Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

Simposio

Actualización en Cirugía
PRIMERA PARTE

Surgery update
FIRST PART

Actualización en Cirugía Urológica Introducción a la Robótica

Update in Urologic Surgery: Introduction to Robotics

Fred Muhletaler-Maggiolo MD, FACS [1]

Resumen

Este es un artículo que explica los inicios de la tecnología robótica en general y las razones por las cuales se creó y sus ventajas frente a tecnologías anteriores. También hace un resumen de los puntos más importantes sobre las cirugías urológicas robóticas más frecuentes en el mundo y los hechos más importantes sobre su desarrollo e importancia actual. Finalmente, se explica las direcciones futuras en el campo de la cirugía robótica.

Palabras clave: *Cirugía robótica, urología.*

Abstract

This is a paper that explains the genesis of robotic technology in general and the reasons why it was developed as well as its advantages with prior technologies. The analysis makes a concise summary of the most frequent urologic robotic surgeries in the world and the most salient facts about their developments and current roles. Finally, an explanation of future directions in the field of robotic surgery is given.

Keywords: *Robotic surgery, urology.*

Introducción

Desde la década de 1990, en donde se introdujeron los primeros sistemas robóticos en la cirugía urológica, estos sistemas se han perfeccionado y la complejidad de cirugías que se ejecutan ha crecido notablemente. No se discutirán en este texto los beneficios de la cirugía mínimamente invasive para los pacientes, dado que eso no es lo que se quiere explicar aquí. Si diremos que la adopción de la laparoscopia, que fue adaptada en los 1980s tiene muchas ventajas. Entre estas podemos enumerar menos dolor post operatorio por incisiones más pequeñas y por lo tanto recuperación más rápida, menor inflamación asociada (menos ileo post operatorio, etc.) y a su vez algunas desventajas. Pero dejemos muy en claro que la laparoscopia fue, sin lugar a discusión, una revolución para la cirugía en general. Fue la plataforma sobre la cual, la gran mayoría de avances actuales se basan (incluido la robótica).

Para ayudar a avanzar la tecnología en cirugía, el DAPRA (Defense Advanced Research project Administration) Estadounidense[(1)] ofreció un fondo de dinero para el Desarrollo de un sistema que permita a los cirujanos operar a distancia (por ejemplo, en campos de batalla o en el espacio sin estar presente) y con un perfil que mejore las características anteriormente mencionadas. Corría la década de 1990 y los laboratorios que tuvieron el encargo fueron: Stanford Research Institute (SRI), Massachusetts Institute of Technology (MIT), Laboratorio Watson de IBM, Laboratorio de Propulsión a Jet (JPL) de la NASA y Computer Motion.[(2)]

[1] *Socio principal, Palm Beach Urology Associates. ID ORCID:0000-0003-1422-6599*

Recibido: 13.10.2024 Aceptado: 15.12.2024 Publicado:

Después de muchos modelos preliminares y movimientos en el mercado en los EEUU e interacciones entre las instituciones antes mencionadas, el Sistema DaVinci fue aprobado para el uso quirúrgico en humanos en el 2001. Si bien hubo otros sistemas inicialmente (AESOP, ZEUS, etc.), fue este, el DaVinci (producido por la empresa Intuituve Surgical),* el que se impuso en el mercado. Actualmente, es el único robot quirúrgico autorizado por la FDA para uso en humanos.

Este Sistema es de tipo "master-slave" con una consola ("master") en donde el cirujano controla los instrumentos que ingresan a través de puertos laparoscópicas, y el "slave", que es una torre de donde salen los brazos que se conectan a los puertos o trocares laparoscópicos.

Este robot ha incorporado mecanismos que solucionan algunos problemas de la laparoscopia clásica, a saber:

1. Movimientos intuitivos: la máquina corrige el movimiento pivotal de los puertos de entrada y esto ayuda con la coordinación mano-visión del cirujano.

