lesiones uretrales traumáticas y fístulas periuretrales [135–137].

La UTC hasta hace poco tiempo ha tenido un papel residual en el diagnóstico por imagen de la patología uretral, soliendo estar limitada su utilidad teórica para evaluar colecciones, hematomas periuretrales, cuerpos extraños intrauretrales, y, tal como se empezó a emplear en 1992, para valorar las roturas uretrales postraumáticas detectadas en UGR [138].

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El primer uso de la TC para la enfermedad uretral fue en 2003 por El-Kassaby et al., con objeto de evaluar los defectos traumáticos de la uretra posterior [136]; la conclusión fue que la UTC era más informativa en varios aspectos: la ubicación y la longitud del defecto de distracción uretral posterior, la dirección de alineación o desalineación, la anatomía ósea (fragmentos óseos, callos de fractura) y la presencia de patología urinaria adicional (fístulas, falsas vías, divertículos, etc) [136]. Estas ventajas de la UTC se han observado también en estudios posteriores [137,139–144].

El empleo de uretro-TCMD (tomografía computerizada multidetector) es una opción muy interesante por los siguientes motivos:

Herramienta diagnóstica muy importante en casos de estenosis uretrales complejas, sospecha de divertículos uretrales, daños uretrales de etiología traumática, o sospecha de fístulas uretrales a recto, sigma o vejiga, entre otras entidades; otorga información sobre los tejidos periuretrales; se puede usar en caso de pacientes que presenten implantes o partes metálicas. Es una técnica multiplanar con posibilidad de reconstrucciones en 3D, para un diagnóstico preciso y una óptima planificación de tratamiento.

Con la aparición de los equipos de TC de 640 coronas se puede estudiar también, además de la morfología uretral en todos sus segmentos, el registro de flujo de orina a su través, mediante un barrido de cortes espaciados en el tiempo de muy poca duración [140,145].

Hasta el año 2010, la TC se usaba principalmente para evaluar los acúmulos de líquido periuretral de origen inflamatorio, evaluación de tumores o evaluación del componente aéreo de traumatismos o infecciones.

Sin embargo, los avances en los TC multidetectores, con capacidad para reformateo de imagen en 3 dimensiones, ha propiciado un mayor interés en el uso de la UTC para la valoración tanto de la uretra como de los tejidos adyacentes a la misma, ya que se pueden obtener imágenes 3D de la uretra a lo largo de su longitud [135,146].

También está en estudio la uretroscopia virtual por TC (UVTC), y para ello utilizaron un software específico de navegación “fly-through” para crear imágenes intraluminales uretrales interactivas en 3D [139].

Sin embargo, todavía no es una técnica ampliamente utilizada en la práctica clínica, ya que con la técnica clásica se precisa un operador dentro de sala, lo que eleva la radiación recibida por

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

el operador respecto a realizar una uretrocistografía retrógrada con la técnica convencional [140].

En cuanto a las desventajas del UTC está la radiación ionizante (aunque con los protocolos de empleo de baja dosis se puede minimizar mucho) y su relativa dificultad de realización con técnicas convencionales.

8.4 URETRO-RESONANCIA MAGNÉTICA (URM)

La URM proporciona un excelente contraste tisular y una buena resolución espacial, con una buena caracterización tanto de la uretra como de las estructuras periuretrales, por lo que permite un estudio completo en caso de estenosis uretrales (localización, número, longitud, grado de espongiofibrosis, hallazgos incidentales), sin exposición a radiaciones ionizantes.

El uso de URM en el diagnóstico de estenosis uretrales en el varón fue utilizado por primera vez en 1992 en una pequeña serie de pacientes con lesiones traumáticas secundarias a aplastamientos pélvicos [135,146].

Es especialmente útil en el caso de estenosis uretrales secundarias a fracturas pélvicas, así como para dar información sobre el desplazamiento del ápex prostático [95,147]. No obstante, además del daño uretral por fractura pélvica, también se ha utilizado para valorar estenosis de uretra posterior y estenosis de uretra anterior.

En la literatura, no existe un protocolo consolidado para realizar URM. Se realizan secuencias potenciadas en T1 y T2 de forma habitual, siendo estas últimas, especialmente si son de alta resolución, las más importantes [87].

Las secuencias axiales y coronales resultan muy útiles en la evaluación de la uretra posterior, mientras que las secuencias en plano sagital son óptimas para la evaluación de la uretra anterior [148].

Las imágenes FSE ponderadas en T1 y las imágenes ponderadas en T2 con supresión grasa son útiles para representar hematomas / trombosis corporales, e inflamación, respectivamente.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Los estudios dinámicos con contraste con eco de gradiente 3D T1 pueden ser útiles para la evaluación de los vasos cavernosos y el realce de los cuerpos cavernosos y el cuerpo esponjoso, pero no se ha demostrado que sean útiles para la estadificación tumoral [149,150].

En URM, las estructuras uretrales y periuretrales de la región pélvica masculina se visualizan de la siguiente forma:

En secuencias T1, la uretra es isointensa respecto al músculo.

En secuencias T2, la uretra anterior se ve como una estructura hipointensa (en estudio sin repleción intraluminal); cuando se distiende con gel o suero salino fisiológico es hiperintensa de forma homogénea).

La uretra prostática está bien representada en secuencias axiales como una estructura en forma de hendidura que es levemente hiperintensa en T2 en comparación con la zona de transición.

La uretra prostática distal tiene una capa muscular adicional, que muestra una señal baja en las imágenes ponderadas en T2.

La uretra membranosa se visualiza en las imágenes sagitales como una estructura tubular hiperintensa en T2 que atraviesa el diafragma urogenital, el cual presenta hiposeñal por las fibras del esfínter externo.

El cuerpo esponjoso y los cuerpos cavernosos se muestran hiperintensos en las secuencias potenciadas en T2 y una señal isointensa en secuencias potenciadas en T1.

El veru montanum es hiperintenso en T2.

La musculatura uretral es hipointensa respecto al cuerpo esponjoso circundante tanto en T1 como T2.

La túnica albugínea, que es la que envuelve a los cuerpos cavernosos y esponjoso, es hipointensa en T1 y T2.

El saco escrotal se visualiza hipointenso tanto en secuencias potenciadas en T1 como en T2.

Los testes de un adulto se visualizan levemente hiperintensos en secuencias T2 e isointensos o hipointensos en secuencias T1.

La túnica albugínea se visualiza hipointensa tanto en secuencias T1 como T2, debido a su naturaleza marcadamente fibrótica.

El epidídimo se visualizará isointenso en secuencias T1 e hipointenso en secuencias T2.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

En secuencias con contraste intravenoso, los cuerpos cavernosos muestran un patrón de captación gradual y centrífugo, mientras que el cuerpo esponjoso presenta una captación de contraste precoz e intensa. Tanto epidídimo como testículos realzan de forma intensa.

La espongiofibrosis se manifiesta tanto en T1 como en T2 como zonas predominantemente hipointensas que se distinguen del cuerpo esponjoso normal [151], el cual tiene otra intensidad de señal, descrita anteriormente.

El uso de contraste intravenoso puede ser útil en caso de tumores extensos que afecten a la uretra y a tejidos periuretrales [68].

La RM ha demostrado ser útil para la planificación quirúrgica, sobre todo para detectar fracturas de pene concomitantes, identificar los defectos de distracción uretral y evaluar el grado de desplazamiento prostático [147,152,153]. También es el examen de elección cuando se requiere una evaluación exhaustiva de lesión en los cuerpos cavernosos, dada la excelente descripción anatómica [152,154].

El tejido fibroso es isointenso en secuencias T1, y marcadamente hipointenso en secuencias T2. Muestra realce en las secuencias postcontraste.

La localización, extensión y longitud de la estenosis, así como el grado y extensión de la espongiofibrosis, se identifican claramente en secuencias T2 cuando la uretra se encuentra dilatada por material intraluminal (en nuestro caso, suero salino fisiológico).

En caso de existir edema circundante al tejido uretral, este edema se manifiesta en secuencias T1 con baja señal de intensidad, y en secuencias T2 mostrará una alta señal de intensidad; con contraste intravenoso, no se verán realces significativos en la zona de edema.

La presencia de tejido cicatricial podría determinar la dificultad de la cirugía en el preoperatorio, y además en el postoperatorio podría ser causa de recurrencia de la estenosis [155].

En los estudios en los que se administra contraste intravenoso de gadolinio, la concentración empleada suele ser de 0,1 mmol/kg a un ritmo de 2 ml/s, con un retardo de dos minutos después de que la secuencia (normalmente una secuencia T1WI con supresión grasa) comience.

Como desventajas de la URM mencionar que suele tener poca disponibilidad, es cara, con un tiempo de estudio mayor a otras técnicas; la claustrofobia es un problema que puede llegar a no permitir realización del procedimiento, y hay que tener en cuenta que está totalmente

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

contraindicada en pacientes con implantes cocleares o con marcapasos cardíacos no compatibles con la resonancia magnética [134].

Otra limitación que puede haber impedido su expansión es el hecho de que, al igual que ocurre con el TC, la técnica convencional con el catéter no es sencilla, ni cómoda para el paciente, y se precisa que el operador esté dentro de la sala.

8.5 COLANGIO-RM

En 1991 fue Wallner et al. el que describió por primera vez la colangiopancreatografía por resonancia magnética (CPRM; o sus siglas en inglés, MRCP), una secuencia rápida muy potenciada en T2 [156]. Desde entonces, y gracias a mejoras sustanciales en la resolución espacial y en la velocidad de adquisición, ahora es una técnica de RM reconocida y ampliamente utilizada para estudiar la patología de la vía biliar, siendo muchas veces una alternativa de carácter no invasivo a la colangiopancreatografía retrógrada endoscópica (CPRE).

Los fluidos con poca capacidad de movimiento rápido que discurren en los ductos biliares y pancreáticos se muestran muy hiperintensos en T2 y destacan respecto a los tejidos circundantes de forma marcada (sin necesidad de contraste intravenoso); es por esto por lo que dicha técnica ha tenido tanto éxito [157].

9. TRATAMIENTO DE LAS ESTENOSIS URETRALES

Las opciones de tratamiento para las estenosis uretrales son la uretrotomía interna, la colocación de stent, las dilataciones y la uretroplastia (aunque existen más técnicas específicas de reconstrucción) y en ciertos casos, la derivación urinaria.

Seleccionar la técnica más idónea tras individualizar cada caso implica el tener una determinada información prequirúrgica que será determinante en los resultados y éxito del procedimiento realizado.

Entre dicha información encontramos la causa de la estenosis, la longitud que presenta, la presencia y extensión de fibrosis periuretral, así como también la presencia de una auténtica estenosis uretral (y no un defecto de distracción uretral postraumático), así como también es importante determinar si la uretra anterior es normal o no.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

Una importante causa del fracaso del procedimiento quirúrgico en la estenosis de uretra es la eliminación inadecuada del tejido cicatricial circundante a la uretra. [158]. La escisión, la anastomosis término-terminal y el injerto de mucosa bucal pueden ser la mejor opción si el tejido cicatricial alrededor de la uretra es grueso y de longitud significativa [159].

Una estenosis uretral inferior a 2,5cm de longitud generalmente es tratable con una uretroplastia anastomótica primaria [103,160], mientras que un tratamiento endoscópico puede ser útil en el caso de estenosis finas tipo septo (0,5 a 1cm de longitud) [161].

Las técnicas complejas que incluyen prótesis o injertos/colgajos se reservan normalmente para pacientes con una estenosis uretral de longitud superior a 2,5 cm [162].

Para reducir tasas de recurrencia, las estenosis de segmento largo y las estenosis que asocian importante espongiofibrosis, divertículos o sinus periuretral son tratadas con cirugía reconstructivas abiertas, mientras que las estenosis aisladas de segmento corto normalmente presentan una buena respuesta a las dilataciones uretrales simples o la uretrotomía interna endoscópica.

En síntesis, el tratamiento de la estenosis uretral se divide en:

- 1) Procedimientos endoscópicos mínimamente invasivos (dilataciones, uretrotomías internas, etc).
- 2) Reconstrucción quirúrgica de la uretra (uretroplastia).
- 3) Derivación urinaria.

La derivación urinaria generalmente se reserva para pacientes que no quieren intervención quirúrgica, para aquellos en los que la intervención quirúrgica no ha resuelto la estenosis, o para aquellos pacientes en los que por el motivo que fuere no sea posible realizar el procedimiento quirúrgico. En estos casos, se puede realizar una uretrotomía perineal, la colocación de un catéter suprapúbico o una derivación urinaria supravesical.

Por tanto, debido a la compleja y variedad de tipos de tratamiento uretral (mencionados de forma muy sucinta en este apartado), se entiende por qué es tan importante disponer de la mayor cantidad de información posible antes de que el paciente pase por el quirófano.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

10. ALGORITMO DIAGNÓSTICO DE LAS ESTENOSIS URETRALES EN EL VARÓN SEGÚN LAS GUÍAS EUROPEAS

Actualmente las Guías de estenosis uretral europeas proponen el siguiente algoritmo diagnóstico en el caso de sospecha de patología de estenosis uretral en el varón:

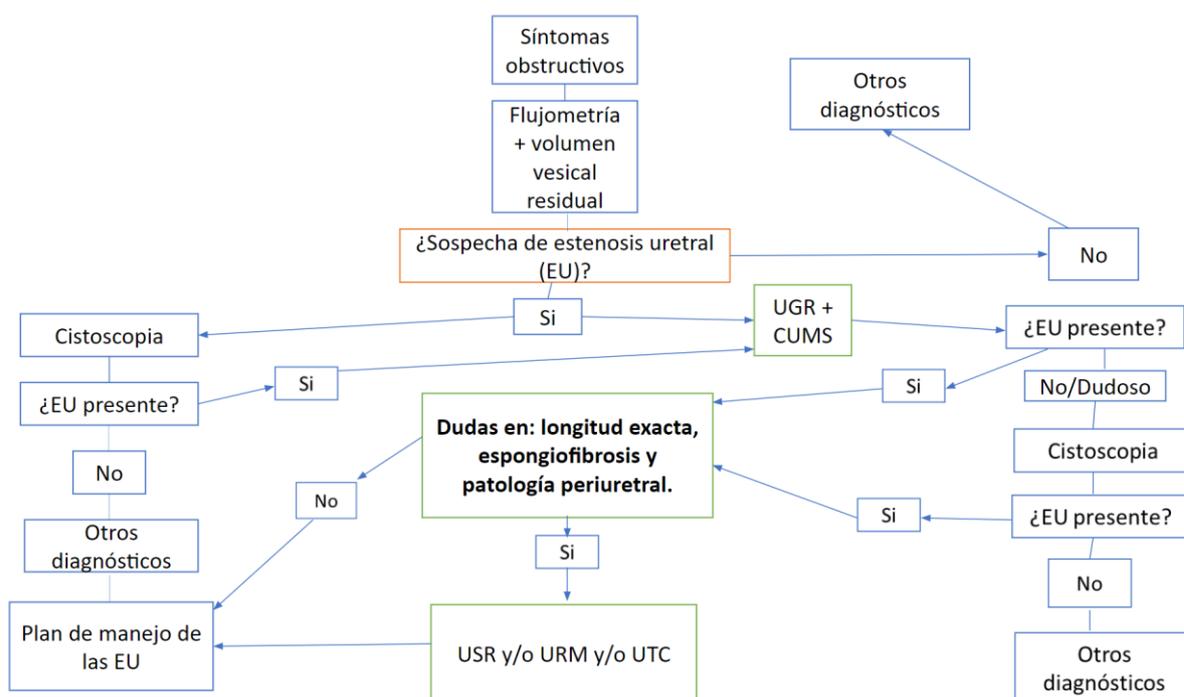


Figura 16. Algoritmo diagnóstico en el caso de sospecha de patología de estenosis uretral en el varón, según las guías europeas de estenosis uretral, The European Association of Urology (EAU).

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DE HIPOTÉSIS

PLANTEAMIENTO DE HIPÓTESIS

El manejo quirúrgico de las estenosis es difícil, ya que deben tenerse en cuenta múltiples factores [163]. La ubicación, el grado, la longitud y la etiología de la estenosis uretral se consideran factores importantes de cara a elegir el mejor tratamiento [50,164].

Existe la necesidad de mejorar o complementar los métodos de diagnóstico de la estenosis uretral, ya que es una entidad muy prevalente, y eso incluye recurrir a técnicas de imagen que además de información de la estenosis en sí misma, nos brinden información de los tejidos circundantes, así como una visión de toda la uretra y la posibilidad de obtener imágenes tridimensionales, de ayuda para los urólogos. A pesar de las numerosas técnicas quirúrgicas para el tratamiento de esta entidad, todavía se asocia con tasas no despreciables de recurrencia, por lo que, a los estudios de diagnóstico, hay que sumar los estudios que también se solicitan tras la cirugía.

Es por todo ello que, además de los estudios de uretrocistografía retrógrada y uretrosonografía, cada vez se empieza a usar más también la UTC y la URM.

Si todos los parámetros relevantes de la estenosis uretral de cara al tratamiento quirúrgico más idóneo, según cada caso, pudieran ser conocidos de forma precisa mediante técnicas de imagen diagnóstica, la planificación del tratamiento de forma detallada podría llevarse a cabo antes de que el paciente entre a quirófano (muchas veces algunos parámetros importantes, no objetivados en técnicas de imagen convencionales, son objetivados en el momento de la intervención quirúrgica) [137,165].

La técnica convencional de RM no puede demostrar el lumen uretral de forma óptima, y tampoco puede mostrar las estenosis de uretra con seguridad; tampoco es capaz de diagnosticar extravasaciones de contenido uretral, tractos fistulosos o disrupciones uretrales parciales.

Para solventar esta dificultad, algunos autores han replecionado de forma retrógrada la uretra con gel lubricante estéril, usando además la técnica convencional. Nos planteamos si con el método clamp y el empleo de suero salino para replecionar la luz uretral se obtienen imágenes diagnósticas certeras de las estenosis uretrales, su localización, longitud, anomalías localregionales y hallazgos extraurológicos tanto en URM como en UTC.

CAPITULO I: HIPOTÉISIS

HIPÓTESIS

El escaso uso hasta hace relativamente poco tiempo de la TC y la RM en el diagnóstico de las estenosis uretrales y patologías asociadas probablemente se debe a la dificultad de realizarlas con la técnica convencional.

El método clamp es compatible con el TC (al no disponer de elementos metálicos ni plomados, no interfiere en el estudio ni posteriores reconstrucciones 3D del mismo) y con la RM (no presenta componentes que sean incompatibles con el campo magnético empleado que pongan en riesgo la integridad física del paciente, ni tampoco componentes que puedan alterar la calidad de imagen mediante la aparición de artefactos de señal-ruido).

La hipótesis planteada es que se puede describir una nueva técnica para realizar TC y RM uretral con el empleo del método Clamp, procedimiento seguro, fácilmente realizable y con un potencial diagnóstico claro, ya que la resolución anatómica y espacial de estas dos técnicas es muy bueno (además de que no sería necesaria la presencia en el interior de la RM ni el TC más que del paciente, con la consecuente no exposición de personal al campo magnético ni a las radiaciones ionizantes, respectivamente).

CAPITULO I: OBJETIVOS

OBJETIVOS DE TRABAJO

- 1) Describir el Método Clamp para realizar UTC.
- 2) Describir el Método Clamp para realizar URM, y el protocolo de secuencias a emplear, incluyendo una nueva secuencia para el diagnóstico uretral: la 3D-MRCP.
- 3) Comparar la capacidad diagnóstica de la UTC con la de la uretrocistografía retrógrada y la uretrosonografía en la detección de estenosis y de patología asociada.
- 4) Comparar la capacidad diagnóstica de la URM con la de la uretrocistografía retrógrada y uretrosonografía en la detección de estenosis y de patología asociada.

CAPÍTULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

MATERIAL Y MÉTODOS

1. Pacientes.

En esta Tesis Doctoral se realizaron dos estudios: el estudio de la uretro-tomografía computarizada (UTC) con la aplicación del método clamp B-Ring (Estudio 1), y el estudio de la uretro-resonancia magnética (URM) con la aplicación del método clamp B-Ring (Estudio 2).

Los dos estudios presentaron un carácter prospectivo, y no precisaron de la evaluación ni aprobación del Comité de ética del Hospital Clínico Universitario Virgen de la Arrixaca (HCUVA), ya que el procedimiento diagnóstico (TC y RM), así como el dispositivo clamp a emplear, se encuentran sistemáticamente integrados y protocolizados en el Servicio de Radiodiagnóstico del HCUVA.

Mediante la regulación otorgada por la ley 41/2002, del 14 de noviembre, básica reguladora de la autonomía del paciente y de los derechos y obligaciones en materia de información y documentación clínica, los pacientes fueron informados del estudio a realizar, tanto verbalmente como por escrito; la ley citada expresa que se debe presentar la información por escrito, dada la naturaleza invasiva (aunque mínimamente) de la técnica a estudio. El consentimiento informado se recogió y guardó en todos los casos.

Ambos estudios respetaron la Declaración de Helsinki 2013 realizada por la Asociación Médica Mundial (AMM), que consta de los principios éticos para la investigación médica que involucra a seres humanos.

ESTUDIO 1.

Este estudio prospectivo se desarrolló en un período de tiempo que comprende entre enero de 2017 y febrero de 2020 en el hospital Clínico Virgen de la Arrixaca (HCUVA). Se incluyeron de forma consecutiva varones con edad superior a 18 años y con anomalías uretrales detectadas en uretrografía retrógrada y/o uretrosonografía (de forma idónea con ambas técnicas realizadas), en los cuales se realizó después UTC.

Criterios de exclusión:

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

-Debido al potencial efecto perjudicial de la radiación ionizante en las gónadas, de la TC, los pacientes que aún no tenían resueltos sus deseos genésicos fueron excluidos del procedimiento para evitar cualquier mínimo riesgo respecto a esta razón.

- Tiempo de intervalo mayor a una semana entre la uretrocistografía retrógrada y/o la uretrosonografía y la UTC, o cualquier manipulación uretral (cateterización, dilataciones intraluminales, cistoscopia, etc.) realizada en el intervalo de tiempo desde UGR/USR a UTC, ya que podrían aparecer hallazgos transitorios secundarios a dichas manipulaciones.

- No realización de UGR y/o USR previa.

- Negación del paciente a someterse a UTC.

ESTUDIO 2.

Este estudio prospectivo se desarrolló en un período de tiempo que comprende entre enero de 2018 y octubre de 2021 en el hospital Clínico Virgen de la Arrixaca (HCUVA). Se incluyeron de forma consecutiva varones con edad superior a 18 años y con anomalías uretrales detectadas en uretrografía retrógrada y/o uretrosonografía (de forma idónea con ambas técnicas realizadas), en los cuales se realizó después URM.

Criterios de exclusión:

- Negación del paciente a que se le realice la técnica de imagen.

- Ausencia de uretrocistografía retrógrada o uretrosonografía previa.

- Ausencia de uretrosonografía previa.

- Tiempo de intervalo mayor a una semana entre la uretrocistografía retrógrada y/o la uretrosonografía y la UTC.

- Cualquier manipulación uretral (cateterización, dilataciones intraluminales, cistoscopia, etc.) realizada en el intervalo de tiempo desde UGR/USR a URM.

- Claustrofobia que condicione la colaboración del paciente durante la realización del estudio.

- Cuerpos extraños metálicos en los ojos.

- Portadores de bombas de insulina.

- Marcapasos no RM compatibles.

- Portadores de neuroestimuladores.

2. Procedimientos.

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

ESTUDIO 1.

Todos los pacientes incluidos fueron informados del procedimiento de UTC (incluido el empleo de radiaciones ionizantes y sus riesgos), se les preguntó por antecedentes personales de alergias a yodo y a cualquiera de sus derivados (cotejado después en la historia clínica), y, si estaban conformes, aceptaron y firmaron el consentimiento informado.

El estudio de UTC fue realizado por un enfermero con más de 20 años de experiencia.

Todos los UTC se realizaron con el método clamp, que consta de cuatro elementos para su correcto manejo: (1) catéter uretral tipo femenino prelubricado de 6 Fr (SpeediCath; Coloplast, Humlebæk, Dinamarca); (2) un dispositivo clamp específico, Berna-Ring o B-Ring (DVIMAG, Dispositivos Médicos de Imagen S.L., Albaterra, España); (3) un conector de sistema de infusión de catéter (Vygon, Ecoen, Francia); y (4) un sistema de infusión conectado a una botella de suero salino fisiológico (cloruro de sodio 0,9%, 500ml, Grifols, Barcelona, España), que se coloca a una altura de dos metros sobre el suelo, para lograr una adecuada presión de infusión. También se empleó una triple vía (llave de 3 pasos) al conector de infusión para abrir o cerrar la infusión del suero fisiológico cuando todo estuviera listo y también para cerrar el paso de líquido cuando el estudio estuviese terminado.

El sistema de sujeción precisa de 3 pasos consecutivos, previo posicionamiento correcto del paciente, posicionado en decúbito supino, con las piernas extendidas, y se posicionó el pene extendido sobre la línea media de la región hipogástrica-infraumbilical, el cual se sujetó con una tira de esparadrapo quirúrgico sobre el dispositivo y pegando los bordes superpuestos transversalmente sobre la piel de las dos regiones paraumbilicales.

Dichos pasos son los siguientes:

1. Preparación del material: el prepucio (a no ser que el paciente esté circuncidado) se retrae, con objeto de realizar una preparación estéril mediante un lavado con povidona yodada del glande del pene, así como introducir 2 ml de gel lubricante en el meato uretral. Se procede a conectar el catéter al sistema de infusión, y se fija en la pinza del catéter del B-Ring. Tanto el catéter como el sistema de infusión deben purgarse para expulsar burbujas aéreas de su interior.
2. Compresión: el catéter se introduce a través del meato uretral, mientras se baja el B-Ring, el cual presenta un anillo acolchado, cuyo propósito es una fijación en el surco balanoprepucial,

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

y una vez en dicho surco, se aprieta de la banda que rodea al anillo para que ejerza una presión concéntrica. Después, puede compensar el estudio con infusión retrógrada de suero salino intrauretral.

3. Retirada: una vez finalizado el estudio, la banda se corta con unas tijeras, lo que libera la compresión del anillo y permite retirar fácilmente el dispositivo y el catéter en un solo movimiento y de forma sencilla.

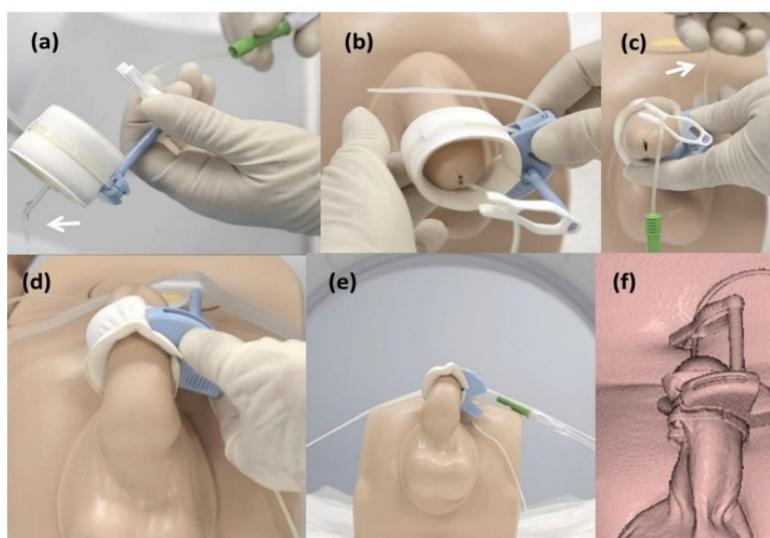


Figura 17. Descripción del método clamp para UTC: (a) purgar del sistema de infusión y el catéter (flecha); (b) inserción del catéter (sostenido por la pinza) en el meato uretral; (c) compresión externa cuando la banda se tensa (flecha); (d) inmovilización del pene en la región infraumbilical; (e) posición antes de realizar la UTC; (f) Imagen de UTC 3D postprocesado de uno de los pacientes.

