

Asistencia Robótica en Cirugía Laparoscópica 4.0

Paola Surichaqui¹
paola.surichaqui@unmsm.edu.pe
Rene Aroni¹
rene.aroni@unmsm.edu.pe
Jason Pari¹
jason.pari@unmsm.edu.pe

Hipólito Rodríguez¹
hrodriguezcl@unmsm.edu.pe
Mario Arbulú²
mario.arbulu@unad.edu.com

Ingeniería Electrónica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú¹,

Semillero SICON, Ingeniería Electrónica, ECBTI, Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Colombia²

Resumen—En este artículo analizaremos los resultados de la utilización de los robots de asistencia en cirugías laparoscópicas en este caso: el robot Da Vinci y el robot Soloassist.

Describiremos a estos robots su estructura, su funcionamiento básico y cómo ayudan a la mejora en la cirugía, los efectos postoperatorios de las personas y la asistencia que brinda al cirujano. Por último, compararemos los resultados de algunas operaciones más comunes realizadas por cada robot para revisar en qué difieren.

Palabras claves: laparoscopia, asistencia robótica, Industria 4.0, COBOT.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años la cirugía laparoscópica asistida por robots ha ganado terreno ya que es una técnica de cirugía mínimamente invasiva que brinda mayores beneficios que la cirugía tradicional, como por ejemplo menos complicaciones post operatorias, mejor calidad de imagen debido al soporte que brinda, ahorro de recursos humanos y mayor precisión. A continuación, algunos autores nos describen las ventajas y desventajas de su utilización.

Yasushi Ohmura [1] evalúa la eficacia de Soloassist en cirugía laparoscópica. Se investigó la pérdida de sangre, el tiempo operatorio, el tiempo de preparación, la duración de la estancia hospitalaria y el número de cirujanos participantes. Las ventajas fueron en casos de colecistectomía electiva y de emergencia, reduciendo el tiempo de operación y una disminución de cirujanos participantes. Una desventaja es que el Soloassist no respondió al joystick en algunas pruebas.

[2] Se realizó una comparación entre prostatectomía tradicional y laparoscopia robótica. Se les realizó a 35 pacientes la prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot y 36 con prostatectomía radical abierta de los

cuales se tuvo como resultados menor sangrado transoperatorio y de transfusión en el primer caso, además de tener similar tiempo promedio de estancia posoperatoria en el hospital.

El Robot Da Vinci [3] creado por Integrated Surgical System es el instrumento quirúrgico más sofisticado existente. Es un robot esclavo, que obedece al cirujano brindando mayor precisión, destreza, reduciendo el temblor, y proporcionando una visión 3D de la anatomía del paciente. En el paciente vemos cicatrices más pequeñas, disminución de la pérdida de sangre, menos dolor y un tiempo de curación más rápido. Las desventajas son el gran tamaño, las averías que puede tener como toda máquina y el elevado costo pues oscila entre \$1 millón y \$2.5 millones.

Yasushi Ohmura [4] realiza una evaluación de la eficacia de Soloassist en la resección laparoscópica del cáncer colorrectal frente a la eficacia de la asistencia humana, observó variables como el tiempo operatorio, la pérdida de sangre, el tiempo de preparación, la duración de la estancia hospitalaria y el número de cirujanos participantes. Se obtuvieron los siguientes resultados como una aparente disminución en el número de cirujanos participantes en el grupo con Soloassist, el tiempo operatorio promedio fue más corto en el grupo con Soloassist, y que no hubo ningún caso de conversión a asistente de alcance humano, ni ningún evento adverso específico del sistema.

II. CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA MANUAL

La cirugía laparoscópica es conjunto de técnicas quirúrgicas que utilizan pequeñas incisiones por donde introducir los instrumentos, a través de trocares, [5] creando cavidades gracias a la introducción de gas o instrumental suspensorio de pared para así visualizar el interior, por medio de una microcámara conectada a un

monitor.

[6] Se tiene que agregar luz a través del mismo laparoscopio utilizando una fuente de luz que se parezca a la natural, puede variar entre 3500-Luz halógena y 6000 K-Luz de Xenon, pero como se sabe a mayor cantidad de grados Kelvin mayor será la calidad de la luz y de eso depende la calidad de imagen que se pueda ver en el monitor.