2. Eliminación del tremor: el robot anula el tremor esencial del cirujano y convierte a los movimientos muy precisos. Incluso, se pueden regular los movimientos con una escala para hacerlos más o menos finos.

3. Grados de Libertad: los instrumentos robóticos tienen mayores grados y ángulos de libertad que los de la mano humana, superando también el perfil de la laparoscopia clásica.

4. Ergonomía: el cirujano está sentado en la consola con soporte para los brazos y controles (y pedales) muy ergonómicos y fáciles de manipular.

Se puede decir, entonces, que ya en ese momento, el "Genio de la lámpara de Aladino" fue liberado para su uso en cirugía y realmente ha hecho mucho por los pacientes alrededor del mundo.

En este momento el Sistema DaVinci más avanzado es el DaVInci 5 (denotando cuantos modelos previos han existido), junto con el DaVinci SP (por las siglas "Single Port") que tiene una ingeniería innovadora que permite hacer una cirugia multi-intrumento a través de un solo puerto ligeramente más grande.

Estos robots quirúrgicos, comandados por el cirujano, tienen como interfase muchos instrumentos como por ejemplo tijeras, pinzas de diferentes tipos, engrapadores mecánicos para distintos usos, retractores, cauterios, etc.

Habiendo concluido la descripción de la génesis del sistema robótico utilizado más ampliamente y las razones que llevaron a su diseño y realización, pasemos a describir algunos de los procedimientos más frecuentes en robótica urológica actualmente.

Figura 1: Da Vinci 5.

Figura 2 y 3: Da Vinci SP.

*El autor no tiene ningún interés comercial en Intuitive Surgical.

Procedimientos en Oncología Urológica

En términos generales, la cirugía oncológica en urología (en su mayoría retroperitoneal), sucedía con incisiones bastante dolorosas o en muchos casos pérdidas sanguíneas significativas, lo cual sumaba a la morbilidad de las mismas. El sistema robótico, qué duda cabe en este momento, ha ayudado mucho a bajar esa morbilidad y mejorar los resultados de las cirugías, así como hacer que la recuperación sea mucho más rápida.

1. Prostatectomía Radical

Esta cirugía, que se realiza para tratar (y curar en muchos casos) el adenocarcinoma de próstata había sido perfeccionada por Patrick Walsh en la década de los 80s.[3] Al describir el paquete neurovascular que ayudaba con el mecanismo de las erecciones peneanas y de la continencia urinaria, la disección se volvió más anatómica y ayudó a preservar esas funciones en mejor medida sin impactar la cura del cáncer.

Inicialmente la aplicación del robot quirúrgico a esta cirugía fue percibida como impráctica y hasta peligrosa por un grupo en Alemania.[4] Luego, el grupo liderado por el Dr. Mani Menon en el Instituto Vattikuti de Urología del Hospital Henry Ford, estandarizó este procedimiento y estableció pautas muy claras para desarrollar programas robóticos en el mundo entero que fueran exitosos[5,6].

En este momento, y en la gran mayoría de países desarrollados, esta cirugía se realiza predominantemente de forma robótica (por encima del 85% de los casos en EEUU).

En las últimas dos décadas hay un gran cuerpo de evidencia que ha emergido de instituciones con grandes volúmenes de este procedimiento, que claramente nos habla de una recuperación más pronta de los pacientes y de resultados favorables y mejores, con respecto a la clásica cirugía abierta y la cirugía laparoscópica pura.

También han surgido modificaciones técnicas a las descripciones originales de esta operación tales como: técnica retroperitoneal, posterior, sin drenaje uretral, etc. [7-9]

Esta fue la primera cirugía que fue estandarizada de forma sólida en el campo de la robótica en urología. La precisión del robot permite una disección milimétrica alrededor de las estructuras delicadas en la zona peri prostática, que a su vez, se traduce en resultados óptimos.

