

Nefrectomía de donante vivo laparoscópica asistida por robot: experiencia inicial en México

Robot-assisted laparoscopic living donor nephrectomy: initial experience in Mexico

Enrique Jiménez Chavarría,* Héctor Faustino Villalobos,* Martín Fuentes Durán*

Palabras clave:

nefrectomía de donante vivo, cirugía asistida por robot, trasplante renal, donante vivo, cirugía de mínima invasión, Da Vinci (o Plataforma Robótica Da Vinci), isquemia caliente.

Keywords:

living donor nephrectomy, robot-assisted surgery, kidney transplantation, living donor, minimally invasive surgery, Da Vinci (or Da Vinci Robotic Platform), warm ischemia.

* Sección de Cirugía de Trasplantes del Hospital Central Militar. México.

Recibido: 15/01/2025
Aceptado: 30/07/2025

RESUMEN

Introducción: el trasplante renal, iniciado con el éxito de Joseph Murray en 1954, representa un hito médico. Este escrito se enfoca en la nefrectomía de donante vivo, reconociendo su altruismo y los riesgos que asume. Se analiza la evolución de las técnicas, desde la lumbotomía abierta hasta los abordajes laparoscópico y robótico, destacando el impacto de la mínima invasión en la recuperación del donante y la calidad del injerto. **Objetivo:** describir la técnica y compartir la experiencia quirúrgica inicial en la nefrectomía de donante vivo relacionado para trasplante renal por mínima invasión asistido por robot da Vinci en un centro de tercer nivel. **Material y métodos:** se realizó un estudio retrospectivo, descriptivo, analizando los expedientes de los tres primeros casos que fueron candidatos a recibir manejo quirúrgico asistido por robot da Vinci, durante el mes de julio y agosto de 2017. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS. **Resultados:** en la experiencia inicial como parte del protocolo para la obtención de órganos para trasplante con intención de donación, se realizaron tres nefrectomías asistidas con robot da Vinci® Xi, bajo la tutela de un proctor en cirugía robótica con experiencia en este abordaje. El acoplamiento del robot (*docking*) con una media de 3.6 minutos, tiempo quirúrgico promedio de 293 minutos, con una media de sangrado de 100 ml, estancia hospitalaria de 72 horas, sin complicaciones, ni conversiones y ningún paciente requirió reintervención. **Conclusiones:** actualmente no hay evidencia en la literatura sobre abordaje asistido por robot para la obtención de órganos para trasplante en México. En la experiencia inicial de la nefrectomía de donante para trasplante utilizando la plataforma robótica da Vinci se obtuvieron buenos resultados, pronta recuperación, corta estancia hospitalaria, sin complicaciones, sirviendo de base para mejorar el programa de donante vivo.

ABSTRACT

Introduction: renal transplantation, initiated with the success of Joseph Murray in 1954, represents a medical milestone. This paper focuses on living donor nephrectomy, recognizing its altruistic nature and the risks assumed by the donor. It analyzes the evolution of techniques, from open lumbarotomy to laparoscopic and robotic approaches, highlighting the impact of minimally invasive surgery on donor recovery and graft quality. **Objective:** is to describe the technique and share the initial surgical experience in minimally invasive da Vinci robot-assisted related living donor nephrectomy for renal transplantation at a tertiary care center. **Material and methods:** A retrospective, descriptive study was conducted, analyzing the records of the first three cases who were candidates to receive da Vinci robot-assisted surgical management during July and August 2017. Statistical analysis was performed using the SPSS program. **Results:** In the initial experience, as part of the protocol for obtaining organs for transplantation with the intention of donation, three nephrectomies assisted with the da Vinci® Xi robot were performed. These procedures were carried out under the tutelage of a robotic surgery proctor experienced in this approach. The mean robot coupling (*docking*) time was 3.6 minutes. The average surgical time was 293 minutes. The mean blood loss was 100 ml. The hospital stay lasted 72 hours. There were no complications, no conversions, and no patient required reintervention. **Conclusions:** Currently, there is no evidence in the literature regarding robot-assisted approaches for obtaining organs for transplantation in Mexico. In the initial experience of donor nephrectomy for transplantation using the da Vinci robotic platform, good results were obtained, including prompt recovery, short hospital stay, and no complications. This experience serves as a basis for improving the living donor program.



Citar como: Jiménez CE, Faustino VH, Fuentes DM. Nefrectomía de donante vivo laparoscópica asistida por robot: experiencia inicial en México. Cir Gen. 2025; 47 (3): 135-144. <https://dx.doi.org/10.35366/121422>

INTRODUCCIÓN

El primer trasplante renal exitoso fue realizado el 23 de diciembre de 1954 en Boston, Massachusetts, en el Departamento de Cirugía del Hospital Brigham de la Escuela de Medicina de Harvard, por el equipo liderado por el doctor Joseph Murray, trasplante realizado entre dos gemelos univitelinos Richard Herrick el receptor y el donante, su gemelo idéntico, Ronald Herrick, las dos cirugías iniciaron en forma simultánea alrededor de las 08:00 de la mañana, manteniendo constante comunicación entre ambos equipos, en un quirófano adyacente se realizó la nefrectomía izquierda del donador y el riñón donado llegó a las 09:53 a.m. completando la anastomosis renal a las 11:15 a.m. con una isquemia total del riñón de 1 hora y 22 minutos y el tiempo total de la cirugía de 5 horas 30 minutos, el donante evolucionó satisfactoriamente y fue dado de alta el día 14.¹⁻³

