

Anatomical Considerations in Urinary Stone Disease

Louis Eichel, MD and Ralph V. Clayman, MD

CONTENTS

URETHRAL ANATOMY

BLADDER ANATOMY

URETERAL ANATOMY

RENAL ANATOMY

IMPACT OF ANATOMY ON SELECTION OF STONE THERAPY

SUMMARY

PREFERENCES

Key Words: Kidney; ureter; calyx; anatomy.

URETHRAL ANATOMY

In the urinary tract, all roads lead to the urethra. An understanding of its anatomy, in both the male and female, is important for the successful and safe removal of bladder calculi and for the safe passage of both cystoscopes and ureteroscopes.

The male urethra spans approx. 20 cm from the distal meatus to the bladder neck. The urethral meatus can vary greatly in its diameter but in general is the tightest portion of the entire urethra. Occasionally it is necessary to manually dilate the urethral meatus or perform a meatotomy to pass an instrument or to extract a distally lodged stone.

For practical purposes the male urethra is divided into three sections: the pendulous, membranous, and prostatic urethra. The pendulous urethra encompasses the distal penile and more proximal bulbar portions of the urethra, which lie within the corpus spongiosum. The urethra will normally accommodate instruments up to 28 French. As the penile urethra runs directly into the bulbar urethra, its course curves anteriorly and enters the membranous urethra. The membranous urethra is intimately surrounded by the external (voluntary) sphincter. This point of anterior deflection and muscular based occlusion is a potential site of trauma where false passages can be made posterior; understandably it is the most common point of stricture formation. It is important for the endoscopist to realize that if a false passage has been made with a catheter or rigid endoscope, that the flexible endoscope may be most helpful as it can be manipulated such that its tip will hug the anterior portion of the urethra and facilitate passage of a guide wire or the endoscope itself into the true urethral lumen. When stone passage is inhibited by short structures along the course of the urethra, direct vision urethrotomy with retrograde manipulation of the stone back into the bladder can usually be performed by cystolitholapaxy. More significant strictures that cannot be easily dilated may require transvesical extraction of a bladder stone followed by urethroplasty (1,2).

The prostatic urethra extends from the male external sphincter in the membranous urethra to the bladder neck (internal sphincter). Here, the urethral lumen is usually at its widest. Under certain pathologic circumstances that cause obstruction of the bladder neck such as prostatic hyperplasia and bladder neck contracture or bladder neck hypertrophy, there can be difficulty passing stones out of the bladder or passing an endoscope into the bladder. Obstruction at this level may require transurethral incision of the prostate or bladder neck.

In females, the urethra is typically 4 cm in length. The female urethra can usually be dilated to 32 Fr to accommodate endoscopes of varying size and for the removal of bladder stones up to 9 mm in diameter. In addition, stones can form inside urethral diverticuli. These are best treated with diverticulectomy and primary repair.

BLADDER ANATOMY

The normal functioning bladder is able to store urine at low pressure and then, in a coordinated fashion with the urethral sphincters, empty to completion. The majority of the bladder wall is composed of large bundles of interconnecting smooth muscle fibers that form a powerful meshwork capable of expansion and contraction depending on the stage of the voiding cycle. These fibers react primarily to cholinergic input. In contrast, the smooth muscle configuration of the trigone and bladder neck is more organized and performs several key functions. The trigonal muscle provides a thick supportive backing for the ureters, which enter the bladder base posterolaterally and travel medially for 1.5-2.5 cm to open into the bladder lumen and trigone. As the ureter passes through the bladder wall it is compressed and narrowed, which can prevent passage of a stone antegrade or a ureteroscope retrograde. Difficulties with ureteral access can be encountered following ureteroneocystotomy (discussed later in this chapter).

The bladder neck is intimately related to the trigone and the two as a unit act to funnel urine into the urethra during the active phase of micturition. Difficulty with bladder emptying caused by a neurogenic problem, an obstructive process, or poor detrusor function may lead to urinary stasis and increase the risk of infection. Stasis and infection are the two main risk factors for bladder stone formation.

Several other factors can lead to bladder stones. In particular, bladder diverticuli can be a source of urinary stasis and thereby promote stone formation. Foreign bodies such as iatrogenically placed sutures, indwelling Foley catheters, and indwelling ureteral stents can each act as a nidus for vesicolithiasis. Last, in patients who have undergone bladder augmentation or continent urinary diversion, mucous formation and stasis can create a lithogenic environment (3).