Se realizó, en primer lugar, un topograma o scout pélvico para planificar el campo de visión incluido en el estudio (desde la punta de las crestas ilíacas hasta la región más caudal del escroto).

Se obtuvo un topograma pélvico para seleccionar el campo de visión. Se utilizó un escáner TC de 64 detectores (OPTIMA CT660, GE Healthcare, Chicago, Illinois, Estados Unidos), con los siguientes parámetros de escaneo: velocidad de rotación de 0,6 s, modo de escaneo de alta calidad (64 detectores, matriz de 512×512, y un kV modulado de 120 y un intervalo de mAs

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

de entre 60 y 550 mAs), y un grosor de corte de 1,25 mm (luego reconstruido a un grosor de corte inferior a 0,625 mm), es decir, a intervalos de 0,625 mm.



Figura 18. Equipo de TCMD de 64 detectores empleado para la realización de UTC.

El tiempo total de escaneo, que depende de la longitud (longitud total de exploración de 22 cm), fue de aproximadamente 4 s.

Los datos se adquirieron craneocaudalmente y dieron como resultado unas 300 imágenes por paciente.

El sistema de infusión se conectó a un frasco de 500ml de suero fisiológico, al que previamente se le retiraron 100 ml y se le inyectaron 50 ml de contraste yodado 370 mg/ml (Ioprímide, Ultravist, Bayer, Leverkusen, Alemania).

Tras realizar el escanograma y colimar el campo de estudio, se abrió el sistema de infusión, y tras introducirse aproximadamente 50 ml de contraste, se realizó la adquisición de imágenes.

En casos con imágenes cálcicas o metálicas (stent uretral) detectadas en estudios previos o en el mismo escanograma, se realizó un barrido simple previo al estudio retrógrado. En los casos

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

en los que no se logró un adecuado relleno de contraste uretrovesical se realizó un segundo barrido tras objetivar la introducción de al menos 100 ml más.

Las imágenes, consistentes en secciones de corte axial finas, fueron transferidas a una estación de trabajo (SyngoVia®, Siemens), en la cual, mediante un software proporcionado por el fabricante, se generaron proyecciones de máxima intensidad (MIP) en 2D, se realizaron reconstrucciones multiplanares en 2D (para obtener además del plano axial, el plano coronal y sagital), y mediante técnica de “volume rendering” (VR) se obtuvieron imágenes en 3D, con posibilidad, además de imágenes estáticas, de generar rangos radiales a partir de las imágenes 3D, con posibilidad de rotación de la imagen 3D en los 360 grados.

ESTUDIO 2.

Todos los pacientes incluidos fueron informados con detalle del procedimiento de URM y, si estaban conformes, aceptaron y firmaron el consentimiento informado.

El estudio de URM fue realizado por un técnico de resonancia magnética con más de 10 años de experiencia.

Todos los UTC se realizaron con el método clamp (de pinza), que consta de cuatro elementos para su correcto manejo: (1) catéter uretral tipo femenino prelubricado de 6 Fr (SpeediCath; Coloplast, Humlebæk, Dinamarca); (2) un dispositivo clamp específico, B-Ring (DVIMAG, Dispositivos Médicos de Imagen S.L., Albaterra, España); (3) un conector de sistema de infusión de catéter (Vygon, Ecoen, Francia); y (4) un sistema de infusión conectado a una botella de suero salino fisiológico (cloruro de sodio 0,9%, 500ml, Grifols, Barcelona, España), que se coloca a una altura de dos metros sobre el suelo (con un dispositivo compatible con la RM), para lograr una adecuada presión de infusión. También se empleó una triple vía (llave de 3 pasos) al conector de infusión para abrir o cerrar la infusión del suero fisiológico cuando todo estuviera listo y también para cerrar el paso de líquido cuando el estudio estuviese terminado. La RM cerrada empleada tiene un campo magnético de 1,5 teslas (Signa Explorer, GE Healthcare, Chicago, Illinois, Estados Unidos).

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS



Figura 19. Equipo de RM de 1,5 T empleado para la realización de URM.

El paciente se posicionó de la misma forma descrita que en el estudio 1, y el sistema de sujeción se realizó con los mismos pasos que los mencionados en el estudio 1 (se estimaron unos 4 minutos desde que el paciente se tumbaba hasta que tenía el sistema colocado).

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS



FIGURA 20. Posición infraumbilical en línea media con el pene estirado y el B-ring con sonda intrauretral conectados a sistema de infusión. Esparadrapos para ayudar a la sujeción e inmovilización.

Tras ello, se procedió a colocar la bobina empleada (bobina multipropósito flexible de 8 canales) sobre el abdomen inferior-pelvis del paciente (figura 21).



CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

Figura 21. Bobina empleada en URM.

El sistema de infusión se conectó a un frasco de 500ml de suero fisiológico (únicamente suero fisiológico, no se empleó gadolinio ni otros agentes de contraste), y se abrió justo antes de abandonar la sala el técnico para programar el estudio.

Mediante la adquisición de localizadores, se realizó el estudio con el protocolo estándar establecido de URM (sujeto a suplementación con secuencias extra o incluso eliminación de alguna de ellas, según las necesidades de cada caso particular), para el cual no es preciso emplear contraste intravenoso, y que quedó de la siguiente manera (duración de 11 minutos y 16 segundos):

3-Plane Localizer (9 segundos).

3D Calibration (6 segundos).

3D MRCP RT (Three-dimensional respiratory triggered magnetic resonance cholangiopancreatography). (2 minutos y 9 segundos). Plano de adquisición: oblicuo; espesor de corte: 1.6mm; espacio: 0mm; FOV de frecuencia: 38.0; FOV de fase: 1.0; FOV (mm x mm): 288x288; TR (ms): 4000; TE (ms): 700; número de secciones: 256; locs per slab: 30; aceleración: Fase:2.0; Corte: 1.0; saturación: grasa; SNR relativa (%): 100; ancho de banda: 62.50; NEX: 1.0.

Sagital T2 FSE (2 minutos y 24 segundos). Plano de adquisición: oblicuo; espesor de corte: 3mm; espacio: 0mm; FOV de frecuencia: 30.0; FOV de fase: 1.0; FOV (mm x mm): 320x224; TR (ms): 3500; TE (ms): 102; número de secciones: 22; aceleración: Fase:2.0; Corte: 1.0; saturación: grasa; SNR relativa (%): 100; ancho de banda: 35.71; NEX: 2.0.

Sagital DP FSE FS (2 minutos y 24 segundos). Plano de adquisición: oblicuo; espesor de corte: 3mm; espacio: 0mm; FOV de frecuencia: 30.0; FOV de fase: 1.0; FOV (mm x mm): 320x224; TR (ms): 3500; TE (ms): 68; número de secciones: 18; aceleración: Fase:2.0; Corte: 1.0; saturación: grasa; SNR relativa (%): 100; ancho de banda: 35.71; NEX: 2.0.

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

Coronal T2 frFSE FS (4 minutos y 4 segundos). Plano de adquisición: oblicuo; espesor de corte: 3mm; espacio: 0mm; FOV de frecuencia: 24.0; FOV de fase: 1.0; FOV (mm x mm): 384x320; TR (ms): 6689; TE (ms): 120; número de secciones: 22; aceleración: Fase:2.0; Corte: 1.0; saturación: grasa; SNR relativa (%): 100; ancho de banda: 20.83; NEX: 2.0.

Como secuencia complementaria al protocolo estándar, según el caso, se realizó la Multiple Echo Recombined Gradient Echo (MERGE), que es un T2*, con objeto de detectar patología de cuerpo esponjoso/cavernosos y descartar hematomas/calcificaciones. Plano de adquisición: oblicuo; espesor de corte: 3mm; espacio: 0mm; FOV de frecuencia: 14.0; FOV de fase: 1.0; FOV (mm x mm): 288x192; TR (ms): 966.6; TE (ms): 8.5; número de secciones: 32; aceleración: X; tiempo: 6 minutos, 42 segundos; saturación química: ninguna; SNR relativa (%): 41; ancho de banda: 35.71; NEX: 2.0.

Como secuencia complementaria al protocolo estándar, si se precisa según cada caso particular, se realizaron secuencias potenciadas en T1 FS con contraste intravenoso (gadolinio, con dosis estándar de 0,1mmol/kg de peso (0,1ml/kg de peso), a 2-3ml/s seguidos de 20ml de suero salino.

SAG T1 FSE FS: Plano de adquisición: oblicuo; espesor de corte: 3mm; espacio: 0mm; FOV de frecuencia: 30.0; FOV de fase: 1.0; FOV (mm x mm): 256x192; TR (ms): 475; TE (ms): 24; número de secciones: 15; aceleración: tiempo: 3 minutos, 18 segundos; saturación: grasa; SNR relativa (%): 100; ancho de banda: 27.78; NEX: 3.0.

COR T1 FSE FS: Plano de adquisición: oblicuo; espesor de corte: 3mm; espacio: 0mm; FOV de frecuencia: 24.0; FOV de fase: 1.0; FOV (mm x mm): 256x192; TR (ms): 491; TE (ms): 24.5; número de secciones: 23; aceleración: tiempo: 3 minutos, 18 segundos; saturación: grasa; SNR relativa (%): 100; ancho de banda: 27.78; NEX: 3.0.

A continuación se muestran en esquemas los parámetros citados en las distintas secuencias del protocolo:

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

PARÁMETROS	3D-MRCP-RT
Plano de adquisición	Oblicuo
Espesor de corte (mm)	1.6
FOV de frecuencia	38.0
FOV de fase	1.0
FOV (mm x mm)	288x288
TR (ms)	4000.0
TE (ms)	700.0
Número de secciones	80
Locs per Slab	30
Aceleraciones	Fase: 2.0; Corte: 1.0
SNR relativa (%)	100
Ancho de banda	62.50
Saturación química	Grasa
Tiempo	2 minutos, 9 segundos
NEX	2.0

Tabla 1. Parámetros de 3D-MRCP-RT.

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

PARÁMETROS	Sagital T2 FSE
Plano de adquisición	Oblicuo
Espesor de corte (mm)	3
Espacio (mm)	0
FOV de frecuencia	30.0
FOV de fase	1.0
FOV (mm x mm)	320x224
TR (ms)	3500.0
TE (ms)	102.0
Número de secciones	15
SNR relativa (%)	100
Ancho de banda	35.71
Saturación química	Ninguna
Tiempo	2 minutos, 24 segundos
NEX	2.0

Tabla 2. Parámetros de sagital T2 FSE.

PARÁMETROS	Sagital DP FSE FS
Plano de adquisición	Oblicuo
Espesor de corte (mm)	3
Espacio (mm)	0
FOV de frecuencia	30.0
FOV de fase	1.0
FOV (mm x mm)	320x224

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

TR (ms)	3500.0
TE (ms)	68.0
Número de secciones	18
SNR relativa (%)	100
Ancho de banda	35.71
Saturación química	Grasa
Tiempo	2 minutos, 24 segundos
NEX	2.0

Tabla 3. Parámetros de sagital DP FSE FS.

PARÁMETROS	Coronal T2 frFSE FS
Plano de adquisición	Oblicuo
Espesor de corte (mm)	3
Espacio (mm)	0
FOV de frecuencia	24.0
FOV de fase	1.0
FOV (mm x mm)	384x320
TR (ms)	6689.0
TE (ms)	120.0
Número de secciones	23
Aceleración	Fase: 2.0
SNR relativa (%)	100
Ancho de banda	20.83
Saturación química	Grasa
Tiempo	4 minutos, 4 segundos
NEX	2.0

Tabla 4. Parámetros de coronal T2 frFSE FS.

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

3. Recogida de datos

ESTUDIO 1.

Todos los datos fueron obtenidos por el radiólogo coordinador del estudio (A.N.B.). Se revisó la historia clínica de los pacientes con el propósito de registrar la causa de las anomalías uretrales que habían llevado a la realización de estudios de UGR o USR, previa realización de UTC.

Una radióloga con 10 años de experiencia (F.G.A.) evaluó los estudios de uretrocistografía retrógrada; otro radiólogo con 12 años de experiencia (A.P.S.) evaluó las imágenes de UTC; los estudios de USR fueron realizados y evaluados por un radiólogo con amplia experiencia en USR (J.B.M.). Ninguno conocía los datos y medidas de las otras técnicas de imagen que no fueran las que les correspondían evaluar.

En casos con fístulas periuretrales se registró la localización y medidas mediante UGR y UTC, ya que no se realizó USR (por la limitación para detectar el relleno de la fístula con suero, visualizado como anecoico), así como en los casos de pacientes que presentaban stent intrauretral (limitación de penetración del haz de ultrasonidos, que no atraviesa el material metálico, el cual produce una sombra acústica posterior).

En UTC se registraron los siguientes datos: la duración (en minutos) del estudio (desde que el paciente se colocó en la mesa del TC hasta que se levantó de la misma), la cantidad de contraste introducida (en mililitros), el número de barridos de TC necesarios para el diagnóstico, la dosis de radiación (volumen CT dose index (CTDIvol: mGy)) y el Producto Dosis Longitud (DLP: mGy.cm), y finalmente el nivel de dolor con el método clamp empleado en la realización de las UTC, dato que fue registrado mediante el empleo de la escala visual analógica (visual analogic scale, VAS), que emplea una numeración de 0 a 10, referida al dolor sentido en sentido de crecimiento de 0 (nada de dolor) a 10 (el máximo dolor experimentado nunca). Se clasificó el dolor en función de la gradación obtenida, de forma que se empleó la siguiente terminología para describir las algias experimentadas durante la prueba: no dolor (VAS=0), dolor muy leve (VAS=1), dolor leve (VAS=1-2), dolor moderado (VAS=2-4), dolor intenso (VAS=4-6), dolor muy intenso (VAS=6-8), y dolor insoportable (VAS=8-10). Se estableció que en pacientes con

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

sensibilidad alterada o disfunción neurológicas no se documentaría el nivel de dolor mediante esta escala.

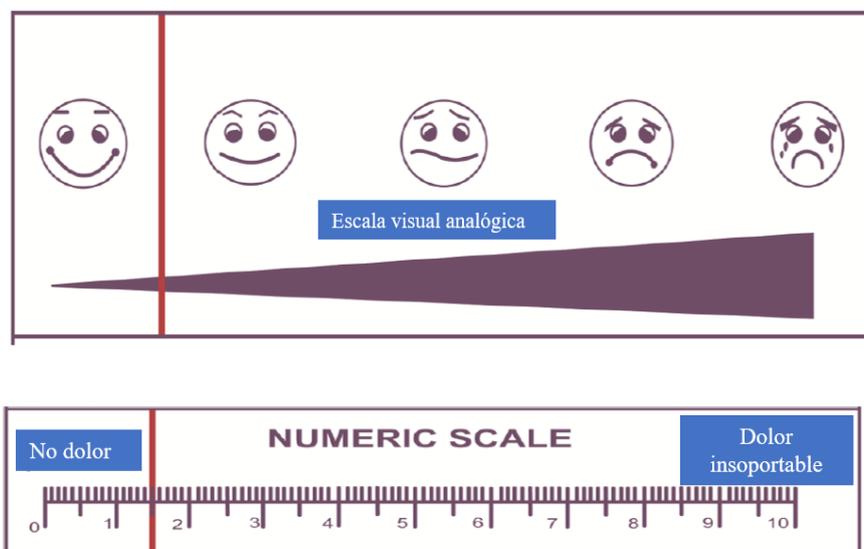


Figura 22. Escala visual analógica de evaluación del dolor.

ESTUDIO 2.

Todos los datos fueron obtenidos por el radiólogo coordinador del estudio (A.N.B.). Se revisó la historia clínica de los pacientes con el propósito de registrar la causa de las anomalías uretrales que habían llevado a la realización de estudios de UGR o USR, previa realización de URM.

Una radióloga con 10 años de experiencia (F.G.A.) evaluó los estudios de uretrocistografía retrógrada; los estudios de USR fueron realizados y evaluados por un radiólogo con amplia experiencia en USR (J.B.M.), el cual también determinó la espongiopfibrosis con técnica ecográfica. Otro radiólogo con 6 años de experiencia (G.C.L.) evaluó las secuencias potenciadas en T2 y la espongiopfibrosis; por último, una radióloga con más de 10 años de experiencia (M.D.A.R.) evaluó las secuencias 3D-MRCP-RT. Ninguno conocía los datos y medidas de las otras técnicas de imagen que no fueran las que les correspondían evaluar.

En URM se registraron los siguientes datos: la duración de la adquisición de las secuencias del protocolo establecido (en minutos y segundos), el tiempo de ocupación de sala (minutos), la cantidad de suero fisiológico infundida (en ml), la localización de la estenosis (bulbar, peneana

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

o penobulbar), la patología (estenosis, patología periuretral, estenosis y patología periuretral, o duplicidad de la luz/falsa vía), la longitud de las estenosis en secuencias T2 (en cm), la longitud de las estenosis en secuencias 3D-MRCP-RT (en cm), la espongiofibrosis (si la hubiera, en cm) localizada en secuencias T2 en el plano coronal y con supresión grasa; finalmente, se registró el nivel de dolor con el método clamp empleado en la realización de la URM, dato que fue registrado mediante el empleo de la escala visual analógica expuesta en el Estudio 1.

4. Análisis estadístico

Para ambos estudios se utilizó para el análisis estadístico el paquete de cálculo SPSS Statistics for Windows (versión 24.0, IBM, Armonk, NY, USA).

ESTUDIO 1.

Se realizó un análisis descriptivo de todas las variables para determinar la distribución de las frecuencias y se calcularon los parámetros de las variables cuantitativas (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo). Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

Para comparar variables cualitativas se empleó el test de Wilcoxon, y para las variables cuantitativas se usó el coeficiente de correlación de Spearman (ρ (rho)).

Se consideró estadísticamente significativa una $p < 0,05$.

ESTUDIO 2.

Se realizó un análisis descriptivo de todas las variables para determinar la distribución de las frecuencias y se calcularon los parámetros de las variables cuantitativas (media, desviación estándar, valor mínimo y máximo). Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes.

Para comparar variables continuas se empleó el coeficiente de correlación de la r de Pearson para variables cuantitativas.

Se utilizó T de Student para comparar variables cualitativas con variables cuantitativas.

Se empleó el test paramétrico de análisis de la varianza de Fisher (ANOVA) para medir el efecto de varios factores sobre la media de las variables continuas y puede realizar

CAPITULO II: MATERIAL Y MÉTODOS

comparaciones de medias entre las distintas técnicas y poder determinar la significatividad de una variable sobre otra.

Se utilizó el coeficiente de correlación intraclase medido con alfa de Cronbach para comparar la espongiofibrosis objetivada en USR y URM.

Se consideró estadísticamente significativa una $p < 0,05$.

CAPÍTULO III

Resultados

CAPITULO III: RESULTADOS

RESULTADOS

Se admitieron un total de 75 pacientes, de los cuales 36 formaron parte del Estudio 1 (UTC) y 39 del Estudio 2 (URM). Tras aplicar los criterios de exclusión respectivos (concretados en el apartado de cada estudio), los pacientes incluidos en el Estudio 1 fueron n=22 y en el Estudio 2 fueron n=33. Figura 23.

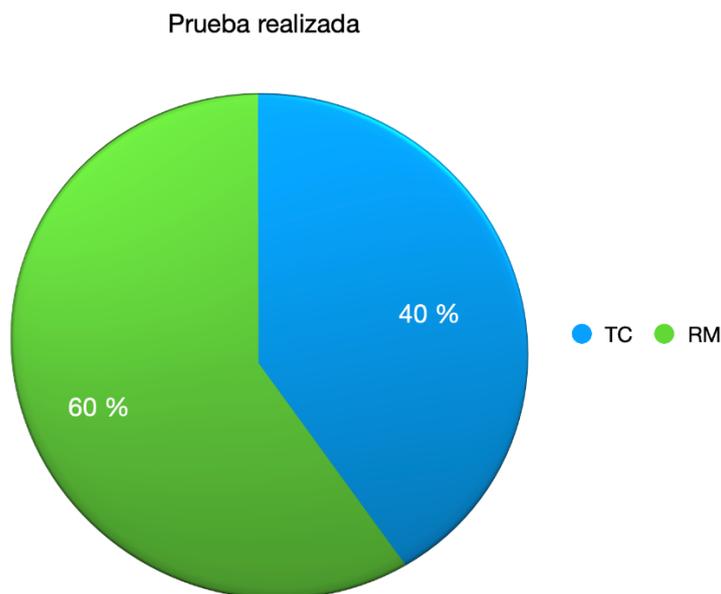


Figura 23. Diagrama de sectores que ilustra que el número de URM realizadas fue ligeramente superior al de UTC realizados.

A continuación, se muestra el diagrama de flujo de los pacientes admitidos, excluidos e incluidos finalmente en el estudio (figura 24).

CAPITULO III: RESULTADOS

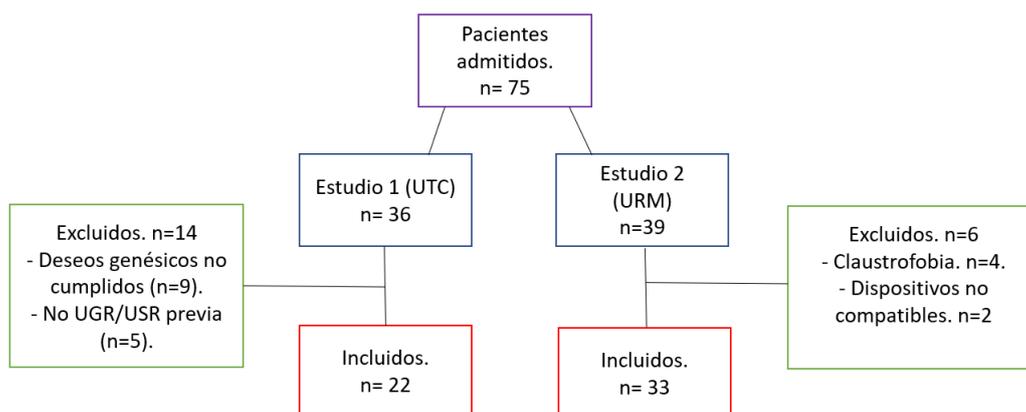


Figura 24. Diagrama de flujo de los pacientes admitidos, excluidos e incluidos finalmente en el estudio.

1. ESTUDIO 1: Uretro-TC con la aplicación del método clamp.

De los 36 pacientes admitidos en este estudio, se excluyeron 14 pacientes, 9 de ellos por deseos genésicos y planes reproductivos no cumplidos aún (por el riesgo que conlleva la irradiación de las gónadas por su sensibilidad a las mismas); en estos pacientes el diagnóstico de la anomalía uretral que padecían se realizó mediante uretrocistografía retrógrada y uretrosonografía. 5 pacientes fueron excluidos por no tener UGR ni USR previos al estudio propuesto de UTC. Se incluyeron un total de 22 pacientes varones con una edad media de $64 \pm 6,9$ años (desviación estándar (DE); rango de 51-77 años), y en todos ellos se pudo realizar con éxito UTC mediante el método clamp.

Los pacientes se distribuyeron en 3 grupos según su patología uretral: estenosis uretral anterior (n=11), fístula periuretral (n=8) y pacientes portadores de stent uretral (n=3). Figura 25.

CAPITULO III: RESULTADOS

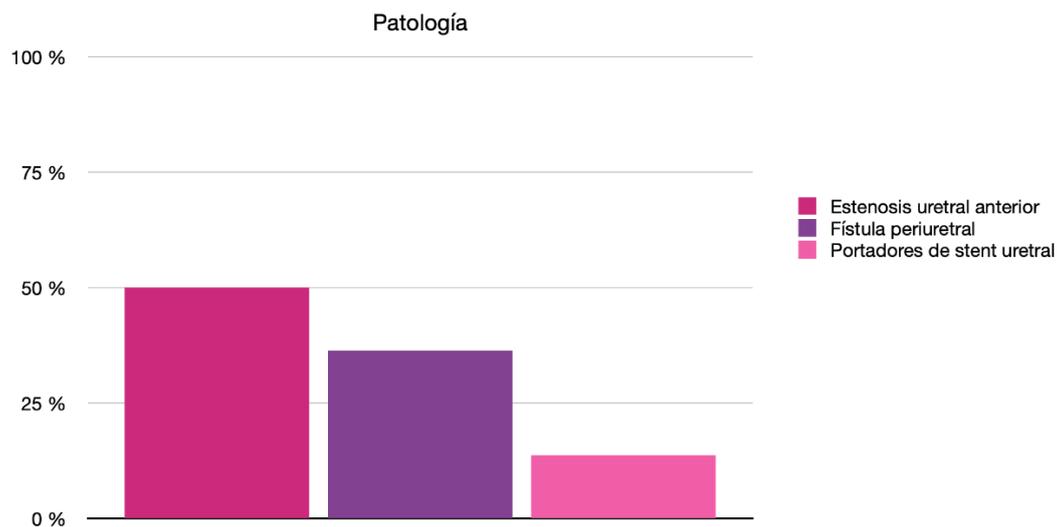


Figura 25. Diagrama de barras en el que se representa el tipo de patología que presentaron los pacientes incluidos.

Sólo se realizó uretrosonografía en los casos con estenosis uretral anterior, mientras que la UTC y la UGR se realizaron en todos los casos. No se realizó CUMS en 5 casos con fístulas periuretrales (ya que la uretrografía retrógrada fue suficiente para detectarlas); la CUMS evidenció la existencia en 3 casos de alteraciones uretromeatales: hipospadias ($n = 1$) y estenosis de meato ($n = 2$).

De los 11 casos que presentaban estenosis uretral anterior, la mayoría se localizó en la uretra bulbar ($n = 7$) y el resto en la uretra peneana o penobulbar ($n = 4$). Figura 26.

CAPITULO III: RESULTADOS

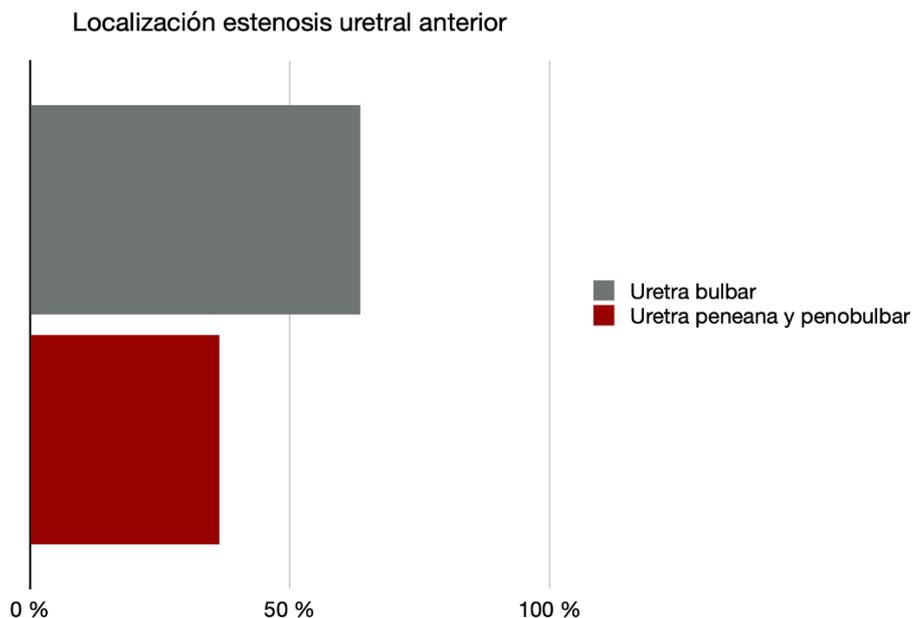


Figura 26. Diagrama de barras en el que se representa el porcentaje de casos con estenosis uretral anterior en región bulbar (63,6%) y en uretra peneana o penobulbar (36,4%).