En este escrito nos enfocamos específicamente a la nefrectomía de donante vivo relacionado para trasplante, sin quitar el mérito de los éxitos logrados en los pacientes transplantados, mérito que en muchas ocasiones no se toma en cuenta al donante, quien es el verdadero héroe del trasplante, una persona sana que se somete a una cirugía mayor con fines altruistas y en forma desinteresada para ayudar a un familiar o un paciente no relacionado, la donación renal de un donante vivo nos enfrenta a dos situaciones que debemos analizar, por un lado sometemos al donante sano a una situación potencialmente letal, con una mortalidad global de 0.01-0.03% en la nefrectomía abierta y una morbilidad significativa de 8% como lo describe Ballesteros Sampol y, por otro lado, la obtención de un órgano de mejor calidad que el obtenido de la donación cadavérica, que sin duda ha mejorado la calidad de vida de los pacientes transplantados.⁴⁻⁶

La vía de abordaje de elección utilizada por la mayoría de los grupos para la obtención del injerto ha sido la lumbotomía clásica por vía extraperitoneal, siendo la incisión sobre la doceava costilla con la sección de los músculos dorsal ancho, serrato inferior, oblicuo mayor y el oblicuo menor, sin olvidar el riesgo de lesión del doceavo nervio intercostal responsable de las

parestesias de la pared abdominal, durante la disección queda expuesta la fascia lumbodorsal, la cual se diseña por delante del músculo transverso del abdomen para evitar la lesión del peritoneo, al abrir la fascia lo más posterior que se puede, queda expuesta la cápsula adiposa del riñón, mejor conocida como Gerota, la lumbotomía se ampliará de acuerdo con las necesidades que requiera el cirujano para un adecuado control y mayor facilidad para llegar a los vasos renales, evitando lesiones y vasoespasmo arterial por excesiva manipulación, sin olvidar el riesgo de lesionar la pleura que llega a insertarse en el doceavo arco costal, se recomienda conocer de antemano la estructura del pedículo renal con estudios de imagen eligiendo el riñón con el menor número de arterias y habitualmente se prefiere el riñón izquierdo, ya que cuenta con una vena ligeramente más larga, que resulta útil para realizar una mejor anastomosis del injerto.^{7,8}

La lumbotomía se describe con una tasa tanto de mortalidad como de morbilidad muy baja en manos expertas, sin embargo, se espera un periodo de recuperación lento y prolongado, así como una percepción elevada del dolor postoperatorio para el donante, prolongando la estancia hospitalaria, en la técnica abierta predominan las complicaciones pulmonares como la atelectasia, neumotórax, neumonía y las complicaciones asociadas con la herida quirúrgica como la infección y la dehiscencia, además 25% de los donantes experimentan dolor o incomodidad postoperatorio que puede durar meses.⁹

Hoy en día los cirujanos al plantear una técnica quirúrgica, buscan el mayor beneficio posible para el paciente y consecuentemente la menor agresión general y local, la mínima invasión no es algo novedoso, es algo que se ha buscado y es implícito a la cirugía desde sus inicios, vale la pena aclarar que la denominada mínima invasión no es lo opuesto al abordaje abierto, ni es determinado por el tamaño de las incisiones, al utilizar la palabra mínima invasión nos referimos a la extensión de la afectación tisular, al tamaño de las incisiones y muchas veces ésta no es proporcional al tamaño del abordaje, pueden ser grandes cirugías con pequeñas incisiones.¹⁰

La primera nefrectomía por laparoscopia asistida para obtención de riñón para trasplante

fue realizada en el Johns Hopkins Bayview Medical Center en 1995, a pesar del escepticismo y especialmente a los cirujanos expertos, que opinaban que la seguridad del donante era primordial e innegociable, el uso de la nefrectomía laparoscópica actualmente se ha extendido, y ha tenido un impacto significativo en el campo del trasplante renal, con una disminución de la morbilidad del donante, sin poner en peligro la obtención de un aloinjerto renal de alta calidad, se puede afirmar que actualmente es el método de elección para la obtención de aloinjertos en muchos centros de trasplantes en todo el mundo, teniendo la limitante que sigue siendo un desafío técnico y requiere una curva de aprendizaje muy pronunciada.^{11,12}

En la cirugía con abordaje abierto o laparoscópico, la curva de aprendizaje varía con la frecuencia y el volumen de pacientes, el tipo de cirugía y las habilidades de cada cirujano, la nefrectomía laparoscópica del donante se considera un procedimiento técnicamente demandante, los cirujanos con experiencia coinciden en que se requiere una curva de aprendizaje bastante rígida, con una gran cantidad de procedimientos para lograr una cirugía exitosa, tener menos complicaciones del donante y obtener una función renal satisfactoria del receptor, la curva de aprendizaje es plana. Esto significa que se requieren bastantes casos antes de sentir el dominio del procedimiento. Stephen Jacobs, uno de los pioneros de la nefrectomía laparoscópica, menciona que se necesitan entre 75 y 100 casos para dominar la técnica laparoscópica y sólo después de 100 casos disminuyen las complicaciones.¹³

En México, la mayoría de la población se encuentra a favor de la donación, sin embargo, los índices de donación de órganos de origen cadavérico se encuentra por debajo del promedio de América Latina, la falta de órganos es un problema que afecta considerablemente la continuidad de los programas de trasplantes, es por eso que se recurre a la donación de vivo relacionado, estos órganos de donante vivo ofrecen muchas ventajas sobre el trasplante de donador cadavérico, ya que permiten que los receptores sean trasplantados en menor tiempo, ofrecen aloinjertos de alta calidad con tiempos de isquemia más cortos y mejor compatibilidad genética, de ahí la importancia

y el interés de ofrecer una técnica quirúrgica con menor número de complicaciones.^{14,15}

