

**TÍTULO:**

CARACTERÍSTICAS CLÍNICAS Y RESULTADOS QUIRÚRGICOS DE LOS PACIENTES PEDIÁTRICOS DEL HOSPITAL DE ESPECIALIDADES CARLOS ANDRADE MARÍN QUE FUERON INTERVENIDOS EN EL PERIODO DE AGOSTO DEL 2021 A MARZO DEL 2022 POR CIRUGÍA ROBÓTICA

**AUTORA:**

MELISSA CAROLINA BADILLO PAZMIÑO

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**

FACULTAD DE MEDICINA

**DIRECTOR DE TESIS:**

FREUD CÁCERES AUCATOMA PhD. MD

ECUADOR, 2022

### **DEDICATORIA**

Mi trabajo de titulación se lo dedico con todo mi corazón a mi mami y a mi papi por la confianza que depositaron en mí el día que tomaron la decisión de apoyarme con mi sueño y porque desde entonces han sabido estar para mí con todo su amor, sin ustedes este logro jamás se hubiese cumplido, papis este no es mi triunfo, es el suyo por completo.

Este proyecto también se lo dedico a mis ángeles en el cielo, Clemente, papá Manuel y Blanquita, quienes durante estos seis años muchas de las veces fueron mi única compañía, sé que en este largo camino jamás me dejaron sola y aun cuando creí que lo estaba, ustedes estaban para mí, gracias por su protección diaria y por su acompañamiento.

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero agradecer a Dios por ser la mejor guía en este camino, por darme sabiduría a la hora de tomar decisiones y por todas las bendiciones que me ha dado a lo largo de toda mi vida.

En segundo lugar, agradezco a mi familia, quienes con su cariño y apoyo fueron mi motivación diaria aún a kilómetros de distancia; de manera muy especial a mi mami, a mi papi, a mis hermanos y a mi abuelita por estar siempre para mí y porque siempre creyeron en mi capacidad.

Gracias a mi querida Pontificia Universidad Católica del Ecuador y a esta hermosa ciudad que por seis años se convirtieron en mi hogar, las llevaré siempre en el corazón y trataré de dejar en alto todo lo que aprendí aquí, gracias por elegirme y acogerme durante este tiempo.

Finalmente, no puedo dejar de estar agradecida con cada uno de mis mentores a lo largo de mi formación médica, me llevo un grato recuerdo y sin duda grandes aprendizajes de cada uno. De manera muy especial al Dr. Freud Cáceres, quien además de ser el director de este trabajo de titulación, es una inspiración para mí por todas sus cualidades como médico, gracias por orientarme y aportarme con su conocimiento para cumplir esta meta.

**ÍNDICE**

**RESUMEN**

**ABSTRACT**

**1. INTRODUCCIÓN**

**2. MARCO TEÓRICO**

**2.1 Definición, Historia Y Origen De La Cirugía Robótica**

**2.2 Sistema Da Vinci**

**2.2.1. Sistema Da Vinci Standard**

**2.2.2 Sistema Da Vinci S**

**2.2.3 Sistema Da Vinci Si**

**2.2.4 Sistema da Vinci Xi**

**2.3 Entrenamiento Quirúrgico Robótico Y Acreditación**

**2.3.1 Formación Del Novato**

**2.3.2 Acreditación En Cirugía Robótica**

**2.4 Áreas En Las Que Se Puede Aplicar Cirugía Robótica**

**2.4.1 Urología**

***2.4.1.1 Prostatectomías retropúbicas asistidas por robot***

***2.4.1.2 Nefrectomía asistida por robot***

**2.4.2 Ginecología**

***2.4.2.1 Histerectomía***

**2.4.2.2 *Miomectomía***

**2.4.2.3 *Otros***

**2.4.3 Cirugía General Y Digestiva**

**2.4.3.1 *Funduplicatura de Nissen***

**2.4.3.2 *Colecistectomia***

**2.4.3.3 *Cirugía bariátrica***

**2.4.3.4 *Cirugía hepatobiliar***

**2.4.4 Otorrinolaringología**

**2.4.5 Pediatría**

**2.4.6 Cirugía cardiaca**

**2.5 Proceso Quirúrgico Con Robot**

**2.5.1 Elección De Instrumentos Robóticos**

**2.5.2 Selección De Pacientes**

**2.5.3 Disposición Del Paciente En La Mesa Quirúrgica**

**2.5.4 Acoplamiento Del Robot (Docking)**

**2.5.5 Acceso Y Colocación De Los Trocares**

**2.5.6 Inicio De La Cirugía**

**2.6 Seguridad En El Quirófano Con El Robot**

**2.6.1 Ventajas De La Cirugía Robótica**

***2.6.1.1 Visión En Tres Dimensiones***

***2.6.1.2 Precisión En Los Movimientos***

***2.6.1.3 Libertad De Movimiento Al Cirujano***

***2.6.1.4 Ergonomía***

***2.6.1.5 Disminución De Complicaciones***

**2.6.2 Limitaciones De La Cirugía Robótica**

***2.6.2.1 Falta De Sensación Táctil***

***2.6.2.2 Es Un Sistema Operador Dependiente***

***2.6.2.3 Duración Dependiente De La Experiencia Del Cirujano***

***3.6.2.4 Introducción De Nuevo Conocimiento A La Practica Ya Conocida Por El Cirujano***

***2.6.2.5 Costos Elevados***

**2.6.3 Eventos Adversos En El Quirófano**

***2.6.3.1Eventos Adversos Prevenibles***

***2.6.3.2Eventos Adversos No Prevenibles***

**2.7 Cambios Fisiológicos Y Consideraciones Anestésicas En Cirugía Robótica.**

## **2.7.1 Consideraciones De Anestesiología**

### ***2.7.1.1 Rol De Cada Miembro De Una Cirugía Robótica***

## **2.7.2 Consideraciones Generales De Cambios Fisiológicos Durante La Cirugía**

### ***2.7.2.1 Posición del paciente***

### ***2.7.2.2 Inducción Del Neumoperitoneo***

### ***2.7.2.3 Cambios Cardiovasculares***

### ***2.7.2.4 Cambios Pulmonares***

### ***2.7.2.5 Cambios Renales***

### ***2.7.2.6 Cambios Del Equilibrio Acido Base***

### ***2.7.2.7 Cambios Intracraneales***

## **2.7.3 Consideraciones Dependientes De La Especialidad Quirúrgica**

### ***2.7.3.1 Urología***

### ***2.7.3.2 Cirugía general***

### ***2.7.3.3 Ginecología***

### ***2.7.3.4 Cirugía torácica***

### ***2.7.3.5 Cirugía otorrinolaringológica***

## **2.8 Complicaciones De Cirugía Robótica**

### **2.8.1 Lesión Visceral**

### **2.8.2 Lesión Vasculare**

**2.8.3 Hernia Incisional**

**2.8.4 Embolia aérea pulmonar**

**2.9 Perspectivas Científicas Acerca De Cirugía Robótica**

**2.9.1 Perspectivas En La Actualidad**

**2.9.2 Perspectivas A Futuro**

**2.10 Cirugía Robótica En Pediatría**

**2.10.1 Seguridad En Pacientes Pediátricos**

**2.10.2 Beneficios En Pacientes Pediátricos**

**2.10.3 Limitaciones En Pacientes Pediátricos**

**2.10.4 Costos**

**2.10.5 Aplicaciones De La Cirugía Robótica En Pediatría**

***2.10.5.1 Urología***

***2.10.5.1.1 Pieloplastia.***

***2.10.5.1.2 Reimplante ureteral.***

***2.10.5.1.3 Nefrectomía.***

***2.10.5.2 Cirugía general y torácica***

***2.10.5.3 Cirugía oncológica***

***2.10.5.4 Otorrinolaringología***

**2.11 Cirugía Robótica En Ecuador**

**2.12 Cirugía Robótica En El Hospital De Especialidades Carlos Andrade  
Marín Y Su Aplicación En Pacientes Pediátricos**

**3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, JUSTIFICACIÓN,  
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

**3.1 Planteamiento Del Problema**

**3.2 Justificación**

**3.3 Hipótesis**

**3.4 Objetivos**

**4 METODOLOGÍA**

**4.1 Tipo De Estudio**

**4.2 Universo Y Muestra**

**4.3 Criterios de inclusión**

**4.4 Criterios de exclusión**

**4.5 Recolección de datos**

**4.6 Técnicas de análisis**

***4.6.1 Análisis Univariado***

***4.6.2 Análisis Inferencial***

**4.7 Variables**

**4.8 Propósito Del Estudio**

**4.9 Procedimiento**

**4.10 Duración**

**4.11 Beneficios Para Los Sujetos Del Estudio**

**4.12 Riesgos y posibles molestias**

**4.13 Obtención de consentimiento**

**4.14 Confidencialidad**

**4.15 Recursos humanos**

**4.16 Recursos materiales**

**4.17 Responsables**

**4.18 Resultados Esperados**

**5. RESULTADOS**

**5.1 Análisis Univariado**

**5.2 Análisis Inferencial**

**6. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

**7. CONCLUSIONES**

**8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**9. ANEXOS**

**Anexo 1: Institución Participante**

**Anexo 2 Matriz De Recolección De Datos**

**Anexo 3. Resumen de las pruebas de hipótesis**

**Anexo 4. Operacionalización De Variables**

**Anexo 5. Cronograma de Trabajo**

**Anexo 6. Recursos Humanos**

**Anexo 7. Recursos Materiales**

**ÍNDICE DE TABLAS**

**Tabla 1** Análisis descriptivo de las variables cuantitativas

**Tabla 2** Variables estadísticamente significativas

### **ABREVIATURAS**

**CR:** Cirugía robótica

**CMI:** Cirugía mínimamente invasiva

**HECAM:** Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

## RESUMEN.

**Introducción:** La cirugía robótica se realiza gracias a un sistema telemanipulado, siendo Da Vinci el más representativo. Ecuador es uno de los países que opera con este método y tuvo su inicio en el Hospital Carlos Andrade Marín en el 2016, sin embargo, en el 2021 se incluyó este procedimiento en pediatría, por lo cual, la información aún es limitada.

**Objetivo:** Describir las características clínicas y resultados quirúrgicos de los pacientes pediátricos del HECAM.

**Método:** Se realizó un estudio transversal descriptivo en pacientes pediátricos del Hospital Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos por cirugía robótica de agosto del 2021 a marzo del 2022, para la recolección de información se recurrió a las historias clínicas disponibles en el sistema AS400 que permitió crear una base de datos anonimizando a los pacientes, finalmente se hizo un análisis univariado y otro inferencial de las variables, para lo cual se utilizó el programa SPSS.

**Resultados:** Las variables adolescentes, ninguna comorbilidad, colecistectomía, diagnóstico prequirúrgico y posquirúrgico gastrointestinal y hepático, no presentar eventos, sin dolor de la EVA, 37.8 kilogramos, 4 días de estancia hospitalaria, media de 90 minutos de cirugía total y 17 minutos de docking son estadísticamente significativos con una  $p= 0,001$ .

**Conclusiones:** las características clínicas: adolescentes, hombres y mujeres por igual, ninguna comorbilidad y diagnósticos tanto prequirúrgicos como posquirúrgicos de tipo gastrointestinal y hepático fueron significativos.

Los resultados quirúrgicos: sangrado grado I de la escala de shock, sin conversión, sin complicación, ningún evento, sin dolor de la EVA, colecistectomía ,4 días de estancia hospitalaria, fueron significativos.

De los objetivos específicos se determinó con datos significativos que la media de tiempo total de cirugía robótica fue de 90 minutos y de Docking 17 minutos y las patologías más atendidas fueron gastrointestinales y hepáticas.

Se confirma la hipótesis de que la CR es segura en pacientes pediátricos del HECAM.

**Palabras clave:** Cirugía mínimamente invasiva, Cirugía Pediátrica, Cirugía robótica, Sistema Quirúrgico da Vinci, Pediatría, Procedimientos Quirúrgicos Robotizados.

**ABSTRACT**

**Introduction:** Robotic surgery is performed thanks to a telemanipulated system, being Da Vinci the most representative. Ecuador is one of the countries that operates with this method and had its beginning in the Carlos Andrade Marín Hospital in 2016, however, in 2021 this procedure was included in pediatrics, therefore, the information is still limited.

**Objective:** To describe the clinical characteristics and surgical results obtained in pediatric patients of the Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín who underwent robotic surgery from August 2021 to March 2022.

**Methods:** A cross-sectional study was carried out and applied to pediatric patients of the Carlos Andrade Marín Specialties Hospital who underwent robotic surgery from August 2021 to March 2022. In order to meet the objectives of the study, the data collection instruments used were the medical records available in the AS400 system, and a database made in Microsoft Excel and the SPSS statistical package were used for data analysis.

**Results:** it was found that the variables adolescents, no comorbidity, cholecystectomy type surgery, gastrointestinal and hepatic pre-surgical diagnosis, gastrointestinal and hepatic post-surgical diagnosis, no complications, no surgical events, no VAS pain, 37.8 kilograms, 4 days of hospital stay, a mean of 90 minutes of total surgery and a mean of 17 minutes of docking are statistically significant by having a chi-square of 0.001

**Conclusions:** Regarding the clinical characteristics of the patients the significant results were adolescents, males and females equally, no comorbidity and both pre-surgical and post-surgical gastrointestinal and hepatic diagnoses.

On the other hand, of the surgical results of the 40 patients, the significant data were bleeding grade I of the shock scale, no conversion to an alternate type of surgery, no surgical complications, no event, no VAS pain, cholecystectomy as the most performed type of surgery, 4 days of hospital stay on average, and no pain.

From the specific objectives it was determined that the mean total robotic surgery time was 90 minutes significantly.

The average Docking time was 17 minutes significantly.

The study showed that the most treated pathologies were gastrointestinal and hepatic.

**Keywords:** Minimally Invasive Surgery, Pediatric Surgery, Robotic Surgery, da Vinci Surgical System, Pediatrics, Robotic Surgical Procedures.

# **1. INTRODUCCIÓN**

La atención médica a lo largo de los años ha atravesado por diversos cambios, siempre con tendencia a la evolución, la cirugía ha adquirido grandes mejorías en muchas de sus técnicas quirúrgicas, algunas de estas técnicas se han consolidado y otras no; hace algunas décadas se dio inicio a la cirugía mínimamente invasiva empleando en un inicio el método laparoscópico, la cual mostró efectivamente varias ventajas frente a la técnica de cirugía abierta o convencional, dentro de éstas se incluyen menor dolor postoperatorio, recuperación más rápida, reducción de la incapacidad, mejores resultados estéticos, menos complicaciones, entre otras, sin embargo han existido ciertas dificultades, por mencionar algunas, se encuentra la limitada gama de movimientos que se puede realizar con el instrumental de laparoscopia y la escasa sensación táctil, además de que proporciona al médico cirujano una visión en dos dimensiones; tomando en cuenta lo anterior y sumando el hecho de que la tecnología ha progresado a lo largo de la historia, como era de esperarse, en el campo de la cirugía no sería la excepción, actualmente está en práctica otra técnica de cirugía mínimamente invasiva denominada cirugía robótica, la cual tiene su inicio hace más de 30 años en países desarrollados como Estados Unidos, surgió como un instrumento que potenciaría las habilidades quirúrgicas de los médicos, además de ofrecer otras ventajas como una visión en tres dimensiones, la cual además mejora la precisión y el acceso a áreas de difícil acceso, además se cree que disminuyen las complicaciones que se asocian a la cirugía abierta e incluso a la laparoscópica; a partir de su inicio se han

creado diversos sistemas, de los cuales solo algunos lograron ser aceptados y muchos otros se descartaron con base a su reproductibilidad, sin embargo todos brindaron un aporte para llegar a lo que actualmente se conoce acerca del tema. (Hernández, 2018)

La cirugía robótica es una forma de cirugía mínimamente invasiva que se realiza gracias a un instrumento tecnológico que se encarga de lograr una interacción entre el cirujano y el paciente. Este equipo consta en primer lugar, de una consola, la cual cuenta con controles maestros, visor 3D y controles para movimientos de cámara y uso de energía, en segundo lugar, está el sistema de cómputo que posee la torre con el cerebro y la pantalla táctil y en tercer lugar está el robot constituido por cuatro brazos que son los que mantienen contacto directo con el paciente. Este equipo permite añadir la percepción de profundidad, es decir que hay una visión de tres dimensiones, con lo que se logra una mejor diferenciación de tejidos y mejor manejo del instrumental lo cual a su vez disminuye el temblor del instrumental, el instrumento tecnológico más ampliamente utilizado es el Sistema Quirúrgico da Vinci, mismo que ha sido aprobado por la Administración de alimentos y medicamentos o en inglés, Food and Drugs Administration (FDA), este telemanipulador computarizado mismo que, como su nombre lo indica, funciona con dirección de un cirujano y no autónomamente, permite que lo que el médico realiza con las muñecas y los dedos se plasme en el instrumental quirúrgico que tiene 7 posibilidades de movimiento o grados de libertad. En la revisión bibliográfica analizada, Da Vinci ha mostrado mayor ventaja en procedimientos que requieren una disección muy detallada, las

que se realizan en lugares de difícil acceso como la pelvis y aquellas que requieren la realización de suturas. (MSP,2015)

Si bien es cierto que la cirugía robótica empezó a desarrollarse hace varias décadas, hay que considerar que la mayoría de procedimientos se han realizado en pacientes adultos y que a nivel mundial, al referirnos a la población pediátrica, que es precisamente en la que se enfocó este estudio, las investigaciones son mucho más limitadas debido a la reducida información y número de procedimientos que existe en estos pacientes si se comparan con la población adulta, de hecho, los primeros estudios de esta técnica en esta población inician en el año 2000, por lo cual se afirma que la cirugía robótica pediátrica se encuentra en evolución, ya que hoy en día se la está utilizando para procedimientos complejos, principalmente urológicos, sin embargo, aún existe controversia acerca de si esta técnica es o no la más adecuada en pediatría, por el momento no se puede extrapolar los resultados obtenidos en procedimientos realizados en adultos, se requieren más estudios en niños para realizar análisis más detallados y precisos. (Gonzales, 2018)

En Ecuador se dio inicio de cirugía robótica en el 2016 para pacientes adultos de urología, ginecología y cirugía general. En la población pediátrica se reportaron los primeros casos en el 2021, en el Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín inició en agosto del mismo año, al momento se han realizado ya varios procedimientos por medio de esta técnica, sin embargo, los cirujanos pediatras se encuentran aún en curva de aprendizaje y el número de casos es limitado aún. (MSP, 2018)

La curva de aprendizaje de la cirugía robótica hace referencia al número de procedimientos o al tiempo que en promedio un cirujano necesita para ser capaz de realizar la técnica con resultados razonables; se cree que este tiempo es más corto en la cirugía robótica comparado con el que se requiere para la laparoscopia, en la población pediátrica este análisis resulta relevante ya que hay factores que influyen en esta curva, como el limitado número de casos de pacientes sometidos a estos procedimientos, lo cual resulta en un limitado número de estudios y escasa información, por tal motivo, no es adecuado extrapolar del todo estos datos basados en cirugías de adultos, mencionado eso, podemos decir que aún no existe evidencia suficiente en pacientes pediátricos que comparen los resultados de la cirugía convencional o laparoscópica frente a la robótica para emitir un juicio válido y certero acerca de la misma. A breves rasgos, los cirujanos que empiezan con la práctica de cirugía robótica requieren obligatoriamente un programa de entrenamiento que se realiza con un simulador y posterior a ello se realizan las prácticas reales en pacientes. Aproximadamente se estima que se requiere de un total de entre 5-20 cirugías supervisadas por un médico con la misma especialidad y estas cirugías deben ser de preferencia del mismo procedimiento con el objetivo de mejorar las destrezas del cirujano, siendo así que se requieren de entre 5- 20 casos para obtener apenas un nivel básico, el cual se objetiva midiendo el tiempo operatorio, los movimientos y destrezas; para la autorización y supervisión del entrenamiento del cirujano robótico existe un comité de cirugía robótica encargado de acreditar o no al especialista. (Moreno, 2014)

Se sabe que factores como la edad, el peso, comorbilidades asociadas, etc., influyen en el procedimiento y en los resultados de la cirugía, de hecho, estudios demuestran que existe menos probabilidad de que pacientes obesos y con comorbilidad puedan soportar un mayor tiempo operatorio justamente por su condición biológica, de ahí la posibilidad de que surjan complicaciones o eventos. Además, en cada cirugía, independientemente de la técnica que se emplee siempre hay la posibilidad de conversión, en el caso de la cirugía robótica a técnica abierta o laparoscópica, este hecho no debe ser reconocido como un fracaso, es por eso que se debe informar al paciente y a sus familiares la posibilidad de que esto ocurra, es de vital importancia que el cirujano sepa reconocer oportunamente el momento más adecuado para realizar dicha conversión y evitar ciertas complicaciones por no actuar adecuadamente. (Octavio, 2012)

Dentro de las ventajas que se cree que la cirugía robótica pediátrica aporta están un menor sangrado intra-operatorio, menos complicaciones, disminución de la estancia hospitalaria, menor dolor post quirúrgico, menor tiempo de cirugía y mejores resultados estéticos, no obstante, llegar a estos resultados al inicio de la curva de aprendizaje sería más complicado y mucho más aun en pacientes pediátricos. (AEC, 2020)

Finalmente, aunque existe cierta información respecto a cirugía robótica, esta es escasa en niños y casi nula en el Ecuador, por lo cual sería bastante práctico realizar varios estudios al respecto que ayuden a los médicos a tener una mejor perspectiva, esta a su vez puede facilitar la toma de decisiones a la hora de elegir el procedimiento adecuado para cada paciente.