De forma general se puede dividir la cirugía laparoscópica en cuatro etapas:

La primera etapa es el neumoperitoneo, consiste en la insuflación de un gas inerte en la cavidad peritoneal a través de una aguja de Verres (aguja con protección para no dañar las vísceras). Normalmente el gas que se utiliza es el CO₂, pero pueden utilizarse el helio y el óxido nitroso, para distender la cavidad abdominal y crear una cámara con presión que varía de 10-14 mmHg, con el objetivo de que haya espacio para el desplazamiento de los instrumentos y manipulación de los órganos.

La segunda etapa es la instalación de los trocares. [6] Las causas más frecuentes de lesión, suceden en la colocación de los trocares por eso es importante tener el debido cuidado. Lo más común es instalar el primer trocar en el ombligo, para lo cual se hace una incisión radial. Se inserta el trocar inclinándose con un ángulo de 60°-70°, luego para comprobar la correcta colocación se escuchará un click o un sonido sibilante. Terminado el proceso anterior se retira el trocar y se empuja la cánula suavemente para luego reiniciar el flujo del gas (CO₂). Por último, se introduce el laparoscopio, de forma similar se realizan las otras instalaciones de trocares para introducir los demás instrumentos quirúrgicos.

La tercera etapa consta del proceso quirúrgico. Después de la introducción del laparoscopio se procede a hacer una laparoscopia diagnóstica, que es la visualización de los órganos mediante la microcámara, se utiliza para el análisis por cuadrantes de la zona a operar, y se triangula de forma correcta el laparoscopio con los instrumentos quirúrgicos. Terminado lo anterior con el procedimiento específico según sea la operación a realizar.

Finalmente, la cuarta etapa es la exuflación y retiro de instrumentos.

Terminado el procedimiento se aspira el gas introducido en la cavidad abdominal, se retiran los instrumentos cuidadosamente y se suturan todas las incisiones [7]. Debido a que es un procedimiento mínimamente invasivo habrá menor dolor, se reducirá el trauma tisular y de infecciones, tendrá mejores resultados estéticos y se

acortará el tiempo de recuperación.

III. CIRUGÍA LAPAROSCÓPICA ASISTIDA POR ROBOTS

El último avance tecnológico en la cirugía robótica mínimamente invasiva ha dado como resultado el sistema quirúrgico Da Vinci. [3] y por otro lado el Soloassist. La precisión quirúrgica del robot Da Vinci permite realizar cirugías complejas realizando pequeñas incisiones quirúrgicas. El robot Da Vinci no toma decisiones por sí mismo, no es programable, cada maniobra quirúrgica es realizada por el cirujano. Los robots quirúrgicos son diseñados para asistir al cirujano en una cirugía de mínima invasividad, tal como se muestra en la Figura 1.

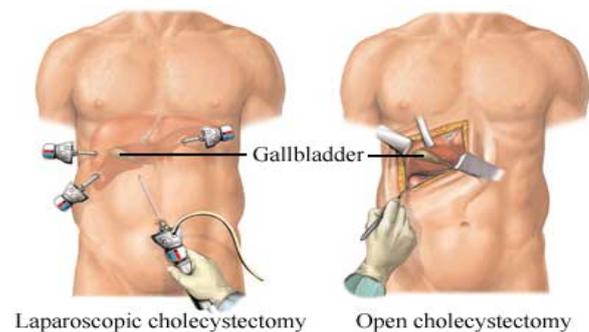


Fig 1 Cirugía mínimamente invasiva vs cirugía convencional[8]

El robot Da Vinci cuenta con instrumentos de mayor precisión, posee un sistema de control ergonómico, permitiendo una reducción del trauma generado por la cirugía, menos dolor y una recuperación más rápida.

Según Valero,[9] la robótica ha tenido un fuerte impacto en la Urología, tan solo se necesitó una década para que en 2009 sea superado el número de 60.000 prostatectomías robóticas realizadas, convirtiéndose así en esta la técnica quirúrgica más requeridas y usadas para el tratamiento del cáncer de próstata. “Hoy en día más del 85% de las prostatectomías radicales llevadas a cabo en EE.UU. se realizan mediante asistencia robótica” [9], pp. 543. Estos robots se denominan COBOTs, que es la nueva tecnología en la cuarta revolución; que permiten trabajo colaborativo con personas.

A) Da Vinci

Existen muchas técnicas para realizar la prostatectomía radical robótica, [10] pero según la experiencia de los cirujanos la más practicada es la técnica transperitoneal con abordaje anterior. Las distintas técnicas de abordaje tienen un comienzo en común, que es la posición del paciente en Trendelenburg forzado a 25-30°.