2. Nefrectomía Parcial/Radical

Desde la introducción de la nefrectomía parcial robótica por M. Gettman en el 2004.[10] Nuevamente en este caso, en las series iniciales describiendo este procedimiento, no se encontró gran ventaja en la utilización robótica para este procedimiento. Luego, mientras la experiencia colectiva fue creciendo y madurando, la aceptación del robot para la nefrectomía parcial (indicada para masas renales en la mayoría de los casos) ha crecido tremendamente.[11] Actualmente se considera que la adaptación del robot en el campo renal fue aún más rápida que en el caso de la prostatectomía. La precisión y óptica exquisitas del sistema robótico hacen que, luego de la excisión del tumor renal, la reconstrucción del parénquima sea muy precisa. Esto, a su vez, ayuda a preservar mayor cantidad de tejido renal funcionante y a minimizar complicaciones (por ejemplo drenajes de orina post operatorios, fistulas arterio-venosas, daño a estructuras vasculares peri-renales, etc.).

En términos de las nefrectomías radicales, que solo se hacen hoy en día en masas renales muy grandes u otras situaciones clínicas muy particulares, las ventajas de robot nos dan la capacidad de disecar el riñón y el tumor y apartarlos de

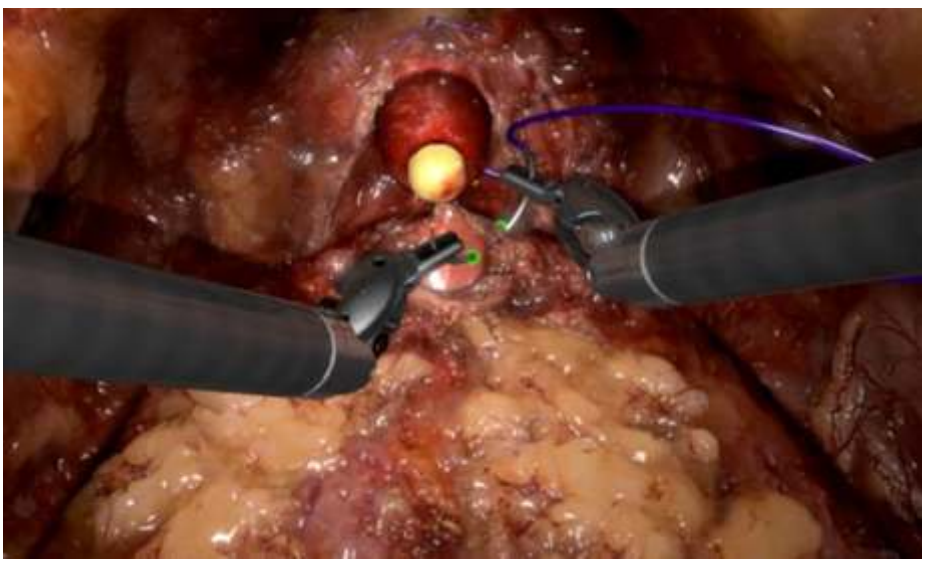

Figura 4: Anastomosis uretro-vesical robótica.

estructuras circundantes a las que puedan estar adheridos. De esta forma, nuevamente, se evitan potenciales complicaciones por daño a estructuras próximas (hígado, páncreas, adrenales, bazo, intestino, etc.). En cirugía vale la máxima "se ve mejor y los movimientos son mejores, por lo tanto los resultados serán mejores".

4. Otros Procedimientos

Otros procedimientos como la adrenalectomía (por masas o adenomas funcionales), y la disección de ganglios retroperitoneales (por cáncer de testículo) has sido descritas también y son hechas regularmente en centros especializados [17,18].