Todos los casos de estenosis uretral anterior tenían manipulación uretral previa: prostatectomía radical retropúbica (n = 2), uretroplastia (n = 2), resección transuretral de próstata (RTUP) (n = 2), uretrotomía interna (n = 2), uretrocistoscopia (n = 2) y sondaje urinario (n = 1); figura 27. En los 2 casos con antecedente de uretroplastia, las estenosis focales en la luz tortuosa de la plastia solo fueron detectadas por UTC.

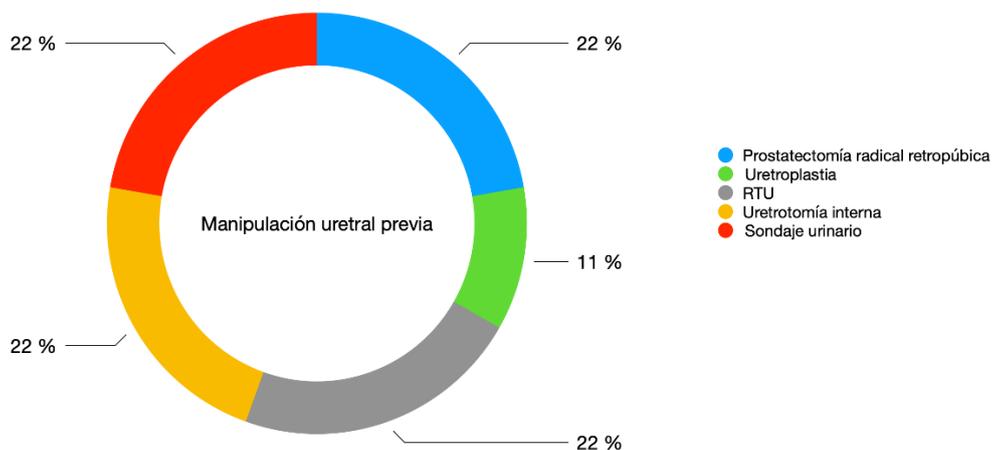


Figura 27. Diagrama donut chart para ilustrar el tipo de manipulación uretral previa de los casos de estenosis uretral anterior.

CAPITULO III: RESULTADOS

En los 9 casos restantes, la longitud media de la estenosis en la UGR fue de $2 \pm 0,7$ (DE) cm (rango, 1,1 – 3,1 cm); en la USR fue de $2,8 \pm 0,9$ (DE) cm (rango, 1,8 – 4,2 cm), mientras que en la UTC fue $2,9 \pm 0,9$ (DE) cm (rango, 1,9 – 4,3 cm).

Se encontró una subestimación de la longitud de la estenosis en UGR en comparación con USR y UTC ($p = 0,008$).

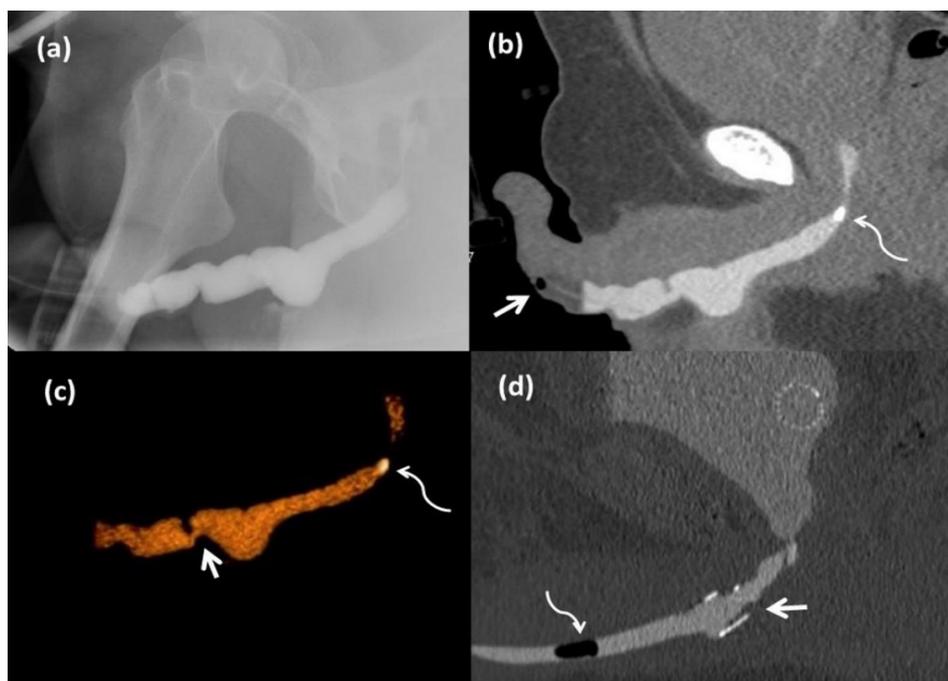


Figura 28. Anomalías uretrales detectadas únicamente en UTC: (a) uretrografía retrógrada (RUG) de paciente con hipospadias y uretroplastia, donde se visualiza una tortuosa morfología de la uretra peneana, pero sin una estenosis evidente; b) UTC del mismo paciente que muestra burbuja en orificio hipospádico (flecha), estenosis focal en uretroplastia y litiasis uretral localizada en el cono bulbar (flecha curva); c) Imagen 3D-UTC del mismo paciente, que muestra la estenosis focal en el seno de la uretroplastia (flecha) y la litiasis uretral (flecha curva), no visualizada en UGR; (d) UTC del paciente con stent uretral bulbar que muestra burbuja intrauretral por error durante la maniobra de purga de la sonda (flecha curva), y una espongiofibrosis intra-stent leve (flecha), no visualizada en UGR.

CAPITULO III: RESULTADOS

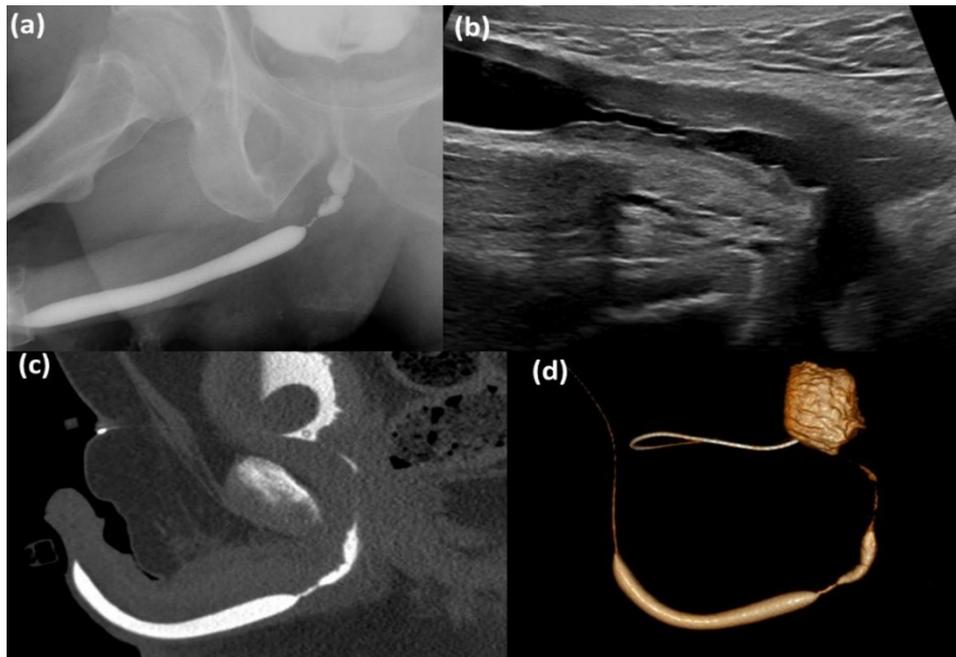


Figura 29. Paciente con estenosis bulbar de longitud subestimada por uretrografía: a) UGR que muestra en el segmento bulbar una estenosis de 1,7 cm de longitud, con reducción severa del calibre de la luz uretral; b) USR que muestra el segmento bulbar estenótico y la espongiofibrosis circundante, de 3,1 cm de longitud en total; (c) UTC que muestra un segmento bulbar estenótico de 3,2 cm de longitud (medida similar a USR y mayor que la obtenida en UGR). (d): imagen 3D de UTC.

CAPITULO III: RESULTADOS

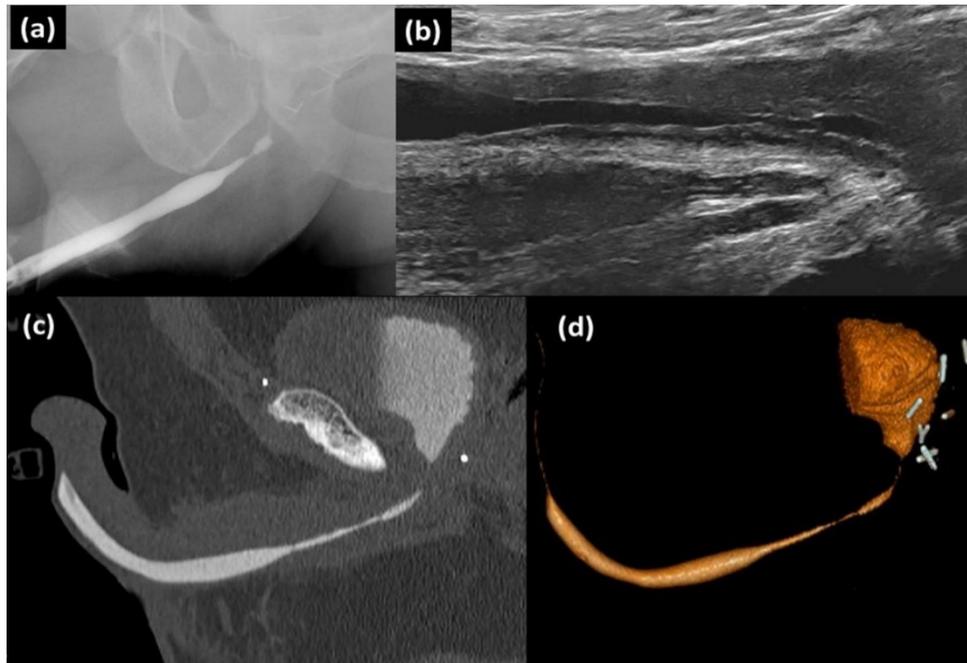


Figura 30. Paciente con estenosis bulbar de longitud infraestimada por UGR: a) UGR que muestra en el segmento bulbar un tramo estenótico de 2,8 cm de longitud; (b) USR en modo panorámico (campo de visión extendido), para visualizar toda la estenosis bulbar y la espongiofibrosis circundante, que mide 4,2 cm de longitud; (c) UTC que muestra segmento bulbar estenótico de 4,3 cm de longitud. (d): imagen 3D de UTC.

Los 8 casos que presentaron fístulas periuretrales tuvieron una cirugía previa: prostatectomía radical retropúbica (n = 3), resección colorrectal (n = 3), RTUP (n = 1) y uretrotomía interna (n = 1). La fístula, en la mayoría de los casos, comunicaba la uretra posterior (n = 3) o la vejiga (n = 3) con la región intraluminal colorrectal; el caso con posturetrotomía interna mostró trayectos fistulosos hacia las partes blandas periuretrales y otro caso presentó una fístula uretrovesical.

UTC demostró ser más sensible que la UGR para detectar la presencia de trayectos fistulosos: la UGR no detectó la fístula en 3 de los 8 casos, e infraestimó la longitud de la fístula en los otros 5 ($1 \pm 0,5$ (DE) cm, (rango, 0,2 –1,4 cm)) en comparación con UTC ($1,4 \pm 0,6$ (DE) cm (rango, 0,4–1,8 cm)), con una $p = 0,042$. Figura 31.

CAPITULO III: RESULTADOS

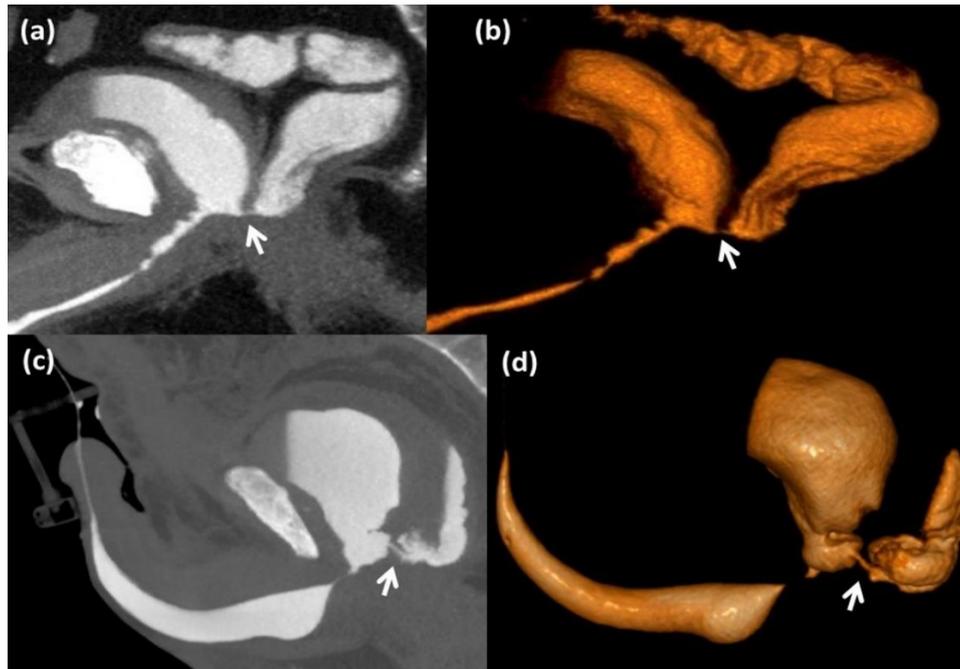


Figura 31. Fístulas periuretrales de fino calibre visualizadas solo por UTC: a) UTC que muestra fistula vesicorrectal de pequeño calibre (flecha); (b) Imagen 3D UTC del mismo caso que A; c) UTC que muestra un trayecto fistuloso entre la neocavidad de la uretra posterior y la región rectosigmoidea (flecha); (d) Imagen 3D UTC del mismo caso que c.

En 3 casos en los que los pacientes presentaban un stent uretral, éste se localizó con mayor precisión con UTC que con UGR, al igual que la reducción del calibre uretral intra-stent (figura 28).

La duración media de la UTC con el método clamp fue de $6,1 \pm 0,8$ (DE) minutos (rango, 4,7 a 7,7 min), y la cantidad media de contraste utilizada fue de $95 \pm 21,9$ (DE) mililitros (rango, 60 a 150 ml). De los 22 pacientes, el 77,3% de los pacientes (17/22) no informaron sobre haber sentido dolor alguno (EVA: 0) con el método clamp, tres casos afirmaron haber experimentado dolor muy leve (EVA: 0,5, 0,8 y 0,9) y un caso de dolor leve (EVA: 1,2). Los pacientes con stent uretral ($n = 3$) tuvieron que recibir 2 barridos de TC (uno simple, es decir, sin contraste intrauretral, y otro con contraste intrauretral) y dos casos con fístula periuretral y otro con estenosis uretral también recibieron dos barridos de TC, ya que se observó contraste intrauretral insuficiente en el primer barrido, de manera que el CTDIvol medio en estos seis casos fue de 24,8 mGy y el DLP medio fue de 588,5 mGy.cm, con una dosis efectiva de 4,96 mSv. Los 16 casos restantes con estenosis de uretra anterior ($n = 10$) y fístulas periuretrales ($n = 6$), que solo

CAPITULO III: RESULTADOS

tenían un barrido de TC, recibieron un CTDIvol medio de 15,1 mGy y una DLP media de 284,4 mGy.cm, con una dosis efectiva de 3,456 mSv.

La UGR tuvo un tiempo medio de fluoroscopia de $5,9 \pm 1,1$ (DE) min (rango, 3,5-6,8 min) y una DAP de 3335,46 μ Gy.m², con una dosis efectiva de 0,67 mSv.

2. ESTUDIO 2: Uretro-RM con la aplicación del método clamp

Se admitieron 39 pacientes, de los que fueron excluidos 6 (n = 4 por claustrofobia, y n = 2 por dispositivos no compatibles con RM, concretamente un neuroestimulador y un marcapasos no compatible); se incluyeron 33 pacientes varones, con una edad media de $47,48 \pm 16,8$ (DE) años (rango, 18-76 años); todos contaban previamente con la realización de UGR y USR, salvo uno de ellos, que no tenía UGR. En todos los casos se realizó con éxito la RM mediante el empleo del método clamp descrito.

El tiempo medio de ocupación de sala fue de 15,81 minutos, correspondiendo de tiempo 4,54 minutos para colocar al paciente y preparar el sistema clamp, y una media de 11,27 minutos en realizar las secuencias del estudio de RM (0,719 DE; rango 10 – 14 min).

La cantidad de suero empleada fue de media 110,52 ml, con una DE 13,35 ml y un rango de 80 – 150 ml. Se consiguió una buena repleción uretral intraluminal en todos los casos.

De los 33 pacientes, el 93,9% de los pacientes (31/33) no informaron sobre haber sentido dolor alguno (EVA: 0) con el método clamp, y fueron 2 los casos que afirmaron haber experimentado dolor muy leve (EVA: 0,4, y 0,2).

Respecto a la patología uretral detectada, se obtuvieron estenosis uretrales (n = 26), patología periuretral (n = 3), combinación de patología estenótica y periuretral (n = 1), y duplicidad de luz/falsas vías (n = 3); Figura 32. En cuanto a la localización uretral de la patología, fue bulbar (n = 25), peneana (n = 4), y penobulbar (n = 4); figura 33. Todos los casos de estenosis uretral detectados correspondían con el segmento anterior (peneano y bulbar).

CAPITULO III: RESULTADOS

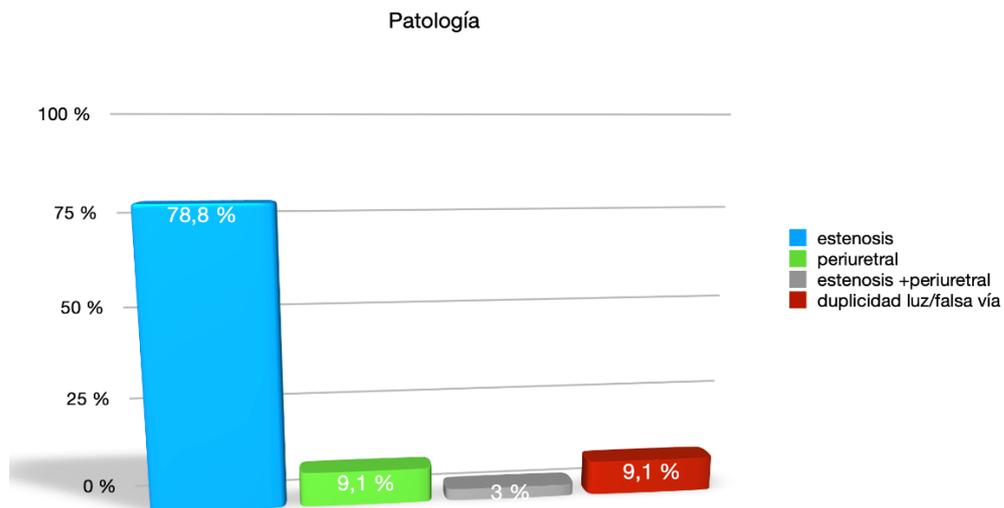
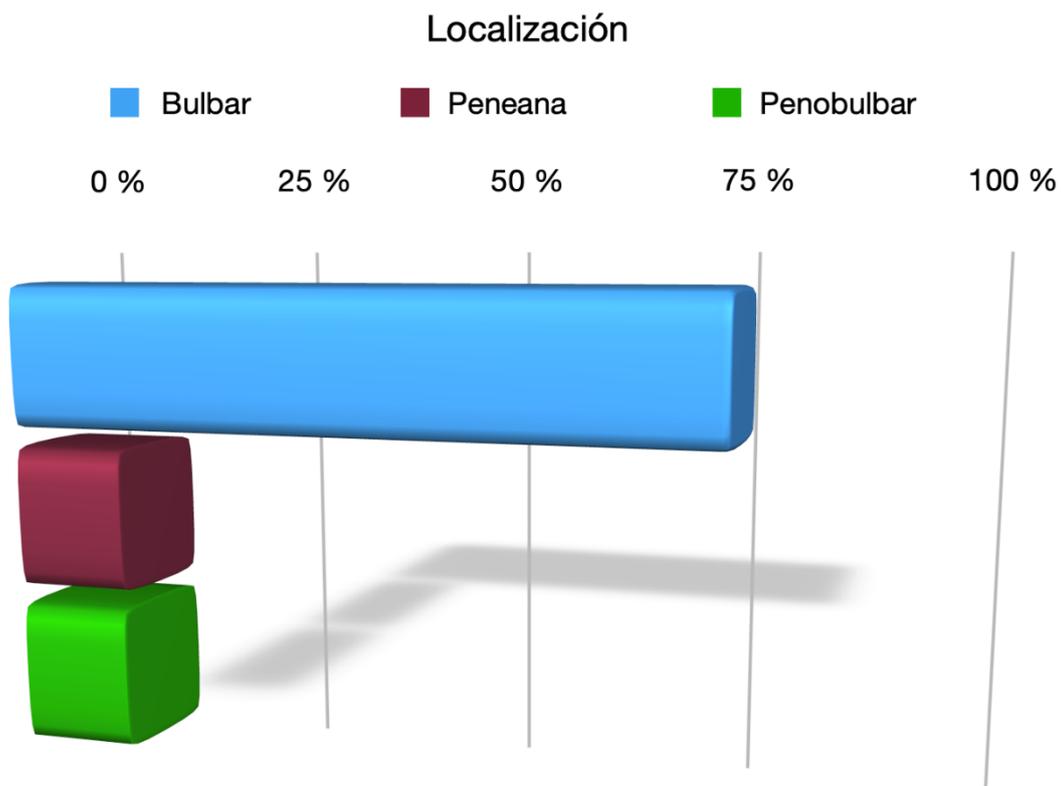


Figura 32. Diagrama de barras que representa el porcentaje de casos incluidos en cada patología descrita.



CAPITULO III: RESULTADOS

Figura 33. Diagrama de barras horizontal que representa mediante porcentaje la localización de la patología uretral de los casos incluidos.

En cuanto a la etiología de la patología uretral detectada, se encontraron diversas causas: iatrogénica/postquirúrgica (n = 16), infecciosa (n = 5), traumática (n = 3), congénita (n = 8) y tumoral (n=8); figura 34.

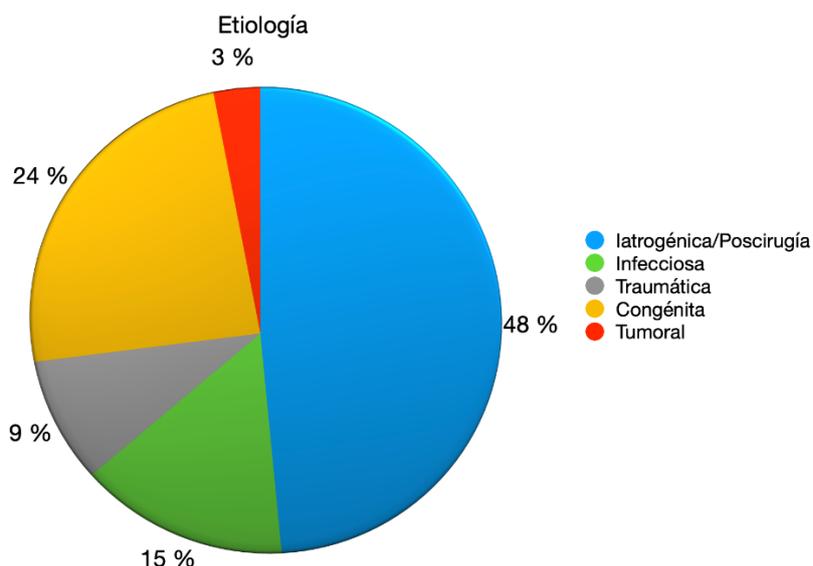


Figura 34. Diagrama de sectores que incluye las etiologías de las patologías de los pacientes incluidos en URM.

Respecto a la capacidad diagnóstica de cada técnica (UGR, USR, RM-3D y RM-T2) en los casos incluidos, la UGR fue diagnóstica en 26 de los 33 casos (78,8%), la USR y la RM-3D fueron diagnósticas en el 100% de los casos, y la RM-T2 fue diagnóstica en 28 de los 33 casos (84,8%). Figura 35.

En los casos que presentaron estenosis, la longitud media de la misma en la UGR fue de $1,6 \pm 1,4$ (DE) cm (rango, 0,2 – 6,3 cm); en la USR fue de $2,3 \pm 1,53$ (DE) cm (rango, 0,45 – 7,48 cm), mientras que en la RM-3D fue $2,3 \pm 1,52$ (DE) cm (rango, 0,42 – 7,44 cm); por último, en RM-T2 fue $2,27 \pm 1,50$ (DE) cm (rango, 0,92 – 7,08 cm). Comparando las longitudes de las

CAPITULO III: RESULTADOS

estenosis medidas entre las distintas técnicas, el estadístico T de Student nos muestra que existen diferencias estadísticamente significativas entre todas las técnicas, con una $p < 0,0001$.

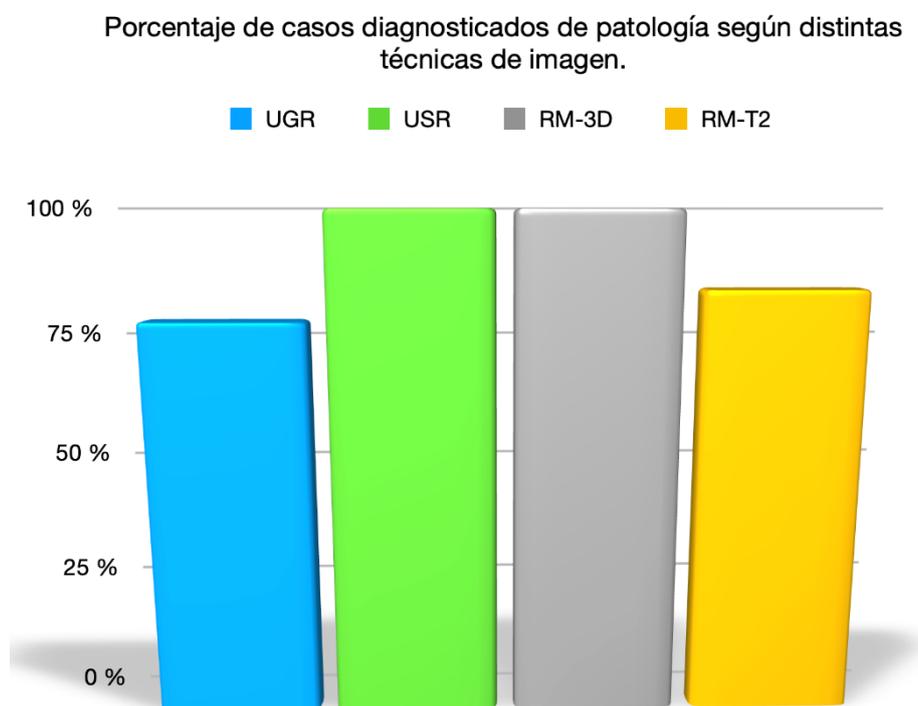


Figura 35. Diagrama de barras que muestra el porcentaje de casos diagnosticados de patología según las distintas técnicas de imagen.