URETERAL ANATOMY

The ureter originates from the renal pelvis and transports urine to the bladder in peristaltic waves. The length of the ureter varies from 22 to 30 cm (4). Its course runs from the ureteropelvic junction medially where it travels along the medial border of the psoas muscle just lateral to the transverse processes of the lumbar vertebrae. In the supine

position, this is an uphill climb as the ureter travels over the sacral promontory. At the L3-L4 level the ureter is crossed anteriorly by the gonadal vessels. As the ureter passes over the pelvic brim it crosses directly over the bifurcation of the common iliac artery and then proceeds downhill hugging the contour of the pelvis just medial to the internal iliac artery. Once the artery branches, the ureter courses between the inferior vesical artery inferomedially and the superior vesical artery superolaterally. Just before its oblique insertion into the bladder base (the ureterovesical junction), the ureter is coursed anteriorly in males by the vas deferens and in females by the round ligament and then slightly more caudal, laterally by the obliterated umbilical artery (i.e., the medial umbilical ligament).

Stones tend to lodge at four common points of narrowing along the course of the ureter: the ureteropelvic junction, the pelvic brim as the ureter courses over the iliac vessels, the ureterovesical junction, and the ureteral orifice. Among these, the ureterovesical junction is often the narrowest, with a diameter of 2 mm. The combination of these areas of narrowing and the relatively serpiginous course that the ureter takes from the kidney to the bladder, can make passage of guide wires or endoscopes with the ureteral lumen quite challenging. For example, it is sometimes necessary to balloon dilate the intramural portion of the ureter or the ureterovesical junction in order to allow passage of an ureteroscope. In addition, when passing a ureteroscope up the ureter over a guide wire in a supine patient, one must visualize the three dimensional course of the ureter coursing laterally and downward through the bladder wall and then taking a sharp turn upward (anteriorly) and medially as the instrument need to be guided anterior out of the pelvic and over the iliac vessels. The pulsations of the common iliac artery are clearly transmitted to the ureter at this point. On occasion, it may be difficult to pass a semi rigid ureteroscope over the pelvic brim, especially in the male patient. This is a potential cause of ureteral and/or endoscope damage and can be avoided by changing to a flexible endoscope. Alternatively, this angulation can be modified in the male by manually pushing the suspensory ligament of the phallus posterior thereby helping with the alignment of the urethra toward the ureteral orifice.

The upper ureter can, on occasion, J hook making the passage of a guide wire difficult. This is more common in elderly patients with ptotic kidneys. A variety of endourological methods of overcoming this problem have been described; however, the simplest approach is to place the patient in a steep head down position and proceed to manually push the kidney upward by pressing upward along the upper quadrant of the abdomen subcostally (Mertz maneuver) (5).

After summiting the sacral promontory it is a slightly downhill course along the mid and upper ureter toward the renal pelvis, which usually sits at the level of the second lumbar vertebral body. However, to traverse the ureteropelvic junction, the endoscope usually needs to be guided even more posterior.

The anterior-posterior course of the ureter as described above reversed if the patient is in the prone position during flexible ureteroscopy. In this position, it is most helpful to first pass a ureteral access sheath to facilitate passage of the flexible ureteroscope.

TRANSLATION:

Consideraciones Anatómicas en la Enfermedad por Cálculos Renales

Dr. Louis Eichel y Dr. Ralph V. Clayman

CONTENIDOS

ANATOMÍA DE LA URETRA
ANATOMÍA DE LA VEJIGA
ANATOMÍA DEL URÉTER
ANATOMÍA RENAL
EL IMPACTO DE LA ANATOMÍA EN LA SELECCIÓN DEL TRATAMIENTO PARA
LOS CÁLCULOS RENALES
RESUMEN
REFERENCIAS

Palabras clave: Riñón; uréter; cáliz; anatomía.

ANATOMÍA DE LA URETRA

En el tracto urinario, todos los caminos llevan a la uretra. Un correcto entendimiento de su anatomía en hombres y mujeres es importante para la extracción segura y exitosa de los cálculos en la vejiga y para el paso seguro tanto de los cistoscopios como de los ureteroscopios.

La uretra masculina abarca aproximadamente 20 cm., desde el meato distal hasta el cuello vesical. El diámetro del meato uretral puede variar ampliamente, pero en general es la parte más estrecha de la uretra. En ocasiones, es necesario dilatar de forma manual el meato uretral o realizar una meatotomía para introducir un instrumento o para extraer cálculos alojados distalmente.