El advenimiento de la nefrectomía de donante laparoscópica se asoció a un incremento significativo en el número de donantes vivos relacionados en el ámbito mundial, teniendo un impacto significativo en la satisfacción de los donantes con la operación, mejorando la recuperación postquirúrgica y menor dolor, con el avance de las tecnologías con métodos menos invasivos consideramos que el uso de la cirugía asistida con robot tendrá un impacto significativo en acortar la curva de aprendizaje de la cirugía, ya que ofrece grandes ventajas, mejorando la visualización y la maniobrabilidad que permiten los siete grados de libertad que ofrece el instrumental utilizado en el robot, mejorando las destrezas intracorpóreas, el sistema robótico mejora la destreza y visión del cirujano permitiendo una visión como la ofrece la microcirugía en un ambiente laparoscópico, los instrumentos articulados del robot filtran el temblor de la mano del cirujano, temblor que generalmente se presenta después de apretar o manipular las pinzas laparoscópicas por tiempo prolongado, la movilidad de las pinzas robóticas están más cerca del campo quirúrgico incluso de lo que proporciona la cirugía abierta y más eficiente que la cirugía laparoscópica convencional, todas estas ventajas pueden acortar la curva de aprendizaje, permitiendo a los cirujanos sin experiencia laparoscópica previa realizar estos procedimientos más complejos.¹⁶⁻²⁰

La nefrectomía de donante asistida por robot se utiliza cada vez más debido a sus ventajas, como su precisión y su reducida curva de aprendizaje, en comparación con las técnicas laparoscópicas, una preocupación que existe por este abordaje es el tiempo de isquemia caliente más prolongado.²¹ El mantenimiento de la viabilidad de los órganos desde su extracción hasta el implante, es un factor crucial para una adecuada función y supervivencia del injerto, durante la procuración del órgano, el tiempo de isquemia caliente es el periodo durante el cual el flujo sanguíneo y, por lo tanto, el aporte de oxígeno y sus nutrientes se interrumpe en el órgano en condiciones de temperatura corporal normal, este periodo se presenta desde el momento que se pinza la arteria renal durante

la procuración hasta el momento que se inicia la perfusión con soluciones frías de preservación, iniciando el periodo de isquemia fría y esto puede ocurrir mientras el órgano aún se encuentra dentro del cuerpo o después de extraerlo hasta el momento de trasplantarlo en el receptor iniciando la reperfusión.²²

El Hospital Central Militar de la Ciudad de México cuenta con el sistema robótico da Vinci® Xi (Intuitive, Inc.) desde el año 2014, con el cual se han realizado más de 1,000 procedimientos quirúrgicos en diferentes especialidades,²³⁻²⁵ lo que lo convierte en el centro de referencia con mayor experiencia en cirugía robótica en el ámbito nacional. Presentaremos a continuación la experiencia inicial y corta serie de nefrectomías de donante vivo asistidas por robot en México, de la que se tiene conocimiento hasta este momento.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el día 31 de julio al 2 de agosto de 2017, en tres días consecutivos se realizaron tres nefrectomías de donante vivo robot asistida, utilizando la plataforma da Vinci® Xi (Intuitive, Inc.) en nuestra institución, con la aprobación del comité de bioética previa valoración por el comité de trasplantes del Hospital Central Militar, analizamos retrospectivamente los tres casos, todos los pacientes firmaron y aprobaron su consentimiento informado para ser operados con la plataforma del robot. Todas las cirugías de donantes fueron realizadas por dos cirujanos (Héctor Noyola, Jiménez Chavarría), ambos cirujanos con experiencia en nefrectomía abierta para trasplante y experiencia en el uso de la plataforma robótica, los donantes fueron considerados de acuerdo con la lista de espera y de acuerdo con la programación del Servicio de Trasplantes, ningún paciente se negó, se recopilaron las características demográficas del donante que incluyen edad, sexo, índice de masa corporal (IMC), todas las nefrectomías fueron izquierdas, el número de arterias se valoraron preoperatoriamente, el perioperatorio se valoró utilizando el tiempo quirúrgico, el tiempo de isquemia caliente, el sangrado estimado, la duración de la estancia hospitalaria, la necesidad de analgésicos, la escala analógica del dolor en los días postoperatorios, función

del injerto basada en la creatinina sérica, así como la calidad de vida y la imagen corporal relacionada con la salud de los pacientes, las complicaciones postoperatorias se clasificaron de acuerdo a la escala de Clavien-Dindo.²⁶

Técnica quirúrgica

En los tres pacientes se utilizó el sistema quirúrgico da Vinci® Xi (*Intuitive Surgical*). Los donantes fueron colocados en decúbito lateral derecho con ligera flexión de la mesa quirúrgica para lograr hiperextensión de la zona lateral izquierda y exponer la zona iliaca en forma adecuada y quede ubicada en la porción central de la mesa quirúrgica, previa asepsia y antisepsia con solución cutánea de gluconato de clorhexidina 20 mg/ml y alcohol isopropílico 0.70 mg/ml. Se coloca un trocar de 12 mm en la cicatriz umbilical con técnica de Hasson para introducir la cámara, se instala el neumoperitoneo a 14 mm/Hg, previa infiltración de la piel y aponeurosis con bupivacaina 0.25%, se realizan pequeñas incisiones de acuerdo al diámetro del trocar robótico y bajo visión directa se colocaron dos trocares de 7 mm por punción, el primer trocar se coloca a 10 centímetros lateral de la cicatriz umbilical y a 5 cm por debajo de la cresta iliaca, el segundo trocar se coloca lateral a 10 centímetros en dirección cefálica a 2 centímetros por debajo

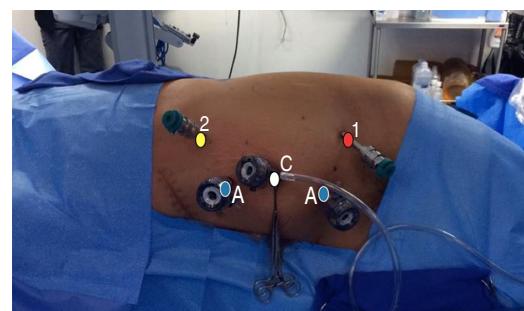


Figura 1: En esta imagen se puede observar el sitio de colocación de los trocares para la nefrectomía laparoscópica, el número 1 y 2 son los trocares de 7 mm especiales para anclar los brazos robóticos, al centro con la letra C el sitio de inserción de un trocar de Hasson de 12 mm para la cámara del robot, y dos trocares marcados con la letra A que corresponde a los trocares accesorios (imagen del archivo personal de los autores).