Se estudió el tipo de correlación entre los valores de la longitud de la estenosis mediante el uso de la r de Pearson; se observó una correlación fuerte y positiva entre la USR (considerada la prueba gold estándar) y UGR, RM-3D y RM-T2; USR y RM-3D tuvieron una correlación exacta, con $r = 1$ (correlación exacta); USR y RM-T2 tuvieron una $r = 0,99$. Respecto a la correlación entre RM-3D y RM-T2, la correlación fue de $r = 0,99$. USR y UGR tuvieron una correlación de $r = 0,97$.

A continuación, se ilustran algunos de los casos en los que existió infraestimación de la longitud de las estenosis en UGR y RM-T2 en plano sagital, respecto a la USR y la RM-3D. Figuras 36 a 39.

CAPITULO III: RESULTADOS

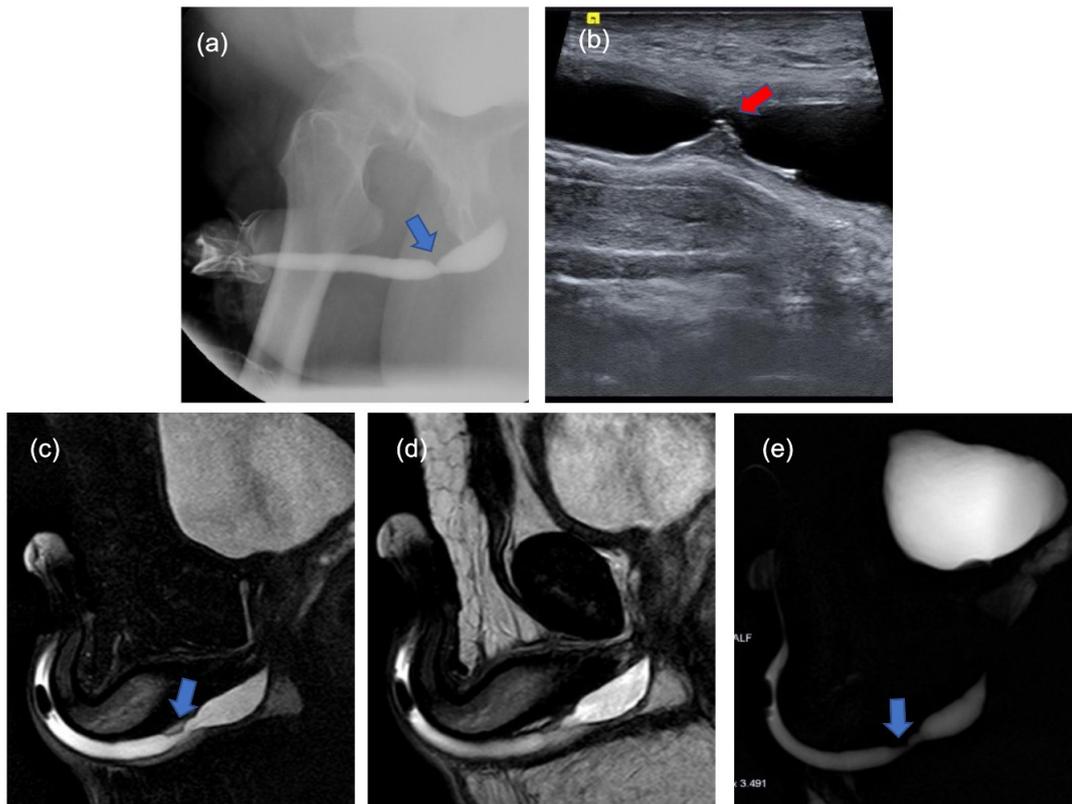


FIGURA 36. Paciente de 57 años con estenosis focal severa en uretra bulbar (a); b) USR donde se visualizó la estenosis se localiza en uretra bulbar, 3-4cm distal a esfínter externo. El segmento de espongiopfibrosis mide 1,6 cm de longitud, observando foco de 0,6 cm con estenosis severa (reducción de luz a 0,1 cm, flecha roja) y dilatación preestenótica de uretra posterior; en c), d) y e) corresponden con URM en secuencias sagital T2 supresión grasa, sagital T2 y sagital 3D. Se encontró infraestimación de la longitud de la estenosis en UGR (0,5 cm de longitud y en RM-T2 y RM T2-SG (1,59 cm de longitud), con correlación fuerte entre USR (1,62 cm de longitud) y RM-3D sagital (1,64 cm de longitud). Artefacto de señal por introducción de algunas burbujas aéreas en uretra (asterisco). Flechas azules: estenosis.

CAPITULO III: RESULTADOS

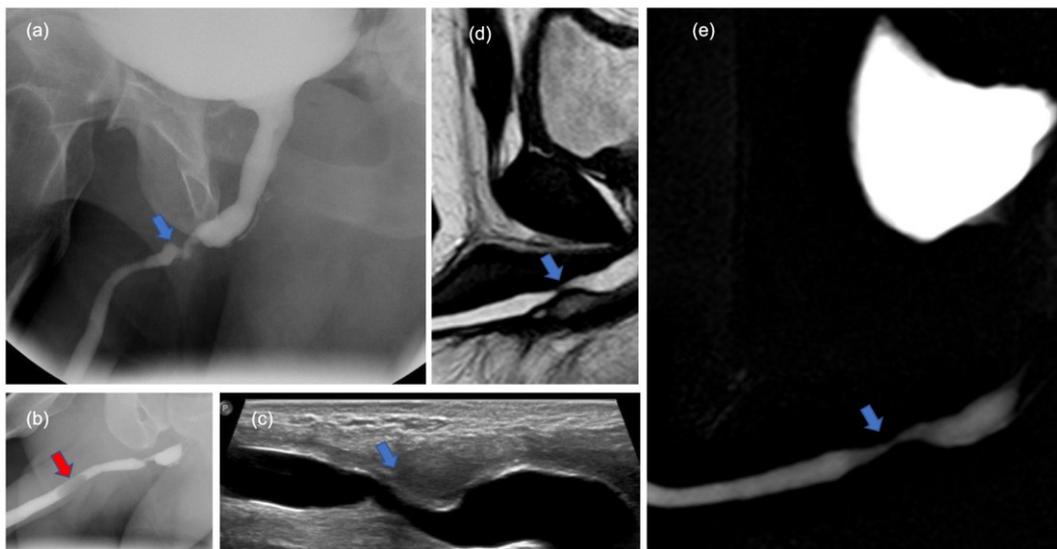


FIGURA 37. Paciente de 40 años; a) y b) UGR donde se objetivó segmento estenótico de uretra bulbar y relleno retrógrado de glándula de Cowper. Existe paso del contraste por uretra posterior, consiguiéndose la repleción vesical, con llamativa dilatación preestenótica de la uretra posterior, la cual no presenta alteraciones significativas; c) USR confirmó segmento estenótico bulbar con reducción del calibre uretral hasta 0,1-0,2 cm de diámetro transversal, con presencia de espongiofibrosis no vascularizada (cicatricial crónica); d) y e) URM en secuencias sagital T2 y sagital 3D respectivamente, donde se constata la estenosis descrita en las técnicas anteriores. Se encontró infraestimación de la longitud de la estenosis en UGR (1,52 cm de longitud y en RM-T2 y sobreestimación en RM T2 sagital (2,35 cm de longitud), con correlación fuerte entre USR (2,05 cm de longitud) y RM-3D sagital (2,02 cm de longitud).

CAPITULO III: RESULTADOS

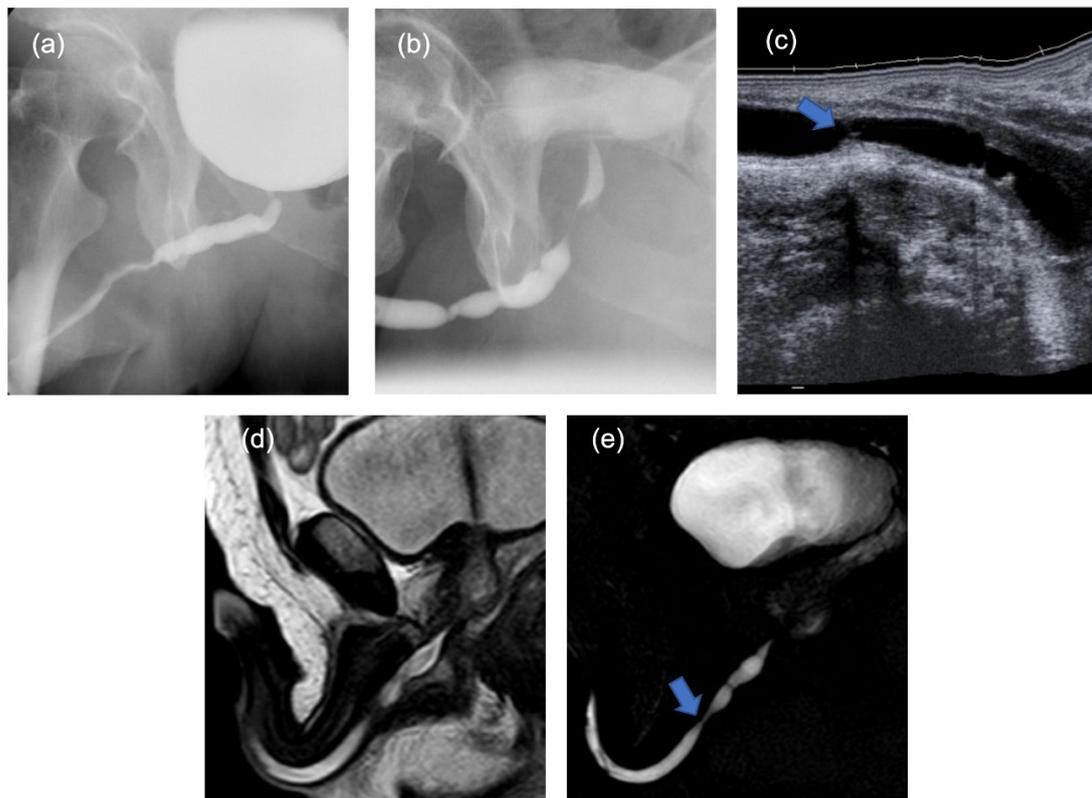


Figura 38. Paciente de 76 años con 2 focos de estenosis bulbar distal, el más proximal es moderado y el más distal, severo. Se encontró infraestimación de la longitud de la estenosis en UGR (2,11 cm de longitud y en RM-T2 (2,09 cm de longitud), con correlación fuerte entre USR (2,16 cm de longitud) y RM-3D sagital (2,16 cm de longitud). Además, solo en la USR y RM-3D se detectó la estenosis bulbar proximal.

CAPITULO III: RESULTADOS

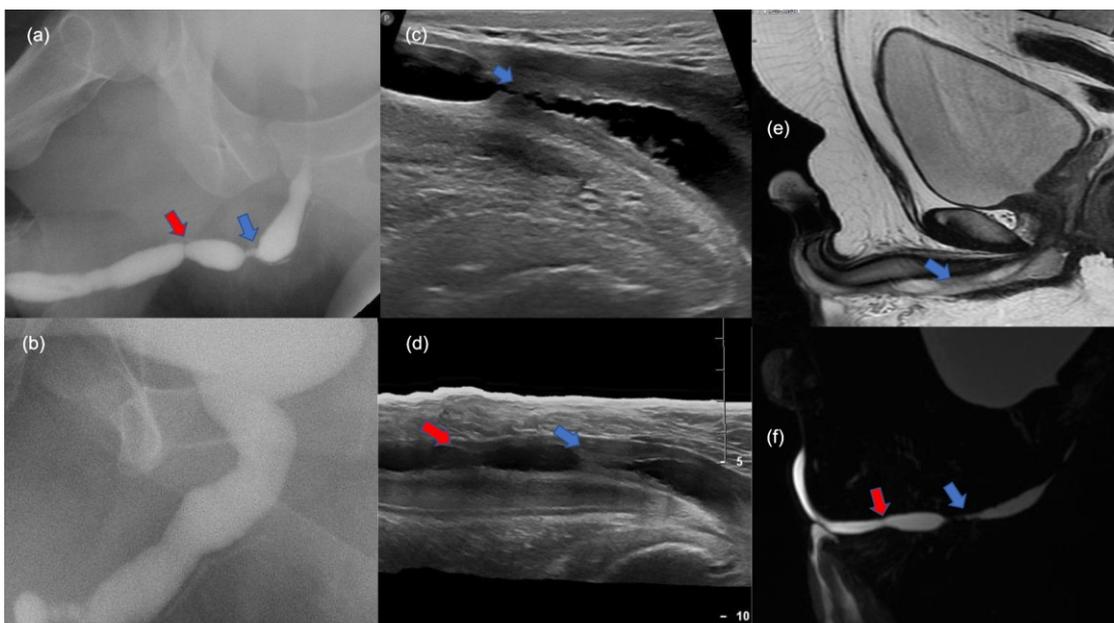


Figura 39. Paciente de 27 años. a) y b): UGR; c) y d): USR; e) URM secuencia sagital T2; f) URM secuencia sagital 3D. Se encontró infraestimación de la longitud de la estenosis bulbar distal (flechas azules en a), c), e) y f); en UGR (2,11 cm de longitud y en RM-T2 (3,09 cm de longitud), con correlación fuerte entre USR (3,16 cm de longitud) y RM-3D sagital (3,16 cm de longitud). Se detectó la estenosis focal penobulbar de forma correcta en UGR, USR y RM-3D, pero pasó desapercibida en RM-T2 (flechas rojas en a), c), d) y f)).

Con el empleo del análisis de la varianza (ANOVA), se mostró que la longitud de la estenosis no tiene una relación estadísticamente significativa respecto a la patología uretral detectada ($p > 0,05$). También con ANOVA, se evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la etiología de la estenosis y las distintas técnicas de imagen ($p > 0,05$), así como tampoco existen diferencias estadísticamente significativas entre la localización de las estenosis y las diferentes técnicas de imagen ($p > 0,05$).

Respecto a la espongiofibrosis cuantificada en los casos que presentaron estenosis uretral o estenosis + patología periuretral ($n = 27$), la USR estableció un valor cuantitativo medio de $0,34 \text{ cm} \pm 0,14$ (DE) cm (rango, 0,14 – 0,73 cm), mientras que la RM-T2 coronal con supresión grasa estableció un valor cuantitativo medio de $0,34 \text{ cm} \pm 0,14$ (DE) cm (rango, 0,13 – 0,72 cm). Por tanto, con ambas técnicas se obtuvo un valor cuantitativo de espongiofibrosis prácticamente igual; tras emplear el coeficiente de correlación intraclase medido con alfa de

CAPITULO III: RESULTADOS

Cronbach mostró un valor de alfa = 0.993, es decir, un nivel de concordancia muy alto y casi perfecto entre ambas técnicas de imagen, con una $p < 0.0001$, con significación estadística.

A continuación, se ilustran algunos de los casos centrados en la detección de la espongiofibrosis (figuras 40, 41, 42 y 43):

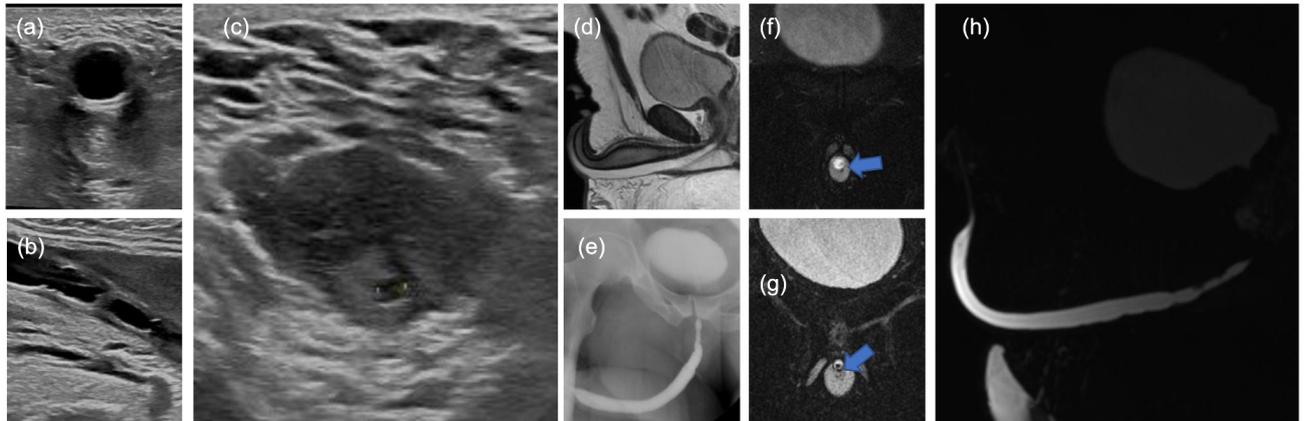


Figura 40. Paciente de 37 años diagnosticado de estenosis arrosariada de uretra bulbar proximal postraumática en UGR (e), USR (a-c) y en URM (d, f, g) y h). Se constató una correlación positiva entre URM coronal T2-SG (manifestada como un área hipointensa circundante a la luz uretral; flechas azules) y USR para medir la espongiofibrosis de estenosis bulbar proximal, que se infraestimó en RMT2 sagital.

CAPITULO III: RESULTADOS

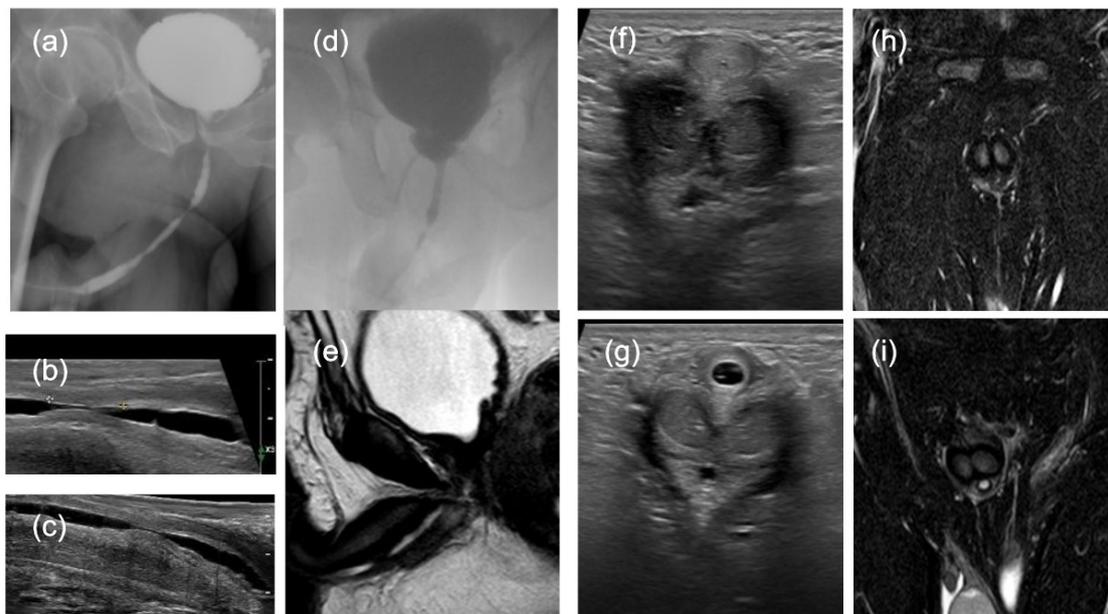


Figura 41. Paciente de 69 años. Estenosis de uretra bulbar; a) y d): UGR; b), c), f) y g): USR; e), h) y i). Se constató correlación positiva entre coronal T2-SG y USR para medir la espongiofibrosis de estenosis bulbar distal, que también se aprecia hipointensa en RM-T2 sagital.

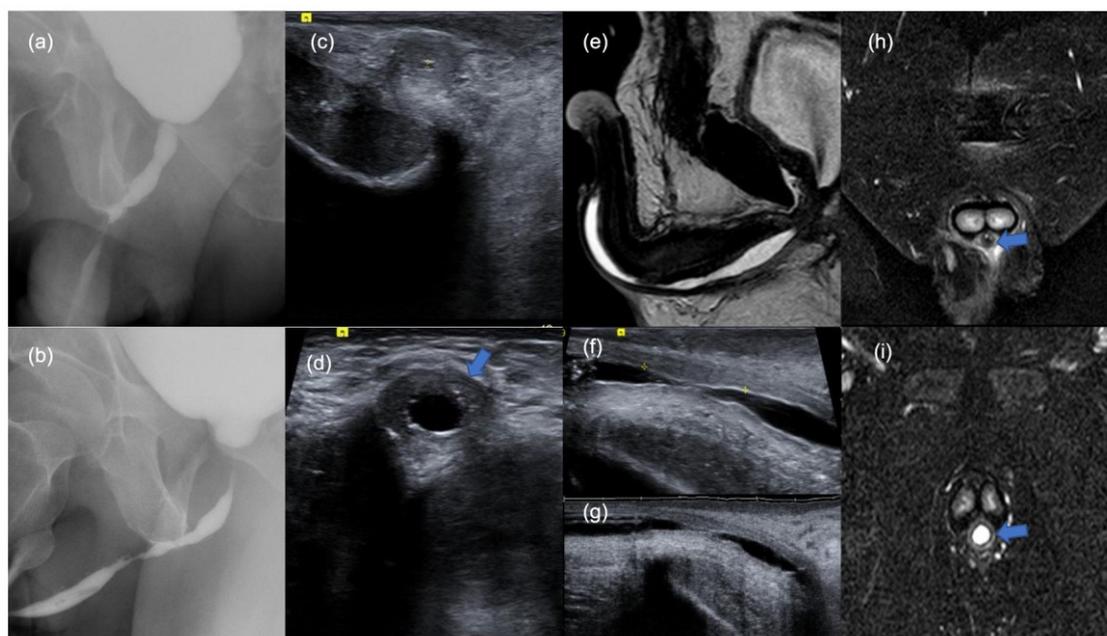


Figura 42. Paciente de 76 años con segmento estenótico penobulbar; a) y b): UGR; c), d), f) y g): USR; e), h) e i): URM en planos sagital T2 y coronal T2-SG. Se constató correlación positiva entre coronal T2-SG y USR para medir la espongiofibrosis de estenosis bulbar distal, que también se aprecia hipointensa en RM-T2 sagital. Flechas azules: espongiofibrosis.

CAPITULO III: RESULTADOS

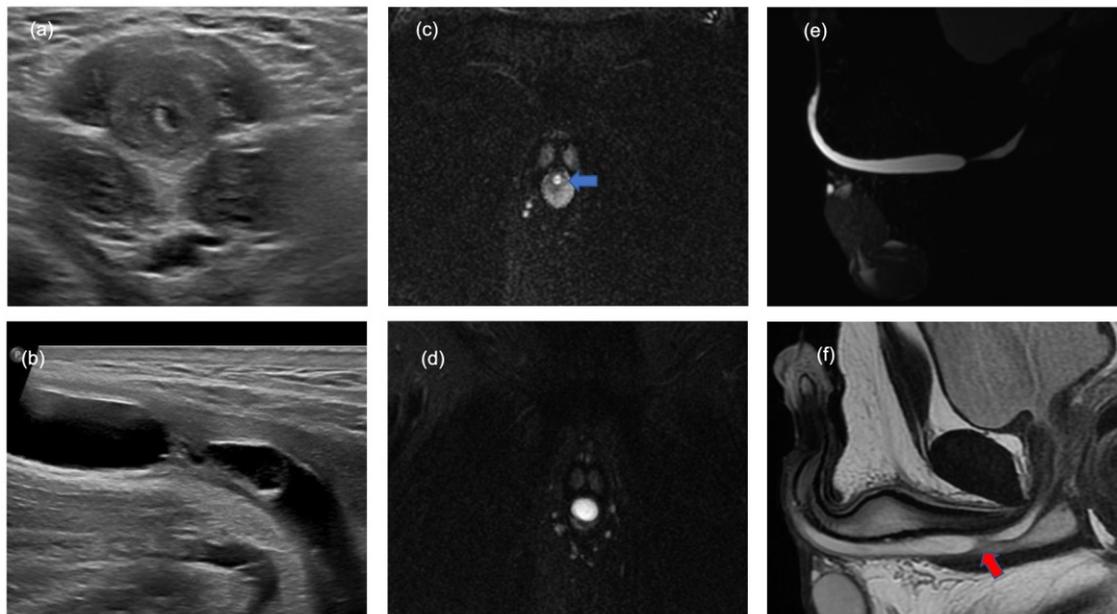


Figura 43. Paciente de 26 años con estenosis bulbar distal. a) y b): USR; c) y d): URM coronal T2-SG; e) URM sagital 3D; Se constató correlación positiva entre coronal T2-SG y USR para medir la espongiopfibrosis de la estenosis bulbar, que se aprecia en este caso con intensidad intermedia de señal en sagital RM-T2 (flechas azules) y sutilmente hiperintensa en coronal T2-SG (flecha roja).

Los 26 casos de estenosis fueron estenosis que afectaron a la uretra anterior, y a continuación se muestra mediante figuras, desde la 44 a la 48, (que ilustran distintas etiologías de las estenosis de uretra anterior) los casos más representativos de este grupo de pacientes; se muestran los hallazgos en UGR y/o USR, así como en las secuencias del protocolo de URM establecido.

CAPITULO III: RESULTADOS

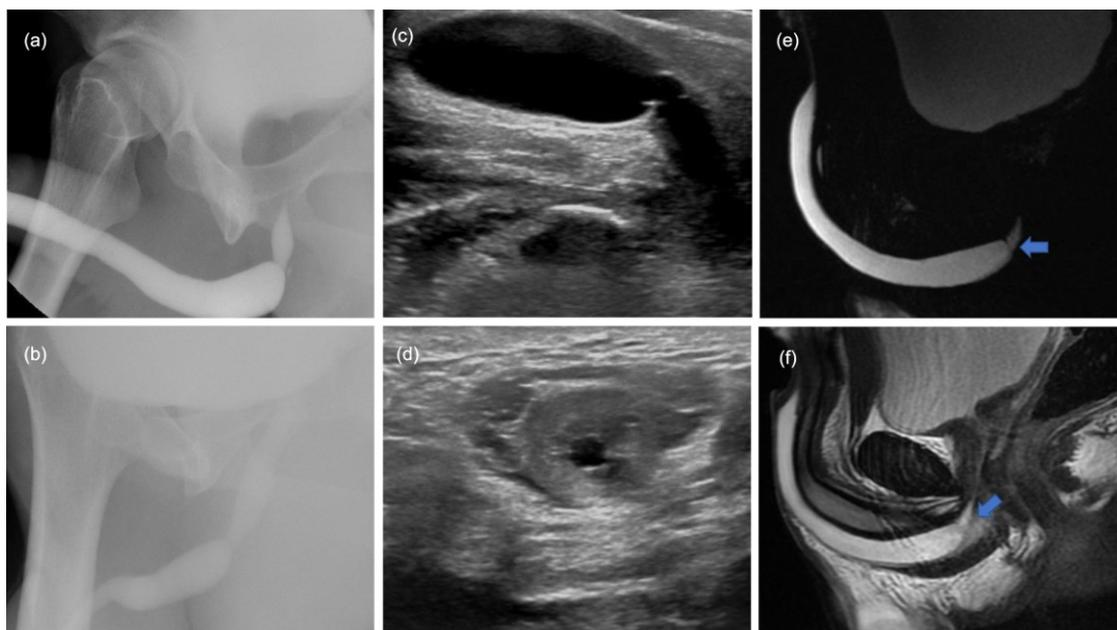
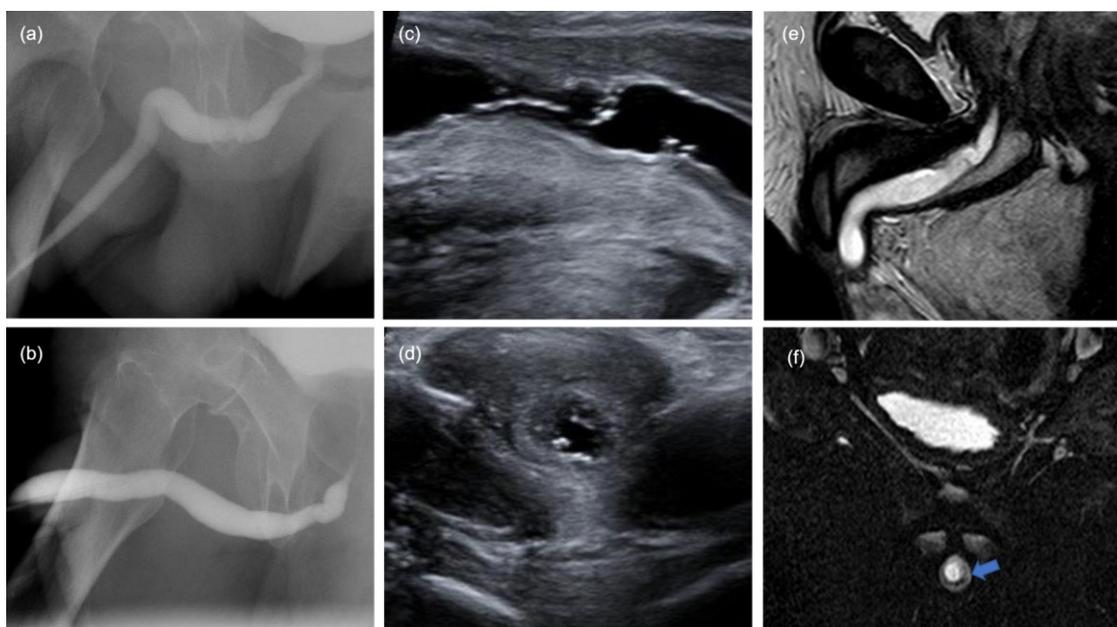


Figura 44. Paciente de 24 años con estenosis de uretra anterior por iatrogenia tras sondaje vesical; a) y b) UGR mostró un segmento estenótico en cono bulbar, que se extiende proximalmente hasta el esfínter externo. Toda la uretra peneana y casi toda la bulbar presentó buen calibre sin lesiones en mucosa ni en cuerpo esponjoso; c) y d) USR: segmento estenótico midió 1,6 cm de longitud, con moderada espongiofibrosis circundante de 0,4 cm de espesor (estenosis moderada); e) y f) URM en secuencias sagitales RM-3D y RM-T2: en el extremo distal del segmento estenótico se observó tabique circunferencial de apenas 0,2 cm, que reduce la luz de forma severa hasta los 0,4 cm, también visible en c) y d).