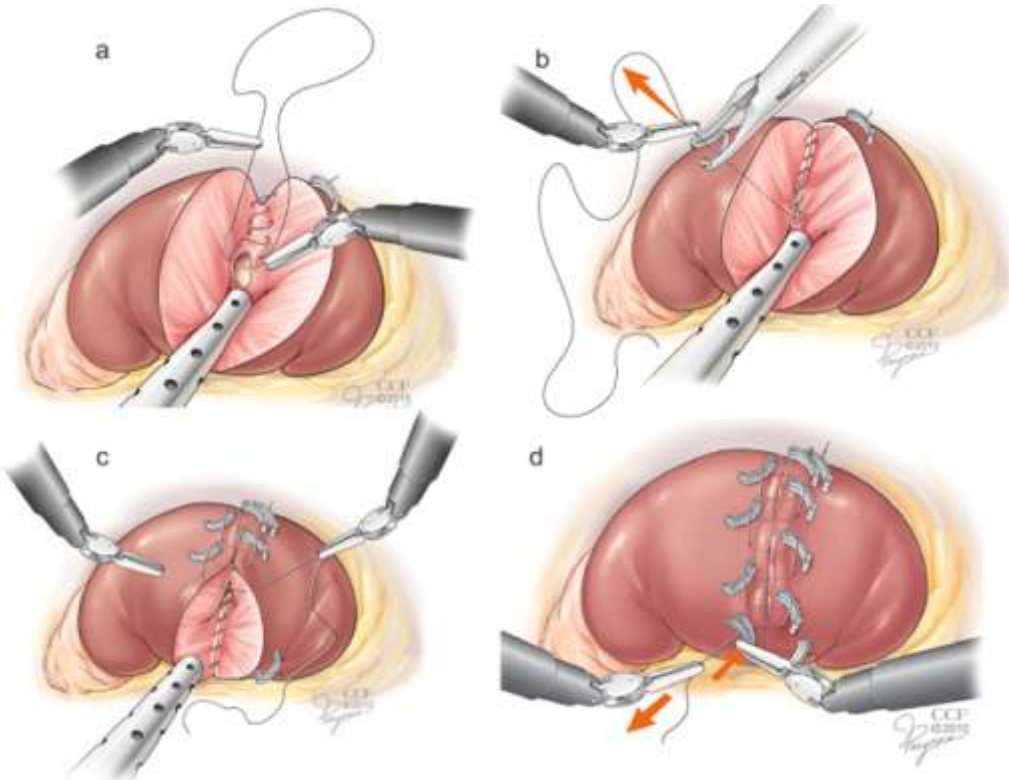

Figura 5: Reparo del defecto luego de la excisión del tumor renal (dibujo de procedimiento robótico). Técnica de "sliding clip".

3. **Cistectomia (Cisto-prostatectomia) Radical**

Este es un procedimiento que es realizado por lo general para tratar el cáncer de vejiga músculo-invasivo y localizado. Esta es una cirugía que, a pesar de su efectividad, cuenta con una alta morbilidad incluyendo una mortalidad del 2%.[12] La primera serie de cistectomía radical robótica fue publicada en el 2003 por Menon et al.[13] Las ventajas de este procedimiento por sobre la cirugía abierta incluyen los siguientes: recuperación pronta de la función intestinal, menor estadía hospitalaria y menor porcentaje de complicaciones totales.[4]

Luego de la extirpación de la vejiga urinaria y laisección de ganglios pélvicos, el siguiente paso es la reconstrucción de la diversión urinaria, que puede ser ortotópica (en el mismo sitio de la vejiga y utilizando ileon para la reconstrucción) o heterotópica (con estomas continentes o incontinentes - como el Conduit ileal-). Todas estas técnicas han sido ya descritas y son hechas con robots. Los resultados son, por lo menos, iguales que en la cirugía abierta y (en la mayoría de los casos) mejores.[15,16]

Procedimientos Reconstructivos en Urología

Del mismo modo como en la oncología urológica, el campo de la reconstrucción del sistema genito-urinario se ha beneficiado tremendamente con el uso del robot quirúrgico. La gran óptica del robot, además de los movimientos de muñeca que lo hacen una herramienta casi más versátil que la mano humana, hacen que la sutura de precisión (y con filamentos muy finos) sea mucho más exitosa y fácil para el cirujano. Esto, de igual manera, se traduce en resultados funcionales extraordinarios y muchas menos complicaciones derivadas. Se pueden enumerar como parte de estas cirugías las siguientes: pyeloplastias (que tratan obstrucciones de la unión pélvico-ureteral),[19] ureteroplastias utilizando mucosa bucal,[20] así como reimplantes ureterales o cistoplatías utilizando intestino.[21]