## **2. MARCO TEÓRICO**

## **2.1 Definición, Historia Y Origen De La Cirugía Robótica**

El concepto de cirugía robótica hace referencia a una técnica quirúrgica que se realiza gracias a un sistema de tele manipulación en el cual un especialista en cirugía es capacitado para operar a través de un robot.

Evidentemente la tecnología ha evolucionado a grandes escalas y como era de esperarse, el campo de la medicina no se iba a quedar atrás, empezó su progreso con la creación de la cirugía mínimamente invasiva con la cirugía laparoscópica la cual ya de por sí permite operar a través de una cámara que ingresa por un orificio a una cavidad corporal y que gracias a dicha cámara genera una imagen que será reflejada en un monitor, permitiendo operar en el interior gracias a instrumentos que contribuyen en el procedimiento, con lo cual los cirujanos pueden extirpar órganos internos sin abrir al paciente, incluso sin verlos o tocarlos realmente; mencionando lo anterior, era cuestión de tiempo para que se lograsen más avances y en respuesta a ello surge la cirugía robótica, la cual tiene su origen en el año 1970 cuando la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) representada por Scott Fisher, en conjunto con el Departamento de Cirugía Plástica de la Universidad de Stanford representada por Joseph Rosen, generaron los primeros conceptos al respecto y apoyaron esta investigación con la idea de una creación que permitiría desarrollar procedimientos quirúrgicos a distancia en lugar de que el cirujano esté presente junto al paciente, esto con la finalidad de que el

cirujano no tuviese la necesidad de exponerse en lugares peligrosos ya que inicialmente se creó por el Departamento de Defensa de los EEUU cuando el ejército aspiraba dar tratamiento a los soldados heridos en el campo de batalla, dando origen a un brazo manipulado montado en un vehículo militar que se llamó Bradley Fighting Vehicle (BFV), se pretendía que este invento fuese controlado por un cirujano desde una estación de trabajo remota en la cual él podía mantener una distancia con el paciente de hasta cinco kilómetros permitiéndole así al paciente ser intervenido sin necesidad de que el médico esté presente en el campo de batalla, éste no obtuvo los resultados esperados, sin embargo fue de gran ayuda y significó un aporte para la posterior creación de diversos sistemas a lo largo de la historia. Phil Green del Stanford Research Institute (SRI) diseñó el primer sitio de trabajo que permitió al cirujano la oportunidad operar a distancia del paciente dentro de una misma habitación con lo cual se realizaron por primera vez anastomosis vasculares y nerviosas en animales, este sistema tomó el nombre de Green TelepresenceSurgerySystem10 (GTSS). (Yang Hee Woo, 2022)

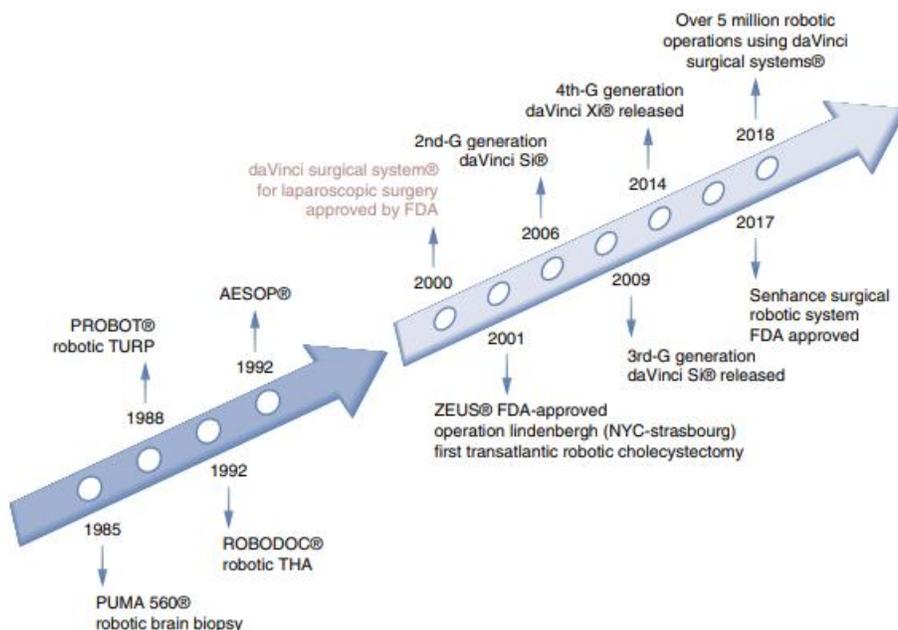
A lo largo del tiempo, de manera independiente varias especialidades de la medicina generaron interés por los sistemas robóticos, y aunque de forma inicial, este proyecto estaría creado para la cirugía de derivación cardíaca, los cirujanos cardíacos no la aceptaron; por otro lado, los urólogos la dieron a conocer y le dieron fama a la aplicación quirúrgica del sistema robótico mediante prostatectomías. En urología y ginecología, el uso de la robótica se ha convertido en una práctica estándar, posterior a ello otras especialidades se interesaron en este sistema de la misma forma. Kwoh en 1985 utilizó un sistema robótico industrial denominado el

Puma 560 que ayudó a guiar un haz de rayos láser en cirugía cerebral para realizar biopsias neuroquirúrgicas de forma más precisa, marcando el inicio de la modernidad de la cirugía robótica; años más tarde en 1988 se hace uso de este sistema para realizar una prostatectomía; por otro lado, el sistema denominado ROBODOC fue desarrollado por el International Business Machines Corporation (IBM) con la finalidad de asistir la colocación de prótesis de cadera. (Yang Hee Woo, 2022)

En 1992 Computer Motion Inc representada por Michael Mc Greevy y Steve Ellis junto con una subvención de NASA-JPL, hicieron posible la creación del primer robot comercial aprobado por la FDA, este fue el Sistema Endoscópico Automatizado para Posicionamiento Óptimo (AESOP) que constaba de un brazo robótico y una cámara laparoscópica, el cual incluso podía ser controlado por la voz y fue el que marcó la base para un avance que se daría décadas después en este tema, de hecho, fue al mismo sistema al que se le añadieron una consola y unas gafas especiales que permitían visión en tres dimensiones, además de una mesa operatoria con tres brazos quirúrgicos con cuatro rangos de movimiento, transformándose en el sistema quirúrgico robótico Zeus, el mismo con el que el doctor Marescaux realizó una colecistectomía en el año 2002, mientras él estuvo sentado en el tele manipulador en New York, el paciente y el sistema robótico se encontraban en Francia, este suceso culminó con gran éxito; pese a ello Zeus se suspendió después de la alianza entre Computer Motion e Intuitive Surgical en 2003, momento en el cual Intuitive Surgical Sistema estándar da Vinci llegó a dominar en el campo quirúrgico sobre todo abdominal, éste fue aprobado por la

FDA en el año 2000, pero posteriormente se crearon tres nuevas generaciones de sistemas da Vinci y cada uno poseía mejores y más avanzadas características, éstos fueron el sistema S que se introdujo en el 2003, el sistema Si que tuvo su inicio en el años 2009 y el sistema Xi en el 2014, sin embargo estos modelos representarían solo el inicio ya que se han desarrollado hasta la fecha cuatro generaciones representadas por más de 4500 sistemas quirúrgicos robóticos da Vinci a partir del año 2018, de las cuales aproximadamente la mitad se llevó a cabo en Estados Unidos. (Intuitive, 2022)

En la historia de la robótica quirúrgica, como se ha evidenciado existieron innumerables sistemas, de los cuales algunos lograron desarrollarse y muchos otros no, lo cierto es que cada uno aportó con parte del conocimiento que hoy en día se posee al respecto; no obstante unos destacaron mucho más que otros, siendo así que el sistema Da Vinci en la actualidad es la única plataforma que ofrece diferentes grados de movimientos, así como otros beneficios, que se describirán más adelante, motivo por el cual este representaría el sistema de cirugía robótica más completo y desarrollado al momento. (Yang Hee Woo, 2022) Como se puede observar en la Figura 1, estos son los eventos más importantes en el desarrollo de la cirugía robótica a lo largo de este tiempo.



**Figura 1.** Fechas importantes en el desarrollo de la cirugía robótica

Fuente: Tomado de *Sabiston Tratado de Cirugía*. (p.377), por Y. Woo, 2022, Elsevier.

## 2.2 Sistema Da Vinci

Desde que la Administración de Medicamentos y Alimentos de los Estados Unidos (FDA) aprobó el sistema da Vinci, se han desarrollado varias generaciones del mismo, de las cuales han salido al mercado cuatro, en primer lugar está el Standard que fue aprobado por la FDA a partir del año 2000 y culminó con su comercialización en el 2007, simultáneamente se creó el modelo S que surgió en el 2006, años más tarde apareció el modelo Si, más específicamente en el 2011, para finalmente dar paso al último sistema Da Vinci conocido en la actualidad que es el Xi en Estados Unidos en el año 2014. Características muy importantes son las que

hacen de este sistema un material revolucionario, están por ejemplo el control con gran precisión del instrumental quirúrgico, el rango de movimiento sobre 7 ejes, la mayor ergonomía para los médicos cirujanos y una visión en tres dimensiones, todas estas son justamente las que lo han puesto en la cima de la tecnología médica actualmente, de manera general, el sistema Da Vinci está compuesto por tres elementos principalmente y se describen en el siguiente párrafo. (Yang Hee Woo, 2022)

### ***La Consola***

Cuenta con dos mandos uno para cada mano con los que se manejan los brazos robóticos que tienen siete rangos de movimientos que son adelante-atrás, arriba-abajo, izquierda-derecha, además de la rotación sobre tres ejes perpendiculares (guiñada, cabeceo y alabeo), más el agarre. También posee un ordenador y un sistema de imágenes tridimensionales, por un visor que muestra las dos imágenes de las cámaras en dos diferentes monitores, estos están separados y dirigidos a cada ojo, adicional a ello cuenta con pedales para enfocar la cámara y para cambiar los brazos que irán manejando en determinados momentos.

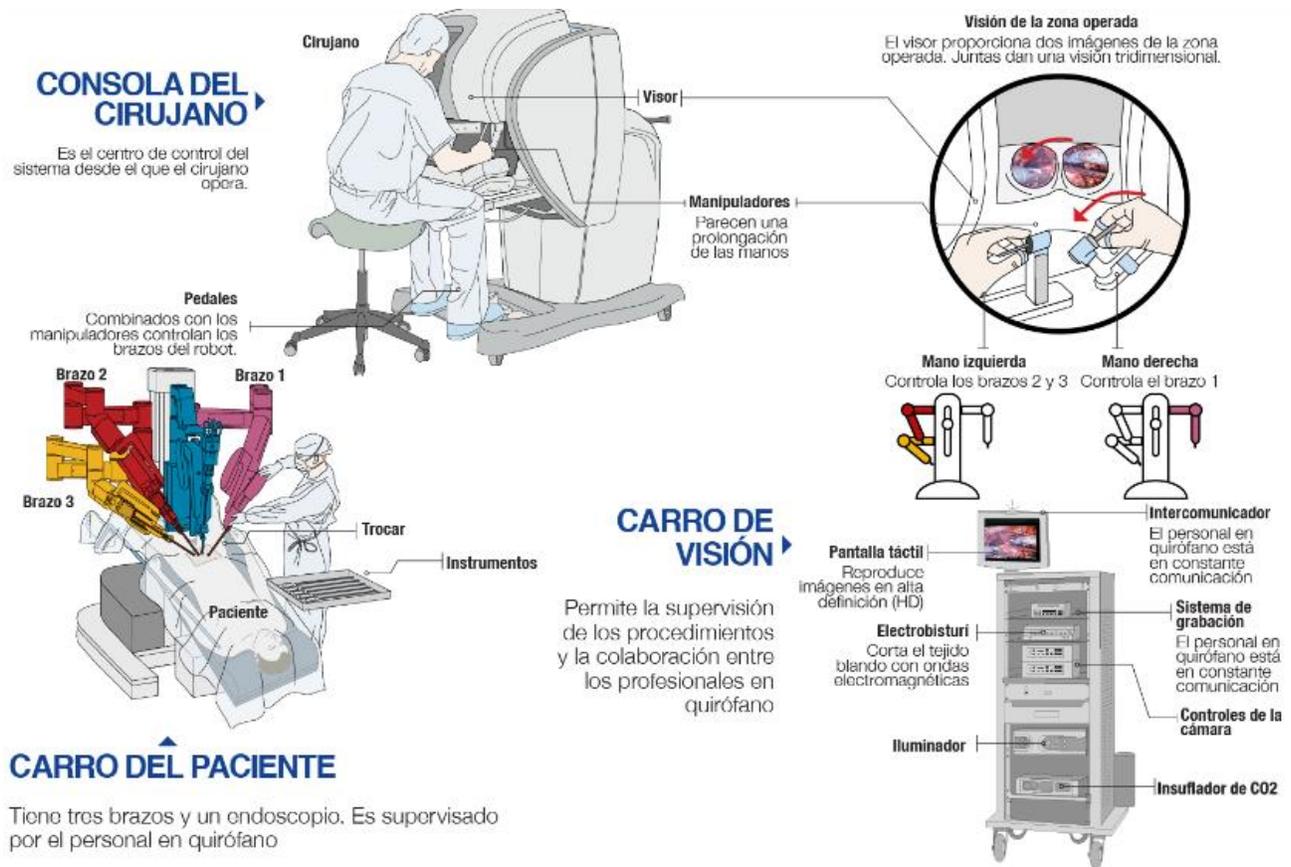
### ***El Carro De Visión***

También conocido como sistema de cómputo, está compuesta por dos cámaras de vídeo integradas en una sola estructura tubular la cual además tiene una gran definición y permiten visualizar imágenes en tres dimensiones, además está compuesta por el procesador de imágenes, la luz, el insuflador de dióxido de

carbono, un DVD y otro monitor para el cirujano ayudante que estará al lado del paciente.

### *El Carro Del Paciente*

También se lo conoce como el carro móvil, es el que establece la conexión física con la mesa operatoria; está compuesto por una columna y una base, a estas se acoplan tres o cuatro brazos, esto dependerá del modelo del que se trate, uno de ellos es utilizado para acoplar la cámara y los otros para los instrumentos; estos en conjunto plasman los movimientos del cirujano al paciente. Todos estos elementos se observan en la Figura 2 donde se detallan los componentes del sistema Da Vinci Si.



**Figura 2.** Componentes del robot Da Vinci

*Fuente: Adaptado de Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín*

[Fotografía], por HECAM, 2019, <https://hcam.iess.gob.ec/tecnologia-medica/>

### 2.2.1. Sistema Da Vinci Standard

El sistema quirúrgico Standard fue elaborado por Intuitive Surgical Sunnyvale en Estados Unidos, está compuesto ya por los tres elementos principales que son la consola para el cirujano, la columna de visión y el carro móvil, fue aprobado por la FDA en el 2000, actualmente está en desuso.

### **2.2.2 Sistema Da Vinci S:**

El sistema Da Vinci S apareció comercialmente a partir del año 2006, representando a la segunda generación de Da Vinci, las diferencias que representaron a esta generación serían principalmente la fuente de luz Xenón que proporciona una alta intensidad, además está la capacidad del modo imagen Tile Pro que permite cambiar la vista del modo de pantalla completa a un modo de múltiples imágenes para visualizar estudios que el paciente se haya realizado antes y simultáneamente operar, otra innovación de esta generación es la pantalla táctil que está instaurada en el carro del paciente, este último además es más pequeño lo cual aporta una ventaja debido a que los brazos tienen mayor movimiento y se encuentra motorizado para un desplazamiento más rápido en la sala de intervenciones. (Yang Hee Woo, 2022)

### **2.2.3. Sistema Da Vinci Si**

El sistema se comercializó en 2011, las diferencias respecto al sistema S son las numerosas opciones de acceso, una consola más pequeña que a su vez es compatible con otra consola para así brindar un doble comando que permite que dos cirujanos intervengan en el mismo procedimiento; además el cabezal de la endocámara es más ligero, pero sin duda una de las innovaciones que más destaca de este sistema es la plataforma de “puerto único” por el cual los instrumentos son introducidos y desde donde son dirigidos hacia la zona del cuerpo en la que se va a trabajar, adicional a ello existen otras plataformas como el sellador de vasos, la endograpadora, fluorescencia que ayuda a encontrar estructuras anatómicas específicas y el simulador Virtual. (Intuitive, 2022)

#### **2.2.4. Sistema da Vinci Xi**

El Sistema da Vinci Xi se comercializa desde el 2014, representa la última generación de los sistemas Da Vinci y presenta varias ventajas respecto a las generaciones previas, dentro de ellas están la funcionalidad de los brazos articulados, los cuales fueron construidos para permitir un acceso más fácil desde diferentes posiciones a los sitios anatómicos que se buscan intervenir, éstos además tienen menor volumen y su rango de movilidad es más amplio; por otro lado, el endoscopio digital es más ligero aun que el anterior, presenta mayor definición visual y es más versátil ya que puede colocarse en cualquier brazo del robot; los demás instrumentos son más largos y facilitan el alcance operativo. (Intuitive, 2022)

### **2.3 Entrenamiento Quirúrgico Robótico Y Acreditación**

El uso de nueva tecnología en cirugía bien sea, robótica, laparoscopia, endoscópica u otras técnicas, necesariamente requerirá del aprendizaje de un conjunto de habilidades diferentes de las que un cirujano tradicional ya posee para llevar a cabo técnicas quirúrgicas abiertas o cualquier otra técnica ya conocida lo cual representa un desafío que debe ser superado, es por eso que se debe garantizar una formación correcta que logre una transición aceptable de los cirujanos donde ellos demuestren sus aptitudes en el quirófano.