CAPITULO III: RESULTADOS

Figura 45. Paciente de 24 años. Iatrogenia tras cistoscopia. a) y b): UGR que evidenció una alteración de la morfología de la uretra bulbar en relación a segmento estenótico arrosariado, sin evidencia de dilatación preestenótica importante durante la micción ni residuo postmiccional; c) y d): USR que mostró segmento estenótico de 1,3 cm en uretra bulbar, 2 cm distal a esfinter externo, donde se reduce la luz hasta un mínimo de 0,2 cm, con 0,5cm de espesor de la espongiofibrosis circundante (también valorable en e) y f): URM secuencia sagital T2 y coronal T2 con supresión grasa, donde se objetivó el tejido espongiofibrótico hipointenso (flecha).

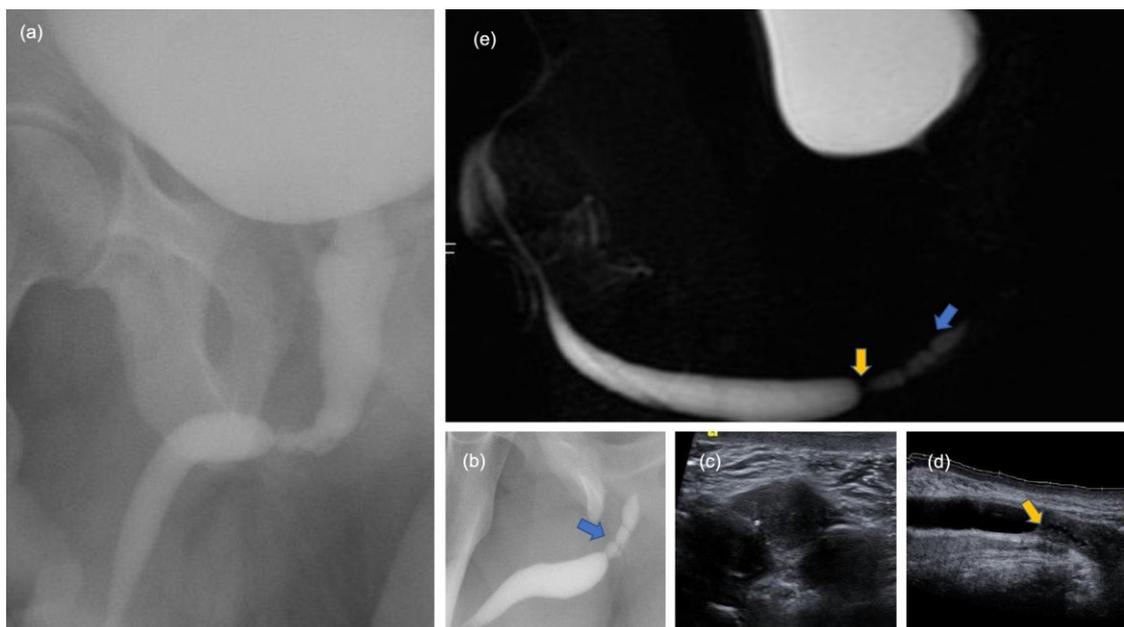


Figura 46. Paciente de 20 años, con estenosis de urea anterior secundaria a caída a horcajadas; a) y b): UGR mostró estenosis severa en uretra bulbar proximal; c) y d): USR donde se evidenció espongiofibrosis que llega hasta esfinter externo; e) URM con secuencia RM-3D en plano sagital; el segmento estenótico midió 2,6 cm de longitud (flechas) y presenta espongiofibrosis circunferencial de aprox. 0,54 cm de espesor, objetivando el punto de mayor reducción de calibre en el extremo distal del segmento estenótico (flechas amarillas). No alteraciones evidentes de uretra posterior ni vejiga.

CAPITULO III: RESULTADOS

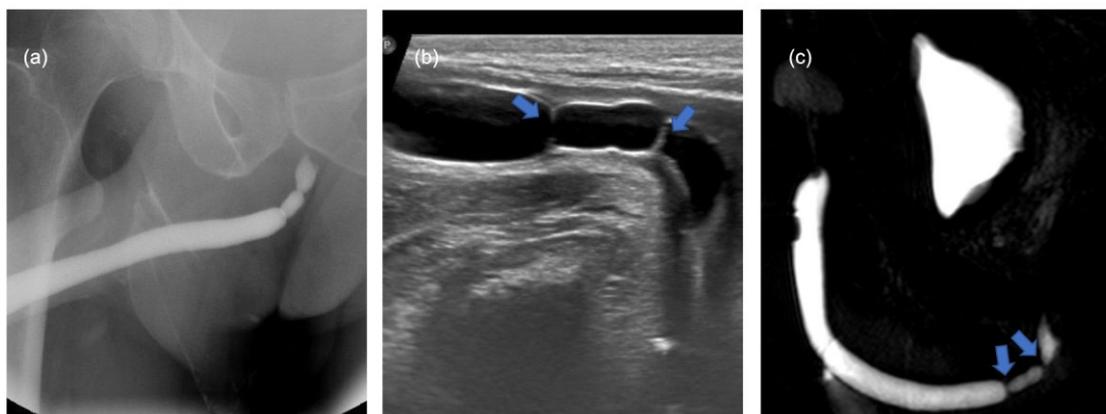


Figura 47. Paciente de 48 años con estenosis de uretra anterior secundaria a valvas de uretra anterior (2 bulbares proximales; en a) se visualizaron 2 focos de estenosis focal severa en uretra bulbar proximal, objetivando dilatación preestenótica de uretra posterior durante la micción; en b) (USR) se confirmaron 2 tabiques focales transversales de 0,1 cm de espesor en uretra bulbar proximal, el proximal es prácticamente completo y se sitúa 1,5cm distal a esfínter externo, y el otro se localizó 1,2cm más distal (con tabique parcial); c) estenosis en uretra bulbar proximal de 1.7cm de longitud y reducción del calibre moderado, con septos que se corresponden con valvas.

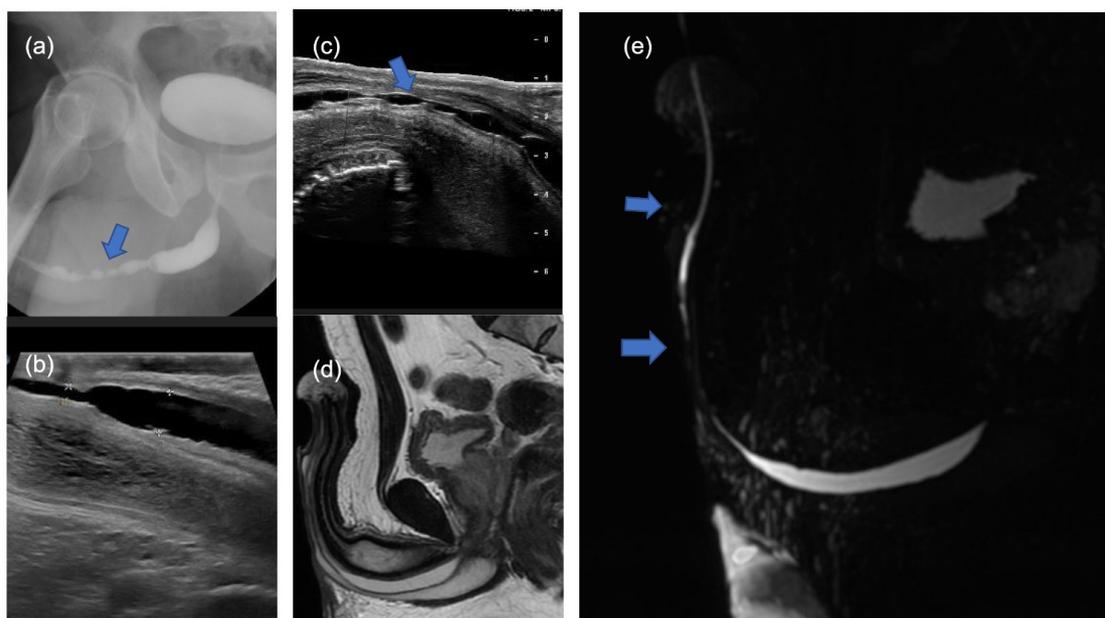


Figura 48. Paciente de 49 años con estenosis severa arrosariada (flechas) de uretra anterior (peneana) en paciente con antecedentes de uretritis por clamidia; a) UGR; b) y c) USR; d) URM sagital T2 y e) URM sagital 3D.

CAPITULO III: RESULTADOS

Los 7 casos restantes corresponden con 1 caso de patología tumoral, 3 casos de falsas vías, 2 casos deiringoceles, y 1 caso de patología estenótica junto con un divertículo uretral.

La secuencia RM-T2 sagital no detectó patología en 2 casos de estenosis, ni tampoco en 3 casos de estenosis uretral.

La UGR no fue sensible para detectar los casos que tenían patología periuretral, donde la USR y la URM sí fueron capaces de detectar y determinar la patología existente.

A continuación, se muestran algunos casos para ilustrar la patología periuretral detectada (siringocele perforado, siringocele imperforado, duplicidad uretral por falsa vía y adenocarcinoma de pene, presentados en este orden):

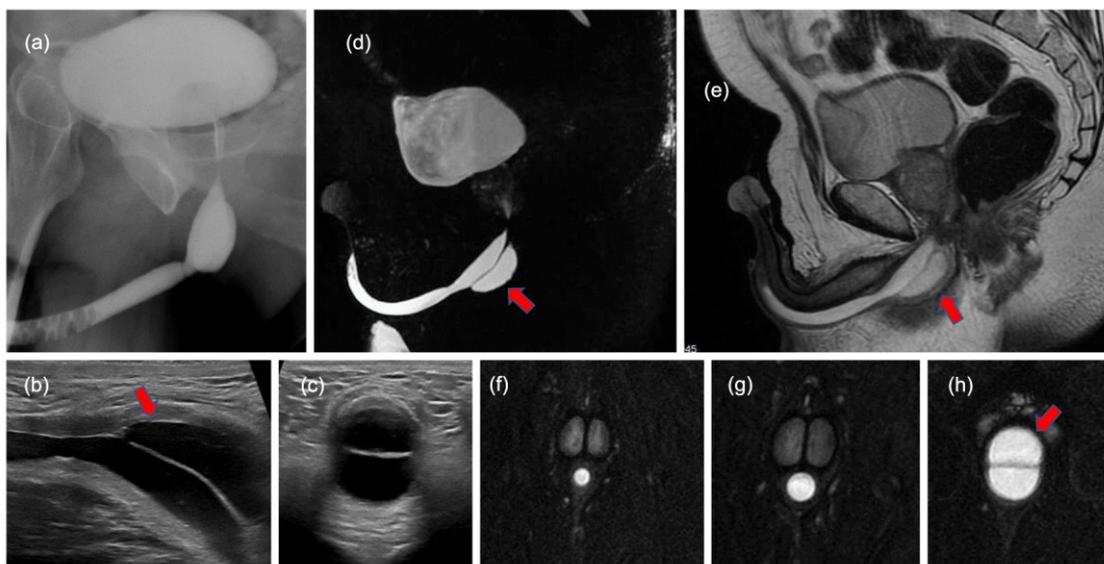


Figura 49. Paciente de 71 años con dilatación quística parauretral proximal a estenosis bulbar correspondiente con siringocele perforado (flechas rojas). A): UGR; b) y c): USR; d): URM secuencia sagital 3D; e) URM secuencia sagital T2; f), g) y h): URM coronal T2-SG desde distal a proximal.

CAPITULO III: RESULTADOS

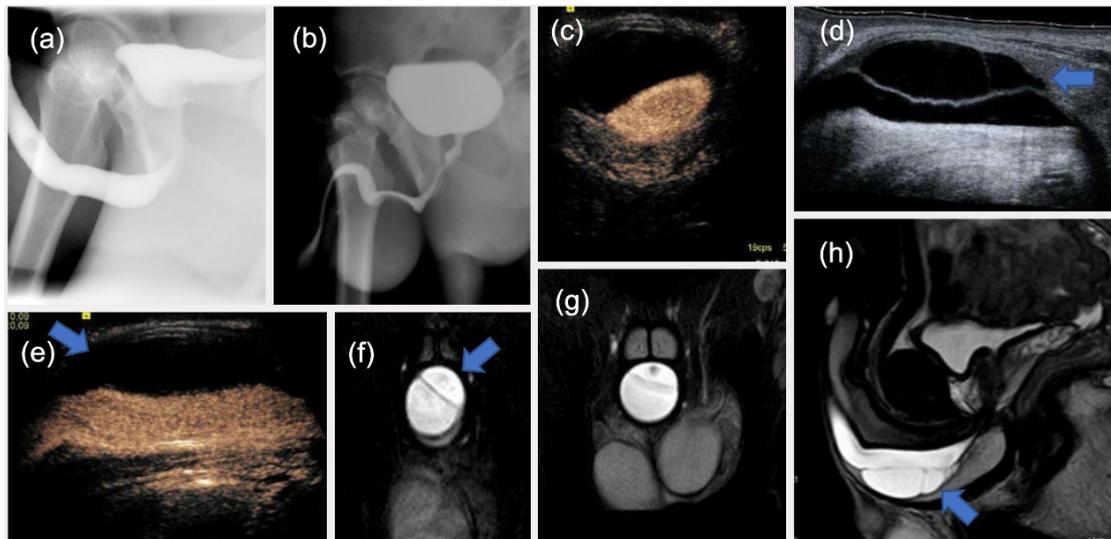


Figura 50. Paciente de 18 años con siringocele imperforado (flechas azules). a) y b): UGR; c) y e): USR con contraste, donde se aprecia que la cavidad quística no capta en ningún momento contraste y se separa perfectamente del lumen uretral; d) reconstrucción ecográfica; f) y g): URM coronal T2-SG; h) URM sagital T2.

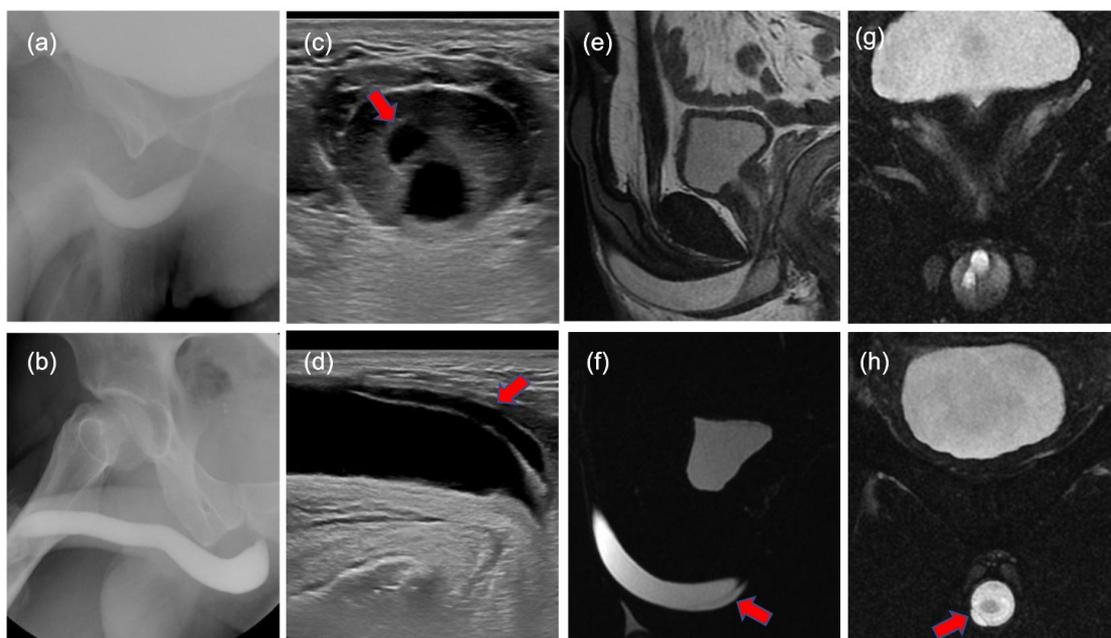


Figura 51. Paciente de 35 años con antecedente de sondaje vesical en la infancia por apendicitis aguda. Diagnosticado de duplicidad uretral (falsa vía, flechas rojas), más evidente en USR y URM (falsa vía ventral derecha en uretra bulbar proximal). a) y b): UGR, donde es casi imperceptible; c) y d): USR evidencia la duplicidad luminal; e) URM sagital T2, donde no se aprecia con claridad; f) URM sagital 3D, donde se aprecia con facilidad; g) y h) URM coronal T2-SG donde también se aprecia con claridad el hallazgo.

CAPITULO III: RESULTADOS

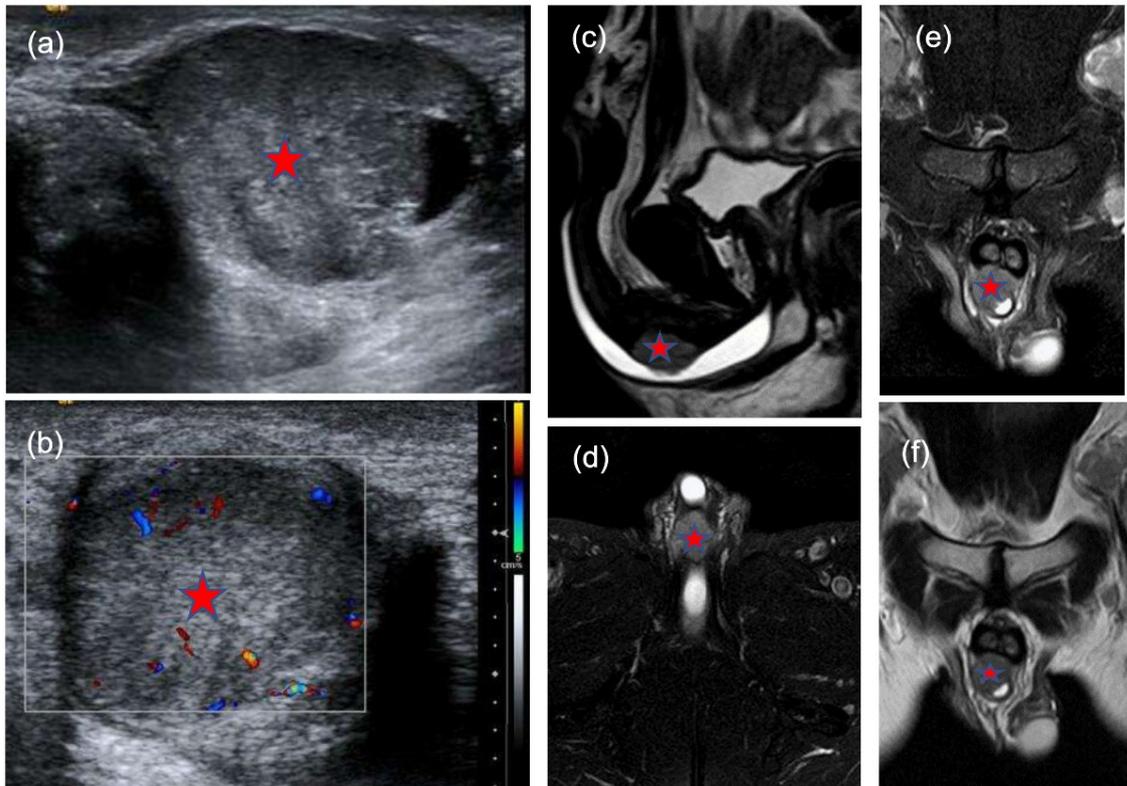


Figura 52. Paciente de 45 años con bultoma doloroso en el cuerpo esponjoso del pene, con diagnóstico anatomopatológico de adenocarcinoma de pene (estrella), con metástasis ganglionares locorreregionales. a) y b): USR; c) URM sagital T2; d) URM axial T2 con contraste intravenoso; e) URM coronal T2 con contraste intravenoso; f) URM coronal T2.

CAPÍTULO IV

DISCUSIÓN

LIMITACIONES

CONCLUSIONES

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

DISCUSIÓN

A. ESTUDIO 1.

La uretrografía, incluida la uretrografía retrógrada y la cistouretrografía miccional seriada, junto con la ecografía, se consideran pruebas de primera línea para el diagnóstico de estenosis uretral [166].

La ecografía ha demostrado ser una herramienta muy útil para determinar la longitud de las estenosis y evaluar el grado de espongiofibrosis [118]. Sin embargo, no se recomienda su uso exclusivo para la evaluación de estenosis debido a su pequeño campo de visión y dificultad para delimitar la luz uretral al completo [115,167].

La introducción de contraste para distender la uretra en la uretrografía retrógrada se realizó por primera vez utilizando dispositivos de pinza (clamp) acoplados a una jeringa (pinza de Knutsson, pinza de Brodney). Sin embargo, éstos fueron reemplazados por la técnica de McCallum, que usaba un catéter de Foley, pero los inconvenientes de este método son varios: puede causar dolor importante al distender el balón inflable, y no es útil en casos con alteraciones uretrometales; tampoco se recomienda usar gel anestésico o introducir contraste con mucha presión (riesgo de fuga del balón) [86,168].

La longitud de la estenosis uretral con UGR a menudo es infraestimada o sobrestimada [100,119]. Por el contrario, la precisión de las mediciones en las estenosis de uretra bulbar con uretrosonografía es mucho mejor [4,117,118,119].

Berná M., Balmaceda T. et al, en 2018 compararon la uretrosonografía retrógrada y la uretrosonografía miccional con contraste (realizadas con el método clamp mediante el empleo del Berna-Ring) con los resultados obtenidos en las pruebas de uretrocistografía retrógrada. El estudio constó de 113 pacientes; se detectaron 49 casos con estenosis de uretra anterior, y destacó el hecho de que se identificaron estenosis en el cono bulbar proximal en 5 de ellos (10,2%), las cuales no fueron detectadas en la uretrografía retrógrada ($p < 0,05$); la uretrosonografía miccional con contraste se realizó en 97 casos; se detectaron 82 estenosis de uretra posterior, 6 de las cuales (7,3%) presentaron una estenosis del cuello vesical, no detectada mediante uretrocistografía retrógrada ($p < 0,05$). Por tanto, en este estudio la

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

uretrosonografía retrógrada mostró mayor capacidad para detectar las estenosis de uretra anterior que la uretrografía retrógrada, así como también la uretrosonografía miccional con contraste demostró una mayor capacidad para detectar estenosis que la uretrocistografía retrógrada [118].

Aunque ya se ha demostrado la utilidad de la capacidad tridimensional de la uretrosonografía, también hay que tener en cuenta el papel de la URM y la UTC, ya que proporcionan información relevante de cara a la planificación quirúrgica [135].

Sin embargo, no hay apenas estudios que realicen UTC, probablemente por lo comentado de la técnica convencional que precisa una sonda de Foley. No obstante, sólo hay 2 estudios en los que UTC y UTC miccional se realizaron simultáneamente para evaluar anomalías de la uretra posterior [136,140].

El primero, de Kassaby et al., evaluó los defectos de distracción uretral después de un traumatismo pélvico cerrado en 21 hombres; se llenó la vejiga a través de un catéter suprapúbico para lograr una sensación de vejiga llena, y después se realizó una infusión retrógrada de contraste (técnica no especificada) y una TC combinada retrógrada y miccional. En el segundo estudio, Zhang et al. evaluaron las estenosis uretrales posteriores en 21 hombres; se llenó la vejiga con contraste a través de un sistema de infusión conectado al catéter suprapúbico, y la uretra anterior se llenó mediante un catéter de Foley (tras inflar el balón con 2-3 mL de suero en la fosa navicular), tras lo cual realizaron la TC combinada retrógrada y miccional (3 segundos después de que la paciente comenzara la micción).

El presente estudio es el primero en evaluar la utilidad de UTC para la estenosis de la uretra anterior (bulbar y/o peneana). Presenta una precisión similar a USG y mayor que UGR para medir la longitud de las estenosis. En los 2 casos con uretroplastia, UTC también fue mejor que las otras técnicas para visualizar la estenosis en la trayectoria tortuosa de la plastia.

La ventaja de la UTC sobre la UGR es que puede evaluar las estructuras periuretrales y localizar la estenosis con mayor precisión anatómica (en nuestro Estudio 1, UTC demostró ser más sensible que la UGR para detectar la presencia de trayectos fistulosos, y también localizó con más precisión que la UGR la localización de los stents uretrales, así como la reducción del calibre uretral intra-stent). La ventaja sobre la USR es que la UTC tiene un campo de visión completo, mientras que medir segmentos estenóticos de más de 3 cm significa recurrir a una

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

imagen ecográfica panorámica, lo que puede distorsionar la medición, ya que depende especialmente de la experiencia y habilidad del operador.

Existen 2 estudios que emplean el UTC, cuyos pacientes fueron perros Beagle machos [142,143].

En el dirigido por Orabi, utilizaron la técnica clásica de llenado retrógrado con catéter de Foley de 8 French de calibre para realizar UTC y UMTC en 18 perros después de uretroplastia de uretra anterior, y se evidenció que la UTC era más precisa que la UGR para la ubicación y evaluación anatómica de las anomalías [142].