Quiero hacer un acápite aparte para una cirugía que trata obstrucciones urinarias por próstatas muy grandes (más de 100 gr). Esta cirugía, llamada Prostatectomía Simple, hecha de forma abierta implica una incisión media grande y al término

de la cirugía, usualmente, el paciente tiene que manejar 3 drenes quirúrgicas (sonda de Foley, tubo suprapúbico y un dren extraperitoneal). Con el advenimiento de las técnicas robóticas, esto se reduce solo a una sonde de Foley y la necesidad de algunos puertos laparoscópicos. Evidentemente, esto es de gran ventaja para la recuperación del paciente.[22]

Trasplante Renal Robótico

Probablemente el área de la urología que más tardíamente adopto el uso del robot quirúrgico fue el del trasplante renal. Tal vez por la complejidad del proceso y por el cuidado que se tiene en la monitorización de los resultados en este campo.

Hay ya publicadas varias series al respecto con muy buenos resultados.[23] Han sido aplicados los métodos científicos más estrictos para evaluar la tecnología robótica en este campo y se puede decir que la tecnología se ha impuesto por las mismas razones explicadas en los otros campos urológicos. En este momento, y en centros especializados, esta es una técnica que se ofrece regularmente.

Conclusiones y Dirección Futura

El advenimiento de la tecnología robótica ha generado una notable revolución en todos los campos de la urología quirúrgica. Es importante mencionar que, en manos bien entrenadas y con equipos bien afiatados y coordinados, esta es una tecnología que ofrece resultados mejores que la cirugía abierta o puramente laparoscópica. Recuperación más rápida, menores complicaciones, mejores resultados funcionales e incluso cosmesis quirúrgica mejorada son algunas de las ventajas que se obtienen.

Se puede decir que esta tecnología "llegó para quedarse", pero que requiere del entrenamiento profesional adecuado y cuidadoso, como en todo proceso de entrenamiento quirúrgico.

Finalmente, el campo de la robótica se está expandiendo rápidamente de muchas maneras: robots hechos por otras compañías que abaratan costos y mejoran diseños, tamaños más pequeños de los instrumentos y los brazos robóticos, telecirugía aplicada, inteligencia artificial en el aprendizaje de movimientos del cirujano y que puede ayudar en preplaneamiento de las cirugías.

Todos estos son temas que veremos en un futuro no muy lejano y que seguramente ayudaran a los médicos en la tarea de tratar, curar y aliviar a los pacientes.