Figura 2: Podemos apreciar el *docking* concluido, donde los brazos del robot da Vinci, se encuentran anclado a los trocares colocados en el paciente, brazo 1 y 2 y al centro la cámara, con espacio suficiente para utilizar los trocares accesorios por el ayudante.

del borde costal y dos trocares accesorios de 12 mm a 5 cm laterales al puerto de la cámara (*Figura 1*). Una vez colocados los trocares, se realiza el *docking*, acoplamiento del robot al paciente en forma coordinada con la circulante (*Figura 2*).²⁷ Una vez anclado el robot, se inicia la cirugía en la consola del robot, en los tres pacientes se realizó la cirugía en forma sistemática, disecando la fascia de Toldt desde la flexura esplénica hasta el sigmaide con electrocorte, utilizando el gancho del robot, el cual cuenta con 7 grados de libertad, movilizando el colon descendente para poder visualizar las estructuras retroperitoneales, se identifica el uréter anatómicamente y se confirma observando su movimiento reptante se diseca circularmente respetando su irrigación, se localiza la vena gonadal y se diseca en dirección cefálica hasta su desembocadura con la vena renal, una vez localizada la vena renal, se diseca en su totalidad hasta visualizar su conexión con la vena cava inferior, se diseca el tejido circundante de sus venas afluentes la vena lumbar, la vena gonadal y la adrenal, una vez que se logra una adecuada visualización se colocan Hem-O-Lock de 10 mm, uno distal y uno proximal de cada vena afluente y se divide con la tijera del robot cerca de la vena renal, con esta movilización se continúa con la disección de la Gerota evitando dañar la cápsula fibrosa del riñón (*Figura 3*), se separó el riñón

de la glándula suprarrenal izquierda y del bazo, dejando fija la parte superior para evitar que el riñón rote y comprometa su circulación, se continúa con la disección de la arteria renal en forma circunferencial hasta la proximidad con el botón aórtico, teniendo movilizado el riñón, sin desacoplar el robot, se realiza una incisión transversal tipo Pfannenstiel a 3 cm por encima del pubis lateral al flanco izquierdo sin abrir peritoneo, se mantiene afrontada la piel con pinzas de campo y se continúa con la disección liberando en su totalidad el riñón y se levanta el uréter ya disecado, se colocan dos Hem-O-Lock de 10 mm en la parte distal a la altura donde pasa por el frente de la arteria ilíaca común, se corta el uréter y posteriormente se colocan dos Hem-O-Lock de 10 mm en la arteria renal cercana a la aorta, iniciando la isquemia caliente, se corta la arteria procurando la mayor longitud posible y en forma secuencial se continúa con la vena renal cercana a la cava se colocan dos Hem-O-Lock de 10 mm y se corta con tijera del robot, manteniendo la mayor longitud posible, colocando el riñón en la bolsa extractora, se retiran las pinzas de campo, se abre el peritoneo y se extrae el riñón.²⁸⁻³⁰

Recuperado el riñón en la bolsa Endo Catch de 15 cm, posterior a la extracción inmediatamente es sumergido en solución fría con hielo, lavando continuamente con solución de Custodiol HTK preparada con 10,000 UI de heparina hasta que el efluente esté claro manteniendo el riñón en solución fría hasta el trasplante.

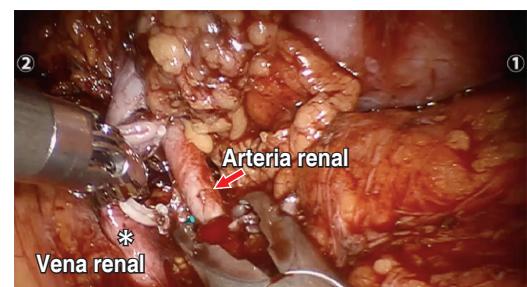


Figura 3: Marcada con asterisco se puede observar la vena renal izquierda liberada y traccionada con la pinza del robot para poder visualizar la arteria renal marcada con la flecha roja y al fondo el riñón con su cápsula fibrosa ya con la Gerota disecada.

Tabla 1: Características demográficas de los tres pacientes en quienes se realizó una nefrectomía para trasplante asistida con el robot da Vinci® Xi.

| Característica demográfica | Paciente 1 | Paciente 2 | Paciente 3 | Media |
|--|------------|------------|------------|-------|
| Sexo | Femenino | Masculino | Masculino | |
| Edad (años) | 19.0 | 23.0 | 37.0 | 26.3 |
| Peso (kg) | 60.0 | 66.5 | 67.0 | 64.5 |
| Talla (cm) | 162.0 | 173.0 | 157.0 | 164.0 |
| Índice de masa corporal (kg/m ²) | 22.8 | 22.4 | 27.1 | 24.1 |
| Creatinina postoperatoria (mg/dl) | 0.6 | 1.0 | 0.8 | 0.8 |