A nivel de todo el mundo, la técnica robótica ha tomado su posicionamiento para los cirujanos, esto en diferentes especialidades que incluyen urología, ginecología, cirugía general, torácica, pediátrica, etc. Lo cual ha implicado que pase

de ser una novedad a una opción bastante sólida en cuanto al manejo de diversas patologías, representando una alternativa frente a la cirugía tradicionalmente abierta y a la cirugía laparoscópica. Si bien es cierto que existe médicos tradicionalistas que aún no logran aceptarla e integrarla dentro de su formación, lo cierto es que al igual que el método convencional, la cirugía robótica requiere del desarrollo de una gran técnica quirúrgica, además de una educación extra y el aprendizaje de nuevas habilidades y destrezas para manejar un equipo.

La formación para un cirujano robótico requiere de un aprendizaje teórico y un entrenamiento práctico para tener la capacidad de hacer funcionar al robot, todo ello requiere de un gran proceso que inicia con cursos de formación, simulaciones y la interacción con los sistemas quirúrgicos en varios procedimientos. Además, el cirujano requiere una acreditación otorgada por hospitales y ciertas sociedades responsables.

### **2.3.1 Formación Del Novato**

La curva de aprendizaje es un método mediante el cual el cirujano que está en formación es monitorizado en su proceso de aprendizaje en una técnica quirúrgica en particular, al ser valorada solamente una técnica se cree que los resultados evaluados pueden sesgarse ya que podrían señalar más la experiencia del cirujano o su competencia con esa técnica en particular y no los créditos por el procedimiento como tal, lo cual significa que la manera en la que el novato es evaluado puede no ser del todo veraz, dificultando el entendimiento de cuando se completa verdadera y satisfactoriamente dicha curva de entrenamiento, todo esto

determina que haya rechazo para algunos profesionales de la salud y complica su aceptación.

En respuesta a este evento, surge el aprendizaje de una técnica quirúrgica gracias a la simulación a través de varias plataformas que incluyen animales, cadáveres de personas, objetos o computadoras de realidad virtual, sea cual sea la plataforma, la simulación muestra ventajas porque permite practicar varias veces y mejorar habilidades específicas, teniendo incluso la posibilidad de tener equivocaciones y corregirlas de manera deliberada sin el riesgo de afectar al paciente, es decir, brinda un entorno seguro para el médico, este entrenamiento se realiza ejercitando aspectos que al novato se le compliquen más, ya que se puede generar eventos específicos, crear escenarios y añadir complejidades brindando así la posibilidad de tener un mejor juicio y capacidad de generar estrategias frente a ciertas situaciones que se puedan presentar a la hora de operar a un paciente real, además se obtendrá la supervisión de un experto en cirugía robótica, el cual puede intervenir si lo ve así necesario, esto es útil incluso a la hora de retroalimentar al alumno; siendo así, la simulación una herramienta complementaria que ayudará a obtener la experiencia necesaria. (Madani, 2022)

Más específicamente y centrándonos en el sistema más utilizado que es Da Vinci, el Intuitive ofrece un programa completo denominado “Training Passport” para desarrollar las habilidades y capacidades necesarias para dominar dicho sistema, este entrenamiento se basa fundamentalmente en cuatro fases.

Fase 1: Introducción a la tecnología: Empaparse acerca del sistema por medio de videos y visualización de cirugías con da Vinci en tiempo real.

Fase 2: Formación en tecnología Da Vinci: Consta en aprender mediante clases en línea, además de la simulación y la capacitación práctica en Intuitive.

Fase 3: Plan inicial de la serie de casos: En este momento el aprendiz integra todo lo aprendido y lo pone en práctica, en esta fase se realizan procedimientos con la ayuda de supervisores experimentados.

Fase 4: Desarrollo continuo, el programa no concluye una vez que se logra plasmar lo aprendido, sino que siempre hay que buscar la manera de ampliar las habilidades y consolidar la información. (Intuitive, 2022)

### **2.3.2 Acreditación En Cirugía Robótica**

Cabe recalcar que las plataformas que ofrecen simuladores no cuentan con la posibilidad de otorgar certificación para operar con técnica robótica, claro es el ejemplo del sistema más utilizado, el sistema da Vinci que, como se indica en la página web de sus creadores, Intuitive Surgical, no proporciona acreditación para el uso del robot Da Vinci. En estos casos, son los hospitales los responsables de otorgar dichas acreditaciones; existen varias asociaciones capacitadas como la Society of Robotic Surgery, la Clinical Robotic Surgery Association, la Sociedad Española de Cirugía Laparoscópica y Robótica, entre otras.

Se requiere de una evaluación del desempeño durante el proceso de aprendizaje del cirujano para ver si se ha cumplido con los objetivos de práctica para lo cual se requiere medir estos avances con normas ya estandarizadas para lograr una certificación. Es importante que estos parámetros que se medirán sean significativos, prácticos, generalizables y reflejen el desempeño del aprendiz; de

esta forma se pueden valorar objetivamente, permitiendo evidenciar la mejoría en la curva de aprendizaje. (Madani, 2022)

Existe un comité de cirugía robótica encargado de analizar el progreso de cada paciente intervenido por cirugía robótica. Adicional a ello, este comité es el que autoriza y supervisa el proceso del cirujano robótico. Por lo general se requiere el cumplimiento de entre 5 y 20 operaciones con el apoyo de un supervisor el cual estará certificado para evaluar al nuevo cirujano robótico e incluso intervenir de ser necesario. (Hernandez, 2018)

## **2.4 Áreas En Las Que Se Puede Aplicar La Cirugía Robótica**

Los sistemas quirúrgicos robóticos se crearon para mejorar las habilidades de la tecnología previamente conocidas; se debe considerar que los robots quirúrgicos funcionan expresando lo que el médico cirujano desea realizar en la zona anatómica intervenida, es decir que el robot no funciona de manera autónoma; a lo largo del crecimiento de la cirugía robótica esta ha ido tomando pronunciación en las diferentes áreas quirúrgicas y al momento es utilizada a nivel mundial por casi todas las especialidades, si bien es cierto que se destaca más en unas que en otras a continuación se describirán las áreas que han hecho uso con mayor frecuencia y éxito de la misma. (Hernandez, 2018)

### **2.4.1 Urología**

Se puede decir que esta es la rama en la que más se utiliza la robótica en todas las poblaciones, la primera intervención urológica se dio en los ochenta con

la máquina conocida como PUMA, hoy sobre todo se utiliza para realizar prostatectomías y nefrectomías.

#### ***2.4.1.1 Prostatectomías asistidas por robot***

Es el procedimiento más realizado luego de estar relacionado con disminución de necesidad de transfusión, recuperación más rápida de la funcionalidad además de menor riesgo de complicaciones y efectos adversos como disfunción eréctil, además, su gran frecuencia de aplicación también puede estar relacionado con el hecho de que se cree que su curva de aprendizaje es mucho más corta y que la técnica robótica es más sencilla que otras técnicas conocidas en este caso. (Ellis, 2022)

#### ***2.4.1.2 Nefrectomía asistida por robot***

Las nefrectomías son un tratamiento adecuado para manejar los cánceres renales y los resultados son óptimos muchas veces incluso concluyen en la curación total del paciente independientemente de la técnica quirúrgica; la robótica por su lado permite una mejor visualización y una mejor articulación gracias a los brazos robóticos, lo cual ha permitido que tenga resultados ligeramente mejores que las otras técnicas, sin embargo los costos y el tiempo operatorio son superiores que en la técnica laparoscópica. (Ellis, 2022)

### **2.4.2 Ginecología**

Estas se realizan desde el año 1999 con la reanastomosis de las trompas de Falopio, pero pronto se extendieron a varios procedimientos de los cuales destacan

las histerectomías parciales o totales, las miomectomías, existiendo muchas otras menos comunes como reparación de fístulas o resección de quistes ováricos.

#### ***2.4.2.1 Histerectomía***

Este es el segundo procedimiento quirúrgico más frecuente en Estados Unidos. Esta es una cirugía ampliamente utilizada como tratamiento frente a varias patologías ginecológicas como la resección del cáncer de endometrio, del cuello del útero y otras patologías benignas. Estudios importantes compararon las técnicas abierta, laparoscópica y robótica y revelaron que en hospitales que puedan mantener una gran cantidad de intervenciones, 20 anuales como mínimo, la cirugía robótica aporta más beneficios que las demás vías de acceso quirúrgico en las enfermedades ginecológicas benignas. El American College of Obstetricians and Gynecologists (ACOG) recomienda aun la técnica tradicional como método de primera línea. (Ellis, 2022)

#### ***2.4.2.2 Miomectomía***

Otros de los procedimientos más realizados en este campo son las miomectomías en las que está demostrado que el tiempo quirúrgico y el costo hospitalario de la cirugía laparoscópica o abierta, a veces puede superar al de la cirugía robótica; no se han demostrado menores complicaciones con la cirugía robótica.

#### ***2.4.2.3 Otros***

La reanastomosis tubáricas muestra mayores ventajas con esta técnica debido a la mayor precisión, existen datos que evidencian la mayor tasa de fertilidad

luego del procedimiento. Existen otras cirugías en las que se puede aplicar la robótica como la sacrocolpexia como tratamiento para el prolapso de la cúpula vaginal, tratamiento para endometriosis y cerclaje transabdominal. A nivel mundial se han detectado beneficios claros como menor sangrado, menor número de días en el hospital, mejores resultados estéticos, entre otros. (Rivas, 2020)

### **2.4.3 Cirugía General Y Digestiva**

La gama de procedimientos en este campo es mucho más amplia siendo así que se pueden realizar funduplicaturas de Nissen o de la unión esofagogástrica, resecciones colónicas, cirugía bariátrica, endocrina, hernioplastias, colecistectomías, entre otras.

#### ***2.4.3.1 Funduplicatura de Nissen***

Es un abordaje que se realiza para combatir el reflujo esofagogástrico, el primer procedimiento de estos con la plataforma Da Vinci se realizó en el 2001. El abordaje de mínimo acceso se considera actualmente el gold para tratar la enfermedad por reflujo gastroesofágico esto debido a los beneficios como corta estancia hospitalaria, mínimo riesgo de complicaciones y buenos resultados funcionales tanto en laparoscopia como por el método robótico, siendo este último el que mayormente demuestra estos efectos; sin embargo, se requieren de más estudios para colocar a la técnica robótica como la primera opción frente a la laparoscópica. (Ellis, 2022)

#### ***2.4.3.2 Colecistectomía***

En este caso, la cirugía robótica tiene la ventaja de que requiere de un puerto único para llevarse a cabo, a diferencia de la laparoscópica que requiere múltiples puertos, sin embargo, se asocia con mayor número de casos de hernias lo cual significaría muy probablemente otra intervención quirúrgica y con ella más costos, además de que de por sí, ésta es más costosa que las demás técnicas y requiere de mayor tiempo operatorio.

#### ***2.4.3.3 Cirugía bariátrica***

Esta es una cirugía utilizada para tratar la obesidad y de esa forma prevenir complicaciones asociadas a esta enfermedad principalmente de tipo cardiovascular; han sido evidentes los beneficios por el método robótico ya que los pacientes con obesidad mórbida que son los candidatos a este tipo de cirugía, lógicamente tienen grandes cantidades de tejido adiposo central y esto complica el acceso a la hora de operar porque ese exceso de tejido genera resistencia y puede expulsar los trócares en el caso de la técnica laparoscópica o generar un aumento del esfuerzo físico en el cirujano en la técnica abierta, mientras que los brazos robóticos compensan estos limitantes y los superan. (Cirugia, 2020)

#### ***2.4.3.4 Cirugía hepatobiliar***

Los beneficios a este nivel son bastantes claros debido a que el hígado está en la profundidad de la cavidad abdominal y tiene una vascularidad bastante rica, motivos por los cuales los abordajes abierto y laparoscópico pueden resultar más

complicados; la cirugía robótica al contar con brazos articulados y con una visión con gran nitidez, además de ser mínimamente invasiva supera estas dificultades.

#### **2.4.4 Otorrinolaringología**

La primera intervención fue una tumorectomía de quiste de vallecula en el año 2005 y desde ahí ha evolucionado hasta lo que se conoce actualmente. El sistema robótico Da Vinci tiene la capacidad de facilitar el acceso trans oral y de esa forma supera varias de las barreras existentes en esta especialidad al usar las otras técnicas quirúrgicas, esta herramienta se puede aplicar principalmente para casos de laringectomías supraglóticas, tumoraciones presentes en la base de la lengua y distintos tipos de faringectomías, es muy decisivo hacer una correcta selección de los pacientes a los que se quiere intervenir por este método para que de esa forma se puedan obtener resultados positivos y que sean equivalentes e incluso superiores a los que se obtendrían por una técnica alterna. Existe evidencia acerca de beneficios específicos en otorrinolaringología por ejemplo existen pacientes que requieren de una sonda nasogástrica y con la robótica el tiempo que se hace uso de esta es mucho menor, en esta especialidad es más frecuente realizar traqueotomías como parte del procedimiento, sin embargo, esa frecuencia es notablemente más baja con el abordaje robótico. (Vergez, 2018)

#### **2.4.5 Pediatría**

El tema de cirugía robótica pediátrica se detallará más adelante ya que existe un capítulo destinado explícitamente para el entendimiento más amplio al respecto, de forma general gracias a que se dispone en este momento de puertos tan pequeños

como 5 mm es posible realizar la gran mayoría de procedimientos quirúrgicos en pacientes pediátricos, sin embargo, al tener los pacientes pediátricos diferencias anatómicas y fisiológicas se debe guardar ciertas precauciones para evitar complicaciones o eventos adversos.

#### **2.4.6 Cirugía cardiaca**

En esta especialidad también es amplio el uso del robot quirúrgico, recordando además que históricamente fue justo este campo el primero en interesarse por esta técnica, pese a que no llegaron a concretar sus ideas en ese entonces, años más tarde finalmente optaron por aplicarla en su práctica. Dentro de las áreas de interés están cierres de defectos del tabique auricular, reparaciones de la válvula mitral, ligaduras del conducto arterioso persistente, injertos de derivación arteria coronaria totalmente endoscópica, entre otros. (Rivas, 2020)

En conclusión, se ha extendido de gran manera el uso de la robótica a nivel mundial y su aplicación está dada en casi todas las especialidades pero pese a ello aún no está descrita en la literatura como el tratamiento de primera línea, esto debido a que aunque existen beneficios evidentes, claro está que también están presentes algunas limitantes que por lo general en la mayoría de la literatura revisada hacen referencia al elevado costo y al mayor tiempo intraoperatorio, no obstante estos pueden no ser un motivo decisivo para preferir otras técnicas ya que en esos casos se debe hacer un análisis costo-beneficio para el paciente y también valorar si los riesgos de sufrir complicaciones por un mayor tiempo operatorio superan a las ventajas obtenidas por la robótica.

## **2.5 Proceso Quirúrgico Con Robot**

Independientemente de la técnica quirúrgica, para que una cirugía se lleve a cabo requiere de pasos, es decir que se trata de un proceso el cual debe propiciar una atención integral al paciente antes, durante y después del mismo hasta procurar que su estado biológico se acerque a la normalidad dependiendo de su condición base, para tratar de hacerlo de mejor manera se definen 3 etapas operatorias.

### ***Etapas Preoperatoria***

Es el periodo previo a la cirugía en la cual el paciente se prepara física, emocional y psicológicamente, algunas de las consideraciones en esta etapa son dar información clara acerca del procedimiento tanto al paciente como a sus familiares para que conozca los riesgos y beneficios de este para que se prepare, así como para que éste acepte llevar a cabo dicha cirugía.

### ***Etapas Intraoperatoria***

Comprende el periodo en el que se realiza la cirugía propiamente, desde que el paciente entra en el quirófano hasta que es trasladado a la unidad que lo recibirá según su condición.

### ***Etapas Posoperatoria***

Es el periodo posterior a la cirugía, etapa en la que el paciente se recupera, aquí se debe mantener el cuidado para evitar complicaciones.

En este apartado se abordará lo relacionado a la etapa preoperatoria e intraoperatoria y cómo el personal de quirófano se prepara para operar con el sistema robótico ya que implica no solo el acondicionar al paciente sino también adaptar el quirófano, el robot y el instrumental. (Jalisco, 2011)

### **2.5.1 Elección De Instrumentos Robóticos**

El elegir el instrumental adecuado para la cirugía es un paso que debe realizarse antes de iniciar el procedimiento, por lo general este conjunto de instrumentos está conformado por material para retracción, disección, ligadura y hemostasia.

EndoWrist del Intuitive Surgical es la marca que dispone del instrumental para Da Vinci y ofrece una gran diversidad de material para este tipo de procedimientos, a breves rasgos se los puede dividir en 2 categorías básicas: instrumentos para sujetar o no activados (portas, fórceps, aplicadores de clips, etc.) e instrumentos para cortar y cauterizar o activados monopolares o bipolares. Dentro de la gran diversidad de instrumentos, cada uno cumple una función dentro del quirófano, a continuación, se mencionarán solamente algunos de ellos a breves rasgos. (Surgical, 2022)

El Electro cauterizador monopolar utiliza un accesorio de cubierta de punta de un solo uso diseñado para proporcionar aislamiento sobre una sección de la EndoWrist, es bastante simple pero puede ser menos preciso, además cualquier elemento de metal puede transmitir la cauterización por lo que requiere de cuidado la exposición de elementos con estas características en las zonas más cercanas al

campo quirúrgico para evitar acciones no deseadas; otros materiales son las cizallas calientes también conocidas como tijeras curvas monopolares, se trata de un instrumento que genera un corte en caliente, este debe usarse con cubierta en la punta para que solo se caliente una zona determinada; por otro lado está el electrocauterizador bipolar, la electricidad conducida por este cauterizador es entre dos puntos dentro del paciente por lo cual existe un mayor control; similar a los dos elementos mencionados, está el bisturí armónico este convierte la electricidad en vibraciones. El aplicador de clips EndoWrist Hemolok está creado para usarse con los clips de ligadura Weck Hemolok, diseñados para usarse en procedimientos que implican la ligadura de vasos o estructuras tisulares, no están diseñados para usarse como un dispositivo anticonceptivo de oclusión de trompas de Falopio; están contraindicados para ligar la arteria renal durante las nefrectomías laparoscópicas de donantes; también existen pinzas, entre muchos otros materiales. (Surgical, 2022)

La importancia de que el médico conozca el material y aprenda acerca del uso correcto de cada uno de estos radica en darle la funcionalidad para la que fueron creados, además de evitar usos inapropiados por ignorar sus contraindicaciones y saber qué instrumento es el mejor para cada situación.