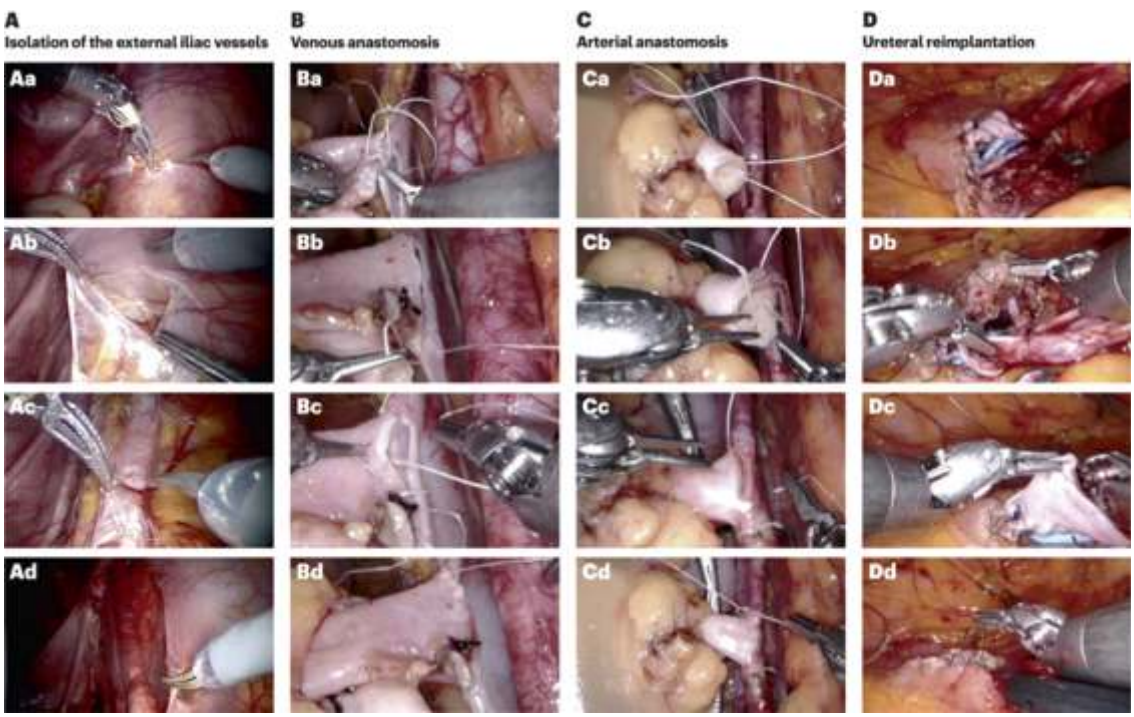

Figura 6: Pasos del Trasplante Renal Robótico.