Luego se introducen tres trocares uno para la cámara robótica de 8mm y dos para sus asistentes de 12 mm, ver figura 2. Este tipo de abordaje anterior nos facilita reconocer la vejiga y la próstata con una visión superior. De similar manera se realizan las cirugías laparoscópicas convencionales y las asistidas por robots, ya sea trans o extraperitoneal.

La técnica se inicia con el descenso de la vejiga, [10] y la completa disección del espacio de Retzius hasta exponer por completo la cara anterior de la próstata. Luego, después de abrir o no la fascia endopélvica, se realiza una incisión en el cuello vesical, avanzando hacia posterior hasta acceder a las vesículas seminales para disecarlas y liberarlas en su totalidad.

En la actualidad la mayoría de los equipos prefieren el abordaje transperitoneal vs. el abordaje extraperitoneal, por el mayor espacio que se crea para el Da Vinci permitiendo un solo abordaje, completar la prostatectomía y la linfadenectomía si es necesario.

Finalmente, no existen estudios que demuestran la diferencia en los resultados funcionales entre usar una técnica anterior o superior al momento del abordaje por lo tanto no influyen en los resultados la posición de los trocares, ni el tiempo que se demore realizar la cirugía.



Fig.2 Ubicación de trócares y posicionamiento robótico, [10]

En el mundo el Sistema Da Vinci [10] es el sistema robótico más usado, cuenta con 5 generaciones cada una más avanzada que la otra; y con casi los mismos componentes, ver figura 3.

Los componentes básicos son:

- Consola de mando: Es una consola móvil donde el cirujano principal controla los movimientos de los cuatro brazos robóticos. Además, cuenta con tres partes esenciales: Los controles de mando, con 540° de rango de movimiento los cuales son replicados por los instrumentos, tienen dos pares de anillos donde se introducen los dedos para la manipulación. El sistema de visión, que tiene un binocular que permite tener una visión 3D. Y por último el sistema

de pedales con los cuales se puede mover la posición de los brazos y la cámara.

- Carro robótico: Cuenta con cuatro brazos conectados por un sistema de cables que replican los movimientos del cirujano, tres de ellos con la posibilidad de intercambiar instrumentos y uno con una cámara.
- Torre Laparoscópica: Cuenta con un insufador para realizar el neumoperitoneo, una consola de energía y un monitor de visión 2D que permite a los ayudantes o practicantes observar la técnica utilizada por el cirujano.



Fig 3 Sistema da vinci [11]

Procedimientos quirúrgicos realizados

Hoy en día se realizan varios procedimientos robóticos diferentes, según la evaluación tecnológica de Intuitive Surgical, lo más relevante lo describimos a continuación:

- Prostatectomía radical abierta versus prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot.

Según los resultados de Herrera [2], se realizaron 36 prostatectomía radical abierta y 35 prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot. En ambos grupos lo más común fue la hipertensión arterial. Fue similar en ambos grupos la concentración media prequirúrgica de antígeno prostático específico. En la prostatectomía radical abierta el tiempo quirúrgico promedio fue de 286 minutos (+65.3) y para la prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot fue de 225 minutos (+67.9). El sangrado transoperatorio medio de la prostatectomía radical abierta fue de 1567 ml (+1110) y para la laparoscopia robótica fue de 869 ml (+687). La tasa de transfusión fue menor en pacientes con prostatectomía radical laparoscópica asistida por robot. Se registraron complicaciones posquirúrgicas en 28% de los pacientes con prostatectomía radical abierta y en 29% de prostatectomía robótica. la desventaja de la cirugía robótica es su costo que es muy elevado.

B) ROBOT SOLOASIST II

Es un robot de asistencia inteligente para cirugía mínimamente invasiva, [12] aliviando la carga de trabajo de su equipo. Además, obtener imágenes de buena calidad es la base para una cirugía segura y eficaz. (Producido por AKTORmed GmbH de Alemania).
Sus principales partes son dos:

Estructura: Cuenta con seis articulaciones, tres de las cuales están controladas por computadora [13], uno de ajuste manual y dos que actúan como una articulación cardán siguiendo el movimiento del cuerpo principal. Tiene un solo brazo ancho que es llamado “universal joint” que se puede mover 360° libremente, está unido a un brazo de extensión más delgado que moviéndose 45° a la vez puede fijarse en ocho diferentes posiciones, ver figura 4.