RESULTADOS

La información y características demográficas de los donantes se muestran en la *Tabla 1*. No se encontraron diferencias en la edad o el índice de masa corporal, se obtuvieron riñones izquierdos en 100% de los casos, de los tres donantes que se sometieron a nefrectomía robot asistida, todos los pacientes fueron valorados previamente de acuerdo al protocolo de donación, dentro de los estudios de gabinete las tres angiotomografías mostraban en los tres casos una sola arteria renal descartando variantes anatómicas en el preoperatorio para evitar incidentes durante la cirugía, el tiempo de *docking* fue de 3 a 5 minutos con una media de 3.6 minutos, la isquemia caliente fue de 4 minutos en los tres pacientes, los riñones fueron perfundidos con solución Custodiol HTK fría a 4 °C,³¹ realizado por otro cirujano del equipo de trasplantes, quien ya tenía listo lo necesario para la cirugía de banco, donde se retira el tejido adiposo excedente, se detectan sitios probables de fuga de líquido que se podrían convertir en sitios de sangrado una vez que se reperfunde el riñón y se preparan los vasos renales para facilitar el trasplante, el tiempo quirúrgico medio o de consola fue de 293 minutos con un tiempo mínimo de 230 minutos y máximo de 339 minutos, la cantidad media de sangrado que se calculó en los tres pacientes fue menor a 100 ml, los donantes cursaron satisfactoriamente el postoperatorio sin facies de dolor, calificado por los pacientes dentro de la escala análoga del dolor entre 0 y 1, utilizando sólo paracetamol intravenoso por horario sin tener la necesidad de utilizar dosis

de rescate, considerando que los tres donantes son previamente sanos y las complicaciones son eventos inesperados que no son intrínsecos al procedimiento, mientras que las secuelas son inherentes al procedimiento y las fallas son eventos en los que no se cumple el propósito del procedimiento.^{32,33} No se requirió utilizar la evaluación de Clavien-Dindo, porque no se presentaron complicaciones transoperatorias y el curso de la evolución postoperatoria fue normal, quedando la duración media de la estancia hospitalaria de tres días y las valoraciones a los siete, 15, 30 y 60 días fueron normales sin secuelas con una creatinina media de 0.8 mg/dL, los tres receptores fueron tratados en piso, se les inició la inmunosupresión en forma transoperatoria y en coordinación con el anestesiólogo con 20 mg de basiliximab, un anticuerpo monoclonal químérico murino/humano como terapia de inducción con una segunda dosis al cuarto día, así como terapia de mantenimiento con triple esquema de inmunosupresión, con buena evolución y buena respuesta al trasplante.

DISCUSIÓN

La nefrectomía de donante vivo se puede realizar por vía abierta o por cirugía laparoscópica con abordaje transperitoneal o extraperitoneal, se suma la cirugía robótica que actualmente se encuentra considerada por muchos autores como el futuro de la cirugía, debido a los importantes avances que se han presentado durante la última década, sumándose la inteligencia artificial y las reconstrucciones tridimensionales, su desarrollo ha sido rápido y ya ha demostrado

múltiples ventajas que ayudan a mejorar la técnica quirúrgica.^{34,35}

Actualmente en nuestro país existen múltiples desventajas en la implementación de programas asistidos por robot, como los mayores costos que lo limitan por el momento, desde la adquisición del robot y los insumos que se requieren para poder realizar la cirugía en forma exitosa; otra limitante es la falta de un programa de entrenamiento en trasplantes con uso de la plataforma robótica, actualmente se han realizado más de 700 nefrectomías de donantes vivos y 100 trasplantes de riñón asistidas con el robot en diferentes programas en el mundo, como lo describe Philipp Stiegle, la cirugía robótica actualmente es estándar en un pequeño número de centros pioneros como el nuestro, necesitando series más grandes y ensayos controlados aleatorios para contar con una mejor evidencia.^{36,37}

El trasplante renal es el tratamiento de elección en los enfermos con insuficiencia renal crónica terminal, estos pacientes presentan una elevada mortalidad de origen cardiovascular 30-40% respecto a la población general y muchos de ellos fallecen en espera de un trasplante, la donación y el trasplante tuvo un descenso importante como consecuencia de la pandemia de COVID-19 de acuerdo al registro mundial de trasplante que menciona la Organización Nacional de Trasplante (ONT) como colaborador de la Organización Mundial de la Salud (OMS), según el registro 2020 se han realizado 76,397 trasplantes renales y de éstos 30% fue de donante vivo.³⁸

En México, la tasa de donación cadavérica en 2007 fue de 3.2 donaciones por millón de población (pmp) y en 2017 de 3.94 pmp con un ligero incremento, a pesar de esto, lamentablemente nos encontramos muy por debajo de la media reportada para América Latina que es de 9.5 pmp, el número de pacientes en espera de un trasplante de riñón en 2023 es de 16,270 y en este año se han trasplantado solamente a 2,688 pacientes, de ahí el interés de incrementar los trasplantes mediante los donadores vivos relacionados.^{39,40} El número de trasplantes de riñón de donantes vivos ha incrementado con la utilización de la cirugía mínimamente invasiva, la tecnología robótica se ha convertido en una opción prometedora a

las técnicas laparoscópicas que requieren una curva muy prolongada para su realización sin poner en riesgo a los donantes.