### **2.5.2 Selección De Pacientes**

Como en cualquier procedimiento, siempre es importante analizar el estado del paciente, sus características como edad, sexo, comorbilidades en caso de que las presente existen unas que representan contraindicaciones absolutas y otras relativas, así como también es relevante analizar las posibles complicaciones, es

importante que el cirujano sea capaz de seleccionar las patologías operables por esta técnica. Una vez que se haya analizado todos esos factores y se haya determinado que un abordaje quirúrgico robótico es seguro y beneficioso para el paciente se procede a elaborar estrategias para realizarlo de forma responsable y profesional. (Hernandez, 2018)

### **2.5.3 Disposición Del Paciente En La Mesa Quirúrgica**

Al ser el sistema Da Vinci un equipo grande, por lo general los hospitales que cuentan con este equipo ya disponen de quirófanos destinados específicamente para el área de cirugía robótica. Es importante anticipar la disposición del paciente en la mesa quirúrgica, es decir, cómo éste va a posicionarse en el sitio en el que se va a realizar el procedimiento, también es relevante determinar el área anatómica que se va a operar para así eliminar movimientos extras del carro quirúrgico ya que pueden ser complicados por el gran tamaño del mismo y por lo general está contraindicado, además prolongarían el tiempo del paciente en el quirófano y su exposición a anestesia de manera innecesaria. Por otro lado, dentro del abordaje propio de los preparativos previos a la intervención como tal del paciente está asegurarse del adecuado funcionamiento de los tres elementos que componen la plataforma robótica, ya que la configuración correcta de los equipos en el quirófano es de vital importancia para que las cirugías robóticas se puedan manejar de una manera eficiente y segura; para lo cual se necesita que los cinco elementos presentes dentro del quirófano estén en completo orden, estos elementos están representados por el paciente, el medico anesthesiologo quien se ubicará a la cabecera del paciente, zona desde la cual se obtendrá más fácil acceso a la vía respiratoria; en tercer lugar

está el médico cirujano principal, el médico cirujano asistente y la plataforma robótica; todos estos deben adoptar una configuración tal que asegure total coordinación entre sí. (Lendvay T. , 2022)

#### **2.5.4 Acoplamiento Del Robot (Docking)**

El Docking hace referencia al periodo de tiempo que transcurre desde que se inicia el acoplamiento del carro robótico hasta que este concluye, estos pasos están determinados por el cirujano. Acoplar el carro robótico es un paso crucial previo a la cirugía y requiere de mucho cuidado, para ello se sugiere primeramente posicionar al paciente como se mencionó previamente, esta posición debe asegurar que el campo quirúrgico se muestre fácilmente para que de esa forma se evite desacoplar el robot una vez iniciada la operación ya que al ser una máquina grande en un espacio limitado como es el quirófano, este evento resultará complicado y puede tener repercusiones para el paciente, además, se recomienda preparar el carro robótico en una zona que en lo posible reduzca la conducción de este. (Leon, 2019)

Para obtener una mejor visibilidad del campo y para facilitar los movimientos intraoperatorios de los brazos quirúrgicos, el carro robótico deberá ir por detrás de la zona a intervenir, es decir que los brazos del robot se extenderán por encima del paciente, esto no sucede con la última generación del sistema da Vinci, el Xi ya que cuenta con una columna central que estará encima del paciente y desde ahí se extienden los brazos. (Yang Hee Woo, 2022)

Existen diferencias de acuerdo con la generación del sistema da Vinci en cuanto a la colocación del carro quirúrgico y esto debe ser estudiado detalladamente; con el modelo Si la flexibilidad es limitada para posicionar el carro del robot junto al paciente por lo cual se posicionará sobre él de forma que quede alineado con los trócares y esto facilitará el acoplamiento. Además, también existen diferencias de acuerdo con el tipo de cirugía que se realice ya que para las operaciones gastrointestinales superiores el carro del paciente se llevará directamente sobre la cabeza del paciente y se acoplará, para las operaciones gastrointestinales inferiores del lado izquierdo el sistema robótico debe ser llevado para el lado izquierdo del paciente. El Sistema da Vinci Xi tiene la capacidad de girar 180 grados el carro por lo cual el acoplamiento será más fácil, ya que el carro se puede ubicar a cualquiera de los lados del paciente y no encima de este. (Quiñonez, 2022)

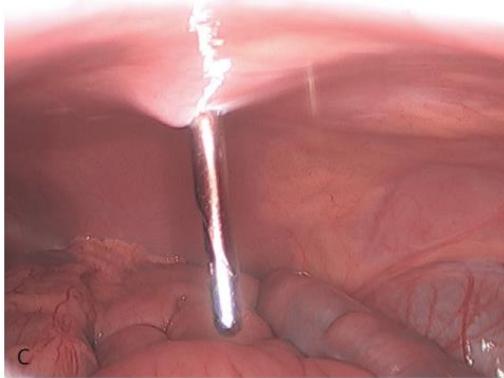
### **2.5.5 Acceso Y Colocación De Los Trocares**

En este momento el paciente ya se debe encontrar anestesiado y posicionado para proseguir con el acceso a la zona anatómica que se intervendrá. Introduciendo los puertos iniciales, cuya disposición variará dependiendo de la anatomía del paciente, así como del tipo de cirugía y de la preferencia del especialista. El hacer una correcta elección de la vía de abordaje repercute en que se pueda exponer la zona que será intervenida de mejor manera, para este paso existen alternativas en el caso de la cirugía robótica, puede ser mediante una aguja de Veress o mediante una técnica abierta, independientemente de cuál se elija, se observará de manera detallada la cavidad lo cual además se facilita por la inducción del neumoperitoneo,

un paso que se realiza en todas las cirugías robóticas al insuflar CO<sub>2</sub> a través de la aguja de Veress, éste se acumula en la cavidad peritoneal y crea un espacio que permite el desplazamiento de la cámara y del instrumental, a continuación se describen algunas de las vías de acceso. (Lendvay, 2021)

### *Acceso Con Aguja De Veress*

Se trata de una aguja que se expone al ejercer presión, se libera y perforará la fascia para cubrir la aguja una vez que esta entra al abdomen como se observa en la figura 3. En lactantes está contraindicado este acceso debido a que suele ser difícil crear la suficiente presión para perforar la fascia en estos pacientes; el punto de entrada puede ser el ombligo o 3 cm debajo del borde subcostal izquierdo al nivel de la línea medio clavicular en el punto de Palmer, para asegurar que la aguja se encuentre en la cavidad abdominal de forma adecuada se puede hacer la prueba de doble clic que indica que se están perforando 2 capas de la fascia, la aspiración con una aguja para evidencia que no hay salida de sangre o la prueba de la gota en la que se aplica cloruro de sodio por una aguja y su drenaje rápido indica el acceso al peritoneo. En pacientes pediátricos por su masa corporal reducida se debe considerar siempre la menor profundidad a la que se encuentran los órganos y los vasos y el riesgo que implicaría una perforación de estos, dentro de las complicaciones también se puede presentar una insuflación extraperitoneal, estudios informan un mayor número de lesiones con este acceso versus el abierto. (Lendvay, 2021)

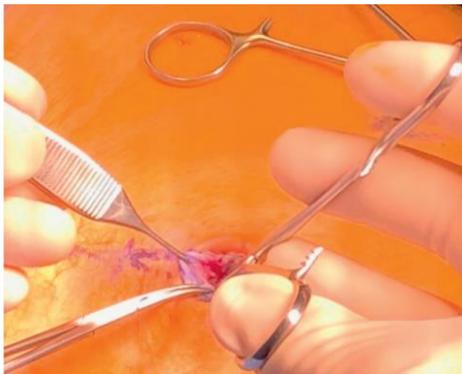


**Figura 3.** *Aguja de Veress para acceso*

Fuente: Adaptado de *Campbell Tratado De Cirugía* (p.464), por T. Lendvay,2021, Elsevier

### ***Acceso Abierto***

También conocido como acceso directo o Hasson y se realiza una incisión en el ombligo y luego de la fascia abdominal, se confirma el acceso intraabdominal cuando se visualiza el intestino o el epiplón, esto es rápido y seguro incluso en pacientes con panículo adiposo abundante.



**Figura 4.** *Acceso umbilical abierto*

Fuente: Adaptado de *Campbell Tratado De Cirugía* (p.464), por T. Lendvay, 2021, Elsevier

### ***Acceso obturador visual***

Consta en colocar trocares con acceso óptico para observar con la cámara las capas de la pared abdominal mientras se coloca el puerto en el abdomen. Los datos existentes revelan que hay baja tasa de complicaciones y que no se han demostrado diferencias significativas para elegir una u otra vía.

Una vez que se obtiene la vía de acceso se procede a colocar los trocares bajo visión directa por la óptica del robot, los trocares son elementos tubulares, en uno de sus extremos presentan una punta que es la que ingresará por la piel del paciente atravesando todo el espesor anatómico hasta llegar a la zona que se abordará, el otro extremo tiene un orificio y es el que le permitirá cumplir con su función que es dejar pasar por el instrumento que se utilizarán durante la cirugía incluida la cámara, en este caso este instrumental estará acoplado a los brazos del robot; el calibre de los trocares depende del sistema da Vinci, en los más antiguos solían ser de 12 mm, sin embargo, en la última versión existe trocares más pequeños de 8 y 5 mm, existen ventajas para los trocares más pequeños como incisiones más pequeñas, lo que quiere decir que habrá mejores resultados estéticos, menos dolor posoperatorio y menor trauma visceral. En cuanto al tamaño, a la cantidad y a la ubicación de los trocares va a depender del procedimiento quirúrgico. Por lo general, los brazos que trabajan se localizarán a cada lado de la cámara manteniendo una distancia entre ambos para evitar entorpecer el procedimiento entre estos; el cuarto brazo robótico no siempre es utilizado, en caso de ser así este

suele ser manejado por el cirujano ayudante, y para ello suele ser necesario añadir trocares extras. (Lendvay, 2021)

El trocar que portará la cámara será el primero en ser acoplado, para verificar que los ángulos de visión sean óptimos, la articulación del brazo de la cámara tendrá una señal para indicar su posición correcta; luego se acoplarán los demás brazos a los trocares ajustando la posición de los brazos visualizando el movimiento que realizarán durante la cirugía, se debe hacer un análisis exhaustivo para tratar de que exista suficiente amplitud y evitar problemas mecánicos; lógicamente, antes de ellos se debe asegurar los instrumentos y su funcionalidad. Cada instrumento que se va a utilizar durante el procedimiento se fija a los rotores mecánicos de los brazos, luego el robot se cerciora que el material no haya caducado y emitirá una señal de listo en la pantalla, la misma que indica al cirujano que ya puede avanzar el instrumento a la zona quirúrgica y luego podrá finalmente dirigirse a la consola quirúrgica e iniciar la cirugía. (Cirugia, 2020)

### **2.5.6 Inicio De La Cirugía**

Una vez que el cirujano recibe la señal del robot, se sienta en la consola, hay que considerar que la consola del cirujano no necesita ubicarse cerca del paciente, esta podría estar en alguna esquina del quirófano; el especialista coloca su cabeza en dirección hacia los videos, existe uno para cada ojo y permiten una visión en tres dimensiones, lo cual facilita controlar las acciones del robot, siempre con el máximo cuidado posible para mantener siempre la salud del paciente. Una vez que se ha ingresado a la zona a operar, la cámara permitirá una apreciación bastante detallada de esta y también de los instrumentos que se están usando; el

robot reproducirá los movimientos del cirujano a través de la consola con gran exactitud y llevará a cabo el procedimiento propuesto juntamente con su equipo de trabajo. (Pereira, 2017)

## **2.6 Seguridad En El Quirófano Con El Robot**

Las técnicas mínimamente invasivas representan una verdadera evolución en la historia de la cirugía debido a que busca realizar procedimientos quirúrgicos de la manera menos dañina posible pero ofreciendo a su vez resultados similares a los que se obtienen en un procedimiento quirúrgico tradicional e incluso mejores, de forma que ofrece ventajas bastante importantes y aunque en tiempo atrás no se podían evidenciar con claridad ya que los pacientes presentaban ciertas complicaciones y por el desconocimiento y miedo de la práctica de la robótica por parte de los cirujanos, era cuestión de tiempo para notar que se trataba de falta de experiencia con esta nueva tecnología, este es un problema que cada vez queda más en el pasado y actualmente al contar con más conocimientos y técnicas para su manejo se ha podido observar con mayor claridad los beneficios de la cirugía robótica, motivo por el cual ha tenido un importante desarrollo y se ha facilitado su expansión y aplicación en un gran número de especialidades quirúrgicas en todo el mundo; no obstante también presenta ciertas dificultades, que aún no han podido ser superadas las cuales junto con las ventajas, serán descritas a continuación. . (Pereira, 2017)

### **2.6.1 Ventajas De La Cirugía Robótica**

La literatura existente hasta la actualidad documenta varios aportes en beneficio de la robótica, los cuales se han hecho cada vez más evidentes con el desarrollo de la tecnología y con la creación de los diferentes modelos robóticos, así como con cada generación existente de los mismos y con ello la técnica más sofisticada que adopta el especialista a la hora de manejar estos equipos, estas son las principales ventajas. (Pereira, 2017)

### ***2.6.1.1 Visión En Tres Dimensiones***

Aunque otras técnicas mínimamente invasivas también tienen la capacidad de brindar una adecuada visibilidad del campo intervenido como es el caso del laparoscopia, por lo general estas imágenes son en dos dimensiones, lo cual elimina la perspectiva de profundidad, limitando así la capacidad que tiene el cirujano para observar el campo y que este se asemeje a la realidad, además en el robot esta cámara es manejada por el mismo médico y permite un ajuste del aumento del tamaño de las imágenes de hasta veinte veces, lo cual genera una visión con mayor detalle. (Pereira, 2017)

### ***2.6.1.2 Precisión En Los Movimientos***

Si bien es cierto que el robot reproduce los movimientos realizados por el cirujano, éste cuenta con instrumentos articulados y con filtro de temblor, además el sistema robótico aporta con una adecuada ergonomía para quien está realizando la cirugía, todo esto a favor de evitar movimientos indeseados e inadecuados que alteren los resultados del procedimiento.

### ***2.6.1.3 Libertad De Movimiento Al Cirujano***

Además de permitir movimientos más exactos también ofrece un mayor rango de dichos movimientos lo cual facilita el realizar procedimientos que son más minuciosos como las suturas, se describen siete rangos que son arriba-abajo, derecha-izquierda, adelante-atrás, rotaciones sobre 3 ejes y agarre. (Cirugia, 2020)

### ***2.6.1.4 Ergonomía***

La postura del cirujano durante un procedimiento ha sido un elemento que con mucha frecuencia ha sido pasado por alto, no obstante es muy importante ya que puede llevar al médico a que se fatigue de manera más rápida, incluso antes de culminar con la cirugía y las repercusiones al respecto pueden ser catastróficas ya que limitan la capacidad del médico y de sus movimientos, es por ello que la cirugía robótica resultaría beneficiosa, no solo al contar con sistemas que precisan los movimientos del cirujano y filtran movimientos indeseados que pudiesen darse si el cirujano se llegase a fatigar sino también debido a que el médico se encuentra sentado en la consola reduciendo el cansancio físico, además los mandos y los binoculares están cerca del médico lo cual facilita el acceso y la interacción del especialista con el paciente a través del robot; sin embargo, la ergonomía para el cirujano es un tema cuestionable ya que pese a que diversos estudios mencionan a la ergonomía en una técnica robótica justamente como una ventaja frente a las técnicas abiertas y laparoscópicas ya que el médico se encuentra sentado, otros

estudios sugieren que hay menor ergonomía al requerir de la concentración total del cirujano, la cual podría ser mucho mayor que en una técnica abierta, representando además mayor esfuerzo mental e incluso físico para obtener más precisión; estudios reportan que más de la mitad de los cirujanos robóticos han experimentado cierto nivel de tensión ergonómica. . (Pereira, 2017)

#### ***2.6.1.5 Disminución De Complicaciones***

Esto se hace evidente en la etapa intraoperatoria ya que se describe que cursa con menor cantidad de sangrado y también son evidentes los beneficios para el paciente en la etapa posoperatoria con una reducción del tiempo de estancia hospitalaria, menor dolor postoperatorio con menor uso de analgesia, además de presentar mejores resultados estéticos y una reincorporación a las actividades cotidianas aproximadamente en una semana como máximo. (Cirugia, 2020)

#### **2.6.2 Limitaciones De La Cirugía Robótica**

Si bien es cierto que las ventajas son muchas, hay que reconocer que cuando un paciente se somete a una cirugía siempre existen riesgos, en el caso de la robótica también es así y adicionalmente se detallan ciertas barreras asociadas específicamente a esta técnica. (Yang Hee Woo, 2022)

##### ***2.6.2.1 Falta De Sensación Táctil***

Está muy bien descrito que en una cirugía robótica el cirujano no tiene la capacidad de sensación táctil del órgano o del campo que se está interviniendo en

ese momento lo cual, para muchos cirujanos, sobre todo tradicionalistas representarían una barrera, optando de preferencia por una técnica quirúrgica abierta, sin embargo, existen profesionales que consideran que esta limitante estaría resuelta gracias a la visión en tres dimensiones y con mayor detalle que se ofrece en la robótica. (Cirugia, 2020)

### ***2.6.2.2 Es Un Sistema Operador Dependiente***

Pese a ser una tecnología de punta, no es una maquinaria autónoma y siempre requerirá de un especialista que la maneje, además, el robot cuenta con 4 brazos, sin embargo el uso de todos por un solo cirujano resultaría muy complejo y por lo cual para hacer uso de todos ellos requerirá muchas ocasiones de cirujanos ayudantes durante el procedimiento, esto es un limitante ya que estos no siempre estarán disponibles o no siempre tendrán la experiencia necesaria para hacerlo a menos de que también logre un entrenamiento y certificación en cirugía robótica. (Cundy T. P., 2013)

### **2.6.2.3 Duración Dependiente De La Experiencia Del Cirujano**

Una de las ventajas que se pretende obtener con este abordaje es una disminución del tiempo en el quirófano, no obstante, pese a que cada vez ha tenido más acogida y, por ende, el conocimiento y la técnica respecto al uso de esta tecnología ha crecido aún no se ha logrado dominarlo, motivo por el cual puede resultar que contrario a lo que se espera, el tiempo en el quirófano se prolongue, lo cual dependerá de la fase de aprendizaje en la que se encuentre el médico en gran

parte. representando así mayor riesgo para el paciente de presentar complicaciones y mayor tiempo de exposición a anestesia. (Pereira, 2017)

#### ***3.6.2.4 Introducción De Nuevo Conocimiento A La Práctica Ya Conocida Por El Cirujano***

Un limitante a considerar es que la robótica es una técnica complicada y diferente a lo que habitualmente conocen los profesionales, es decir que, aunque el médico sepa realizar un procedimiento por técnica abierta o laparoscopia para lograr operar con el robot debe introducir a sus conocimientos nuevas habilidades y destrezas para hacer el mismo procedimiento con una diferente técnica, sin embargo se cree que para los especialistas que saben operar por técnica laparoscópica será más sencillo su aprendizaje con el robot; no obstante, de manera general se considera que la curva de aprendizaje puede ser tardada dependiendo el procedimiento, por ejemplo, para las cirugías urológicas se requiere aproximadamente 30 casos para obtener resultados semejantes a los obtenidos por cirugía abierta; esto representa un desafío para quienes la practican, además de un tiempo prolongado y riesgo de que los pacientes de ese médico sufran alteraciones en el transcurso de ese aprendizaje; sin embargo, se estima que con el pasar del tiempo estas curvas de aprendizaje sean más cortas. (Cirugia, 2020)

#### ***2.6.2.5 Costos Elevados***

Los costos en cirugía robótica son bastante elevados, no solamente está el costo de la máquina como tal, el cual de por sí se aproxima a dos millones de

dólares, sino que también está el costo del mantenimiento de este equipo que requiere un recambio constante de instrumental, estos costos varían dependiendo la cirugía que se realice, pese a que estos costos son altos, podrían ser paliados por la reducción de gastos posquirúrgicos ya que es bien conocida la menor estancia hospitalaria y con ello el menor número de cuidados y procedimientos que se le realizan al paciente en la etapa posquirúrgica, no obstante, aunque se tiene ese ahorro, los gastos son muy superiores comparados con técnicas laparoscópicas o abiertas. (Lendvay, 2021)