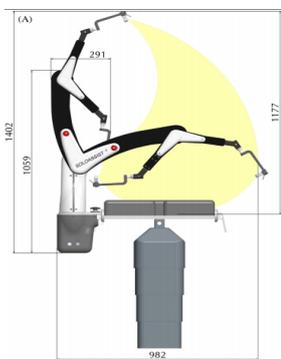


Fig.4 . Estructura del SOLOASSIST y su rango de movimiento [13]

Joystick: [13] El cirujano puede controlar al robot mediante un mini-joystick ergonómico colocado en las pinzas de la mano izquierda. Además, tiene un soporte de abrazadera se puede adaptar casi todas las piezas de mano disponibles excepto un anillo de fórceps.

El joystick puede mover el laparoscopio con los botones después de que se determine el ajuste del trocar. Finalmente tener en cuenta que cuando dejas de apretar el botón de desbloqueo el brazo robótico se bloquea y permanece en la posición establecida.

Los beneficios del robot asistente para el cirujano son:

1. Precisión en el posicionamiento del endoscopio, lo que ayuda al cirujano a no cambiar su forma habitual de trabajar pues tiene un gran rango de movimiento.
2. Operación simple e intuitiva con un mini-joystick, guiar al brazo robótico es simple y efectivo.
3. Posicionamiento estable del endoscopio, gracias a su estructura de carbono, el asistente es estable y no vibra, lo que brinda una mayor facilidad de trabajo.
4. El ensamblado a la mesa de operación es sencillo

y se realiza en pocos minutos, debido a que el asistente robótico se fija directamente y se cubre con un paño estéril mientras se prepara al paciente para la cirugía.

5. Es fácilmente reutilizable, debido a que sus componentes son esterilizables en autoclave, el robot puede estar listo en poco tiempo para trabajar en operaciones seguidas.

Procedimientos quirúrgicos realizados

Según [1] Desde diciembre de 2014 y marzo de 2017 se realizaron 949 procedimientos laparoscópicos y toracoscopios. El robot Soloassist se usó en cirugías electivas y de emergencias. Los resultados de la investigación demostraron que fue posible el uso del Soloassist hasta 5 casos de cirugía por día porque el cuerpo principal está envuelto con un paño y solo algunas partes requieren esterilización por autoclave. En algunas ocasiones no respondió el Soloassist al joystick, pero se cambia por uno nuevo y vuelve a funcionar nuevamente.

- Eficacia de Soloassist en la resección laparoscópica del cáncer colorrectal

El estudio se realizó tomando en cuenta variables como el tiempo de preparación del paciente, tiempo de la intervención operatoria, pérdida de sangre, tiempo de postoperatorio y el número de cirujanos que participaron de la operación. Se realizaron 273 intervenciones colorrectales laparoscópicas de los cuales 130 casos se hicieron con asistencia humana, y los otros 143 se realizaron con asistencia del Soloassist. [4]

Nos detallan los resultados del estudio [4], para el cual la variable del número de cirujanos se vio una pequeña diferencia entre la asistencia del Soloassist y la asistencia humana obteniendo como resultados (Asistencia soloassist =2,5 y Asistencia humana=3.3). Para el tiempo promedio de la operación no se percibió una diferencia significativa (Asistencia Soloassist =268.5 min vs Asistencia humana =287.0 min).

En cuanto a las variables: tiempo postoperatorio, pérdida de sangre y preparación del paciente los resultados fueron similares y no se encontraron diferencias significativas, no hubo efectos adversos antes, durante y después de la intervención operatoria en ninguno de los casos.

En conclusión, el estudio demostró que el sistema Soloassist brinda la posibilidad de ahorrar recursos humanos en la resección colorrectal laparoscópica sin un tiempo operatorio prolongado o morbilidad específica del sistema. Soloassist es un eficaz instrumento quirúrgico asistido por robot para la cirugía colorrectal. [4] pp. 1.

IV. COMPARACIÓN ENTRE DA VINCI Y SOLOASSIST

Si hablamos de estructura, el Da Vinci presenta mayor voluminosidad pues cuenta con cuatro brazos asistentes que sirven para dar estabilidad al endoscopio, además de los otros tres brazos son guiados por el cirujano para realizar operaciones; en cambio el Soloassist solo se utiliza para la primera función mencionada, este cuenta con un solo brazo ligero, este robot es mucho más sencillo de montar comparado con el anterior por eso han servido en varios casos de emergencia.

Usamos regularmente Soloassist no solo para cirugías electivas sino también para cirugías de emergencia durante la noche. En nuestra experiencia, el 36% de las colecistectomías, el 95% de las apendicectomías y el 100% de los casos de perforación digestiva alta se realizaron en situaciones de emergencia [4] pp.38.