Existen múltiples publicaciones comparando la cirugía abierta contra la cirugía laparoscópica y en años recientes esta última ganando terreno, surgen nuevos estudios comparando la cirugía laparoscópica contra la cirugía robótica donde podemos mencionar grandes beneficios con el uso de la plataforma robótica, el sistema da Vinci es un robot tipo maestro-esclavo, el cirujano controla todas las acciones de los brazos robóticos y la consola sirve de interface o comunicación entre el cirujano y el robot, la consola proporciona una visión estereoscópica de alta resolución y los movimientos de los brazos robóticos se pueden visualizar en tres dimensiones (3D), las imágenes que otorgan los visores telescopicos logran aumentar las imágenes hasta 20 veces el tamaño normal, lo que permite realizar disecciones más controladas.⁴¹

Los instrumentos articulados con los que cuenta el robot son variados como las tijeras, ganchos, disectores, portaagujas, bisturí armónico, todos dotados de retroalimentación táctil electrónica que transmite la sensación de presión, resistencia y flexibilidad, adquiriendo una destreza necesaria para uso de la plataforma que es la sensibilidad visual que permite al cirujano sentir la cirugía, cuando hablamos de los grados de libertad de los instrumentos del robot haremos una comparación con los movimientos del brazo humano que tiene 29 grados de libertad de movimiento que realiza en los tres planos cartesianos logrando realizar 594'823,321 movimientos, el sistema da Vinci tiene 7 grados de libertad de movimientos en tres planos cartesianos, es decir, que puede realizar 117,649 movimientos, lo que representa 0.019% del total de la capacidad del brazo del ser humano, cercano a los movimientos que realiza el cirujano en una cirugía convencional, si comparamos esto a los movimientos logrados con el instrumental laparoscópico convencional que sólo otorga 3 grados de libertad y 729 movimientos que representa sólo 0.00012% del total de la capacidad del brazo humano resulta muy superior la movilidad con el uso del robot.⁴²

Comparando nuestros resultados con la experiencia inicial publicada por otros centros

podemos analizar que en nuestra pequeña serie no se presentó ninguna muerte del donante y no se presentaron complicaciones a diferencia de lo presentado por Alessandro Giocomani en 2015, donde sólo se presentaron complicaciones menores de Clavien, de los 292 casos realizados se presentaron complicaciones perioperatorias solo en 12.6% de los pacientes, hemorragia aguda accidental en cinco pacientes que representan 1.7% del total, la pérdida promedio de sangre fue de 67.8 ml con un rango de 10 a 1,500 ml, el tiempo medio de isquemia caliente fue de 3.5 minutos con un rango de 0.58 a 7.6 minutos, tuvieron cuatro conversiones a la técnica abierta, el tiempo operatorio promedio fue de 192 minutos con un rango de 60 a 400 minutos y la duración media de estancia hospitalaria fue de 2.7 días con un rango de 1 a 10 días de hospitalización.⁴³ En el grupo de S. Janki y colaboradores reportan la experiencia de dos cirujanos que realizan 59 procedimientos asistidos por robot donde mencionan la disminución de los tiempos quirúrgicos después del procedimiento 40, con una mediana de 172 minutos con un tiempo mínimo de 114 minutos y máximo de 242 minutos con una conversión a cirugía abierta debido a una hemorragia del muñón de la arteria renal.⁴⁴ Otra experiencia reportada por Giampaolo Siena en 2019 en un centro de alto volumen donde realizan cinco nefrectomías izquierdas robot asistidas, controlando el hilio renal con clips Hem-O-Lock (Weck) extrayendo el riñón a través de una incisión Pfannenstiel similar a lo realizado por nosotros en 2017, teniendo una mediana de pérdida sanguínea estimada de 182 ml con un rango de 80-450 ml, sin requerir transfusiones, la mediana de tiempo de isquemia caliente fue de 17.5 minutos con rangos de 1.30 a 22 minutos, no tuvieron conversiones, con tiempo de consola de 143 minutos con un rango de 115-220 minutos, no tuvieron complicaciones quirúrgicas importantes, este último grupo además de las nefrectomías, realizó trasplante renal robot asistido con excelentes resultados y sin retraso en el funcionamiento del injerto.⁴⁵

En las últimas décadas se han presentado grandes avances en la terapia de inmunosupresión, avances importantes en el manejo

de los receptores después del trasplante con grandes mejoras en los resultados en el manejo de los pacientes y los órganos injertados, en el mundo se han presentado grandes avances en la tecnología que favorece los procedimientos quirúrgicos como lo demuestra el grupo de trabajo de trasplante de riñón robot asistido de la Sección Europea de Urología Robótica (ERUS), que incluye el reporte de ocho centros europeos diferentes, en cada centro se realizaron trasplantes robot asistido, con riñones de donante vivo, los resultados al año de seguimiento indican que la nefrectomía robot asistida de un donante vivo es un procedimiento seguro asociado a una baja tasa de complicaciones con excelente supervivencia y función del injerto.⁴⁶⁻⁴⁹

En los países de primer mundo se busca mejorar e innovar, para ofrecer la mejor opción terapéutica a los pacientes, en donadores sanos lograr su pronta recuperación para incorporarse de manera breve a sus actividades laborables, en nuestro país la principal desventaja es el elevado costo del equipo siendo un inconveniente mayor, tecnología que no se encuentran a alcance de la gran mayoría de instituciones del sistema de salud en México, está plenamente justificado el uso de la plataforma del robot en cirugías complejas en centros de alto volumen con cirujanos expertos adecuadamente entrenados enfocados a proporcionar una atención con calidad y calidez, promoviendo la investigación y la búsqueda de mejores opciones aplicables en nuestro país por el bien de los pacientes.⁵⁰

CONCLUSIÓN

Como un centro de alto volumen que cuenta con la tecnología, infraestructura, insumos y personal capacitado, estamos obligados a fomentar la investigación y promover el cambio, nuestro objetivo es compartir nuestra experiencia en los primeros casos de nefrectomía asistida con robot para trasplante realizados en México, nuestros resultados fueron similares a los descritos en centros de alto volumen con más experiencia en este abordaje quirúrgico, demostrando que es una opción atractiva para los cirujanos y una mejora importante para los pacientes, acortando la estancia hospitalaria

de los donantes y favoreciendo una corta recuperación, queda claro que se requiere un mayor número de procedimientos para mejorar y acortar tiempos quirúrgicos, sin duda con la integración exponencial de los avances tecnológicos se permitirán mayores mejoras, si bien los resultados dependen aún en gran medida de la experiencia de cada cirujano, se prevén grandes cambios en la cirugía con la inteligencia artificial, no podemos quedarnos en el rezago, sólo resta seguir trabajando y fomentar la unificación en la atención para nuestros pacientes, integrando centros de alto volumen y un adecuado sistema de referencia en nuestro sistema de salud.