Zhang et al. (2011) comparó de forma prospectiva la UTC con la UGR en la evaluación de estenosis uretrales posteriores traumáticas en 21 hombres [141]. Ambas técnicas tuvieron una precisión del 100% en la detección de las estenosis; sin embargo, la UTC resultó ser más exacta en determinar la longitud de la estenosis. Además, proporcionó datos clínicos adicionales en 10 pacientes (48%) que afectaron al plan quirúrgico (incluidas las diferencias en la longitud de la estenosis, la presencia de fístula recto-uretral en alguno de ellos y más detalles sobre los defectos uretrales).

Sa et al. (2013) realizó un estudio prospectivo con 38 pacientes en los que se quiso comparar la UTC y la uretrocistografía retrógrada en el diagnóstico de traumatismos de uretra posterior y fístula recto-uretral asociada. Se obtuvo que la UTC fue más precisa que la uretrocistografía retrógrada en cuanto a la longitud de las estenosis (93% y 70%, respectivamente). En cuanto a la detección de fístulas rectouretrales, la UTC las detectó todas, mientras que la uretrocistografía retrógrada detectó el 71%. Por tanto, se dedujo que en contexto de posible fístula rectouretral en traumatismo de uretra posterior, la UTC puede ser un estudio de elección [169].

Chou et al. (2005) propusieron la uretroscopia virtual por TC (UVTC), y para ello utilizaron un software específico de navegación “fly-through” para crear imágenes intraluminales uretrales interactivas en 3D [139].

Feng et al. (2014) en un estudio de 33 pacientes compararon la cistouretroscopia con la UVTC; se concluyó que la UVTC era más sensible que la cistouretroscopia para detectar fístulas (87,5% y 56%, respectivamente), falsas vías (87,5% y 56% respectivamente) y estenosis anteriores por liquen escleroso (100% y 0%, respectivamente; sin embargo, la UVTC no puede reemplazar a la cistouretroscopia. (Feng C, Shen YL, Xu YM, Fu Q, Sa YL, Xie H, et al. CT

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

virtual cystourethroscopy for complex urethral strictures: an investigative, descriptive study. Int Urol Nephrol. 2014;46(5):857–63). (170)

En el estudio dirigido por Kang et al., a 5 perros se les realizó UTC mediante la técnica clásica de catéter de Foley de 6 French de calibre, y una jeringa de 200ml conectada a un inyector automático, lo que hizo innecesaria la inyección manual en la sala de UTC, y se obtuvieron imágenes anatómicas en 3D de la uretra masculina en perros sanos [171].

Orabi et al. (2014) también utilizó la UVTC para evaluar la patología del tejido uretral en perros y compararon los resultados con la UGR estándar. La UGR fue inferior que la UVTC para definir el segmento estenótico, el segmento postestenótico y el ancho de la luz uretral [142].

Por tanto, de cara al futuro, la UVTC tiene un futuro prometedor de cara a la planificación prequirúrgica y postquirúrgica de la patología uretral, a la vista de los buenos resultados obtenidos en estudios realizados por diferentes autores.

En el presente estudio, la UTC se realizó con éxito en todos los casos; no hubo necesidad de manipular las jeringas, ni tampoco se requirió la presencia del operador en la sala, ya que la infusión por goteo fue utilizada para la introducción de contraste. La cantidad de dolor registrado por los pacientes durante el cateterismo y la compresión externa del B-Ring fue nula o muy leve. Aunque el método clamp se puede realizar en casos con alteraciones uretrometales (estenosis, hipospadias, meatotomía), cuando la sonda fina sin balón se introduce a través de la anomalía, el B-Ring ejerce una compresión externa justo detrás de la corona del glande del pene, por lo que los 2-4 cm de la uretra distal (dentro del glande) no se visualizan en el estudio durante la fase de llenado retrógrado, donde se observa la uretra peneana distendida más allá del surco balanoprepucial.

Las anomalías uretrometales fueron visualizadas mediante la cistografía seriada como parte del procedimiento de uretrocistografía retrógrada, y durante la micción se observó que el contraste fluía a través del orificio hipospádico o la estenosis del meato (con dilatación prestenótica).

Se necesitan estudios futuros con UMTC para analizar su capacidad de visualizar anomalías uretrometales.

Algunos estudios hablan de la utilidad de UMCT para evaluar la vejiga y la uretra posterior [137,139,140].

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Chou et al., en un estudio de 13 hombres con antecedentes de traumatismo, quiso señalar la potencial herramienta diagnóstica que supone la UMCT 3D informó el potencial después de la administración intravenosa (i.v.) de contraste yodado.

Su et al. describió la UMCT 3D y 4D después de i.v. el contraste en 70 sujetos sanos (43 hombres y 27 mujeres) utilizando TC de volumen dinámico de 640 cortes, en el que se llegó a la conclusión de que en la TC de 640 cortes se pueden obtener todos los datos en una distancia de 16 cm de campo de visión en menos de 0,35 segundos, en los que se obtienen las imágenes axiales que luego se pueden procesar para la obtención de los planos sagital y coronal, así como reconstrucciones VR y MIP (la TC en espiral de 64 cortes de alta velocidad puede escanear toda la uretra y la vejiga en menos de 6 segundos, por lo que, unido a que existen en pocos lugares los equipos de 640 cortes, no hace disponer de éste último un requisito indispensable para realizar estudios de la uretra de calidad y con posibilidad de reconstrucciones) [140].

Dos estudios que utilizaron UMCT [137,139]; tardaron un tiempo medio de 8,8 y 9 min (rango, 4-20 min) y otro que realizó TC retrógrada y miccional combinada llevó un tiempo medio de 10 min (rango, 6-20 minutos) [141].

El tiempo medio de UTC en nuestro estudio fue de 6,1 min (rango, 4,7-7,7 min) y hay que recordar que gran parte de este tiempo lo pasó el personal de enfermería colocando el dispositivo para poder realizar el método clamp con garantías, ya que el TC y el llenado cistouretral con contraste fueron muy rápidos.

El método descrito en el presente estudio puede permitir la realización de futuros estudios de UMCT con llenado vesical retrógrado, ya que el frasco de contraste se coloca a 2 metros del suelo, lo que significa que hay suficiente presión para un llenado rápido de la vejiga y evita la administración de contraste intravenoso para realizar la UTC.

Hay pocas publicaciones sobre fístulas periuretrales en las que se refleje la relevancia de la UTC para el diagnóstico [137,144,172].

Lv. et al. realizó UTC en 80 pacientes (58 hombres y 22 mujeres) después del llenado de la vejiga por infusión de catéter suprapúbico (o retrógrado); de los 58 varones con estenosis de uretra posterior con fístulas se visualizó un número mayor de las mismas por TC (n = 51) que por uretrografía retrógrada (n = 34), de manera que la tasa de detección de fístulas de la UMCTC fue mayor que la de la UGR (87,9% vs 58,6%; p = 0,015). [137].

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

En nuestro estudio, la UTC permitió visualizar los trayectos fistulosos en todos los casos (n = 8), mientras que en cinco casos fueron visualizados por uretrografía. Aunque en nuestro estudio no se realizó UTC miccional (UTCM), el llenado retrógrado de uretra y vejiga con una media de 90 ml de contraste permitió visualizar fistulas de vejiga y uretra posterior, lo que demuestra el potencial diagnóstico de esta técnica para detectar fistulas periuretrales sin que el paciente tenga que realizar la micción de forma forzada.

En cuanto a la dosis de radiación recibida por el paciente, que es uno de los principales inconvenientes de la TC, la media fue de 4,96 mSv en nuestros pacientes con 2 barridos y de 3,456 mSv en los de un barrido, mientras que la dosis media efectiva en la UMCT en el estudio de Su et al. es de 6,585 mSv, lo que está en consonancia con los requisitos de la Comisión Internacional de Protección Radiológica.

Una de las ventajas de la uretrografía sobre la UTC es que es un estudio dinámico que permite visualizar en tiempo real las alteraciones uretrales. Además, la dosis media efectiva obtenida en la uretrografía fue de 0,67 mSv, lo que muestra una irradiación de UTC significativamente mayor que con la fluoroscopia. Por ello, no se recomienda la UTC en varones con deseos genésicos no cumplidos, y es la razón de excluir del estudio nueve casos con planes reproductivos (por riesgo de radiación gonadal); también es la razón por la que los pacientes del estudio tenían más de 50 años.

En los equipos modernos de TC los datos sobre la dosis-longitud (dose-length product, DLP) y el índice de dosis volumen (CTDIvol) son parámetros que se registran como una imagen DICOM, que se guarda en el PACS, adjuntándose al estudio realizado.

En 1981, Shope et al. introdujeron el concepto de CTDI (CT dose index), definiéndolo como la integral del perfil de dosis de radiación de barrido único a lo largo del eje z, normalizado al grosor de la sección de la imagen; es decir, es la dosis absorbida estimada para una exploración axial (por la rotación del tubo de rayos x en este eje, por ser cilíndrico); lo que se obtiene es la dosis promedio en el eje z del total de radiaciones recibidas durante la exploración [173].

El CTDIvol se mide en unidades de miliGray (mGy), y es un parámetro variable, ya que depende del tamaño del paciente; se basa en la dosis de radiación que un fantoma de un tamaño específico (y que suele ser de polímero de metil metacrilato, PMMA), absorbe (suelen ser de

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

16cm o 32cm); es una medida simple y estandarizada de la salida de dosis de un escáner de TC que se puede usar para comparar diferentes técnicas de escaneo en un solo TC o entre varios TC diferentes. Por lo tanto, CTDIvol no es una dosis estricta recibida por el paciente, sino más bien una dosis promedio sobre un volumen [174]. El valor de CTDIvol es prácticamente fijo y no depende del tamaño del paciente ni de la longitud del campo de exploración a realizar [175]. El DLP se calcula multiplicando el CTDIvol que se da para un centímetro (cm), por el número de centímetros escaneados, y las unidades en las que se expresa son mGy/cm (Dixon R et al 2010. AAPM REPORT N° 111. (Comprehensive Methodology for the Evaluation of Radiation Dose in X-Ray Computed Tomography (American Association of Physicists in Medicine Task Group 111, College Park: AAPM). (174)

Pretende representar la cantidad total de radiación que el paciente ha recibido; su modificación implica alteraciones en los parámetros de dosis y también en la longitud del estudio. Si se limita la cobertura del eje z, es decir, la longitud, a exclusivamente la región anatómica de interés en cada caso, así como intentar disminuir las fases adquiridas siempre que sea posible, son medidas simples pero que pueden contribuir a una reducción de dosis significativa al evaluarla al final del estudio.

Basándonos en los datos obtenidos en nuestros casos, para pacientes con UTC que han precisado únicamente de un barrido, los valores se consideran bastante aceptables, por debajo de los valores de referencia para un estudio pélvico; sin embargo, en los pacientes en los que se ha necesitado la implementación de dos barridos por la necesidad de obtener una fase de estudio sin contraste y otra con el contraste intraluminal, evidentemente esto ha conllevado un aumento tanto del CTDIvol como del DLP, pero sin apenas pasarse de los valores de referencia pélvicos, (ver tabla), en aras de cumplir los criterios ALARA (*as low as reasonably achievable*) y de irradiar al paciente lo mínimo indispensable para obtener un beneficio diagnóstico.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Tipo de estudio	CTDIvol [mGy]	DLP [mGy.cm]
Cabeza	60	1050
Tórax	30	650
Abdomen	35	780
Pelvis	25	570
Cara y senos paranasales	35	360
Traumatismo vertebral	70	460
Hígado	35	900
Pelvis ósea	25	520
UTC (1 barrido)	15,1	284,4
UTC (2 barridos)	24,8	588,5

Tabla 5. Valores de CTDI y DLP obtenidos en este estudio de uretro-TC (UTC) comparados con los principales valores propuestos por la Comunidad Europea. European Comision (EC 1999a). Guidance on Diagnostic Reference Levels (DRLs) for Medical Exposures Radiation Protection 109. Directorate-General, Environment, Nuclear Safety and Civil Protection, European Commission. 1999.

En nuestra opinión, son necesarios más estudios para adaptar el protocolo de UTC a dosis más bajas de radiación.

B. ESTUDIO 2.

La técnica convencional de RM no puede demostrar el lumen uretral de forma óptima, y tampoco puede mostrar las estenosis de uretra con precisión; tampoco es capaz de diagnosticar extravasaciones de contenido uretral, tractos fistulosos o disrupciones uretrales parciales.

El uso de URM fue descrito por primera vez en 1992 por Dixon [146] . En este estudio, 18 pacientes con oclusión completa prostática y membranosa secundaria a lesiones por aplastamiento pélvico fueron sometidos a estudio de RM, previo paso a la cirugía. A todos se les realizó también cistouretrografía retrógrada; la RM pudo identificar correctamente el grado y la dirección del desplazamiento prostático, junto con una determinación muy precisa de la longitud del defecto. Además, se identificaron fracturas y avulsiones de los cuerpos corporales. Al igual que sucede con lo comentado en el Estudio 1, son pocos los estudios de RM que emplean la vía retrógrada para distender la uretra y poder estudiarla [2,107,134,176,177]. Para

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

ello, además, emplean la técnica clásica de McCallum, con los problemas que acarrea, ya comentados anteriormente en Discusión del Estudio 1.

La uretro-RM realizada con el método clamp B-Ring se realizó con el protocolo completo establecido (sin tener que suspender el estudio), y fue muy bien tolerada por los pacientes (únicamente 2 presentaron dolor muy leve), hecho a tener en cuenta en los estudios de resonancia magnética, donde el paciente debe llevar las antenas colocadas encima y, además, cualquier aborto de secuencia conlleva un importante incremento en el tiempo de realización del estudio, o incluso su suspensión si el paciente no se encuentra cómodo y no es capaz de quedarse inmóvil durante la adquisición de las secuencias.

El método clamp, al no emplear sonda de Foley, ahorra los posibles problemas que esta sonda puede asociar (dolor en la región donde se infla el balón, con riesgo de extravasación del suero y un desplazamiento del balón de la región donde debe localizarse, es decir, el meato externo). Se afirma en ocasiones que, a menos que se emplee un catéter de Foley, la uretra anterior y las partes proximales de la uretra posterior son poco valorables con RM [66]; sin embargo, con el empleo del método clamp y el uso de suero salino para distensión uretral y llenado vesical, sí que es posible valorar dichos segmentos.

La URM, con su excelente contraste tisular y su capacidad multiplanar, se utiliza cada vez más como herramienta en el diagnóstico de las estenosis uretrales, tal y como demuestran estudios como el de Osman et al. (2006), Pavlica et al. (2003) y Murugesan et al. (2018), entre otros; sin embargo, en esos estudios la distensión luminal uretral se logró con la instilación de suero salino o gel ecográfico; consideramos que con el método clamp descrito, con infusión continua de suero salino, es más cómodo para el paciente y se obtienen imágenes de diagnóstico válidas. Algunos autores sugieren colocar una toalla o similar entre los muslos y la región del pene y el escroto, para elevar estas estructuras [145]; en nuestro estudio no hemos precisado de añadir ningún elemento para el estudio de la región anatómica de interés.

La información que aporta la UGR en cuanto a la longitud de la estenosis es limitada, y tampoco releva datos sobre la posición de la próstata ni la extensión de la espongiofibrosis; esto último es un dato muy importante, ya que la presencia de tejido cicatricial podría determinar la dificultad de la cirugía en el preoperatorio, y además en el postoperatorio podría ser causa de recurrencia de la estenosis [155]. Una importante causa del fracaso del procedimiento quirúrgico en la estenosis de uretra es la eliminación inadecuada del tejido cicatricial circundante a la uretra [158].

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

En algunos estudios, tras conocer la existencia de tejido cicatricial, se emplearon hormonas esteroideas para inhibir la regeneración de la fibrosis tras la cirugía de estenosis uretral [155,178].

Sin embargo, la resonancia magnética sí que puede demostrar la longitud de la estenosis y la posición del ápex prostático, así como la espongiopfibrosis [134,146,179].

Las bobinas de cuerpo son las que se usan habitualmente; en algunos centros sin embargo se usan antenas de superficie para visualizar la uretra posterior, mientras que la uretra anterior se evalúa con antenas en disposición de fase (phased array), de pelvis o de cuerpo [180]. En nuestra experiencia, la bobina multipropósito flexible de 8 canales (empleada normalmente para estudios cardíacos) también es una muy buena opción, ya que la calidad de imagen de los estudios resultó muy buena.

Las bobinas endocavitarias consiguen una buena resolución espacial, pero hay que tener en cuenta que un campo de visión pequeño limitará el área de estudio y además una alta intensidad de señal en el campo próximo disminuirá la calidad de la imagen. Se debe obtener un grosor de corte de al menos 3-5mm y un gap de intersección de 1-2mm [68]. Si disponemos una RM de 3T, el estudio se puede realizar con una antena multicanal en fase para obtener una calidad de imagen óptima [148].

Con las secuencias empleadas se pueden obtener imágenes multiplanares que sirven para delimitar toda la longitud de la uretra, definir los tejidos blandos periuretrales, y de esta forma se puede caracterizar así la fibrosis periuretral y la longitud de la estenosis [107]. Aunque la variabilidad en el protocolo de imagen es obvia entre distintos centros e instituciones, en todos se destaca la importancia de las secuencias potenciadas en T2, así como la necesidad de que el paciente tenga una correcta posición durante la adquisición del estudio [181].

Park et al. (2010) evaluó las estenosis de uretra anterior en URM de 1.5 T (usando el método convencional de distensión luminal con gel estéril y uso de sonda de Foley), y para ello realizaron secuencias SSFSE (single-shot fast spin echo) de corte grueso (thick slab single-shot fast spin echo, TSSFSE) y secuencias FRFSE (fast recovery fast spin echo) para intentar determinar si era posible conseguir imágenes de calidad aceptable con secuencias SSFSE, que son mucho más rápidas de obtener que las FRFSE.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

En origen, la secuencia SSFSE de corte grueso fue diseñada para proporcionar imágenes de colangiopancreatografía por resonancia magnética (CPRM), ya que muestra los conductos biliares y pancreáticos marcadamente hiperintensos y definidos [182].

Se comprobó que la uretra anterior se abarcaba entera en una sola imagen en secuencias SSFSE, mientras que sólo en la mitad de los casos en los que se empleó secuencias FRFSE se logró una visión completa de la uretra anterior en una sola imagen ($p < 0,05$). A pesar de esta ventaja, la calidad de la imagen de SSFSE de corte grueso fue objetivaba como inferior respecto a FRFSE ($p < 0,05$).

Su protocolo de estudio sólo constaba de secuencia SSFSE de corte grueso, con imagen potenciada en T2 y plano sagital, y secuencia FRFSE potenciada en T2, también en plano sagital. A pesar de que la calidad de imagen fue inferior en TSSSFSE respecto a FRFSE, es importante tener en cuenta que la primera se puede adquirir en tan sólo 2 segundos, mientras que la segunda necesita al menos 3 minutos. Además, TSSSFSE no delimita tan bien como FRFSE los cambios periuretrales. Por tanto, una secuencia no sustituirá a la otra, pero es interesante conocer su posible uso en determinadas circunstancias ya que proporciona información sobre el lugar de estenosis, la longitud de la misma, y el diámetro interno [151].

En nuestro estudio, la secuencia 3D aplicada, RM-3D, (MCRP RT, respiratory-Triggered Magnetic Resonance Cholangiopancreatography), es una secuencia FRFSE diseñada para estudio de la vía biliar, pero se empleó para valorar la luz uretral cuando estuviera distendida mediante el llenado retrógrado con suero fisiológico, por su alta potenciación de los líquidos en la imagen y la posibilidad de realizar reconstrucciones en los 3 planos del espacio mediante postprocesado, con gran detalle anatómico. Pensando en futuros estudios, y referido al estudio de Park et al., podría ser interesante realizar secuencias SSFSE, principalmente al comienzo de los estudios (por si ocurre alguna incidencia que obliga a suspender el estudio). Así mismo, esta secuencia, por el grosor de sus cortes, aporta una idea global de la estenosis del paciente que puede ser de utilidad para el urólogo de cara a un primer análisis visual de las imágenes de URM, con el ulterior análisis detallado de los hallazgos en imagen en la secuencia FRFSE.

Sung et al. (2006) incluían en su protocolo de secuencias de URM el T1 supresión grasa con contraste de gadolinio intravenoso, para evaluar el grado de actividad de las lesiones inflamatorias, ya que el grado de realce se asocia con el grado de inflamación activa [4]. Sin embargo, dado que el tejido fibroso se considera que ya es estable y maduro pasados 3 meses

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

desde el daño uretral, y por tanto, abordable de forma segura desde el punto de vista de procesos endoscópicos/reconstructivos [89], en nuestra experiencia no consideramos que la secuencia de T1 con contraste intravenoso sea indispensable en el estudio de la patología uretral, ya que desde que se sospecha estenosis uretral hasta la realización del proceso quirúrgico, puede que transcurra dicho tiempo, y por tanto, carece de valor práctico dicha información.

Además, si se incluyera dicha secuencia (puntualmente útil en casos de tumores uretrales), hay que contar con una prolongación del tiempo del estudio (importante en pacientes que sienten ansiedad al realizarse estudios de RM), además de ser un procedimiento más invasivo por tener que coger una vía intravenosa al paciente (y existir las contraindicaciones inherentes al uso de contraste de gadolinio intravenoso, tales como: reacciones alérgicas previas con estudios con gadolinio intravenoso, la existencia de una tasa de filtrado glomerular <30 mL/min/1,73 m² y/o un deterioro renal agudo). Es particularmente importante conocer la función renal debido a la posible aparición de la fibrosis sistémica nefrogénica (FSN), que es un trastorno sistémico poco común de etiología desconocida con altas tasas de morbilidad y mortalidad, que se observa casi exclusivamente en pacientes con insuficiencia renal [183].

Afortunadamente, cuando existe reacciones alérgicas, suelen ser de tipo leve (urticaria, náuseas, vómitos, rash cutáneo, entre otras manifestaciones); no obstante, por todo lo referido, se prefiere no administrar, para evitar disconfort al paciente y no someterlo a riesgos innecesarios.

Respecto al total de casos de URM de nuestro estudio, la UGR no fue diagnóstica en 7 casos, mientras que la USR fue diagnóstica en todos los casos; respecto a la URM, la secuencia sagital T2 no fue diagnóstica en 5 casos, mientras que la secuencia 3D fue diagnóstica en todos los casos.

La URM, como la USG, es altamente precisa para determinar la localización y longitud de las estenosis de uretra anterior, especialmente la secuencia 3D; también la espongiofibrosis, (que se interpretó en secuencias T2 coronales con supresión grasa como áreas hipointensas por baja señal del tejido fibrótico circundante al tejido esponjoso, el cual presenta hiperintensidad de señal en esta secuencia de TE largo, por lo que suele ser fácil detectar la presencia de espongiofibrosis, así como también determinar, además de su extensión, su espesor, tal y como hemos realizado en nuestro estudio), muestra valores muy similares a los que arroja la USR; estos datos de nuestro estudio son concordantes con los referidos por otros autores [134].

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Para medir la espongiopfibrosis en ecografía se utilizan diferentes escalas, como la de McAninch, la escala de Chiou y la escala diseñada por Chen et al. (2017), nombrada con el acrónimo U.L.T.R.A. (escala con un máximo de 11 puntos), propuesto en ecografía uretral para la evaluación de las estenosis de uretra anterior (bulbar). Incluye cinco factores importantes en el caso de estenosis de la uretra anterior. Podría ser útil como vía de comunicación y entendimiento común entre los hallazgos de imagen y lo que se precisa conocer de cara al tratamiento por parte de los urólogos. Consta de cinco indicadores empleados en estudios ecográficos en casos de estenosis de uretra anterior: (U) sitio de la estenosis uretral, (L) longitud, (T) grosor de la cicatriz, es decir, el área espongiopfibrótica, de la estenosis uretral, (R) representa la relación del diámetro uretral entre la estenosis máxima y el diámetro uretral preestenótico 10 mm proximal a la estenosis y (A) estenosis uretral única o estenosis uretral múltiple [115,121,184].

En nuestro trabajo, se ha realizado una valoración de la espongiopfibrosis de carácter cuantitativo, sin usar escalas cualitativas ni interpolación de escalas a otras técnicas de imagen distintas para las que fueron diseñadas.

Rastogi et al. (2016) comparó URM con USG en estenosis uretrales anteriores, con distintos resultados en cada técnica. La URM detectó de forma correcta la estenosis en el 82,4% de los pacientes, mientras que la USG lo hizo en el 58,8% de los pacientes. En 4 casos, la USG infraestimó las estenosis, ya que eran largas, pero se interpretaron como cortas; en 3 casos la USG no detectó estenosis múltiples en la parte posterior de la uretra, que, por contra, sí fueron detectadas en URM. En 1 de los casos fue la URM la que evitó una cirugía con un diagnóstico preoperatorio que hubiera sido erróneo si sólo se hubieran tenido en cuenta los hallazgos en ecografía (estenosis larga con severa espongiopfibrosis en uretra posterior) [134].

En nuestro Estudio 2, fue la USR y la URM-3D las técnicas que mostraron una correlación perfecta ($r=1$ en r de Pearson) en la medida de la longitud de las estenosis.

Los casos incluidos en el Estudio 2 de esta Tesis Doctoral son todos de uretra anterior, pero también hay que comentar, por su relevancia, las de uretra posterior.

Las estenosis de uretra posterior, a menudo secundarias a fracturas pélvicas, caídas a horcajadas o lesiones penetrantes, son a veces de difícil diagnóstico, y el tratamiento adecuado precisa la obtención preoperatoria de datos como la ubicación y longitud de la estenosis y la presencia de fibrosis en relación con el esfínter uretral; también es muy importante saber si hay desplazamiento del ápex prostático y determinar el eje uretral; por

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

tanto, hay autores que la consideran la mejor técnica de imagen para evaluar la anatomía pélvica postraumática con precisión, especialmente las secuencias multiplanares [179]

Ante un caso de fractura pélvica con lesión de la uretra posterior, si además el mecanismo ha sido por caída a horcajadas, hay que valorar de forma minuciosa la uretra bulbar, pues pueden ir asociados, lo que cambia el tratamiento [176].

Aunque la uretrocistografía retrógrada puede ser una opción en la evaluación preoperatoria de los defectos de distracción de uretra posterior [79], la URM parece ser la técnica de imagen que mejor evalúa la anatomía de la región pélvica tras un traumatismo [185].

Oh et al. (2010), en un estudio prospectivo de 25 pacientes que presentaban uretra posterior, demostraron que la URM fue más precisa en la medición de la longitud de la estenosis que la uretrocistografía retrógrada [185].

En otro estudio prospectivo realizado por Hanna et al. (2015) que incluyó a 18 pacientes, se comparó URM con UGR; en el 22,2% de pacientes la URM fue superior respecto a la UGR para detectar estenosis de uretra posterior y otros hallazgos periuretrales [107].

Osman et al. (2006), con una muestra de 20 pacientes, realizó una evaluación de las estenosis uretrales con UGR y URM; la URM proporcionó información adicional en los pacientes con lesiones de uretra posterior, se diagnosticó mediante URM una fistula rectouretral y una rotura uretral posterior. Hubo un error diagnóstico en UGR en un paciente en el que se diagnosticó una estenosis corta con divertículo uretral proximal, cuando mediante URM se evidenció que se trataba de un tumor uretral primario. En otro caso, se detectó de forma incidental un tumor vesical en la URM, que pasó por alto en la UGR.

Murugesan et al. (2018), en un estudio prospectivo con 32 pacientes, concluyeron que tanto UGR como URM son igualmente eficaces para detectar las estenosis uretrales; sin embargo, URM mostró una mejor evaluación de la longitud de la estenosis en la uretra bulbar y delimitó con precisión el defecto de distracción de uretra posterior en los casos que mostraban patología de origen traumático en la uretra posterior. Además, el grado de espongiofibrosis en URM fue detectado en su totalidad en los casos en los que estaba presente en los hallazgos quirúrgicos (observados durante la uretrocistografía o la uretroplastia; la extensión de la espongiofibrosis se evaluó intraoperatoriamente mediante: a) el color de la mucosa uretral: rosa (leve), gris (moderado), blanco (severo) y b) resistencia a la incisión: leve, moderada, severa [186]. Ambas modalidades mostraron una correlación estadísticamente significativa para las longitudes de

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

las estenosis. Sin embargo, la URM mostró una mejor correlación con los hallazgos quirúrgicos para estenosis menores de 3 cm y la UGR mostró una mejor correlación para estenosis de más de 3 cm.