Aunque se han descrito varios aspectos no del todo beneficiosos por el abordaje robótico, probablemente será cuestión de tiempo para que muchos mejoren y para que muchos otros sean introducidos al conocimiento médico y lleguen a formar parte de la práctica cotidiana logrando que tal vez lo que hoy se ve como un problema, más adelante se asuma como una ventaja de la que se puede sacar el máximo provecho en beneficio de la salud, sin embargo en muchos de estos aspectos no será posible lograr una modificación y ya dependerá del profesional el acoger o no esta técnica en su práctica. (Denning, 2019)

### **2.6.3 Eventos Adversos En El Quirófano**

En medicina un evento adverso es aquel que genera daño al paciente una vez que ya ha ingresado a una unidad médica y no guarda relación con la situación de base del paciente en sí, sino mas bien con el cuidado que el paciente recibe por parte de la institución que está a su cuidado, esto sucede de la misma manera en el

quirófano. Se puede dividir a los eventos adversos en el quirófano en prevenibles y no prevenibles. (Rolston, 2022)

### ***2.6.3.1 Eventos Adversos Prevenibles***

Son aquellos que están dados por errores bien establecidos y que si se hubiesen podido evitar si se actuaba de manera correcta, el ejemplo mas común sería que el cirujano realice una operación del lado contrario al de la afectación, otro es no ofrecer tratamientos como antibioticoterapia en un paciente que lo requiera previo a una cirugía. (Rolston, 2022)

### ***2.6.3.2 Eventos Adversos No Prevenibles***

Son aquellos que se dan pese a que la unidad médica le ofrece cuidados adecuados ya que no se pueden prevenir, como que un paciente presente una infección luego de una cirugía pese a que se le dio antibioticoterapia y se tomaron las medidas correctas en el transcurso de la misma. (Rolston, 2022)

Es relevante identificar un efecto adverso verdadero y saber diferenciarlo de una complicación, la segunda puede incluir a los eventos adversos, sin embargo, no solo se relaciona con la atención médica recibida sino tambien a los daños que se relacionan con la patología de base del paciente. (Rolston, 2022)

## **2.7 Cambios Fisiológicos Y Consideraciones Anestésicas En Cirugía**

### **Robótica.**

A la hora de referirse a cirugía robótica, inmediatamente pasa por la mente el cirujano principal y lo que éste es capaz de hacer a través de un robot, muchas de las veces con un cirujano ayudante; sin embargo para que un procedimiento de esta magnitud, con esta tecnología avanzada se logre concretar requiere de mucho más apoyo, de un gran equipo tanto de enfermeras, auxiliares de enfermería y otros médicos, tal es el caso del anestesiólogo, de quien poco se habla pero cuyo papel, al igual que en todo procedimiento quirúrgico, independientemente de la técnica, es primordial. En el caso de una cirugía robótica, el anestesiólogo debe tener dentro de sus conocimientos los procesos fisiológicos por los que atravesará cada uno de los aparatos y sistemas del paciente para de esa forma evitar complicaciones o eventos adversos, muchos de estos casos se deben a la inducción del neumoperitoneo necesario en un procedimiento robótico. (Leon, 2019)

### **2.7.1 Consideraciones De Anestesiología**

Contrario a lo que se cree, el rol del anestesiólogo es protagónico ya que si bien es cierto que no interviene en las técnicas quirúrgicas, el conocimiento que este debe tener respecto al procedimiento que se va a hacer es bastante amplio, por ejemplo dentro de las funciones de este está la posición del paciente, en robótica cada cirugía requiere un posicionamiento especial y el anestesiólogo debe tomar en cuenta esto ya que una vez montado el robot idealmente no se puede mover más al paciente, además, debe siempre considerar el mayor cuidado al paciente, así, para evitar daño nervioso se sugiere colocar colchones bajo los puntos de mayor presión y en articulaciones; también, debido a la posición del paciente es frecuente que se separen los párpados por lo cual quedan expuestas las corneas y hay riesgo de

laceración de las mismas, por lo mismo se sugiere cerrar los párpados con adhesivos o usar cremas oftálmicas; otra función es el acceso a la vía aérea, así como lograr la relajación muscular para evitar movimientos equívocos que puedan causar daños inesperados con el instrumental. En cuanto a los instrumentos, siempre se deberá percatar de que los cables cuenten con la longitud necesaria para permitir las maniobras requeridas por el cirujano. (Leon, 2019)

Siempre existe la posibilidad de que la cirugía robótica programada no logre concretarse por dificultades propias del paciente o del escenario en sí y requiera de una conversión, bien sea hacia una técnica abierta o laparoscópica, sea cual sea, el anestesiólogo debe estar preparado para el desacoplamiento del carro robótico o undocking de emergencia en el cual se procede a retirar los brazos quirúrgicos, en este caso todo el equipo presente en la cirugía debe conocer el protocolo para el retiro de los brazos y que este hecho se cumpla con gran eficacia, dentro de esto es vital una buena comunicación entre los miembros del equipo para que cada uno cumpla con su rol. El riesgo de conversión es bajo y se aproxima al 1%, existen indicaciones que alertan y sugieren dicho evento como la presencia de hemorragia, desaturación, paro cardiorrespiratorio, entre otros; se sugiere un protocolo similar al de Soporte Vital Cardiovascular avanzado, en el cual el papel de cada miembro está identificado. (Leon, 2019)

#### ***2.7.1.1 Rol De Cada Miembro De Una Cirugía Robótica***

Cada miembro presente debe adoptar un papel, el cual debe estar correctamente asignado y asumido para que sea capaz de cumplir con su rol de manera eficaz y correcta en beneficio del paciente.

**Cirujano principal.** Se debe asegurar del retiro del instrumental robótico.

**Ayudante 1.** Al estar en mayor cercanía con el paciente, será quien retire los instrumentos y brazos robóticos, luego alejará el robot. (Leon, 2019)

**Ayudante 2.** pide ayuda.

**Instrumentista:** Por lo general este cargo es del personal de enfermería, quienes deben mantener la esterilidad y preparar el instrumental que se ocupara en la cirugía a la que haya convertido.

**Circulante.** Se trata nuevamente del personal de enfermería, se encargará de mover al robot a un sitio más lejano del que lo dejo el ayudante 1.

**Anestesiólogo.** Interviene en colocar al paciente en la posición adecuada dependiente de la cirugía que se vaya a realizar, mantiene al paciente con anestésicos y asegura la vía aérea, todo mientras controla signos vitales. (Ellis, 2022)

## **2.7.2 Consideraciones Generales De Cambios Fisiológicos Durante La Cirugía**

Es importante considerar estos puntos debido a que determinarán cambios en el paciente y controlarlos y tomar precaución de estos representa la clave para evitar complicaciones.

### **2.7.2.1 Posición del paciente**

La posición del paciente más utilizada es la de Trendelenburg como se ve en la figura 5, en la que el paciente se encuentra en decúbito dorsal en la cama y esta se encuentra inclinada de forma que el paciente queda con la cabeza a un nivel

inferior respecto al de las piernas, esta posición facilita el acceso al paciente pero trae consigo consecuencias una de ellas es la separación de los párpados por lo propia posición que incrementa el riesgo de lesiones corneales inesperadas, además de que incrementa la presión intraocular y disminuye la presión de perfusión de los ojos lo cual altera el flujo sanguíneo que llegara a esta zona; a nivel pulmonar, el Trendelenburg disminuye la distensibilidad así que por lo general se recomienda ventilación con 7 ml/kg. (Leon, 2019)



**Figura 5:** *Posición de Trendelenburg extrema en prostatectomía robótica*

Fuente: Adaptada de Prostatectomía robótica atérmica, perspectiva del ayudante quirúrgico, por Anil Mandhani, 2007, Scielo

### **2.7.2.2 Inducción Del Neumoperitoneo**

La inducción del neumoperitoneo, es un paso esencial para iniciar a cirugía, consta de la insuflación de la cavidad abdominal con CO<sub>2</sub> para tener mayor acceso a la zona a intervenir como se ve en la figura 6, esto se hace a una presión de entre 10 a 15 mmHg con un flujo de 4-6 litros cuando se inicia y luego para el mantenimiento se requiere de un flujo constante de 350 cc; pese al beneficio de este paso para operar, trae consigo cambios que, aunque se consideran fisiológicos,

requieren de una gran atención ya que pueden generar eventos inesperados perioperatorios y de esa manera alterar los resultados propuestos en un inicio. (Ellis, 2022)

El aumento de la presión intraabdominal está en estrecha relación con alteraciones sistémicas secundarias al estrés ocasionado por la absorción directa de CO<sub>2</sub>, por ejemplo se da como respuesta a ello una liberación de catecolaminas como epinefrina y norepinefrina en los próximos minutos inmediatos a la insuflación, este hecho se ve con más frecuencia a presiones superiores a 15 mmHg que potencializan la disminución del gasto cardíaco y el aumento de la resistencia vascular sistémica ya que con presiones más bajas, estos efectos no se observan. (Ellis, 2022)

Por otro lado, también se desata la liberación de citoquinas, la IL 6 y la PCR, sin embargo, llama la atención que esta liberación es notablemente más baja que en la cirugía abierta, esto es probablemente debido al menor estrés al ser un método mínimamente invasivo, lo cual involucra menos el contacto directo y masivo con los órganos del paciente, sin embargo, estos hechos no son tan evidentes en los pacientes pediátricos por lo que se considera que es un factor edad dependiente. Se describen a continuación los principales cambios a considerar. (Ellis, 2022)



**Figura 6:** *Inducción del neumoperitoneo*

**Fuente:** adaptada de cirugía robótica y laparoscópica, por Valladolid,2019

### **2.7.2.3 Cambios Cardiovasculares**

A este nivel se han encontrado cambios que se asume se deben bien a la absorción sistémica del CO<sub>2</sub> insuflado o a la distensión del peritoneo ocasionado por este, sea cual sea el mecanismo se han visto alteraciones simpáticas, parasimpáticas y cambios en la resistencia vascular. (Ellis, 2022)

Dentro de estos cambios está la taquiarritmia como una respuesta simpática de la distensión peritoneal o por la hipercapnia, sin embargo, se caracterizan por ser autolimitadas. Además, hay una ligera disminución tanto de la precarga como de la poscarga y con ello reducción del gasto cardiaco. (Ellis, 2022)

Cabe recalcar que la presión a la que se instaura el CO<sub>2</sub> es aproximadamente entre 10 y 15 mmHg pero en el caso de los niños, una presión superior a 10 mmHg podría causar compresión de la aurícula derecha con más frecuencia y con ello disminuir en gran cantidad el retorno venoso, incluso presiones inferiores a 10 mmHg en el caso de los niños pueden alterar tanto la precarga como la poscarga,

estudios describen que una presión de 5 mmHg conserva la función del corazón y es de gran importancia sobre todo en pacientes pediátricos con patologías cardiacas. (Lendvay, 2021)

#### ***2.7.2.4 Cambios Pulmonares***

En el caso de los pulmones los cambios están asociados al desplazamiento de órganos que produce la insuflación del CO<sub>2</sub>, así como la hipotonía que aparece en la musculatura torácica y la reducción tanto del retorno venoso como del flujo sanguíneo a este nivel generado por las altas presiones intraabdominales, adicional a estos, la posición de Trendelenburg potencia estos efectos, además se da una disminución del volumen corriente y de la distensibilidad pulmonar. (Lendvay, 2021)

En el caso de los niños, al ser más pequeños absorben más CO<sub>2</sub> y la eliminación de este gas que se da hasta 10 minutos después de desinflar el abdomen al final de la cirugía, es más lenta lo cual significa que tienen más riesgo de sufrir efectos adversos. (Lendvay, 2021)

#### ***2.7.2.5 Cambios Renales***

No es poco frecuente que se presente una disminución urinaria, efecto más evidente en los niños, sobre todo en menores de un año quienes tienen periodos intraoperatorios de oliguria e incluso de anuria, esto se debe a que existe una disminución del flujo sanguíneo renal por disminución del gasto cardiaco, además el neumoperitoneo puede tener un efecto compresivo a nivel renal, un hecho paradójico es que al parecer el flujo sanguíneo se redistribuye preferentemente

hacia la medula renal y el efecto es una disminución del filtrado glomerular y liberación de marcadores de daño renal; estas alteraciones son reversibles y la disminución urinaria mejora al siguiente día de la intervención quirúrgica, sin embargo las alteraciones bioquímicas mejoraran hasta luego de 7 días. (Hernandez, 2018)

#### ***2.7.2.6 Cambios Del Equilibrio Acido Base***

Al ser CO<sub>2</sub> directamente el gas que se insufla en la cavidad abdominal, este produce una absorción directa por el peritoneo de dicho elemento y provoca un aumento de la PCO<sub>2</sub>, lo cual puede llevar a una acidosis de tipo respiratoria. (Lendvay, 2021)

#### ***2.7.2.7 Cambios Intracraneales***

A nivel intracraneal, la insuflación de CO<sub>2</sub> causa un incremento del flujo sanguíneo en esta zona que se cree que se debe a la redistribución cardiaca al cerebro y por el efecto de vasoconstricción periférica de las catecolaminas, de la misma manera, incrementa la presión intracraneal y esto se debe a un efecto similar al ocasionado por la maniobra de Valsalva que genera una congestión venosa en dicha zona. (Lendvay T. , 2022)

### **2.7.3 Consideraciones Dependientes De La Especialidad Quirúrgica**

#### ***2.7.3.1 Urología***

Dentro de los procedimientos más realizados están la prostatectomía y la nefrectomía como se ha comentado en apartados anteriores. Se debe tomar en

cuenta que el posicionamiento del paciente dependerá del procedimiento, para una prostatectomía el paciente debe estar en Trendelenburg extremo y requiere de insuflación con CO<sub>2</sub> en el abdomen; en este procedimiento, la presión intracraneal se eleva por el incremento de PaCO<sub>2</sub> por la insuflación y por la posición de Trendelenburg esto conlleva a una disminución en la perfusión a este nivel. En adultos mayores de 80 años se sugiere un monitoreo de signos vitales, así como del gasto cardiaco mediante una ecografía transesofágica para detección temprana de embolia. (Leon, 2019)

Para la nefrectomía, la posición preferente en cambio será en decúbito lateral con una flexión de cadera de 30 grados para facilitar el acceso renal, esta posición puede presionar grandes vasos a nivel del abdomen y traer como consecuencia la reducción del gasto cardiaco y de la presión arterial media. (Lendvay, 2021)

Se debe optar por un aporte restringido de líquidos debido al riesgo que existe de generar edema facial y edema de la vía aérea. En las cirugías urológicas, los brazos del paciente se deben asegurar con fijadores torácicos para no lesionar el plexo braquial. (Lendvay, 2021)

### ***2.7.3.2 Cirugía general***

Dentro de los procedimientos más realizados están las funduplicaturas gástricas, baipás y reparaciones de hernias inguinales. Para intervenir en la zona superior del abdomen el robot se posicionará sobre esta zona mientras la mesa quirúrgica gira lejos de la máquina de anestesiología, esto dificulta el acceso del

anestesiólogo al paciente durante el procedimiento por lo cual se recomienda una adecuada fijación del tubo endotraqueal, de las vías y la protección de los ojos del paciente.

### ***2.7.3.3 Ginecología***

Las cirugías más practicadas son las histerectomías y las miomectomías. Para tener un mejor acceso a esta zona, la posición correcta es Trendelenburg para que de esa manera se dé un desplazamiento hacia arriba de los órganos y se quede más despejada el área a intervenir, las precauciones serán las mismas que las tomadas en el caso de las prostatectomías ya que el posicionamiento se asemeja mucho, sin embargo, en ginecología en Trendelenburg es menos extremo. (Ellis, 2022)

### ***2.7.3.4 Cirugía torácica***

En esta rama se usa la robótica principalmente para resección de masas del mediastino, disecciones del esófago, lobectomías del pulmón y timectomías. Estas son de las cirugías que requieren mayor cuidado y entrenamiento porque presentan ciertas complicaciones propias del procedimiento; por ejemplo, para una esofagectomía el paciente deberá adoptar varias posiciones durante la cirugía. Por lo general la posición del paciente será con las piernas en un nivel más bajo que el del corazón y esto puede generar compresión nerviosa. Las complicaciones que pueden aparecer son neumotórax a tensión del pulmón ventilado o lesión pleural del lado opuesto; ambos generan alteraciones a nivel hemodinámico y ventilatorio. (Leon, 2019)

### ***2.7.3.5 Cirugía otorrinolaringológica***

Se han reportado resecciones de la base de la lengua, laringectomías, amigdalectomías y cirugías de cuerdas vocales. Para estos procedimientos se requiere de laringoscopia continua, protección ocular con lentes al igual que de los dientes y en estos casos la intubación perdura hasta el siguiente día; dentro de las principales limitaciones están las lesiones de la piel que puede ocasionar el brazo robótico, las lesiones en los dientes, ojos, mandíbula y vértebras cervicales (Leon, 2019)

## **2.8 Complicaciones De Cirugía Robótica**

Una complicación incluye a los eventos adversos sean estos prevenibles o no, pero en este caso, una complicación también podría estar relacionada con la patología base del paciente y no solo con la atención médica. La cirugía mínimamente invasiva se caracteriza por dañar lo menos posible al paciente durante un procedimiento quirúrgico, sin embargo, una cirugía siempre tiene riesgos y esta no es la excepción por lo cual es fundamental que el especialista los conozca, así como la frecuencia con la que suceden estos hechos para que pueda estar preparado. (Lendvay, 2021)

### **2.8.1 Lesión Visceral**

Los mecanismos por los cuales se puede complicar una víscera son el daño cuando se accede a la cavidad abdominal por las diferentes técnicas existentes lo cual es bastante raro, al momento de acomodar los trocares, a la hora de maniobrar con el instrumental, también es posible generar una lesión térmica al cauterizar. La

lesión en una víscera suele hacerse evidentes horas e incluso días después del evento cuando el paciente refiere dolor y se hacen evidentes signos como fiebre o distensión abdominal y analíticamente se presenta con frecuencia leucopenia, aunque con el tiempo y si no se detecta este daño oportunamente, aparecerán datos sugestivos de sepsis. Dentro del manejo que se debe dar esta la identificación precoz para intervenir de manera eficaz, ya que muchas de las veces los pacientes podrían requerir de una nueva cirugía exploratoria. (Lendvay, 2021)

### **2.8.2 Lesión Vascular y hemorragia**

Es muy rara, pero se puede dar mientras se maniobra con el instrumental en la cavidad, es por eso imprescindible el conocimiento claro de la anatomía humana, sobre todo a la hora de la colocación de los trocares e insuflación de CO<sub>2</sub>. Las relaciones más importantes a considerar son la bifurcación de la aorta que está por encima del ombligo, sin embargo es solo una relación y no es del todo confiable ya que por ejemplo la posición de Trendelenburg propia para las cirugías robóticas eleva el ombligo, además la posición de este también depende de la constitución de cada paciente; la vena iliaca izquierda cruza la línea media a nivel del ombligo y esto la pone en mayor riesgo de lesión; una situación importante es que en todos los niños se debe considerar la probabilidad de malformaciones congénitas ya que estas podrían implicar aberraciones en la anatomía de la vasculatura. No solamente existe riesgo de lesiones de grandes vasos sino también de la vasculatura de la pared abdominal, que incluso son más frecuentes, pero no todas son trascendentales; el manejo debe darse con gran prontitud y eficacia para que puedan ser controlados y

evitar la descompensación del paciente ya que si este llegase a perder una cuantiosa cantidad de sangre podría desencadenar incluso un shock. (Lendvay, 2021)