REFERENCIAS

1. Harrison JH, Merrill JP, Murray JE. Renal homotransplantation in identical twins. *Surg Forum*. 1956; 6: 432-436.
2. Hume DM, Merrill JP, Miller BF, Thorn GW. Experiences with renal homotransplantation in the human: report of nine cases. *J Clin Invest*. 1955; 34: 327-382.
3. Murray JE, Merrill JP, Harrison JH. Kidney transplantation between seven pairs of identical twins. *Ann Surg*. 1958; 148: 343-359.
4. Ballesteros Sampol JJ. Indicaciones y morbilidad de la nefrectomía abierta: Análisis de 681 casos y revisión de la literatura. *Arch Esp Urol*. 2006; 59: 59-70.
5. Mallafré Sala JM. Nefrectomía de donante vivo para trasplante renal. *Arch Esp Urol*. 2005; 58: 517-520.
6. Oppenheimer F, Rossich E, Ricart MJ. Evolución del donante después de la nefrectomía: Morbi-mortalidad operatoria y postoperatoria e impacto a largo plazo de la nefrectomía. *Arch Esp Urol*. 2005; 58: 543-546.
7. Álvarez R, Alcaraz A. Manual de cirugía del trasplante renal. Barcelona: Ed. Médica Panamericana; 1990. pp. 23-26.
8. Netter FH. *Atlas of human anatomy including student consult interactive ancillaries and guides*. 6th ed. Philadelphia, Penn.: WB Saunders Co.; 2014. p. 315.
9. Zorgdrager M, van Londen M, Westenberg LB, Nieuwenhuijs-Moeke GJ, Lange JFM, de Borst MH, et al. Chronic pain after hand-assisted laparoscopic donor nephrectomy. *Br J Surg*. 2019; 106: 711-719.
10. Hernández-Vaquer D, Fernández-Fairen M, Torres-Perez A, Santamaría A. Minimally invasive surgery versus conventional surgery. A review of the scientific evidence. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol*. 2012; 56: 444-458.
11. Su LM, Ratner LE, Montgomery RA, Jarrett TW, Trock BJ, Sinkov V, et al. Laparoscopic live donor nephrectomy: trends in donor and recipient morbidity following 381 consecutive cases. *Ann Surg*. 2004; 240: 358-363.
12. Challacombe B, Mamode N. Laparoscopic live donor nephrectomy. *Nephrol Dial Transplant*. 2004; 19: 2961-2964.
13. Skrekas G, Papalois VE, Mitsis M, Hakim NS. Laparoscopic live donor nephrectomy: a step forward in kidney transplantation? *JSLS*. 2003; 7: 197-206.
14. Zamora Torres Al, Díaz Barajas Y. Factores que inciden en la cultura de donación de órganos en Morelia, Michoacán: hacia una propuesta de política pública. *Tla-melaua*. 2018; 12: 98-119.
15. Cantú-Quintanilla G, Medeiros-Domingo M, Gracida-Juárez C, Reyes-Acevedo R, Alberú-Goméz J, Barragán-Sánchez A. Trasplantes en América Latina y el Caribe: difusión del documento de Aguascalientes. *PERS Bioét*. 2014; 18: 226-237.
16. Ruiz JL, Alemán FE, Young RM, Acosta HM, Castillo COA. Nefrectomía robótica del donante vivo para trasplante: primer caso en Latinoamérica. *Rev Chil Cir*. 2014; 66: 251-253.
17. Luke PP, Aquil S, Alharbi B, Sharma H, Sener A. First Canadian experience with robotic laparoendoscopic single-site vs. standard laparoscopic living-donor nephrectomy: A prospective comparative study. *Can Urol Assoc J*. 2018; 12: E440-E446.
18. Minnee RC, Idu MM. Laparoscopic donor nephrectomy. *Neth J Med*. 2010; 68: 199-206.
19. Horgan S, Vanuno D, Sileri P, Cicalese L, Benedetti E. Robotic-assisted laparoscopic donor nephrectomy for kidney transplantation. *Transplantation*. 2002; 73: 1474-1479.
20. Ratner LE, Ciseck LJ, Moore RG, Cigarroa FG, Kaufman HS, Kavoussi LR. Laparoscopic live donor nephrectomy. *Transplantation*. 1995; 60: 1047-1049.
21. Windisch OL, Matter M, Pascual M, Sun P, Benamran D, Bühl L, et al. Robotic versus hand-assisted laparoscopic living donor nephrectomy: comparison of two minimally invasive techniques in kidney transplantation. *J Robot Surg*. 2022; 16: 1471-1481.
22. Escalante Cobo JL, del Río Gallegos F. Preservación de órganos. *Med Intensiva*. 2009; 33: 282-292.
23. Gil-Villa SA, Campos-Salcedo JG, Zapata-Villalba MA, López-Silvestre JC, Estrada-Carrasco CE, Mendoza-Álvarez LA, et al. Prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot: un año de experiencia en el Hospital Central Militar, reporte de los primeros 55 casos. *Rev Mex Urol*. 2016; 76: 87-93.
24. Garibay González F, Navarrete Arellano M, Castillo Niño JC, García González FM, Sánchez Alejo JA. Cirugía urológica robótica. Primera serie pediátrica prospectiva en Latinoamérica. *Rev Sanid Mil*. 2018; 72: 281-288.
25. Jiménez-Chavarría E, Gómez-Ramírez JO, Castellanos-Pérez JC, Martínez-Cuazitl A. Hepaticoyeyunostomía asistida por Robot vs la técnica abierta en un Hospital de tercer nivel. *Rev Sanid Mil*. 2022; 76: e01.
26. Dindo D, Demartines N, Clavien PA. Classification of surgical complications: a new proposal with evaluation in a cohort of 6336 patients and results of a survey. *Ann Surg*. 2004; 240: 205-213.
27. Law J, Rowe N, Archambault J, Nastis S, Sener A, Luke PP. First Canadian experience with robotic single-incision pyeloplasty: Comparison with multi-incision technique. *Can Urol Assoc J*. 2016; 10: 83-88.
28. Congdon ED, Blumberg R, Henry W. Fasciae of fusion and elements of the fused enteric mesenteries in the human adult. *Am J Anat*. 1942; 70: 251-279.