Tao et al. (2019), en un estudio con 87 pacientes [187], también concluyeron que las estenosis uretrales estudiadas en su trabajo con URM fueron más claras y de medidas más precisas (respecto a los hallazgos quirúrgicos) que la UGR, en consonancia con los resultados obtenidos por otros autores [176,186,188,189].

Horiguchi et al. (2020), compararon la URM con respecto a la UGR en los casos de estenosis bulbar traumática, con un tamaño muestral de 89 pacientes (176). Se analizó la longitud de la espongiofibrosis (en secuencias T2 sagitales), la longitud de la estenosis, la continuidad de la túnica albugínea y la presencia de fístulas periuretrales. En consonancia con los datos obtenidos en los estudios de Oh (2010) et al. y Sung et al. (2006) [89,185], concluyen que en contraste con los hallazgos de UGR, los hallazgos en URM ayudan a predecir la complejidad de la reparación de una estenosis bulbar de causa traumática [176].

El-Bab et al. (2015), mostró en su estudio que la longitud de la estenosis en URM se correlaciona mejor con los hallazgos de la cirugía que con la longitud de la estenosis detectada en UGR [188].

El-Ghar et al. (2010) realizó un estudio en el que se concluyó que la URM fue tan precisa como la combinación de UGR + USR (sensibilidad del 100% y especificidad del 91,7% en URM frente a sensibilidad del 100% y especificidad del 91,7% en UGR + USR) en la detección de las estenosis, y además no hubo diferencias estadísticamente significativas en la longitud de la estenosis. Además, la URM también fue más precisa en el diagnóstico de patologías asociadas como divertículos, tumores, fístulas y cálculos [181].

La Guía Europea de estenosis uretral 2021 [190], con un nivel de evidencia 2a, establece que la URM es más precisa que la UGR en la determinación de estenosis uretrales posteriores, así como también para detectar patologías asociadas como divertículos y fístulas, entre otras entidades. Añade también considerar la URM como una herramienta complementaria útil en estenosis de uretra posterior, con un grado de evidencia fuerte.

Bugeja et al. (2016) demostró que en casos de sospecha de fístula entre el tracto urinario y la sínfisis púbica en casos de radioterapia por neoplasia prostática, el trayecto fistuloso se delimita de forma óptima con URM; en TC sin embargo se puede no identificar el trayecto, y además puede diagnosticarse por malinterpretación de hallazgos como una osteomielitis del hueso

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

público, lo que deriva en un tratamiento médico con antibióticos infructuoso, en lugar de la extirpación quirúrgica [191].

En 2021, Frankiewicz et al. realizó un estudio en 55 pacientes varones diagnosticados de estenosis uretral en el que quería comprobar qué prueba de las siguientes era más precisa para evaluar dicha patología: UGR, USR y URM. Además, se midió el grado de espongiopfibrosis en USR y URM. Los resultados de las pruebas de imagen se correlacionaron con la medición intraoperatoria de la longitud de la estenosis [177]. En dicho estudio, la URM fue la prueba más precisa [(95% CI 0.786–0.882), $p < 0.0005$], con una sobreestimación de 1,145mm. La siguiente prueba más precisa fue la UGR [(95% CI 0.536–0.769), $p < 0.0005$], con una infraestimación de 1,509mm. Según sus resultados, la prueba menos precisa fue la USR [(95% CI 0.510–0.776), $p < 0.0005$], con una sobreestimación de 2,127mm respecto de los hallazgos intraoperatorios; sin embargo, se aclara que los resultados de la USR se deben a valores atípicos en la medición de algunos casos de estenosis de uretra bulbar. Se aplicó el test de los rangos con signo de Wilcoxon, y fue la UGR la prueba que demostró la medida de la longitud de la estenosis más diferente (en comparación con URM y USR), sin diferencias significativas entre URM y USR. Respecto a la espongiopfibrosis, tanto la URM como la USR mostraron valores similares; se aplicaron las escalas cualitativas de McAninch y Chiou, que se usan en ecografía, pero se aplicó también en RM (en dicho trabajo se afirma que el método más eficaz para valorar el grado de espongiopfibrosis es analizar histopatológicamente la muestra, ya que en un estudio visual intraoperatorio no se ve el espesor real del grado de espongiopfibrosis) [115].

El método descrito en el Estudio 2 puede permitir la realización de futuros estudios de URM miccional (URMM) con llenado vesical retrógrado, ya que el envase de suero fisiológico se coloca a 2 metros del suelo, lo que significa que hay suficiente presión por gravedad para un llenado vesical rápido, y evita la administración de contraste intravenoso para realizar la URMM, la cual permitiría valorar de forma óptima las estenosis de uretra posterior (siempre y cuando se utilicen secuencias muy rápidas).

A continuación, se expone en modo de esquema una tabla la mayoría de los artículos relacionados con nuestro estudio, a modo de síntesis final, así como también se incluye una tabla de las principales ventajas y desventajas de los métodos de imagen de Radiodiagnóstico orientados al estudio de la patología uretral.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Estudio	n	Técnicas	Localización (uretra)	Resultados reseñables
Dixon et al. 1992	18	URM	Posterior	URM sirve para determinar la longitud del defecto uretral y la severidad del daño uretero-prostático.
Narumi et al. 1993	27	URM	Posterior	Hallazgos en URM causaron cambios en la cirugía en el 26% de los casos. Longitud del daño uretral y desplazamiento del ápex prostático (85% y 90% de los casos, respectivamente).
Yekeler et al. 2004	18	URM, UGR y uretroscopia	Anterior y posterior	Estenosis severas de uretra membranosa más evidenciadas en URM. URM superior a UGR en demostrar la uretra proximal a estenosis membranosas y bulbares.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Osman et al. 2006	20	URM y UGR + CUMS	Anterior y posterior	URM superior a UGR + CUMS en evaluación de tejidos periuretrales. URM valora espongiofibrosis de forma precisa en todos los casos. URM cambió el manejo en el 20% de los pacientes.
Sung et al. 2006	12	URM y UGR + CUMS	Anterior y posterior	Fuerte relación lineal entre URM y hallazgos quirúrgicos. Error de medida de estenosis menor en URM que en UGR + CUMS.
Koraitim et al. 2007	21	URM y UGR + CUMS	Posterior	Longitud del defecto uretral y el tipo de desplazamiento o prostático fue detectado en el 86% y 89% de casos, respectivamente.
El-ghar et al. 2010	30	URM y UGR + USR	Anterior y posterior	URM es similar a UGR+USR en ambos segmentos para localización, longitud y gradación de la espongiofibrosis; URM es superior en detectar patologías asociadas.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Oh et al. 2010	25	URM y UGR + CUMS	Posterior	Fuerte relación lineal entre URM y hallazgos quirúrgicos. Error de medida de estenosis menor en URM que en UGR + CUMS.
Park et al. 2010	10	URM (SSFSE vs. FRFSE) y UGR	Anterior	SSFSE es útil en uretra anterior, con tiempo de adquisición muy corto. FRFSE es más lenta, pero superior en calidad de imagen y en detección de patología periuretral.
Khalaf et al. 2015	20	URM y UGR	Anterior	URM es más precisa que UGR, comparando ambas con los hallazgos quirúrgicos.
Hanna et al. 2015	18	URM y UGR	Anterior y posterior	URM superior a UGR en valoración de uretra posterior y hallazgos periuretrales.
Fath El-Bab et al. 2015	20	URM y UGR	Anterior	URM es más precisa que UGR.
Rastogi et al. (2016)	20	URM y USR	Anterior	URM y USR son similares; URM cambió el manejo en el 5% de los casos.
Murugesan et al. (2018)	32	URM y UGR	Anterior	URM y UGR son equivalentes.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Frankiewicz et al. (2021)	55	UGR, USR y URM	Anterior y posterior	URM es más precisa que UGR y USR, especialmente en casos postraumáticos, estenosis múltiples y estenosis de uretra posterior.
---------------------------	----	----------------	----------------------	---

Tabla 7. Esquema que sintetiza los estudios de artículos relacionados con nuestro estudio, que incluye el número de pacientes incluidos, las técnicas empleadas, la localización de la uretra estudiada y los resultados más destacables.

CAPITULO IV: DISCUSIÓN

Técnica de imagen	Patología valorable	Ventajas	Inconvenientes
Uretrocistografía retrógrada	Estenosis, fístulas y divertículos uretrales.	Fácil interpretación por urólogos. Evaluación de uretra anterior y posterior. Bajo coste, coste-efectiva.	Radiación ionizante. Posición-dependiente. Puede infraestimar estenosis. No detalles de las partes blandas.
Uretrosonografía	Estenosis uretrales. Espongiofibrosis.	No radiación ionizante. Detalle anatómico de las partes blandas periuretrales. Longitud de las estenosis precisa. Bajo coste.	Operador dependiente. Curva de aprendizaje larga. Pobre valoración de la uretra posterior.
Uretro-TC	Estenosis complejas. Fístulas y divertículos uretrales. Traumatismos uretrales. Lesiones de partes blandas.	Detalle anatómico de partes blandas, y tejidos circundantes. Válido en implantes metálicos/stents.	Radiación ionizante. Cierta dificultad técnica.
Uretro-RM	Estenosis complejas. Espongiofibrosis. Fístulas y divertículos uretrales. Traumatismos uretrales (uretra posterior). Lesiones de partes blandas.	No radiación ionizante. Detalle anatómico de partes blandas y tejidos circundantes.	Alto coste y baja disponibilidad. Cierta dificultad técnica e interpretativa.

Tabla 8. Principales ventajas y desventajas de los métodos de imagen de Radiodiagnóstico orientados al estudio de la patología uretral.

CAPITULO IV: LIMITACIONES DEL ESTUDIO

LIMITACIONES DEL ESTUDIO

El número de pacientes incluidos, aunque la mayoría de los estudios publicados en la bibliografía tampoco tienen un tamaño muestral muy grande, probablemente por la dificultad de desarrollar un circuito con los urólogos para la realización de UTC y URM, que aún no está establecida en la mayoría de los centros, los cuales continúan con el empleo de la UGR, y en menor medida con la USR, para el diagnóstico, lo que limita la inclusión de pacientes en la realización de estos estudios.

Otra limitación es que no se obtuvieron casos de estenosis de uretra posterior valorados mediante URM (sí en UTC); no obstante, se revisaron muchos estudios que sí los incluían, y han sido descritos los hallazgos más relevantes.

A los pacientes que se les realizó TC no se les hizo RM, y viceversa. Hubiera sido interesante realizar las dos pruebas de imagen, pero debido a que la RM, y en menor medida, el TC, no son técnicas con una disponibilidad similar a la que tienen la uretrocistografía retrógrada y la ecografía, no se consideró realizar ambas técnicas en todos los pacientes, sino realizar una de ellas, individualizando cada caso y eligiendo la técnica que se consideraba más apropiada en beneficio del paciente y su ulterior tratamiento.

Salvo en el caso de un paciente con patología tumoral, no se empleó el uso de contraste intravenoso como necesario en el protocolo habitual diseñado para URM en este estudio; no obstante, debido a lo expuesto en discusión, no se consideró imprescindible, y además se evita la venopunción y posibles efectos adversos al contraste.

No hubo una correlación entre el grado de estenosis estimado en las distintas pruebas de imagen con los hallazgos intraoperatorios, ni tampoco se correlacionó el grado de espongiofibrosis evidenciado en ecografía y RM con el visualizado en la cirugía; no obstante, éstos no eran objetivos del trabajo, y además en numerosos estudios comentados en esta Tesis doctoral ya hicieron esta labor, con resultados concluyentes.

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

1. Las UTC con el método clamp se realizaron en todos los casos con éxito, (incluidos casos con presencia de estenosis meatal), y el procedimiento fue bien tolerado por todos los pacientes (la mayoría refirieron no dolor y algunos casos dolor muy leve). Se obtuvieron imágenes de calidad con el sistema de infusión y la concentración de contraste yodado descrita, con una muy buena repleción uretral en todos los casos. El tiempo medio de ocupación de la sala fue de aprox. 6,1 minutos y la dosis de radiación efectiva recibida fue de aprox. 3,45 mSv para los estudios de un solo barrido y 4,96 mSv para los que precisaron dos barridos de TC.
2. Las URM realizadas mediante el método clamp se realizaron en todos los casos con éxito, incluidos casos con estenosis meatal, y el procedimiento fue bien tolerado por todos los pacientes (la mayoría refirieron no dolor y algunos casos dolor muy leve). Se obtuvieron imágenes de calidad con el sistema de infusión unido a suero fisiológico, con una muy buena repleción uretral en todos los casos. El tiempo medio de ocupación de la sala fue de 15,81 minutos, de los cuales 4,54 minutos se utilizaron para realizar el método clamp y preparar al paciente, y los restantes 11,27 minutos se emplearon en realizar las secuencias del estudio de RM, incluyendo la secuencia 3D-CPRM (la cual dura 2 minutos y 9 segundos), sagital T2 y coronal T2-SG.
3. Al comparar las técnicas, se encontró una mayor capacidad diagnóstica del UTC respecto a la UGR y la USR para evaluar trayectos fistulosos periuretrales y alteraciones en pacientes portadores de stent metálico intrauretral, con capacidad similar entre UTC y USR en la detección de estenosis posturetroplastia. Se encontró una infraestimación de la longitud de la estenosis en UGR en comparación con USR y UTC, cuyas medidas de la estenosis fueron muy similares.
4. Al comparar las técnicas, se encontró una capacidad diagnóstica similar entre URM y USR, superior a la UGR, sobre todo en duplicidad uretral/falsas vías y patología periuretral. En la medida de la longitud de la estenosis se encontró la mejor correlación entre USR (gold standard) y 3D-CPRM, encontrando una infraestimación en algunos

CAPITULO IV: CONCLUSIONES

casos en la UGR y la secuencia sagital RM-T2. Se encontró una correlación excelente entre USR (gold standard) y coronal RM-T2 con supresión grasa respecto a la medida de la espongiofibrosis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. García Poblete EGG de las HMS. Embriología. Marbán. 1ª edición. 2020.
2. Kawashima A, Sandler CM, Wasserman NF, Leroy AJ, King BF, Goldman SM. Imaging of urethral disease: A pictorial review. Vol. 24, Radiographics. Radiological Society of North America Inc.; 2004.
3. Dunnick R SCNJ. Urethra amd penis. . Lippincott Williams. 2012.
4. Pavlica P, Barozzi L, Menchi I. Imaging of male urethra. European Radiology. 2003 Jul 1;13(7):1583–96.
5. Rouvière H. y DA. Anatomía Humana. Descriptiva, Topográfica y Funcional. . 11ª edición. Barcelona : Masson S.A.; 2006.
6. Ayoob A, Dawkins A, Gupta S, Nair R. Anterior urethral strictures and retrograde urethrography: An update for radiologists. Vol. 67, Clinical Imaging. Elsevier Inc.; 2020. p. 37–48.
7. Mundy AR, Andrich DE. Urethral trauma. Part I: introduction, history, anatomy, pathology, assessment and emergency management. BJU Int. 2011 Aug;108(3):310–27.
8. Latini JM, McAninch JW, Brandes SB, Chung JY, Rosenstein D. SIU/ICUD Consultation On Urethral Strictures: Epidemiology, etiology, anatomy, and nomenclature of urethral stenoses, strictures, and pelvic fracture urethral disruption injuries. Urology. 2014 Mar;83(3 Suppl):S1-7.
9. Gallentine ML, Morey AF. Imaging of the male urethra for stricture disease. Urol Clin North Am. 2002 May;29(2):361–72.
10. Bircan MK, Sahin H, Korkmaz K. Diagnosis of urethral strictures: is retrograde urethrography still necessary? Int Urol Nephrol. 1996;28(6):801–4.
11. Baskin LS, Constantinescu SC, Howard PS, McAninch JW, Ewalt DH, Duckett JW, et al. Biochemical characterization and quantitation of the collagenous components of urethral stricture tissue. J Urol. 1993 Aug;150(2 Pt 2):642–7.
12. Wood DN, Andrich DE, Greenwell TJ, Mundy AR. Standing the test of time: the long-term results of urethroplasty. World J Urol. 2006 Aug;24(3):250–4.

13. Alwaal A, Blaschko SD, McAninch JW, Breyer BN. Epidemiology of urethral strictures. *Transl Androl Urol.* 2014 Jun;3(2):209–13.
14. Palminteri E, Berdondini E, Verze P, de Nunzio C, Vitarelli A, Carmignani L. Contemporary urethral stricture characteristics in the developed world. *Urology.* 2013 Jan;81(1):191–6.
15. Shen J, Cunha GR, Sinclair A, Cao M, Isaacson D, Baskin L. Macroscopic whole-mounts of the developing human fetal urogenital-genital tract: Indifferent stage to male and female differentiation. *Differentiation.* 103:5–13.
16. Snodgrass WT, Bush NC. Management of Urethral Strictures After Hypospadias Repair. *Urol Clin North Am.* 2017 Feb;44(1):105–11.
17. Dielubanza EJ, Han JS, Gonzalez CM. Distal urethroplasty for fossa navicularis and meatal strictures. *Transl Androl Urol.* 2014 Jun;3(2):163–9.
18. Mangera A, Chapple CR. Urethral stricture disease. *Surgery (Oxford).* 2011 Jun;29(6):272–7.
19. Daneshvar M, Hughes M, Nikolavsky D. Surgical Management of Fossa Navicularis and Distal Urethral Strictures. *Curr Urol Rep.* 2018 Apr 17;19(6):43.
20. Tonkin JB, Jordan GH. Management of distal anterior urethral strictures. *Nature Reviews Urology.* 2009 Oct 8;6(10):533–8.
21. Bertrand LA, Warren GJ, Voelzke BB, Elliott SP, Myers JB, McClung CD, et al. Lower urinary tract pain and anterior urethral stricture disease: prevalence and effects of urethral reconstruction. *J Urol.* 2015 Jan;193(1):184–9.
22. Lubahn JD, Zhao LC, Scott JF, Hudak SJ, Chee J, Terlecki R, et al. Poor quality of life in patients with urethral stricture treated with intermittent self-dilation. *J Urol.* 2014 Jan;191(1):143–7.
23. Greenwell TJ, Castle C, Andrich DE, MacDonald JT, Nicol DL, Mundy AR. Repeat urethrotomy and dilation for the treatment of urethral stricture are neither clinically effective nor cost-effective. *J Urol.* 2004 Jul;172(1):275–7.
24. Santucci RA, Joyce GF, Wise M. Male Urethral Stricture Disease. *Journal of Urology.* 2007 May;177(5):1667–74.
25. DiSantis DJ PHMB. Inflammatory conditions of the urethra. 2nd ed. Philadelphia: Saunders; 2000. 1041–1057 p.
26. Lumen N, Hoebeke P, Willemsen P, de Troyer B, Pieters R, Oosterlinck W. Etiology of urethral stricture disease in the 21st century. *J Urol.* 2009 Sep;182(3):983–7.

27. Heyns CF, van der Merwe J, Basson J, van der Merwe A. Etiology of male urethral strictures-Evaluation of temporal changes at a single center, and review of the literature. *African Journal of Urology*. 2012 Mar;18(1):4–9.
28. Mizuno S, Ito N, Kobayashi K ichiro, Kubo K, Komiya N. Urethral Tuberculosis: A Forgotten Cause of Urethral Stricture. *Urology*. 2021 Aug 1;154:e7–8.
29. Zhu J an, Hu B, Zhang J, Jin S bao, Chen Z de, Wu D long. [Ultrasonographic assessment of urethral condyloma acuminatum in men]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi*. 2005 Mar 23;85(11):773–6.
30. Depasquale I, Park AJ, Bracka A. The treatment of balanitis xerotica obliterans. *BJU International*. 2000 Sep;86(4):459–65.
31. Regauer S. Immune dysregulation in lichen sclerosus. *Eur J Cell Biol*. 2005 Mar;84(2–3):273–7.
32. Hofer MD, Meeks JJ, Mehdiratta N, Granieri MA, Cashy J, Gonzalez CM. Lichen sclerosus in men is associated with elevated body mass index, diabetes mellitus, coronary artery disease and smoking. *World J Urol*. 2014 Feb;32(1):105–8.
33. Erickson BA, Elliott SP, Myers JB, Voelzke BB, Smith TG, McClung CD, et al. Understanding the Relationship between Chronic Systemic Disease and Lichen Sclerosus Urethral Strictures. *J Urol*. 2016 Feb;195(2):363–8.
34. Barratt RC, Bernard J, Mundy AR, Greenwell TJ. Pelvic fracture urethral injury in males-mechanisms of injury, management options and outcomes. *Transl Androl Urol*. 2018 Mar;7(Suppl 1):S29–62.
35. Chuang FC, Huang KH, Kuo HC. Lower Urinary Tract Symptoms and Video-Urodynamic Characteristics of Women with Clinically Unsuspected Bladder Outlet Obstruction. *Low Urin Tract Symptoms*. 2013 Jan;5(1):23–7.
36. A.S. Fenton AFMRACRG. Anterior urethral strictures: etiology and characteristics. . Vol. 65. *Urology* ; 2005. 1055–1058 p.
37. Lazzeri MS et al. Incidence, Causes, and Complications of Urethral Stricture Disease. Vol. 15:2. *Eur Urol Suppl*; 2016.
38. Michielsen DPJ, Coomans D. Urethral strictures and bipolar transurethral resection in saline of the prostate: fact or fiction? *J Endourol*. 2010 Aug;24(8):1333–7.
39. Balbay MD, Ergen A, Sahin A, Lekili M, Ulucay S, Karaağaoğlu E. Development of urethral stricture after transurethral prostatectomy: A retrospective study. *International Urology and Nephrology*. 1992 Jan;24(1):49–53.

40. Rassweiler J, Teber D, Kuntz R, Hofmann R. Complications of Transurethral Resection of the Prostate (TURP)—Incidence, Management, and Prevention. *European Urology*. 2006 Nov;50(5):969–80.
41. Yuruk E, Yentur S, Cakir OO, Ertas K, Serefoglu EC, Semercioz A. Catheter dwell time and diameter affect the recurrence rates after internal urethrotomy. *Türk Üroloji Dergisi/Turkish Journal of Urology*. 2016 Aug 29;42(3):184–9.
42. Chen ML, Correa AF, Santucci RA. Urethral Strictures and Stenoses Caused by Prostate Therapy. *Rev Urol*. 2016;18(2):90–102.
43. Lumen N, Oosterlinck W. Challenging non-traumatic posterior urethral strictures treated with urethroplasty: a preliminary report. *International braz j urol*. 2009 Aug;35(4):442–9.
44. Davis NF, Bhatt NR, MacCraith E, Flood HD, Mooney R, Leonard G, et al. Long-term outcomes of urethral catheterisation injuries: a prospective multi-institutional study. *World Journal of Urology*. 2020 Feb 24;38(2):473–80.
45. Kashefi C, Messer K, Barden R, Sexton C, Parsons JK. Incidence and Prevention of Iatrogenic Urethral Injuries. *Journal of Urology*. 2008 Jun;179(6):2254–8.
46. Madersbacher S, Sampson N, Culig Z. Pathophysiology of Benign Prostatic Hyperplasia and Benign Prostatic Enlargement: A Mini-Review. *Gerontology*. 2019;65(5):458–64.
47. Soler R, Andersson KE, Chancellor MB, Chapple CR, de Groat WC, Drake MJ, et al. Future direction in pharmacotherapy for non-neurogenic male lower urinary tract symptoms. *Eur Urol*. 2013 Oct;64(4):610–21.
48. Nickel JC, Freedland SJ, Castro-Santamaria R, Moreira DM. Chronic Prostate Inflammation Predicts Symptom Progression in Patients with Chronic Prostatitis/Chronic Pelvic Pain. *J Urol*. 2017;198(1):122–8.
49. Sebastianelli A, Gacci M. Current Status of the Relationship Between Metabolic Syndrome and Lower Urinary Tract Symptoms. *Eur Urol Focus*. 2018;4(1):25–7.
50. Vetterlein MW, Weisbach L, Riechardt S, Fisch M. Anterior Urethral Strictures in Children: Disease Etiology and Comparative Effectiveness of Endoscopic Treatment vs. Open Surgical Reconstruction. *Frontiers in Pediatrics*. 2019 Jan 31;7.
51. Cotter KJ, Hahn AE, Voelzke BB, Myers JB, Smith TG, Elliott SP, et al. Trends in Urethral Stricture Disease Etiology and Urethroplasty Technique From a Multi-institutional Surgical Outcomes Research Group. *Urology*. 2019;130:167–74.

52. Stein DM, Thum DJ, Barbagli G, Kulkarni S, Sansalone S, Pardeshi A, et al. A geographic analysis of male urethral stricture aetiology and location. *BJU Int.* 2013 Oct;112(6):830–4.
53. Krukowski J, Frankiewicz M, Kałużny A, Matuszewski M. Ultrasonographic assessment of male anterior urethra. Description of the technique of examination and presentation of major pathologies. *Medical Ultrasonography.* 2020;22(2):236–42.
54. Allen D, Mishra V, Pepper W, Shah S, Motiwala H. A Single-Center Experience of Symptomatic Male Urethral Diverticula. *Urology.* 2007 Oct;70(4):650–3.
55. Shalev M, Mistry S, Kernen K, Miles BJ. Squamous cell carcinoma in a female urethral diverticulum. *Urology.* 2002 May;59(5):773.
56. Cinman NM, McAninch JW, Glass AS, Zaid UB, Breyer BN. Acquired male urethral diverticula: presentation, diagnosis and management. *J Urol.* 2012 Oct;188(4):1204–8.
57. Miller J, Hauck EW, Rohde V, Weidner W. Giant Urethral Diverticulum – Unusual Complication following Ventral Buccal Mucosa Onlay Graft Urethroplasty. *Urologia Internationalis.* 2006;77(4):368–70.
58. Jafri SZRJLBB. Fistulas of the genitourinary tract. In: Pollack HM, McClennan BL. . Saunders. Philadelphia: Clinical urography; 2000. 2992–3011 p.
59. Barzilai M, Cohen I, Stein A. Sonographic Detection of a Foreign Body in the Urethra and Urinary Bladder. *Urologia Internationalis.* 2000;64(3):178–80.
60. Shokoohi H, Kendrick Z, Sikka N, Boniface KS. Sonographic localization of a retained urethral foreign body in an elderly patient. *Journal of Clinical Ultrasound.* 2018 May;46(4):296–8.
61. Orandi A. One-stage urethroplasty: 4-year followup. *J Urol.* 1972 Jun;107(6):977–80.
62. Gleason PE, Kramer SA. Genitourinary polyps in children. *Urology.* 1994 Jul;44(1):106–9.
63. Krukowski J, Czajkowski M, Kłęcz J, Wawrzaszek O, Gołębiowska M, Matuszewski M. Primary urethral carcinoma - unexpected cause of urethral stricture. Case report and review of the literature. *Med Ultrason.* 2019 Nov 24;21(4):494–6.
64. Donat SMCPJHHW. Surgery of penile and urethral carcinoma. 8th edition. Philadelphia: Saunders ; 2002. 2983–2999 p.
65. Lopez AE, Latiff GA, Ciancio G, Antun R. Lymphoma of urethra in patient with acquired immune deficiency syndrome. *Urology.* 1993 Nov;42(5):596–8.