### **2.8.3 Hernia Incisional**

En la zona de acceso existe el riesgo de que al quedar esa zona debilitada exista una salida de órganos por ahí, es decir de que se forme una hernia, este evento es más frecuente en los pacientes pediátricos por su pequeña constitución corporal y debido a que los niños tienen una pared abdominal más laxa, la evidencia demuestra que el riesgo de presentar hernias es inversamente proporcional a la edad, siendo los niños más pequeños los más afectados por esta complicación, la hernia omental es la que se ha reportado con mayor frecuencia, debido a ello el proceder del médico siempre será cerrar de forma adecuada todos los puertos por los que se tuvo acceso para realizar la cirugía. (Lendvay, 2021)

### **2.8.4 Embolia aérea pulmonar**

Es otra de las complicaciones poco frecuentes, pero es considerada como la de mayor riesgo, como se sabe ya para la insuflación intraabdominal se utiliza CO<sub>2</sub> debido a que este gas se absorbe rápido y se amortigua en la circulación, se cree que el ingreso de CO<sub>2</sub> sistémico en el caso de los niños se debe a lesiones vasculares y de esa forma alcanzaría los pulmones; existe la probabilidad de que mientras se insufla CO<sub>2</sub> existan concomitantemente otros gases como nitrógeno u oxígeno con lo cual incrementa el riesgo de sufrir embolia aérea pulmonar y por eso se recomienda que se enjuague los tubos con los que se insufla antes de este proceso. (Lendvay, 2021)

La importancia de reconocer estos hechos que pueden presentarse es que el personal que atiende una cirugía robótica este al tanto y esté preparado en caso de que llegase a presentarse para actuar rápido y evitar más situaciones adversas que pongan en riesgo la vida del paciente. (Pereira, 2017)

## **2.9 Perspectivas Científicas Acerca De Cirugía Robótica**

### **2.9.1 Perspectivas En La Actualidad**

Actualmente la cirugía robótica ha dejado de ser una novedad y gracias a su avance e impacto, ha tenido una gran acogida a nivel mundial, convirtiéndose hoy por hoy en una realidad más que una novedad. Hoy, esta técnica se ha utilizado para realizar diversos procedimientos de casi todas las ramas quirúrgicas de la medicina, lo cual ha probado su reproducibilidad, ya que no solo se han completado estos procedimientos con gran éxito, sino que han logrado demostrar sus beneficios a corto, mediano y largo plazo. Adicional a ello, la cirugía robótica en su historia ha tenido grandes avances y siempre con tendencia a mejorar; no obstante aún no ha logrado sustituir a otras técnicas quirúrgicas tradicionales como el tratamiento de primera línea; todo esto debido a que aun presenta ciertas limitaciones, una muy importante es el gran costo de esta técnica, problema que se potencializa en países de recursos escasos, los gastos no solo se centran en el costo del robot como tal, sino en el mantenimiento del mismo así como de sus instrumentos, ya que estos requieren una rotación bastante rápida, por poner un ejemplo se permiten hasta 10 acoplamientos de las pinzas por brazo y la máquina las contabiliza, por lo que luego de la décima vez rechaza el instrumento; otras de las dificultades más frecuentes se relacionan con la falta de sensación táctil y el tamaño del equipo,

todos estos percances podrían superarse dentro de unos años debido a la gran evolución tecnológica y al gran acoplamiento de los usuarios, incluso a unos años los costos de estos instrumentos podría reducir sustancialmente. (Pereira, 2017)

Pese a lo mencionado, no hay que olvidar que no se trata de una máquina autónoma sino que es un equipo que requiere de instrucciones emitidas por el especialista, lo cual significa que es un instrumento que complementa y, en muchos casos, mejorará incluso la técnica del médico ya que puede ser más preciso y eliminar movimientos involuntarios como el temblor, sin embargo será el cirujano el único capacitado para llevar a cabo cualquier procedimiento por lo que independientemente de la técnica utilizada, la experiencia del especialista será la determinante a la hora de obtener resultados favorables para el paciente o no, todo esto nos lleva a concluir que aunque antes eran muchas más, actualmente se cuenta con muchas barreras aun que limitan el uso a gran medida de la cirugía robótica, no obstante haciendo un análisis retrospectivo, es bastante claro que con el pasar de los años esta ha tenido gran acogida por lo cual es muy sensato esperar que continúe de la misma forma y logre extenderse más. (Pereira, 2017)

### **2.9.2 Perspectivas A Futuro**

Aunque aún no es un hecho, se cree que la cirugía robótica vencerá los obstáculos que hoy en día aún son evidentes, que a futuro será muy prometedora y que podrá alcanzar escalas que ni siquiera podemos imaginar, permitiendo eventos que talvez hoy nos parezcan extraños y raros como lo era hace décadas el pensar que un robot sea capaz de operar a un paciente, por lo que podemos esperar mucho de la tecnología, incluso no es de sorprendernos el imaginar que en unos años el

hombre cree máquinas que permitan que el especialista pueda operar incluso encontrándose en un continente lejano al del paciente y del quirófano o que varios robots sean controlados por un solo médico. (Pereira, 2017)

En cuanto a los robots, como ha sido hasta la actualidad se espera que se desarrollen cada vez más generaciones y que cada una ofrezca más beneficios respecto a las previamente ya existentes, lo cual implica mayores rangos de movimientos y hasta maquinaria más pequeña para facilitar su movilidad en el quirófano. (Cedeño, 2022)

Otras literaturas incluso describen la creación de guantes con sensores para detectar los movimientos de las manos del cirujano a manera de realidad virtual, en la que el cirujano trabaje con las manos en el aire y pequeños robots realizando los procedimientos en el paciente simulando los actos del doctor, incluso a unos años, podrían desarrollarse máquinas que finalmente sustituyan del todo al médico, robots que serán capaces de encontrar y tratar anomalías en el cuerpo humano, tal cual un médico cirujano lo haría, lo cual es bastante controvertido por el impacto que este avance tendría en el mundo y por lo que significa, ya que implicaría la extinción de médicos cirujanos ya que estos serían reemplazados por aparatos creados por el mismo humano. (Cedeño, 2022)

Al momento todo esto es un supuesto, como todo, varias de estas ideas se lograrán efectuar con éxito y muchas otras quedarán solo en ideas, independientemente de lo que pueda suceder a futuro al respecto, lo cierto y lo que se sabe hasta el momento es que la tecnología ha logrado sustituir y mejorar varios

aspectos de la humanidad y es precisamente por este motivo que ha llegado para quedarse y para evolucionar. (Cedeño, 2022)

### **2.10 Cirugía Robótica En Pediatría**

La primera cirugía pediátrica robótica se realizó en el año 2001, se trató de una funduplicatura de Nissen y fue completamente exitosa, motivo por el cual tuvo gran interés en este grupo de pacientes, sobre todo en urología, siendo la pieloplastia y el reimplante ureteral los procedimientos más realizados en pediatría. Es muy evidente que el uso de la cirugía robótica en pediatría ha sido mucho más tardada en comparación con la velocidad de la aplicación de esta técnica en adultos, para que esto suceda están implicados varios factores, uno de los principales sería el tamaño de los instrumentos ya que generan limitantes a la hora de maniobrar durante el procedimiento y este no es un evento raro ya que estas plataformas han sido creadas y utilizadas a lo largo de su existencia en pacientes adultos por la facilidad de su reproducibilidad en este grupo de personas, sin embargo al ver su potencial, cada vez ha cobrado mayor interés por parte de diferentes grupos de personas y los niños representan uno de ellos, e incluso como era de esperarse, actualmente se ha ido implementando instrumental acorde a los niños aunque estas adaptaciones aun no son tan explícitas hoy en día es posible realizar operaciones robóticas en niños. (Ronald, 2019)

A partir del inicio de la aplicación de esta técnica en pediatría, la bibliografía disponible data varios procedimientos realizados con éxito, sin embargo, el área en donde se usa con más frecuencia es en urología sobre todo la pieloplastia y el implante ureteral como bien se ha dicho con anterioridad, otra rama

que hace uso de este procedimiento en niños es la cirugía general, la cual la aplica sobre todo para funduplicaturas. (Denning, 2019)

### **2.10.1 Seguridad En Pacientes Pediátricos**

Aunque muchos aspectos aplicados para adultos tienen validez en los pacientes pediátricos, en el caso de los más pequeños hay que mantener atención en precauciones especiales, por ejemplo, en los lactantes la posición de la cual ya se dijo bastante, es determinante y se debe tomar en cuenta que a estas edades los niños son mucho más flexibles que los preescolares o escolares, esto para evitar movimientos exagerados y no deseados de brusca extensión o flexión. Otro cambio es el tiempo en el que el anestesiólogo tendrá su intervención con el paciente, esta debe ser luego de acoplar el robot y del aseguramiento de que la posición de este es la adecuada ya que cambios posteriores requieren de movimientos del robot, además los anestesiólogos deben mantener un cuidado más minucioso del estado hemodinámico del paciente ya que en la robótica por lo general se opta por una posición en Trendelenburg y en los niños es de igual forma, sin embargo su estado es más delicado por su propia biología. (Denning, 2019)

En el caso de los pacientes pediátricos más pequeños, sobre todo en los que pesan menos de 10 kg, hay que guardar cuidado especial en cuanto a las presiones y al volumen de CO<sub>2</sub> que se insufla, ya que este proceso trae cambios fisiológicos y que de no ser controlados pueden generar complicaciones catastróficas, estos cambios ya se mencionaron y se detalló algunos cambios propios en los niños, sin embargo, se reiteran algunos aspectos a considerar. La máxima cantidad de insuflación recomendada para evitar daños, es un litro con una presión de 9 mmHg

es decir que el neumoperitoneo inducido es más limitado, lo cual implica una disminución de la zona en la cual se va a trabajar generando un proceso más complejo, además respecto a la insuflación, en el caso de los niños en el ámbito cardíaco genera bradicardia debido a una disminución de la precarga seguida de una estimulación vagal; en la parte respiratoria, la insuflación disminuye la distensibilidad respiratoria incrementando las presiones pulmonares. Otros efectos que puede causar la insuflación de CO<sub>2</sub> es hipercapnia y acidosis, sin embargo, estas complicaciones son poco frecuentes y más bien se asocian al mayor tiempo de insuflación, por lo cual se debe mantener cuidado especial ante cirujanos expertos que suelen tardar más tiempo para concluir el procedimiento. (Pereira, 2017)

Cabe mencionar que todo lo mencionado con anterioridad, es poco frecuente pero posible por lo que se debe tomar precauciones al respecto, sin embargo, la ciencia ha demostrado el uso seguro de la cirugía robótica pediátrica en diversas especialidades en varios procedimientos. (Denning, 2019)

### **2.10.2 Beneficios En Pacientes Pediátricos**

A breves rasgos, se han mencionado ya las ventajas que ofrece la cirugía robótica incluso frente a la técnica laparoscópica que también representa a la cirugía mínimamente invasiva ya que el instrumental laparoscópico es más rígido y no presenta grandes rangos de movimiento mientras que el robot trata de plasmar los movimientos de las muñecas del cirujano, el sistema da Vinci cuenta con una tecnología denominada EndoWrist que erradica más las limitaciones ya que por ejemplo muestra siete grados de libertad de movimiento, recordando que la técnica

laparoscópica tiene acceso nada más a cuatro; lo cual podría representar un gran beneficio en cirugía pediátrica ya que en este grupo de pacientes por su volumen corporal más reducido, se dificulta el acceso a las cavidades, adicional a ello permite movimientos más precisos en espacios reducidos gracias al escalado de movimiento del que se dispone. La laparoscopia brinda la oportunidad de observar espacios pequeños gracias a endoscopios y la técnica tradicional abierta gracias a lupas, sin embargo el robot ofrece imágenes en tres dimensiones con gran ampliación de hasta 15 veces y nitidez que incluso supera los métodos antes mencionados, lo cual facilita el acceso operatorio en niños, así como mejorar la percepción de la profundidad, con lo cual el cirujano podrá tener más control a la hora de enfrentarse al procedimiento control del cirujano, otra ventaja ya mencionada pero que destaca aún más al tratarse de niños, es la filtración de temblores, así como la visualización que será controlada por el médico, esto generaría mayor estabilidad y precisión. . (Ronald, 2019)

Se puede asumir que todas estas mejorías presentadas facilitan cualquier procedimiento y permiten superar varias limitaciones que representan los pacientes pediátricos, sobre todo en lo referente al acceso relacionado con el espacio reducido de los niños; esto permitiría un enfoque más avanzado y se traduciría en una mayor probabilidad de brindar tratamientos oportunos y menos invasivos a este grupo de pacientes. (Ronald, 2019)

### **2.10.3 Limitaciones En Pacientes Pediátricos**

De igual forma, existen ciertas limitaciones relacionadas con cirugía robótica y la gran mayoría tiene que ver con el tamaño del paciente pediátrico

versus el tamaño del robot y la instrumentación que de por si son más grandes, se encuentran en el mercado para pediatría instrumentos entre 8 mm y 5 mm y evidentemente son más grandes que los instrumentos utilizados en laparoscopia de 3 mm; así mismo, los tamaños del endoscopio son entre 12,0 mm y 8,5 mm, este último es el que se usa en niños, sin embargo es muy grande para pacientes que pesen menos de 5kg. El sistema da Vinci sugiere que los puertos se ubiquen con 8 cm de separación uno del otro; distancia complicada en los niños más pequeños; en respuesta a ello se trata de aprobar otros sistemas como Senhance (Transenterix) que contaría con instrumentos de 3 mm, con base en la cual se desarrollaron estudios y varios de ellos demostraron que es posible realizar suturas intracorpóreas en zonas muy pequeñas, además de instrumentación directa sin necesidad de puertos, esto elimina la dificultad de que se requiera una distancia entre puerto y puerto, lo cual implicaría que aunque esta represente una limitación hoy en día, con el tiempo se lograra vencer este obstáculo y se crearan instrumentos del tamaño adecuado para pacientes pediátricos. (Cirugia, 2020)

La plataforma robótica da Vinci representa a una de las dos plataformas que actualmente están aprobadas por la FDA y es la más utilizada hoy en día. La instrumentación en la cirugía robótica se realiza a través de puertos de 5 y 8 mm, pero la de 5 mm tiene una funcionalidad mucho menor, contrario a lo que se creería, en la población pediátrica también ya que adentro de la cavidad abdominal se requiere un espacio más grande para poder trabajar. Al igual que en adultos, las dificultades están presentes ya que no dejan de ser cirugías costosas y no permite tener un control táctil al médico, además en varias ocasiones presenta limitación

del campo, pudiendo trabajar en un solo cuadrante ya que hay fijación extracorpórea de los brazos del robot, aunque con el sistema da Vinci Xi permite trabajar en espacios más pequeños, operar en cirugía multicuadrantes, todo ello resulta mucho más relevante y llamativo en la población pediátrica. (Lendvay, 2021)

#### **2.10.4 Costos**

El Intuitive Surgical informó en el año 2017 que el costo aproximado para una cirugía robótica es de \$3568, valor del cual más de la mitad está destinado para la instrumentación y lo demás se distribuye entre el costo del sistema de robot y el contrato de servicio, este valor no toma en cuenta otros gastos adicionales como el aumento del tiempo de anestesia o quirófano. Sin embargo, los costos no se deberían medir por el dinero sino también por la calidad y los resultados del procedimiento, ya que, de ser positivo, no representaría un gasto sino más bien una inversión por las ganancias inmediatas y a futuro en cuanto a la salud del beneficiado y no solo en el aspecto biológico y físico, sino también a escalas emocionales y psicológicas y en lo referente a los pacientes pediátricos, se ha demostrado científicamente que sus padres las reflejan evidentemente. (Ronald, 2019)

Para los centros hospitalarios resulta complejo cubrir estos costos, ya que estudios indican que se requieren de 3-5 cirugías robóticas semanales para obtener ganancias como tal, este hecho representa que al ser los niños pacientes con características anatómicas diferentes sobre todo en cuanto a su tamaño, no se dispondría siempre de pacientes que cumplan con los requisitos y sean aptos para

para utilizar esta técnica quirúrgica en ellos, motivo por el cual los hospitales estrictamente pediátricos no siempre se muestran a favor de este método y no harán uso del mismo con gran frecuencia, esto también está determinado por el país ya que en países desarrollados se dispone de mayores recursos para cubrir dicho valor económico. . (Ronald, 2019)

### **2.10.5 Aplicaciones De La Cirugía Robótica En Pediatría**

Actualmente se sabe que la cirugía robótica ha sido utilizada en la gran mayoría subespecialidades pediátricas quirúrgicas, incluidas urología, la cirugía general, oncológica, torácica y otorrinolaringológica; siendo la primera la más ampliamente aplicada para diversos procedimientos; pese a su gran potencia para inmiscuirse en la medicina y para ser aplicada, la cirugía robótica pediátrica apenas está iniciando. (Ronald, 2019)

#### ***2.10.5.1 Urología***

Las cirugías robóticas son las más aplicadas en pediatría, su uso es bastante amplio en cuanto al tipo de procedimientos que se pueden realizar, dentro de ellas destacan la pieloplastia, reimplante ureteral, nefrectomía, etc. (Cirugia, 2020)

***2.10.5.1.1 Pieloplastia.*** Es la cirugía robótica más practicada en pacientes pediátricos, la primera se realizó en 2002; ofreciendo beneficios no solo para el paciente sino también para el cirujano, permitiendo incluso una curva de aprendizaje más corta, a estos motivos se les atribuye el hecho de que sea la técnica más realizada. (Cirugia, 2020)

Estudios han mostrado que por el método robótico existe una recuperación de la pieloplastia mucho más rápida, necesidad reducida de analgesia y menos tiempo en el hospital y una tasa muy elevada de éxito incluso en bebés que pesan menos de 10 kg, quienes mostraron resultados similares pese a la limitación del pequeño tamaño corporal, demostrando así que esta es una técnica segura en pediatría. (Cirugia, 2020)

**2.10.5.1.2 Reimplante ureteral.** Es un procedimiento realizado para el reflujo vesicoureteral y es el que le sigue en frecuencia a la pieloplastia, aunque del total de reimplantes uretrales más del 80% se realizan por técnica robótica, aun así, la curva de aprendizaje en este caso es más lenta, pero se ha demostrado que es un procedimiento seguro con una resolución del reflujo casi del 90%. (Cirugia, 2020)

**2.10.5.1.3 Nefrectomía.** Se realiza sobre todo en enfermedades benignas, pese a que aún se prefiere la técnica quirúrgica abierta frente a la mínimamente invasiva, sea laparoscópica o robótica, destaca el hecho de que en los últimos años estas últimas se han estado aplicando con mayor frecuencia, existen datos limitados al respecto, sin embargo de los existentes se ha podido determinar que los resultados obtenidos por cualquiera de las tres técnicas son muy similares y que las complicaciones no se asocian a la técnica de cirugía por el cual se haya optado sino más bien que han sido complicaciones propias del procedimiento como tal. (Cirugia, 2020)