Referencias bibliográficas

1. **AK Hemal.** Contemporary Trands in Laparoscopic Urologic Surgery. BJ Churchill-Livingstone Pvt Ltd, New Dehli. 2002.
2. **Buckingham RA, Buckinghan RO.** Robots in Operating Theaters. BMJ 1995;311:1479.
3. **Walsh PC, Donker PJ.** Impotence following radical prostatectomy: insight into etiology and prevention. J Urol. 1982. 2002 Feb;167(2 Pt 2):1005-10.
4. **Binder J, Kramer W.** Robotically-assisted laparoscopic radical prostatectomy. BJU Int. 2001 Mar;87(4):408-10.
5. **Peabody JO, Shrivastava A, Kaul S, Bhandari A, Hemal AK.** Vattikuti Institute prostatectomy, a technique of robotic radical prostatectomy for management of localized carcinoma of the prostate: experience of over 1100 cases. Menon M, Tewari A, Urol Clin North Am. 2004 Nov;31(4):701-17.
6. **Menon M, Shrivastava A, Tewari A, Sarle R, Hemal A, Peabody JO, Vallancien G.** Laparoscopic and robot assisted radical prostatectomy: establishment of a structured program and preliminary analysis of outcomes. J Urol. 2002 Sep;168(3):945-9.
7. **Eden CG, King D, Kooiman GG, Adams TH, Sullivan ME, Vass JA.** Transperitoneal or extraperitoneal laparoscopic radical prostatectomy: does the approach matter? J Urol. 2004 Dec;172(6 Pt 1):2218-23.
8. **Galfano A, Secco S, Dell'Oglio P, Rha K, Eden C, Fransis K, Sooriakumaran P, De La Muela PS, Kowalczyk K, Miyagawa T, Assenmacher C, Matsubara A, Chiu KY, Boylu U, Lee H, Bocciardi AM.** Retzius-sparing robot-assisted radical prostatectomy: early learning curve experience in three continents. BJU Int. 2021 Apr;127(4):412-417.
9. **Ghani KR, Trinh QD, Sammon JD, Jeong W, Simone A, Dabaja A, Dusik S, Peabody JO, Menon M.** Percutaneous suprapubic tube bladder drainage after robot-assisted radical prostatectomy: a step-by-step guide. BJU Int. 2013 Sep;112(5):703-5.
10. **Gettman MT, Blute ML, Chow GK, Neururer R, Bartsch G, Peschel R.** Robotic-assisted laparoscopic partial nephrectomy: technique and initial clinical experience with DaVinci robotic system. Urology. 2004 Nov;64(5):914-8.
11. **Menon M, Hemal AK.** Robotics in Genitourinary Surgery. Sptringer Verlag London Limited. 2011.
12. **Lawrence WT, Rumohr JA, Chang SS, et al.** Contemporary Open Radical Cystectomy: análisis of perioperative outcomes. J Urol. 2008;179:1313.
13. **Menon M, Hemal AK, Tewari A, et al.** Nerve-sparing Robot-assisted Radical Cystoprostatectomy and urinary diversion. BJU Int 2003;92; 232.
14. **Pruthi RS, Nielsen ME, Nix J, et al.** Robotic Radical Cystectomy for bladder cancer: surgical and pathological outcomes in 100 consecutive cases. J Urol 2010;183;510-514.
15. **Collins JW, Tyritzis S, Nyberg T, Schumacher MC, Laurin O, Adding C, Jonsson M, Khazaeli D, Steineck G, Wiklund P, Hosseini A.** Robot-assisted radical cystectomy (RARC) with intracorporeal neobladder - what is the effect of the learning curve on outcomes? BJU Int. 2014 Jan;113(1):100-7.
16. **Azzouni FS, Din R, Rehman S, Khan A, Shi Y, Stegemann A, Sharif M, Wilding GE, Guru KA.** The first 100 consecutive, robot-assisted, intracorporeal ileal conduits: evolution of technique and 90-day outcomes. Eur Urol. 2013 Apr;63(4):637-43.
17. **Krane LS, Shrivastava A, Eun D, Narra V, Bhandari M, Menon M.** A four-step technique of robotic right adrenalectomy: initial experience. BJU Int. 2008 May;101(10):1289-92.
18. **Mittakanti HR, Porter JR.** Robotic retroperitoneal lymph node dissection for testicular cancer: feasibility and latest outcomes. Curr Opin Urol. 2019 Mar;29(2):173-179.
19. **Shah KK, Louie M, Thaly RK, Patel VR.** Robot assisted laparoscopic pyeloplasty: a review of the status. Int J Med Robot. 2007 Mar;3:35-40
20. **Lee Z, Lee M, Koster H, Lee R, Cheng N, Jun M, Slawin J, Zhao LC, Stifelman MD, Eun DD.** A Multi-Institutional Experience with Robotic Ureteroplasty With Buccal Mucosa Graft: An Updated Analysis of Intermediate-Term Outcomes. Collaborative of Reconstructive Robotic Ureteral Surgery (CORRUS). Urology. 2021 Jan;147:306-310.
21. **Gould JJ, Stoffel JT.** Robotic enterocystoplasty: technique and early outcomes. J Endourol. 2011 Jan;25(1):91-5.
22. **Autorino R, Amparore D, Loizzo D, Pandolfo SD, Checcucci E, Porpiglia F.** Robot-assisted Simple Prostatectomy Is Better than Endoscopic Enucleation of the Prostate. Eur Urol Focus. 2022 Mar;8(2):368-370.
23. **Sood A, Ghosh P, Jeong W, Khanna S, Das J, Bhandari M, Kher V, Ahlawat R, Menon M.** Minimally invasive kidney transplantation: perioperative considerations and key 6-month outcomes. Transplantation. 2015 Feb;99(2):316-23.

Contribución de autoría: El autor contribuyó en la idea de investigación, recolección de información, redacción, revisión, diseño, bibliografía, información bibliográfica, revisión final.
Conflicto de interés: El autor no tiene conflicto de interés con la publicación de este trabajo.
Financiamiento: Autofinanciado.
Citar como: Muhletaler-Maggiolo, F. Actualización en Cirugía Urológica: Introducción a la Robótica. Diagnóstico (Lima). 2025;64(1):11-16.
DOI:
Autor corresponsal: Fred Muhletaler Maggiolo.
Correo electrónico: fmuhletaler@pbrobotics.com
Teléfono: 313-244-7148 (cel) / 561-790-2111 (oficina)