Por otro lado, las operaciones realizadas por estos robots son muy variadas, pero el Da Vinci por su mayor participación en la cirugía ocupa más amplia gama de intervenciones más complejas. Sus resultados en ambos casos son muy similares en cuanto a las complicaciones postoperatoria comparado con las cirugías sin asistencia robótica, pero si hablamos de pérdida de sangre y tiempo de operación el Da Vinci está mayor capacitado pues reduce estas variables.

Por último, decimos que estos robots nos ayudan reduciendo el temblor fisiológico de los cirujanos, reduce la cantidad de recursos humanos y nos amplían el campo de visión con mejor calidad de esta.

V. CONCLUSIONES

A la conclusión que podemos llegar es que los robots de asistencia como el Soloassist y el Da Vinci, nos traen muchas ventajas al momento de operar cirugías laparoscopia por supuesto uno más que el otro debido a su estructura más compleja y completa que permite al cirujano desenvolverse con mayor versatilidad. Estas ventajas son el menor tiempo de operación ,menores complicaciones postoperatorias, mayor precisión en la operación, mejor calidad de imagen, menor sangrado.

Pero sigue habiendo algunas desventajas como son el costo en el caso del Da Vinci que es muy elevado, además que los sistemas robóticos no son perfectos y sufren averías, por eso es importante el mantenimiento constante y el entrenamiento frecuente del personal médico que los usa.

REFERENCIAS

- [1] Y. Ohmura, M. Nakagawa, H. Suzuki. K. Kotani y A. Teramoto, “Visceral medicine”, “Viabilidad y utilidad de un soporte de alcance robótico guiado por joystick (Soloassist) en cirugía laparoscópica”, vol. 34, pp. 37–44. 2018.
- [2] A. Herrera et al.,” Revista mexicana de urología”, “Primer estudio mexicano comparativo entre prostatectomía radical abierta y radical laparoscópica asistida por robot”, vol. 77, pp 173-182, 2017.
- [3] R.Palomares, “Perfiles de Ingeniería”, “Robot Da Vinci: El quirófano del futuro”, vol. 2 (11), pp.155-162,2016.
- [4] Y. Ohmura, M. Nakagawa, H. Suzuki. K. Kotani y A. Teramoto, “Surg Endoscopy”, “Eficacia comparativa del asistente de endoscopio humano versus el portador de endoscopio robótico en la resección laparoscópica para el cáncer colorrectal”, vol. 33, pp 2206–2216, 2019.
- [5] Asociación española de cirujanos, “Fisiopatología del neumoperitoneo”, “*Cirugía Endoscópica*”, E. Targarona, X Feliu y J. Salvador,. Ed. Aran:Madrid, 2010, pp 48-49 .
- [6] R. Mishra,“*Libro de cirugía laparoscópica práctica*”, jaypee,. Ed. Jaypee-Highlights Medical Publishers: Panamá, 2010,
- [7] F. Pérez, F. Sánchez, I. Díaz, M. Sánchez, M. Lucas, y J. Usón, “*Cirugía Española - Elsevier*”, “Ergonomía en cirugía laparoscópica y su importancia en la formación quirúrgica”, vol. 90, pp. 284-291, 2011.
- [8] Cancer care, “Colecistectomía laparoscópica comparada con colecistectomía abierta” .recuperado de <https://www.cancercarewny.com/content.aspx?chunkiid=123071>
- [9] R. Valero et al.,”Cirugía robótica: Historia e impacto en la enseñanza”, “Actas urológicas españolas”,vol. 35, pp 540-545, 2011.
- [10] M. Kerkebe, M. Hassi, S. Orellana y N. Orellana,Manual de Urología,*Introducción a la cirugía robótica*, Ed. Sociedad Chilena de Urología:Chile, 2020.
- [11] instituto de urología,“da-vinci-xi-completo” recuperado de <https://www.urologiaserrateribal.com/publicacion/ventaja-s-para-el-paciente-de-una-operacion-realizada-con-el-robot-da-vinci/da-vinci-xi-completo/>
- [12] AKTORmed, (2021) .”Soloassist”, 2021,Recuperado de: <https://aktormed.info/en/products/soloassist-en>

[13] Y. Ohmura, H. Suzuki, K. Kotani y A. Teramoto “surgical endoscopy” ,”Eficacia comparativa del asistente de endoscopio humano versus el portador de endoscopio robótico en la resección laparoscópica para el cáncer colorrectal” vol. 1, pp 89-105, 2020.