A fines prácticos, la uretra masculina está dividida en tres secciones: la uretra pendular, la membranosa y la prostática. La uretra pendular incluye la parte distal del pene y las secciones bulbares más próximas de la uretra, que se encuentran dentro del cuerpo esponjoso. Normalmente, la uretra tiene capacidad para instrumentos de hasta 28 French. Como la uretra peneana se conecta directamente con la uretra bulbar, su trayectoria se dobla en sentido anterior y entra a la uretra membranosa. La uretra membranosa está rodeada por el esfínter externo (voluntario). Este punto de deflexión anterior y oclusión muscular es un lugar de trauma potencial donde falsos pasajes pueden producirse en la parte posterior. Comprensiblemente, es el punto más común de formación de estenosis. Es importante que el endoscopista se dé cuenta de que si un falso pasaje se ha producido con un catéter o un endoscopio rígido, el endoscopio flexible puede ser más útil. Esto se debe a que el endoscopio flexible puede ser manipulado de

manera tal que su punta abraza la porción anterior de la uretra y facilite el paso de un alambre guía o del mismo endoscopio hacia el lumen uretral. Cuando la estenosis corta impide el paso del cálculo por la trayectoria de la uretra, generalmente se puede realizar uretrotomía con visión directa con manipulación retrógrada del cálculo hacia la vejiga, seguido de una cistolitolapaxia. Las estenosis más significativas que no pueden ser dilatadas fácilmente podrán requerir la extracción transvesical de un cálculo en la vejiga, seguido de una uretroplastía (1, 2).

La uretra prostática se extiende desde el esfínter externo del hombre en la uretra membranosa hasta el cuello vesical (esfínter interno). Aquí, el humen uretral está generalmente en su mayor dimensión. Bajo ciertas circunstancias patológicas que causan la obstrucción del cuello vesical, como la hiperplasia prostática, la contractura o la hipertrofia del cuello vesical, puede haber dificultades al momento de sacar los cálculos de la vejiga o de insertar un endoscopio en la misma. La obstrucción a este nivel puede requerir incisión transuretral de la próstata o del cuello vesical.

En las mujeres, la uretra normalmente tiene 4 cm. de longitud. La uretra femenina generalmente puede ser dilatada hasta 30 Fr para dar lugar a endoscopios de tamaños variados y para la remoción de cálculos en la vejiga de hasta 9 mm de diámetro. Además, los cálculos se pueden formar dentro de los divertículos uretrales, los cuales pueden ser mejor tratados con diverticulectomía y reparación primaria.

ANATOMÍA DE LA VEJIGA

La vejiga de normal funcionamiento puede almacenar orina a baja presión y luego, en coordinación con los esfínteres uretrales, vaciarse completamente. La mayor parte de la pared de la vejiga está formada por grandes conjuntos de fibras musculares lisas interconectadas que forman una malla capaz de expandirse o contraerse dependiendo del ciclo de la micción. Estas fibras reaccionan principalmente a los impulsos colinérgicos. Por otro lado, la configuración de músculo liso del trigono vesical y del cuello vesical es más organizada y desempeña varias funciones claves. El músculo trigonal provee un consistente apoyo para los uréteres, que entran a la base de la vejiga de manera posterolateral y viajan de forma medial por 1,5 – 2,5 cm para abrirse en el lumen vesical y el trigono. Mientras el uréter atraviesa la pared de la vejiga, ésta se comprime y estrecha, lo que puede impedir el pasaje anterógrado del cálculo o una ureteroscopía retrógrada. Se pueden encontrar dificultades con el acceso ureteral luego de una ureteroneocistostomía (a discutirse más adelante en este capítulo).

El cuello vesical está íntimamente relacionado al trigono y ambos, como una unidad, actúan para canalizar la orina dentro de la uretra durante la fase activa de la micción. Ciertas dificultades en el vaciado de la vejiga, causadas por un problema neurogénico, un proceso obstructivo o un deficiente funcionamiento del detrusor, pueden desarrollar estasis urinaria e incrementar el riesgo de infección. La estasis y la infección son los dos factores de riesgos principales para la formación de cálculos vesicales.

Muchos otros factores pueden llevar a la formación de cálculos vesicales. En particular, los divertículos vesicales pueden ser una fuente de estasis urinaria y, por lo tanto, promover la formación de piedras. Cuerpos extraños, como las suturas iatrogénicas, los catéteres para drenaje de Foley y los stents ureterales, pueden actuar como foco de infección para la vesicolitiasis. Por último, en pacientes que se han sometido a aumentos de la vejiga o a derivaciones urinarias continentales, las formaciones mucosas y la estasis pueden crear un ambiente litogénico (3).