29. Murphy D, Challacombe B, Nedorost T, Elhage O, Althoefer K, Seneviratne L, et al. Equipamiento y tecnología en robótica. *Arch Esp Urol*. 2007; 60: 349-355.
30. Cruzat C, Olave E. Irrigación renal: multiplicidad de arterias. *Int J Morphol*. 2013; 31: 911-914.
31. Rodríguez Corchero J, Pérez Espejo MP, Cruz Navarro N, Martínez Rodríguez J, Leal Arenas J, León Dueñas E, et al. "Back table" in descapsulated kidney for transplant. *Actas Urol Esp*. 2006; 30: 968.
32. Khan A, Palit V, Myatt A, Cartledge JJ, Browning AJ, Joyce AD, et al. Assessment of Clavien-Dindo classification in patients >75 years undergoing nephrectomy/nephroureterectomy. *Urol Ann*. 2013; 5: 18-22.
33. Clavien PA, Sanabria JR, Strasberg SM. Proposed classification of complications of surgery with examples of utility in cholecystectomy. *Surgery*. 1992; 111: 518-526.
34. Valero R, Ko YH, Chauhan S, Schatloff O, Sivaraman A, Coelho RF, et al. Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza. *Actas Urol Esp*. 2011; 35: 540-545.
35. Arroyo C, Gabilondo F, Gabilondo B. El estudio del donador vivo para trasplante renal. *Rev Invest Clín*. 2005; 57: 195-205.
36. Stiegler P, Schemmer P. Robot-assisted transplant surgery - vision or reality? A comprehensive review. *Visc Med*. 2018; 34: 24-30.
37. Horgan S, Galvani C, Gorodner MV, Jacobsen GR, Moser F, Manzelli A, et al. Effect of robotic assistance on the "learning curve" for laparoscopic hand-assisted donor nephrectomy. *Surg Endosc*. 2007; 21: 1512-1517.
38. Álvarez-Maestro M, Ponce Díaz-Reixa J. Editorial: Trasplante renal. *Arch Esp Urol*. 2021; 74: 907-909.
39. Argüero-Sánchez R, Sánchez-Ramírez O, Olivares-Durán EM. Donación cadavérica y trasplantes de órganos en México. Análisis de 12 años y siete propuestas estratégicas. *Cir Cir*. 2020; 88: 254-262.
40. Centro Nacional de Trasplantes (México). Reporte anual 2023 de donación y trasplantes en México [Internet]. Ciudad de México: CENATRA; 2023.
- Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/289636/Presentacion_anual_2017.pdf
41. Ballantyne GH, Moll F. The da Vinci telerebotic surgical system: the virtual operative field and telepresence surgery. *Surg Clin North Am*. 2003; 83: 1293-1304, vii.
42. Martínez Ramos C. Robótica y cirugía laparoscópica. *Cir Esp*. 2006; 80: 189-194.
43. Giacomoni A, Di Sandro S, Lauterio A, Concone G, Buscemi V, Rossetti O, et al. Robotic nephrectomy for living donation: surgical technique and literature systematic review. *Am J Surg*. 2016; 211: 1135-1142.
44. Janki S, Klop KWJ, Hagen SM, Terkivatan T, Betjes MGH, Tran TCK, et al. Robotic surgery rapidly and successfully implemented in a high volume laparoscopic center on living kidney donation. *Int J Med Robot*. 2017; 13. doi: 10.1002/rcs.1743.
45. Siena G, Vignolini G, Mari A, Li Marzi V, Caroassai S, Giancane S, et al. Full robot-assisted living donor nephrectomy and kidney transplantation in a twin dedicated operating room: initial experience from a high-volume robotic center. *Surg Innov*. 2019; 26: 449-455.
46. Territo A, Gausa L, Alcaraz A, Musquera M, Doumerc N, Decaestecker K, et al. European experience of robot-assisted kidney transplantation: minimum of 1-year follow-up. *BJU Int*. 2018; 122: 255-262.
47. Spiers HVM, Sharma V, Woywodt A, Sivaprakasam R, Augustine T. Robot-assisted kidney transplantation: an update. *Clin Kidney J*. 2021; 15: 635-643.
48. Bamoulid J, Staech F, Halleck F, Khadzhynov D, Paliege A, Brakemeier S, et al. Immunosuppression and results in renal transplantation. *Eur Urol Suppl*. 2016; 15: 415-429.
49. Modi P, Pal B, Modi J, Kumar S, Sood A, Menon M. Robotic assisted kidney transplantation. *Indian J Urol*. 2014; 30: 287-292.
50. Noyola VHF. Estado actual de la cirugía robótica en México. *Rev Mex Cir Endoscop*. 2017; 18: 5-6.

Correspondencia:**Enrique Jiménez Chavarria****E-mail:** drejchavarria@yahoo.com.mx