66. Hricak H, Marotti M, Gilbert TJ, Lue TF, Wetzel LH, McAninch JW, et al. Normal penile anatomy and abnormal penile conditions: evaluation with MR imaging. *Radiology*. 1988 Dec;169(3):683–90.
67. Kageyama S, Ueda T, Kushima R, Sakamoto T. PRIMARY ADENOSQUAMOUS CELL CARCINOMA OF THE MALE DISTAL URETHRA: MAGNETIC RESONANCE IMAGING USING A CIRCULAR SURFACE COIL. *Journal of Urology*. 1997 Nov;158(5):1913–4.
68. Ryu J ah, Kim B. MR Imaging of the Male and Female Urethra. *RadioGraphics*. 2001 Sep;21(5):1169–85.
69. Wasserman NF. Urethral neoplasms. 2nd ed. Philadelphia: Clinical urography. Saunders; 2000. 1699–1715 p.
70. Revels JW, Wang SS, Weaver JS, Foreman JR, Gallegos MA, Thompson WM, et al. A Multimodality Review of Male Urethral Imaging: Pearls and Pitfalls with an Update on Urethral Stricture Treatment. *The British Journal of Radiology*. 2022 Jan 10;
71. Effmann EL, Lebowitz RL, Colodny AH. Duplication of the Urethra. *Radiology*. 1976 Apr;119(1):179–85.
72. Rourke K, Hickie J. The clinical spectrum of the presenting signs and symptoms of anterior urethral stricture: detailed analysis of a single institutional cohort. *Urology*. 2012 May;79(5):1163–7.
73. Nuss GR, Granieri MA, Zhao LC, Thum DJ, Gonzalez CM. Presenting Symptoms of Anterior Urethral Stricture Disease: A Disease Specific, Patient Reported Questionnaire to Measure Outcomes. *Journal of Urology*. 2012 Feb;187(2):559–62.
74. Mondal S, Bandyopadhyay A, Mandal MM, Pal DK. Erectile dysfunction in anterior urethral strictures after urethroplasty with reference to vascular parameters. *Medical Journal Armed Forces India*. 2016 Oct;72(4):344–9.
75. Blaschko SD, Sanford MT, Cinman NM, McAninch JW, Breyer BN. De novo erectile dysfunction after anterior urethroplasty: a systematic review and meta-analysis. *BJU Int*. 2013 Sep;112(5):655–63.
76. Kaluzny A, Gibas A, Matuszewski M. Ejaculatory Disorders in Men With Urethral Stricture and Impact of Urethroplasty on the Ejaculatory Function: A Systematic Review. *J Sex Med*. 2018;15(7):974–81.
77. Potts BA, Belsante MJ, Peterson AC. Intraurethral Steroids are a Safe and Effective Treatment for Stricture Disease in Patients with Biopsy Proven Lichen Sclerosus. *Journal of Urology*. 2016 Jun;195(6):1790–6.

78. Anderson KM, Higuchi TT, Flynn BJ. Management of the devastated posterior urethra and bladder neck: refractory incontinence and stenosis. *Transl Androl Urol.* 2015 Feb;4(1):60–5.
79. Gelman J, Wisenbaugh ES. Posterior Urethral Strictures. *Adv Urol.* 2015;2015:628107.
80. Naber KG, Bonkat G, Wagenlehner FME. The EAU and AUA/CUA/SUFU Guidelines on Recurrent Urinary Tract Infections: What is the Difference? *Eur Urol.* 2020;78(5):645–6.
81. Lambert E, Denys MA, Poelaert F, Everaert K, Lumen N. Validated uroflowmetry-based predictive model for the primary diagnosis of urethral stricture disease in men. *Int J Urol.* 2018;25(9):792–8.
82. Bishara S, Foley C, Peters J, Philp T, Malone-Lee J. Can urodynamics distinguish between urethral strictures and Benign Prostatic Hyperplasia (BPH)? *Journal of Clinical Urology.* 2015 Jul 14;8(4):274–8.
83. Mahmud SM, El KS, Rana AM, Zaidi Z. Is ascending urethrogram mandatory for all urethral strictures? *J Pak Med Assoc.* 2008 Aug;58(8):429–31.
84. Erickson BA, Elliott SP, Voelzke BB, Myers JB, Broghammer JA, Smith TG, et al. Multi-institutional 1-Year Bulbar Urethroplasty Outcomes Using a Standardized Prospective Cystoscopic Follow-up Protocol. *Urology.* 2014 Jul;84(1):213–7.
85. Shahrour W, Joshi P, Hunter CB, Batra VS, Elmansy H, Surana S, et al. The Benefits of Using a Small Caliber Ureteroscope in Evaluation and Management of Urethral Stricture. *Adv Urol.* 2018;2018:9137892.
86. Maciejewski C, Rourke K. Imaging of urethral stricture disease. Vol. 4, *Translational Andrology and Urology.* AME Publishing Company; 2015. p. 2–9.
87. Frankiewicz M, Markiet K, Krukowski J, Szurowska E, Matuszewski M. MRI in patients with urethral stricture: A systematic review. Vol. 27, *Diagnostic and Interventional Radiology.* Turkish Society of Radiology; 2021. p. 134–46.
88. Goel A, Gupta A, Dalela D. Antegrade urethrogram: A technique to visualize the proximal bulbous urethral segment in anterior urethral stricture. *Indian J Urol.* 2009 Jul;25(3):415–6.
89. Sung DJ, Kim YH, Cho SB, Oh YW, Lee NJ, Kim JH, et al. Obliterative urethral stricture: MR urethrography versus conventional retrograde urethrography with voiding cystourethrography. *Radiology.* 2006 Sep;240(3):842–8.

90. Maizels M, Stephens FD, King LR, Firlit CF. Cowpek's Syringocele: A Classification of Dilatations of Cowper's Gland Duct Based Upon Clinical Characteristics of 8 Boys. *Journal of Urology*. 1983 Jan;129(1):111–4.
91. Brock WA, Kaplan GW. Lesions of Cowper's Glands in Children. *Journal of Urology*. 1979 Jul;122(1):121–3.
92. McCallum RW. The adult male urethra: normal anatomy, pathology, and method of urethrography. *Radiol Clin North Am*. 1979 Aug;17(2):227–44.
93. Rosenbaum CM, Reiss CP, Borgmann H, Salem J, Fisch M, Huber J, et al. Management of Anterior Urethral Strictures in Adults: A Survey of Contemporary Practice in Germany. *Urol Int*. 2017;99(1):43–50.
94. MacDiarmid S, Rosario D, Chapple CR. The importance of accurate assessment and conservative management of the open bladder neck in patients with post-pelvic fracture membranous urethral distraction defects. *Br J Urol*. 1995 Jan;75(1):65–7.
95. Koraitim MM. Post-traumatic posterior urethral strictures: preoperative decision making. *Urology*. 2004 Aug;64(2):228–31.
96. PEARMAN RO, MILLER JB. CHOKE VOIDING CYSTOURETHROGRAPHY. *J Urol*. 1963 Oct;90:481–8.
97. Krukowski J, Kałużny A, Kłacz J, Matuszewski M. Comparison between cystourethrography and sonourethrography in preoperative diagnostic management of patients with anterior urethral strictures. *Med Ultrason*. 2018 Dec 8;20(4):436–40.
98. Kathpalia R, Dalela D, Goel A, Mandal S, Sankhwar SN, Yadav R, et al. Effect of phallic stretch on length of bulbous urethral stricture during retrograde urethrography. *Urol Int*. 2014;93(1):63–6.
99. Rosen MAMJW. Preoperative staging of the anterior urethral stricture. Philadelphia: Traumatic and reconstructive urology. Saunders ; 1996. 551–564 p.
100. Das S. Ultrasonographic evaluation of urethral stricture disease. *Urology*. 1992 Sep;40(3):237–42.
101. Morey AF, McAninch JW. Role of preoperative sonourethrography in bulbar urethral reconstruction. *J Urol*. 1997 Oct;158(4):1376–9.
102. Nash PA, McAninch JW, Bruce JE, Hanks DK. Sono-urethrography in the evaluation of anterior urethral strictures. *J Urol*. 1995 Jul;154(1):72–6.
103. Jordan GHSSMDCJ. Surgery of the penis and urethra. 7th edition. Philadelphia: W.B. Saunders: Campbell's urology; 1998. 3341–3345 p.

104. Beckert R, Gilbert P, Kreutzig T. Spongiosography: a valuable adjunct to the diagnosis of urethral strictures. *J Urol*. 1991 Oct;146(4):993–6.
105. Morey AF, McAninch JW. Ultrasound evaluation of the male urethra for assessment of urethral stricture. *J Clin Ultrasound*. 1996 Oct;24(8):473–9.
106. McCallum RWDCJ. Method of Dynamic Retrograde and Voiding cystourethrography in Urethral Stricture. *AUA update Ser* . 1991;10(12).
107. Hanna SAZ, Abdel Rahman SF, Altamimi BA, Shoman AM. Role of MR urethrography in assessment of urethral lesions. *Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2015 Jun 1;46(2):499–505.
108. Livingstone RS, Koshy CG, Raj D v. Evaluation of work practices and radiation dose during adult micturating cystourethrography examinations performed using a digital imaging system. *Br J Radiol*. 2004 Nov;77(923):927–30.
109. McCallum RW C v. *Urological radiology of the adult male lower urinary tract : anatomy, physiology, pathology and sequelae diagnosis and management*. Springfield, IL. ; 1976.
110. Houghton-Allen B. A penile clamp for retrograde urethrography using external compression by a balloon catheter. *Australas Radiol*. 1997 Feb;41(1):6.
111. Sala Barangé X, Schorlemmer WC, Alvarez Vijande R, Carretero Gonzalez P. Barcelona retrograde urethrography: a new device and technique. *J Urol*. 1999 Jun;161(6):1863–4.
112. Kirshy DM, Pollack AH, Becker JA, Horowitz M. Autourethrography. *Radiology*. 1991 Aug;180(2):443–5.
113. Knutson F. On the technique of urethrography. *Acta Radiol*. 1929;10:437–41.
114. Brodny ML. New instrument for urethrography in male. *Urol* . 1941;46:350–4.
115. McAninch JW, Laing FC, Jeffrey RB. Sonourethrography in the evaluation of urethral strictures: a preliminary report. *J Urol*. 1988 Feb;139(2):294–7.
116. Arda K, Basar M, Deniz E, Yildiz S, Akpınar L, Olçer T. Sonourethrography in anterior urethral stricture: comparison to radiographic urethrography. *Archivio italiano di urologia, andrologia : organo ufficiale [di] Societa italiana di ecografia urologica e nefrologica*. 1995 Sep;67(4):249–54.
117. Heidenreich A, Derschum W, Bonfig R, Wilbert DM. Ultrasound in the evaluation of urethral stricture disease: a prospective study in 175 patients. *Br J Urol*. 1994 Jul;74(1):93–8.

118. Berná-Mestre J de D, Balmaceda T, Martínez D, Escudero JF, Martínez G, García JA, et al. Optimisation of sonourethrography: the clamp method. *European Radiology*. 2018 May 1;28(5):1961–8.
119. Babnik Peskar D, Visnar Perovic A. Comparison of radiographic and sonographic urethrography for assessing urethral strictures. *Eur Radiol*. 2004 Jan;14(1):137–44.
120. Choudhary S, Singh P, Sundar E, Kumar S, Sahai A. A comparison of sonourethrography and retrograde urethrography in evaluation of anterior urethral strictures. *Clin Radiol*. 2004 Aug;59(8):736–42.
121. Chiou RK, Anderson JC, Tran T, Patterson RH, Wobig R, Taylor RJ. Evaluation of urethral strictures and associated abnormalities using high-resolution and color Doppler ultrasound. *Urology*. 1996 Jan;47(1):102–7.
122. Gupta S, Majumdar B, Tiwari A, Gupta RK, Kumar A, Gujral RB. Sonourethrography in the evaluation of anterior urethral strictures: correlation with radiographic urethrography. *J Clin Ultrasound*. 1993 May;21(4):231–9.
123. Gluck CD, Bundy AL, Fine C, Loughlin KR, Richie JP. Sonographic urethrogram: comparison to roentgenographic techniques in 22 patients. *J Urol*. 1988 Dec;140(6):1404–8.
124. Merkle W, Wagner W. Sonography of the distal male urethra--a new diagnostic procedure for urethral strictures: results of a retrospective study. *J Urol*. 1988 Dec;140(6):1409–11.
125. Osman Y, El-Ghar MA, Mansour O, Refaie H, El-Diasty T. Magnetic Resonance Urethrography in Comparison to Retrograde Urethrography in Diagnosis of Male Urethral Strictures: Is It Clinically Relevant? *European Urology*. 2006 Sep;50(3):587–94.
126. Mitterberger M, Christian G, Pinggera GM, Bartsch G, Strasser H, Pallwein L, et al. Gray scale and color Doppler sonography with extended field of view technique for the diagnostic evaluation of anterior urethral strictures. *J Urol*. 2007 Mar;177(3):992–6; discussion 997.
127. Bryk DJ, Khurana K, Yamaguchi Y, Kozirovsky M, Telegrafi S, Zhao LC. Outpatient Ultrasound Urethrogram for Assessment of Anterior Urethral Stricture: Early Experience. *Urology*. 2016 Jul;93:203–7.
128. Ravikumar BR, Tejus C, Madappa KM, Prashant D, Dhayanand GS. A comparative study of ascending urethrogram and sono-urethrogram in the evaluation of stricture urethra. *Int Braz J Urol*. 41(2):388–92.

129. Kalabhavi S, Jayaram S, Nagaraja N, Ramalingaiah, Keshavmurthy R, Manohar C, et al. Role of Sonourethrograph in Evaluation of Anterior Urethral Stricture and its Correlation with Retrograde Urethrograph and Intraoperative Findings-A Prospective Study. *JOURNAL OF CLINICAL AND DIAGNOSTIC RESEARCH*. 2018;
130. Buckley JC, Wu AK, McAninch JW. Impact of urethral ultrasonography on decision-making in anterior urethroplasty. *BJU Int*. 2012 Feb;109(3):438–42.
131. Talreja SM, Yadav SS, Tomar V, Agarwal N, Jaipal U, Priyadarshi S. “Real-time sonoelastography” in anterior urethral strictures: A novel technique for assessment of spongiofibrosis. *Cent European J Urol*. 2016;69(4):417–24.
132. Talreja SM, Tomar V, Yadav SS, Jaipal U, Priyadarshi S, Agarwal N, et al. Comparison of sonoelastography with sonourethrography and retrograde urethrography in the evaluation of male anterior urethral strictures. *Turk J Urol*. 2016 Jun;42(2):84–91.
133. Chen L, Feng C, Lv XG, Fan HH, Joshi P, Barbagli G, et al. Three-Dimensional Computerized Model Based on the Sonourethrograph: A Novel Technique to Evaluate Anterior Urethral Stricture. *J Urol*. 2018;199(2):568–75.
134. Rastogi R. Comparative Role of Sonourethrography (SUG) and Magnetic Resonance Urethrography (MRU) in Anterior Male Urethral Strictures. *Annals of Clinical and Laboratory Research*. 2016;04(04).
135. Theisen KM, Kadow BT, Rusilko PJ. Three-Dimensional Imaging of Urethral Stricture Disease and Urethral Pathology for Operative Planning. Vol. 17, *Current Urology Reports*. Current Medicine Group LLC 1; 2016.
136. El-Kassaby AW, Osman T, Abdel-Aal A, Sadek M, Nayef N. Dynamic three-dimensional spiral computed tomographic cysto-urethrography: a novel technique for evaluating post-traumatic posterior urethral defects. *BJU Int*. 2003 Dec;92(9):993–6.
137. Lv XG, Peng XF, Feng C, Xu YM, Shen YL. The application of CT voiding urethrography in the evaluation of urethral stricture associated with fistula: a preliminary report. *Int Urol Nephrol*. 2016 Aug;48(8):1267–73.
138. Ali M, Safriel Y, Sclafani SJA, Schulze R. CT signs of urethral injury. *Radiographics*. 23(4):951–63; discussion 963-6.
139. Chou CP, Huang JS, Wu MT, Pan HB, Huang FD, Yu CC, et al. CT voiding urethrography and virtual urethroscopy: preliminary study with 16-MDCT. *AJR Am J Roentgenol*. 2005 Jun;184(6):1882–8.

140. Su Y, Fang K, Mao C, Xiang S, Wang J, Li Y. 640-slice DVCT multi-dimensionally and dynamically presents changes in bladder volume and urine flow rate. *Experimental and Therapeutic Medicine*. 2018 Mar 1;15(3):2557–62.
141. Zhang X ming, Hu W lie, He H xu, Lv J, Nie H bo, Yao H qiang, et al. Diagnosis of male posterior urethral stricture: comparison of 64-MDCT urethrography vs. standard urethrography. *Abdom Imaging*. 2011 Dec;36(6):771–5.
142. Orabi H, Aboushwareb T, Tan J, Yoo JJ, Atala A. Can computed tomography--assisted virtual endoscopy be an innovative tool for detecting urethral tissue pathologies? *Urology*. 2014 Apr;83(4):930–8.
143. Kang K, Kim K, Oh D, Choi J, Choi M, Yoon J. Retrograde CT urethrography using a power injector quantitatively reveals effects of bladder distension on urethral size in healthy male Beagle dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*. 2020 May 26;61(3):302–11.
144. Parlak S, Okay AE. Urethroscrotal Fistula: A Rare Cause of Scrotal Swelling. *Pol J Radiol*. 2016;81:438–40.
145. Altun E. MR Imaging of the Penis and Urethra. Vol. 27, *Magnetic Resonance Imaging Clinics of North America*. W.B. Saunders; 2019. p. 139–50.
146. Dixon CM, Hricak H, McAninch JW. Magnetic resonance imaging of traumatic posterior urethral defects and pelvic crush injuries. *J Urol*. 1992 Oct;148(4):1162–5.
147. Pandian RM, John NT, Eapen A, Antonisamy B, Devasia A, Kekre N. Does MRI help in the pre - operative evaluation of pelvic fracture urethral distraction defect? - a pilot study. *International braz j urol*. 2017 Feb;43(1):127–33.
148. Kim B, Kawashima A, LeRoy AJ. Imaging of the male urethra. *Semin Ultrasound CT MR*. 2007 Aug;28(4):258–73.
149. Kirkham A. MRI of the penis. *Br J Radiol*. 2012 Nov;85 Spec No 1:S86-93.
150. Scardino E, Villa G, Bonomo G, Matei D v, Verweij F, Rocco B, et al. Magnetic resonance imaging combined with artificial erection for local staging of penile cancer. *Urology*. 2004 Jun;63(6):1158–62.
151. Park BK, Kim CK, Lee SW. Evaluation of anterior urethral stricture using thick slab SSFSE MR urethrography. *Acta Radiol*. 2010 Dec;51(10):1157–62.
152. Saglam E, Tarhan F, Hamarat MB, Can U, Coskun A, Camur E, et al. Efficacy of magnetic resonance imaging for diagnosis of penile fracture: A controlled study. *Investig Clin Urol*. 2017;58(4):255–60.

153. da Silva Gaspar SR, Ferreira ND, Oliveira T, Oliveira P, Dias JS, Lopes TM. Magnetic Resonance Imaging and Pelvic Fracture Urethral Injuries. *Urology*. 2017 Dec;110:9–15.
154. Guler I, Ödev K, Kalkan H, Simsek C, Keskin S, Kiliç M. The value of magnetic resonance imaging in the diagnosis of penile fracture. *International braz j urol*. 2015 Apr;41(2):325–8.
155. Gupta S, Roy S, Kumar Pal D. Efficacy of oral steroids after optical internal urethrotomy in reducing recurrence of urethral strictures. *Türk Üroloji Dergisi/Turkish Journal of Urology*. 2018 Jan 16;44(1):42–4.
156. Wallner BK, Schumacher KA, Weidenmaier W, Friedrich JM. Dilated biliary tract: evaluation with MR cholangiography with a T2-weighted contrast-enhanced fast sequence. *Radiology*. 1991 Dec;181(3):805–8.
157. Griffin N, Charles-Edwards G, Grant LA. Magnetic resonance cholangiopancreatography: the ABC of MRCP. *Insights into Imaging*. 2012 Feb 28;3(1):11–21.
158. Kulkarni SB, Joshi PM, Hunter C, Surana S, Shahrour W, Alhajeri F. Complex posterior urethral injury. *Arab Journal of Urology*. 2015 Mar 5;13(1):43–52.
159. Fichtner J, Filipas D, Fisch M, Hohenfellner R, Thüroff JW. Long-term outcome of ventral buccal mucosa onlay graft urethroplasty for urethral stricture repair. *Urology*. 2004 Oct;64(4):648–50.
160. Santucci RA, Mario LA, McAninch JW. Anastomotic urethroplasty for bulbar urethral stricture: analysis of 168 patients. *J Urol*. 2002 Apr;167(4):1715–9.
161. Goel MC, Kumar M, Kapoor R. Endoscopic management of traumatic posterior urethral stricture: early results and followup. *J Urol*. 1997 Jan;157(1):95–7.
162. MacDonald MF, Santucci RA. Review and treatment algorithm of open surgical techniques for management of urethral strictures. *Urology*. 2005 Jan;65(1):9–15.
163. Hillary CJ, Osman NI, Chapple CR. Current trends in urethral stricture management. *Asian Journal of Urology*. 2014 Oct;1(1):46–54.
164. KIZILAY F, ŞİMŞİR A, ÖZYURT C. Analysis of recurrent urethral strictures due to iatrogenic urethral trauma. *TURKISH JOURNAL OF MEDICAL SCIENCES*. 2017;47:1543–8.
165. Wessells H, Angermeier KW, Elliott S, Gonzalez CM, Kodama R, Peterson AC, et al. Male Urethral Stricture: American Urological Association Guideline. *Journal of Urology*. 2017 Jan;197(1):182–90.

166. Kogan MI, Banchik EL, Dombrovsky VI, Mitusov V. 787 Value of MRI in diagnostic study in patients with urethral stricture: Impact on subsequent surgery. *European Urology Supplements*. 2013 Mar;12(1):e787.
167. Pavlica P, Menchi I, Barozzi L. New imaging of the anterior male urethra. *Abdominal Imaging*. 2003 Mar 1;28(2):180–6.
168. Berná JD, Berná JD, Meson MA. Urethrography in the male: The clamp method. *Acta Radiologica*. 2009;50(2):233–7.
169. Sa YL, Xu YM, Feng C, Ye XX, Song LJ. Three-dimensional spiral computed tomographic cysto-urethrography for post-traumatic complex posterior urethral strictures associated with urethral-rectal fistula. *Journal of X-Ray Science and Technology*. 2013;21(1):133–9.
170. Feng C, Shen YL, Xu YM, Fu Q, Sa YL, Xie H, et al. CT virtual cystourethroscopy for complex urethral strictures: an investigative, descriptive study. *International Urology and Nephrology*. 2014 May 5;46(5):857–63.
171. Kang K, Kim K, Oh D, Choi J, Choi M, Yoon J. Retrograde CT urethrography using a power injector quantitatively reveals effects of bladder distension on urethral size in healthy male Beagle dogs. *Vet Radiol Ultrasound*. 2020 May;61(3):302–11.
172. Yu NC, Raman SS, Patel M, Barbaric Z. Fistulas of the genitourinary tract: a radiologic review. *Radiographics*. 24(5):1331–52.
173. Shope TB, Gagne RM, Johnson GC. A method for describing the doses delivered by transmission x-ray computed tomography. *Medical Physics*. 1981 Jul;8(4):488–95.
174. Dixon R, Anderson J, Bakalyar D, Boedeker K, Boone J, Cody D, et al. *Comprehensive Methodology for the Evaluation of Radiation Dose in X-Ray Computed Tomography*. 2010 Feb.
175. Bauhs JA, Vrieze TJ, Primak AN, Bruesewitz MR, McCollough CH. CT Dosimetry: Comparison of Measurement Techniques and Devices. *RadioGraphics*. 2008 Jan;28(1):245–53.
176. Horiguchi A, Edo H, Soga S, Azuma R, Shinchi M, Ojima K, et al. Magnetic Resonance Imaging Findings of Traumatic Bulbar Urethral Stricture Help Estimate Repair Complexity. *Urology*. 2020 Jan 1;135:146–53.
177. Mikolaj F, Karolina M, Oliwia K, Jakub K, Adam K, Mariusz B, et al. Retrograde urethrography, sonourethrography and magnetic resonance urethrography in evaluation of male urethral strictures. Should the novel methods become the new standard in

- radiological diagnosis of urethral stricture disease? *International Urology and Nephrology*. 2021 Dec 1;53(12):2423–35.
178. Tavakkoli Tabassi K, Yarmohamadi A, Mohammadi S. Triamcinolone injection following internal urethrotomy for treatment of urethral stricture. *Urol J*. 2011;8(2):132–6.
 179. Narumi Y, Hricak H, Armenakas NA, Dixon CM, McAninch JW. MR imaging of traumatic posterior urethral injury. *Radiology*. 1993 Aug;188(2):439–43.
 180. Song L, Xie M, Zhang Y, Xu Y. Imaging techniques for the diagnosis of male traumatic urethral strictures. *Journal of X-Ray Science and Technology*. 2013;21(1):111–23.
 181. El-ghar MA, Osman Y, Elbaz E, Refiae H, El-Diasty T. MR urethrogram versus combined retrograde urethrogram and sonourethrography in diagnosis of urethral stricture. *European Journal of Radiology*. 2010 Jun;74(3):e193–8.
 182. Sodickson A, Mortelet KJ, Barish MA, Zou KH, Thibodeau S, Tempany CMC. Three-dimensional Fast-Recovery Fast Spin-Echo MRCP: Comparison with Two-dimensional Single-Shot Fast Spin-Echo Techniques. *Radiology*. 2006 Feb;238(2):549–59.
 183. Ibrahim MA, Hazhirkarzar B, Dublin AB. Gadolinium Magnetic Resonance Imaging. 2022.
 184. Chen L, Hou R, Feng C, Zhang X, Li D, Chen J, et al. Establishment of the U.L.T.R.A. measurement rating system for anterior urethral stricture. *International Urology and Nephrology*. 2017 Jul 1;49(7):1201–7.
 185. Oh MM, Jin MH, Sung DJ, Yoon DK, Kim JJ, Moon DG. Magnetic Resonance Urethrography to Assess Obliterative Posterior Urethral Stricture: Comparison to Conventional Retrograde Urethrography With Voiding Cystourethrography. *Journal of Urology*. 2010 Feb;183(2):603–7.
 186. Murugesan VK, Balasubramanian P. Role of magnetic resonance urethrography in evaluation of male urethral stricture against conventional retrograde urethrography. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2018 Jun 1;12(6):TC07-TC11.
 187. Tao W, Bai G, Fu G, Niu X, Wang H, Wang G. MR urethrography versus X-ray urethrography compared with operative findings for the evaluation of urethral strictures. *International Urology and Nephrology*. 2019 Jul 1;51(7):1137–43.
 188. Fath El-Bab TK, Galal EM, Abdelhamid AM, Amin MF. Magnetic resonance urethrography versus conventional retrograde urethrography in the evaluation of

- urethral stricture: Comparison with surgical findings. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2015 Mar;46(1):199–204.
189. Cogorno Wasylkowski L, Ríos González E, Martínez-Piñeiro Lorenzo L. [Diagnosis of urethral stenosis and follow-up after Urethroplasty]. *Archivos españoles de urologia*. 2016 Sep;69(7):416–22.
190. EAU Guidelines. EAU Guidelines. Edn. presented at the EAU Annual Congress Milan 2021. ISBN 978-94-92671-13-4).
191. Bugeja S, Andrich DE, Mundy AR. Fistulation into the Pubic Symphysis after Treatment of Prostate Cancer: An Important and Surgically Correctable Complication. *Journal of Urology*. 2016 Feb;195(2):391–8.