De manera general la cirugía robótica en urología muestra resultados similares a las técnicas tradicionales, incluso con mejores resultados en el ámbito estético y con una recuperación más precoz, sin embargo, aún no se cuentan con

suficientes estudios que proporcionen evidencia certera de que la técnica robótica es mejor. (Cirugia, 2020)

#### ***2.10.5.2 Cirugía general y torácica***

Esta rama también ha incluido la robótica dentro de su practica en pediatría y aunque no en la misma magnitud que en la urología, es apreciable la cantidad de procedimientos que han sido aptos para llevarlos a cabo con el sistema robótico, dentro de ellos está la hepatectomía, colectomías, resecciones de masas mediastínicas, lobectomías, plicaturas diafragmáticas y herniorrafías diafragmáticas y la funduplicatura gástrica que es la cirugía más realizada en estas especialidades por técnica robótica y la evidencia no muestra resultados diferentes a las otras técnicas conocidas. (Cirugia, 2020)

#### ***2.10.5.3 Cirugía oncológica***

En pacientes oncológicos pediátricos resulta muy llamativa la cirugía robótica pediátrica ya que al ser personas inmunodeprimidas, el beneficio de esta técnica mínimamente invasiva es más evidente ya que al ser más pequeñas las lesiones que se generan por la misma cirugía, el riesgo de infecciones es menor, además resulta positivo el menor tiempo hospitalario ya que acorta el tiempo de exposición a agentes nosocomiales y el menor dolor que se asocia a esta técnica resulta en una mejor calidad de vida para los pacientes pediátricos oncológicos, sin embargo no se puede hacer uso en todos los casos de este método, un caso en el que no se recomienda es ante la presencia de tumores grandes, frágiles que puedan derramarse, tampoco es aconsejable en pacientes con deterioro cardiorrespiratorio

o ante la presencia de múltiples adherencias producto de cirugías realizadas previamente por lo común. También se puede usar a manera de apoyo en oncología pediátrica, tal es el caso de la aplicación de sondas de gastrostomía. (Denning, 2019)

#### ***2.10.5.4 Otorrinolaringología***

Aunque en esta subespecialidad no es muy aplicada en pediatría, existen especialistas que defienden su práctica sobre todo cuando se trata de brindar un manejo a tumoraciones de la base de la boca ya que en estos casos la cirugía abierta podría ocasionar lesiones a nivel de la mandíbula o del labio dividiéndolo, además requiere con más frecuencia laringotomía, aunque existen pocos casos, los procedimientos que se han realizado en otorrinolaringología son amigdalectomía lingual, resecciones de enfermedades malignas en la orofaringe y de quistes del conducto tirogloso, reparación de estenosis glótica y parálisis de las cuerdas vocales. (Denning, 2019)

Estos son algunos de los ejemplos en los que ha sido introducida la robótica en pediatría y con el pasar del tiempo, el número de procedimientos posibles va en crecimiento constante y cada vez es más aplicable en todas las edades, este hecho mejorará con el implemento a futuro de instrumental más apropiado para el espacio limitado en el que se trabaja en pediatría, de esta manera se podrán aprovechar al máximo los veneficios que brinda esta rama a la medicina. (Ronald, 2019)

### **2.11 Cirugía Robótica En Ecuador**

La cirugía robótica mediante la plataforma Da Vinci es una tecnología que ha tenido uso a nivel mundial y se ha popularizado gracias a que se ha demostrado científicamente que supera barreras de las otras técnicas quirúrgicas conocidas; a nivel de Latinoamérica el primer país que se arriesgó con este sistema quirúrgico fue Venezuela y tuvo gran éxito, por lo que fue cuestión de tiempo para que su uso se extendiera en estas zonas, así que pronto otros países latinoamericanos empezaron a disponer del mismo, hoy en día se sabe que está en Brasil, Chile, Colombia, Argentina, Ecuador y muchos otros; destaca el hecho de que solo en México y en Ecuador se brinda estos procedimientos en hospitales públicos. (Cedeño, 2022)

La cirugía robótica en Ecuador tuvo sus inicios aproximadamente en el año 2016 cuando llegó el sistema da Vinci por primera vez al Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín un años después de que este equipo llegase a este lugar, hecho que se dio en el 2015. Desde los comienzos de la cirugía robótica hasta el momento ha tenido buena acogida, incluso se habla de que el sistema puede llevar a cabo procedimientos de alta complejidad con un margen de error del 1% y pocos años después del inicio en su práctica se pudieron notar grandes mejorías en el uso de esta técnica, resaltando la disminución de los tiempos quirúrgicos en urología, cirugía general y ginecología.

En el Ecuador, el HECAM ya no es la única unidad que dispone de este sistema y aunque tiempo más tarde, otra entidad que hoy cuenta con el sistema quirúrgico robótico es el Hospital Eugenio Espejo, hospital de tercer nivel del Ministerio de Salud Pública el cual incorporó esta plataforma en uno de sus

quirófanos, según una entrevista realizada a la gerente hospitalaria Mercedes Almagro, da Vinci llegó en septiembre del 2020, presentando un retraso de unos meses según lo previsto secundario a la pandemia (Coello, 2020)

Además, también existen entidades privadas que hacen uso de cirugía robótica en el Ecuador, ejemplos de ello son el Hospital Alianza de Quito que al parecer es el hospital privado pionero, también está el Hospital Metropolitano de Quito, en el cual a finales del 2021 se realizó un procedimiento quirúrgico pediátrico robótico a una niña de cuatro meses con estenosis pieloureteral y tuvo gran éxito. (Quito, 2022)

Quito, la capital del Ecuador fue la pionera en introducir este sistema al país pero actualmente no es la única ciudad que cuenta con hospitales que disponen de estas plataformas ya que en Guayaquil también está disponible, incluso, en Quito existen los robots Da Vinci Si de tercera generación mientras que en hospitales de Guayaquil ya se encuentran sistemas Da Vinci Xi de cuarta generación lo cual también marca un evento importante en el país ya que puede determinar que tecnológicamente hablando, el Ecuador progresa en cierto tiempo.

Sin duda, es bastante satisfactorio para el sistema de salud ecuatoriano, que este país represente a uno de los lugares que cuenta con este tipo de tecnología y más aún, que muestre avances y mejorías con el pasar del tiempo respecto a sus usos, demostrando así un desarrollo en el servicio de la salud del Ecuador pese a ser un país en vías de desarrollado, del cual los más beneficiados son los pacientes independientemente de si se trata de un hospital público o privado. El principal objetivo de la cirugía robótica es favorecer a los pacientes y al médico ya que se

asegura la capacidad resolutive de los procedimientos a través del uso de la tecnología que se tiene a disposición.

En el Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín, el Sistema Quirúrgico Da Vinci se implementó hace aproximadamente siete años. Actualmente médicos cirujanos de los servicios de Ginecología, Urología, Cirugía General, Cirugía pediátrica y otros están acreditados para realizar intervenciones quirúrgicas.

El equipo médico del HCAM que opera el sistema Da Vinci se capacitó en países como Colombia, Argentina y Estados Unidos para ello tuvieron que cumplir con el número de horas necesarias que certifican su experticia con la utilización, el manejo y operación de este equipo de manera eficaz para garantizar el éxito de los procedimientos quirúrgicos que aquí se realizan, lo que ha permitido que hasta marzo de 2018 se realicen 1.121 intervenciones quirúrgicas. Para su adquisición el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), invirtió aproximadamente 5 millones de dólares. En cada cirugía el HCAM ahorra entre el 20 y 25% del costo que tendría una cirugía abierta o laparoscópica. (Coello, 2020)

## **2.12 Cirugía Robótica En El Hospital De Especialidades Carlos Andrade Marín Y Su Aplicación En Pacientes Pediátricos**

Como se ha mencionado en el apartado anterior, en el Ecuador, el Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín es un gran referente debido a que fue el primero en este país en atreverse a utilizar esta tecnología en el 2016; la especialidad en la que se tuvo acceso principalmente fue la ginecología, específicamente con las histerectomías, sin embargo, el entonces jefe de cirugía del

hospital, Luis Rodríguez mencionó que el campo en el cual se podía evidenciar el potencial de la robótica era en cirugía oncológica.

Hasta el año 2018 según la revista La Hora, en el Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín, para ese entonces era el único hospital público que contaba con el sistema da Vinci y este les permitía realizar cirugías generales como bypass, tumorectomías gástricas, funduplicaturas y esplenectomía, en oncología se realizaban únicamente pancreatectomías, tumorectomías de recto y colon, por otro lado, en ginecología se usaba la robótica para histerectomías y miomectomía y en urología los procedimientos realizados eran prostatectomías y nefrectomías; en dicha revista se describe que para todos estos procedimientos, el HECAM capacitó a 13 cirujanos de manera inicial, también existían 12 enfermeros capaces de manejar al paciente y al equipo. (Hora, 2018)

En el año 2021 se incorpora a los quirófanos un nuevo robot Da Vinci, colocando al Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín en la cumbre a nivel de país en tecnología médica, ya que desde entonces cuenta con 2 sistemas Da Vinci Si de tercera generación como se puede observar en las figuras 7 y 8 lo cual además facilitaría el uso del mismo en muchos más procedimientos ya que para inicios del 2021 se habían realizado aproximadamente 2000 cirugías en diversas especialidades ; en el mismo año, en el mes de agosto se realiza la primera cirugía robótica pediátrica en el HECAM, la cual se realizó con total éxito y desde entonces progresivamente ha ido avanzando (medica, 2018)

Según evidencias gracias a las ventajas para los pacientes y para los cirujanos descritas por la literatura del sistema da Vinci, colateralmente se han

podido identificar beneficios a nivel hospitalario ya que en el caso del Instituto Ecuatoriano de Seguro Social han existido ahorros por pagos de subsidios de la enfermedad, menor tiempo hospitalario y uso de recursos durante su estadía, tal como lo refiere Diego Hernández en el año 2018 como en ese entonces responsable del área de cirugía robótica en el HECAM quien al estar en el área de ginecología menciona que para una histerectomía convencional la paciente se quedaba hospitalizada hasta 3 días luego de la misma, a diferencia de la histerectomía robótica en la cual la paciente sale un día después de la intervención, además es evidente la menor tasa de complicaciones, la cual se aproxima a 15% por técnica abierta frente al 1% por técnica robótica; estos hechos corroboran las ventajas para el IESS. (Hora, 2018)



A) Carro de visión



B) Carro del paciente

C) Consola



**Figura 7.** Sistema quirúrgico Da Vinci

Autor: Melissa Badillo



**Figura 8.** *Quirófano 1 del HECAM, asignado para los procedimientos robóticos*

Autor: Melissa Badillo

**3. PLANTEAMIENTO DEL  
PROBLEMA,  
JUSTIFICACIÓN,  
HIPÓTESIS Y OBJETIVOS**

### **3.1 Planteamiento Del Problema**

¿Cuáles son las características clínicas y los resultados quirúrgicos obtenidos en pacientes pediátricos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos en el periodo de agosto del 2021 a marzo del 2022 por cirugía robótica?

### **3.2 Justificación**

Al momento existen diversos estudios acerca de cirugía robótica a nivel mundial, no obstante, estos estudios se reducen mucho al centrarnos en pacientes pediátricos, a nivel del Ecuador, estas investigaciones son muy escasas, motivo por el cual el conocimiento de cirugía pediátrica robótica es mínimo.

Este estudio se realizará con el objetivo de describir y estudiar el panorama de la práctica de cirugía robótica pediátrica en nuestro país, para lo cual se realizará una investigación específicamente en el Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín, esto se logrará a través de un análisis de las características clínicas y los resultados quirúrgicos de pacientes. Otros temas de interés en el estudio serán el conocimiento de las cirugías en las cuales se utiliza este método, la seguridad y calidad en la atención de los pacientes, complicaciones y factores asociados a estas, entre otros.

La información que se genere a partir de este estudio busca aportar con información actual y útil acerca del panorama de la práctica de cirugía robótica en pediatría en nuestro país ya que en la actualidad existe mucho desconocimiento de esta, por otro lado, se busca que esta información brinde aportes a los cirujanos de nuestro país e influya positivamente, fomentando una práctica segura de este procedimiento por su parte y tratar de erradicar complicaciones por una mala práctica médica.

### **3.3 Hipótesis**

La cirugía robótica se aplica con seguridad en la población pediátrica, respecto a estancia media, morbilidad, tiempo quirúrgico y eventos en los pacientes pediátricos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos en el periodo de agosto del 2021 a marzo del 2022 por cirugía robótica

### **3.4 Objetivos**

#### **3.4.1 Objetivo General**

Describir las características clínicas y resultados quirúrgicos obtenidos en los pacientes pediátricos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos en el periodo de agosto del 2021 a marzo del 2022 por cirugía robótica

#### **3.4.2 Objetivos Específicos**

- Identificar la media de los tiempos de cirugía robótica aplicados a los pacientes del estudio.

- Analizar los eventos de los pacientes pediátricos sometidos a cirugía robótica.
- Establecer la frecuencia de las patologías atendidas en el programa de cirugía robótica en pacientes pediátricos.

## **4. METODOLOGÍA**

#### **4.1 Tipo De Estudio**

Estudio transversal descriptivo

#### **4.2 Universo Y Muestra**

El universo está formado por pacientes pediátricos intervenidos por cirugía robótica desde agosto del 2021 hasta marzo del 2022 en el HECAM, que es la institución participante (Anexo 1), la muestra será el universo.

#### **4.3 Criterios De Inclusión**

Ser pacientes pediátricos intervenidos por cirugía robótica en el HECAM

#### **4.4 Criterios De Exclusión**

Pacientes adultos, haber sido intervenidos quirúrgicamente por técnicas convencional o laparoscópica.

#### **4.5 Recolección De Datos**

Los datos se obtendrán de las historias clínicas de los pacientes, siguiendo la matriz de recolección de datos propuesta (Anexo 2), estas estarán disponibles en el sistema AS400, no se hará consentimientos informados debido a que los pacientes ya fueron dados de alta y no se encuentran en el hospital, hecho que ya ha sido valorado y aprobado por el CEISH del HECAM quienes otorgaron una carta de anonimización. Los datos de los pacientes serán entregados de manera anónima por el Dr. Freud Cáceres en calidad de jefe del área de cirugía del HECAM y director de este estudio , esta información se entregará de forma magnética a través de la coordinación de estadística del HECAM sin nombres de los pacientes, dicha información se guardará por cinco años.

#### **4.6 Técnicas De Análisis**

La base de datos se realizará en el programa SPSS

#### ***4.6.1 Análisis Univariado***

Para las variables cuantitativas se utilizarán medidas de tendencia central y para el análisis de las variables cualitativas se utilizarán frecuencias.

#### ***4.6.2 Análisis Inferencial***

Se realizará Chi-2 para identificar diferencias significativas en el grupo.

(Anexo 3)

### **4.7 Variables**

Las variables utilizadas para este estudio serán operacionalizadas de la siguiente manera: edad, sexo, peso, comorbilidades asociadas, diagnóstico pre y post quirúrgico, cantidad de sangrado intra-operatorio, conversión, complicaciones, eventos, estancia media, dolor post quirúrgico, tiempo de cirugía (total y del robot), los datos para el estudio se obtendrán de los registros médicos de dichos pacientes disponibles en el sistema AS400, cada variable será codificada para realizar la base de datos. (Anexo 4)

### **4.8 Propósito Del Estudio**

A través del análisis de pacientes pediátricos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos en el periodo de agosto del 2021 a marzo del 2022 por cirugía robótica se busca describir las características clínicas y resultados quirúrgicos obtenidos, además de obtener un panorama general de la situación de este procedimiento en nuestro país, el cual permita identificar si las ventajas que se atribuyen a la cirugía robótica son aplicables a la población pediátrica, los factores que más se asocian a resultados negativos, las intervenciones

en las que más se utiliza la cirugía robótica, entre otros aspectos para de esta manera proporcionar información útil al personal de salud del Ecuador, sobre todo a cirujanos que operen por este método para evitar ciertas complicación de los pacientes y brindarles una mejor atención de salud.

#### **4.9 Procedimiento**

Se hará la recolección de datos del sistema AS400 de los pacientes que han sido intervenidos por cirugía robótica, luego se analizará esta información por los métodos ya mencionados por parte de Melissa Badillo, estudiante de medicina, autora del estudio Melissa Badillo y el Dr. Freud Cáceres, jefe de cirugía pediátrica del HECAM; finalmente se describirán los datos obtenidos.

#### **4.10 Duración**

La obtención de los datos de cada paciente tomará aproximadamente una hora y treinta minutos, en cuanto a la duración del estudio se realizará en el tiempo establecido en el cronograma de trabajo (Anexo 5).

#### **4.11 Beneficios Para Los Sujetos Del Estudio**

Lo más seguro es que los pacientes del estudio propiamente no obtengan un beneficio directo de este, no obstante, se espera que al hacer este análisis general se pueda documentar mejor el panorama de la cirugía pediátrica en este país y que los datos sean de ayuda a la hora de tomar decisiones por parte del personal médico acerca del tratamiento quirúrgico de los pacientes pediátricos.

#### **4.12 Riesgos y posibles molestias**

Existen personas que consideran que utilizar su información personal para un estudio de análisis es una violación a su privacidad o incluso podrían considerar

que esta información es obtenida con fines distintos a los de la investigación, motivo por el cual pueden sentirse ofendidos, expuestos o en peligro.

#### **4.13 Obtención de consentimiento**

Para la obtención de la información del sistema AS400 se dispone de la autorización del Dr. Freud Cáceres, jefe de cirugía pediátrica, no se cuenta con autorización de cada paciente o de su representante debido a que algunas de estas cirugías ya se realizaron hace algunos meses y el paciente no se encuentra en el hospital al momento, hecho que ya ha sido valorado y aprobado por el CEISH del HECAM. No se requieren muestras biológicas para el estudio.

Justificación: Dado que es una investigación de tipo retrospectivo no será posible obtener consentimiento/asentimiento/disentimiento informado, esto debido a que:

- Los pacientes ya no se encuentran dentro del hospital
- Puede existir pacientes no localizables o desaparecidos
- Existencia de pacientes fallecidos

#### **4.14 Confidencialidad**

La información será confidencial, cada historia clínica será manejada manteniendo en el anonimato y se manejarán por códigos en los cuales únicamente se utilizarán la primera inicial de sus 2 nombres y 2 apellidos para de esa manera respetar la identidad del paciente. La información será presentada en la disertación del trabajo final de tesis de la investigadora. Si los resultados de este estudio se publican no se expondrá la identidad de los pacientes que participaron.

#### **4.15 Recursos humanos**

Todo el proceso de recolección de datos será realizado por la investigadora, así como la tabulación de los datos obtenidos y el análisis de estos, esto será supervisado por el director de la disertación. (Anexo 6)

#### **4.16 Recursos materiales**

La autora suministrará la papelería para la recolección de los datos, también los computadores, servicio de internet y memorias flash para el análisis de datos y realización del informe final. Los libros médicos, revistas médicas y otros documentos científicos serán facilitados por la Biblioteca de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (Anexo 7)

#### **4.17 Responsables**

Se hará la recolección de datos del sistema AS400 de los pacientes que han sido intervenidos por cirugía robótica, luego se analizará esta información por los métodos ya mencionados por parte de Melissa Badillo, estudiante de medicina, autora del estudio y el Dr. Freud Cáceres, jefe de cirugía pediátrica del HECAM.