ANATOMÍA DEL URÉTER

El uréter se origina en la pelvis renal y transporta orina a la vejiga en ondas peristálticas. La longitud del uréter varía de 22 a 33 cm. Su trayectoria se extiende desde la zona media de la unión ureteropélvica, donde viaja por el borde medial del músculo psoas apenas lateral a los procesos transversos de las vértebras lumbares. En la posición supina, el uréter viaja de forma ascendente por el promontorio sacro. En el nivel L3-L4 el uréter se cruza en sentido anterior con las venas gonadales. Cuando el uréter pasa por la cresta ilíaca, cruza directamente por la bifurcación de la arteria ilíaca común y luego sigue cuesta abajo abrazando el contorno de la pelvis medial hasta la arteria ilíaca anterior. Una vez que la arteria se bifurca, el uréter pasa entre la arteria vesical inferior en sentido inferomedial y la arteria vesical superior en sentido superolateral. Apenas antes de su inserción oblicua en la base de la vejiga (la unión ureterovesical), el uréter cursa anteriormente en los hombres por el conducto deferente y en las mujeres por el ligamento redondo y luego lateralmente por la arteria umbilical obliterated (es decir, el ligamento umbilical medio).

Los cálculos tienden a alojarse en 4 puntos de contracción comunes a lo largo de la trayectoria del uréter: la unión ureteropélvica, la cresta ilíaca cuando el uréter cursa sobre las venas ilíacas, la unión ureterovesical y el orificio ureteral. Entre éstos, la unión ureterovesical es generalmente la más estrecha, con un diámetro de 2 mm. La combinación de estas áreas de contracción y la trayectoria relativamente serpiginosa que el uréter toma desde el riñón hasta la vejiga, pueden hacer que el paso de alambres guía o endoscopios al lumen ureteral sea una tarea bastante desafiante. Por ejemplo, en ocasiones es necesario utilizar dilatación con balón en la porción intramural del uréter o en la unión ureterovesical para permitir el paso de un ureteroscopio. Además, cuando se pasa un ureteroscopio hacia arriba por el uréter sobre un alambre guía en un paciente supino, se deben visualizar las tres trayectorias dimensionales del uréter cursando de manera lateral y descendente por la pared vesical, luego por medio de un giro hacia arriba (anteriormente) y medialmente al guiar al instrumento fuera de la pelvis y sobre las venas ilíacas. En este punto, las pulsaciones de la arteria ilíaca común se transmiten claramente al uréter. En ocasiones, puede ser difícil dar paso a un ureteroscopio semirrígido sobre la cresta ilíaca, especialmente en el caso de los pacientes masculinos. Ésta es una causa potencial de lesiones del uréter y/o daño del endoscopio y puede evitarse mediante el uso de un endoscopio flexible. De manera alternativa, tal angulación puede modificarse en el

hombre por medio del empuje manual del ligamento suspensor de falo posterior, contribuyendo a la alineación de la uretra hacia el orificio ureteral.

El uréter superior puede, en ocasiones, tomar la forma de un gancho J, dificultando el paso de un alambre guía. Esto es muy común en pacientes mayores con riñones ptósicos. Para resolver este problema, se han descrito una gran variedad de métodos endourológicos. Sin embargo, el abordaje más simple consiste en colocar al paciente en posición empinada con la cabeza hacia abajo y manualmente empujar el riñón hacia arriba presionando a lo largo del cuadrante superior del abdomen subcostalmente (Maniobra de Mertz) (5).

Después de colocar en el punto máximo al promontorio sacro se continúa una leve trayectoria hacia abajo a lo largo del uréter medio y superior hacia la pelvis renal, que generalmente se encuentra al nivel del segundo cuerpo vertebral lumbar. Sin embargo, para atravesar la unión ureteropélvica, el endoscopio generalmente necesita ser guiado hacia un punto aún más posterior.

La trayectoria anterior-posterior del uréter, como fue descrito anteriormente, se revierte si el paciente se encuentra en posición prona durante una ureteroscopía flexible. En esta posición, es más conveniente pasar primero una funda de acceso ureteral para facilitar el paso del ureteroscopio flexible.

Translated by Marcela Rocío Cuevas