#### **4.18 Resultados Esperados**

A través del análisis de pacientes pediátricos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos en el periodo de agosto del 2021 a marzo del 2022 por cirugía robótica se busca describir las características clínicas y resultados quirúrgicos obtenidos, además de obtener un panorama general de la situación de este procedimiento en nuestro país, el cual permita identificar si las ventajas que se atribuyen a la cirugía robótica son aplicables a la población pediátrica, los factores que más se asocian a resultados negativos, las intervenciones en las que más se utiliza la cirugía robótica, entre otros aspectos para de esta manera

proporcionar información útil al personal de salud del Ecuador, sobre todo a cirujanos que operen por este método para evitar ciertas complicación de los pacientes y brindarles una mejor atención de salud.

Dentro de las posibles limitaciones, la principal es el reducido número de pacientes pediátricos que existirá debido a que es un procedimiento que apenas está iniciando en la población estudiada, con la finalidad de obtener el numero adecuado de pacientes se ha tratado de prolongar el tiempo con la finalidad de que se realicen más intervenciones en este periodo, además la muestra será el universo de pacientes intervenidos por cirugía robótica en el HECAM en el lapso mencionado.

## **5. RESULTADOS**

Con la información obtenida de las historias clínicas de los 40 pacientes pediátricos intervenidos por cirugía robótica en el HECAM desde agosto del 2021 hasta marzo del 2022 se logró completar la base de datos en el programa IBM SPSS considerando 16 variables, 12 de ellas cualitativas y 4 cuantitativas a partir de las cuales se realizó primero un análisis univariado y posteriormente un análisis inferencial a través del chi cuadrado, a continuación, se resumen los resultados en tablas y gráficos de barras del estudio.

## **5.1 Análisis Univariado**

Para estudiar cada una de las variables por separado se utilizó medidas de tendencia central para las variables cuantitativas, en este caso la mediana, valores máximos y mínimos y para las variables cualitativas se utilizó frecuencias.

### ***5.1.1 Variables Cuantitativas***

En la tabla 1 se observa las cuatro variables cuantitativas que se tomaron en cuenta en este estudio de las cuales se obtuvo la media como medida de tendencia central, así como el error estándar de la media.

En la variable peso la media es 41 kg, con un error estándar de la media de 3,21

En la variable minutos de la cirugía la media es 65 minutos, con un error estándar de la media de 8,29

En la variable minutos del docking la media es 15, con un error estándar de la media de 1,69

En la variable días de estancia hospitalaria la media es 3 días con un error estándar de la media de 0,57

**Tabla 1**

*Análisis descriptivo de las variables cuantitativas*

ANÁLISIS DESCRIPTIVO					
		PESO KILOGRAMOS	MINUTOS CIRUGIA	MINUTOS DOCKING	DIAS DE ESTANCIA
N	VÁLIDO	40	40	40	40
	PERDIDOS	0	0	0	0
MEDIA		41	65	15	3
ERROR ESTÁNDAR DE LA MEDIA		3,21	8,29	1,69	0,57

Nota: Los resultados son expresados según la media.

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

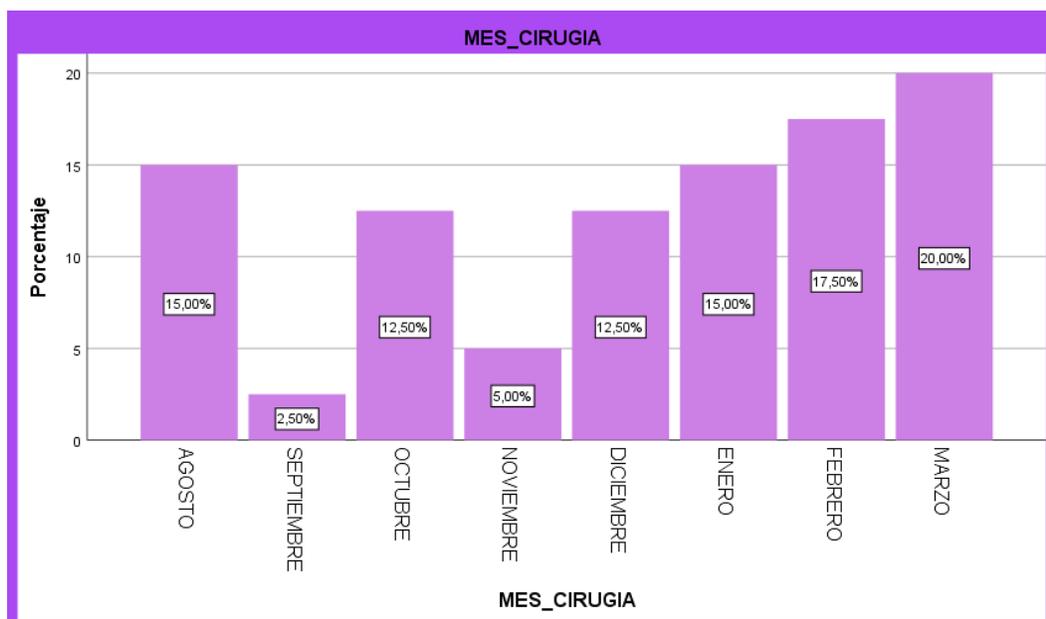
Elaborado por: Melissa Badillo

### 5.1.2 Variables Cualitativas

Para el análisis univariado de las 12 variables cualitativas se utilizaron gráficos de barras de frecuencia para cada una.

En la figura 9 se observa la variable mes de cirugía, se tomaron en cuenta 8 meses desde agosto del 2021 hasta marzo del 2022. En el mes de marzo es cuando más cirugías representando el 20% de los 40 procedimientos, seguido de febrero con un 17,50%, luego están enero y agosto con el 15% cada uno, diciembre y

octubre con el 12,50% cada uno, finalmente están con la menor cantidad de procedimientos noviembre con el 5% y septiembre con el 2,5%.



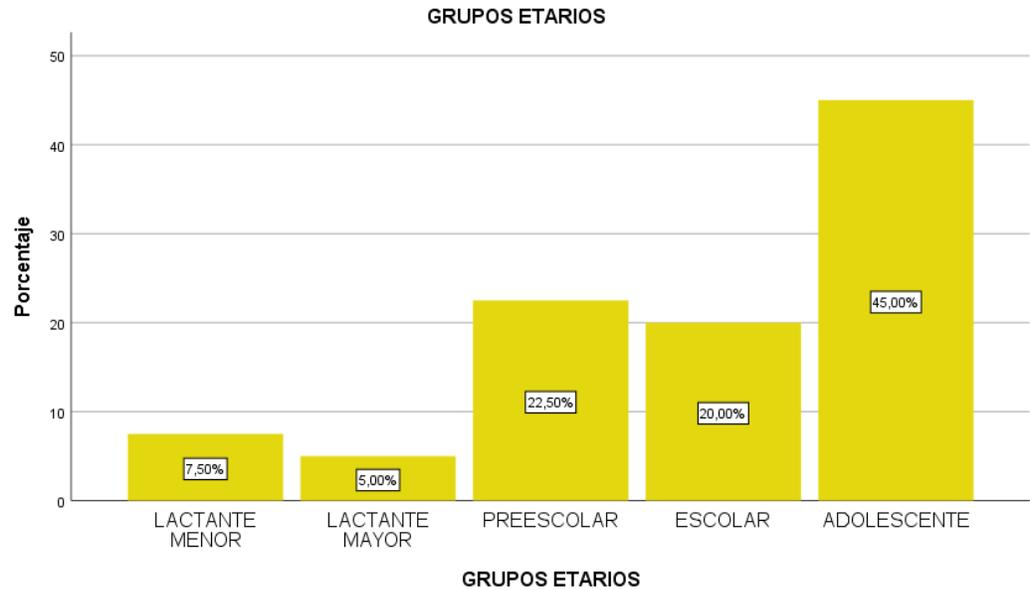
**Figura 9:** Mes en el que se realizó la cirugía

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

En la figura 10 se detalla la variable grupos etarios donde se observa que la mayoría corresponde al grupo adolescentes con un 45% de los 40 pacientes, seguido de preescolares con el 22,50%, luego están los escolares con el 20%, los lactantes menores representan el 7,50% y finalmente los lactantes mayores el 5%, no hubo ningún recién nacido.



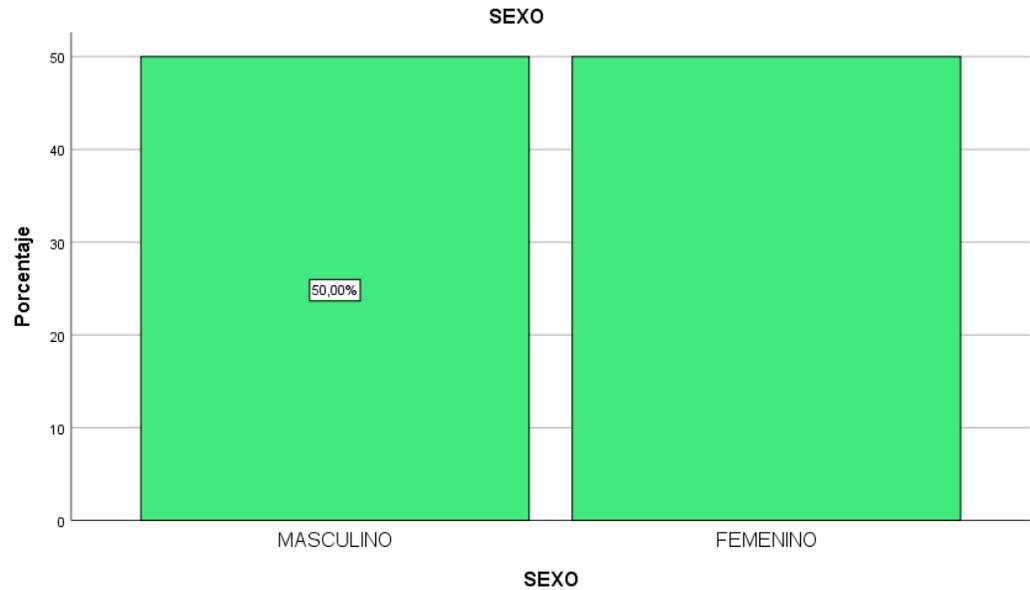
**Figura 10:** *Grupo etario*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

En la figura 11 se visualiza la variable sexo que revela que de los 40 pacientes la mitad fueron hombres y la mitad mujeres.



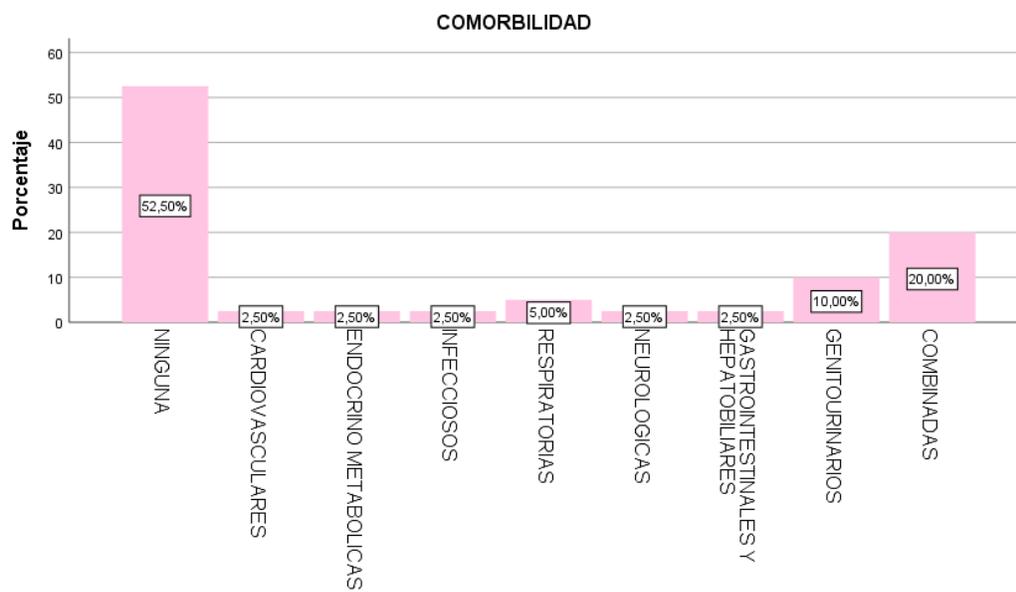
**Figura 11:** *Sexo*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

En la figura 12 se observan las comorbilidades donde el 52,5% de los pacientes no tuvo ninguna, el 10% tuvo alguna comorbilidad genitourinaria, el 5% tuvo una comorbilidad de tipo respiratorio, en cuanto a las comorbilidades cardiovasculares, endocrino metabólicas, infecciosas, neurológicas y gastrointestinales estuvieron presentes en un 2,5% de los pacientes, además se observó que el 20% de pacientes tuvo comorbilidades combinadas.



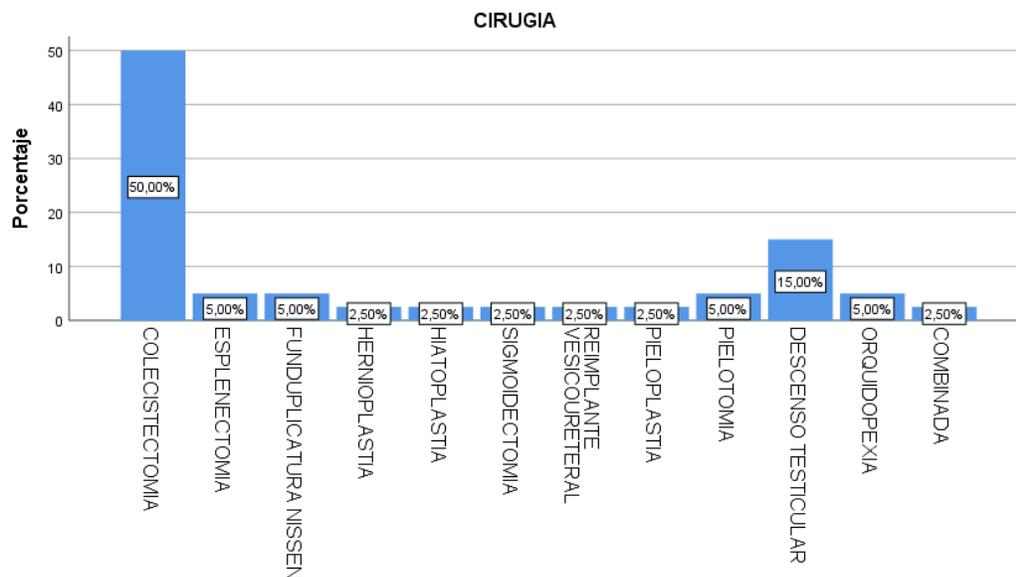
**Figura 12** *Comorbilidades*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

En la figura 13 se evidencian las cirugías realizadas, el 50% fueron colecistectomías, el 15% descensos testiculares, las piелotomías, funduplicaturas Nissen, orquidopexias y esplenectomías representan el 5% cada una, seguidas de hernioplastias, hiatoplastias, sigmoidectomías, reimplantes vesicoureterales, piелoplastias y cirugías combinadas con un 2,5% cada una.



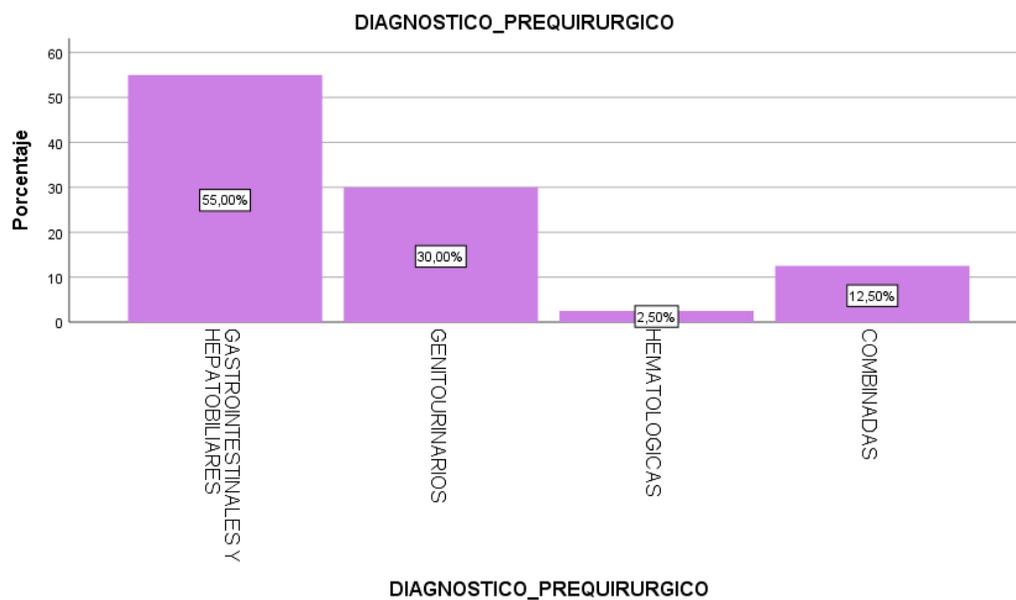
**Figura 13** Tipo de cirugía realizada

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

La figura 14 muestra los diagnósticos prequirúrgicos, el 55% está representado por patologías gastrointestinales y hepatobiliares, el 30% por enfermedades genitourinarias, el 2,5% por enfermedades hematológicas, además el 12,5% de pacientes tiene diagnósticos combinados.



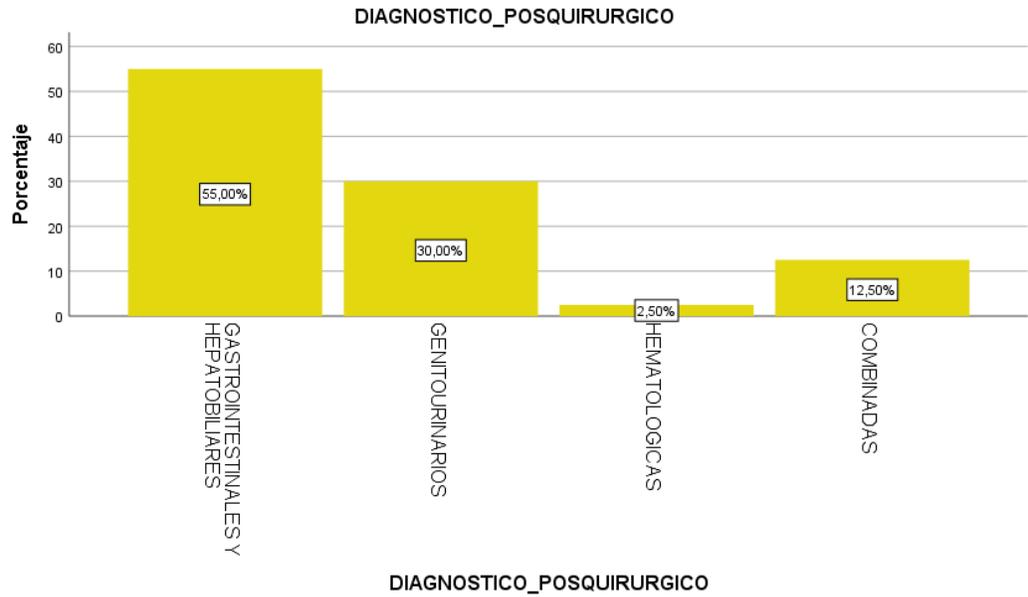
**Figura 14:** *Diagnostico prequirúrgico*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

La figura 15 muestra los diagnósticos posquirúrgicos, el 55% representa patologías gastrointestinales y hepatobiliares, el 30% enfermedades genitourinarias, el 2,5% hematológicas y el 12,5% de pacientes tiene diagnósticos combinados.



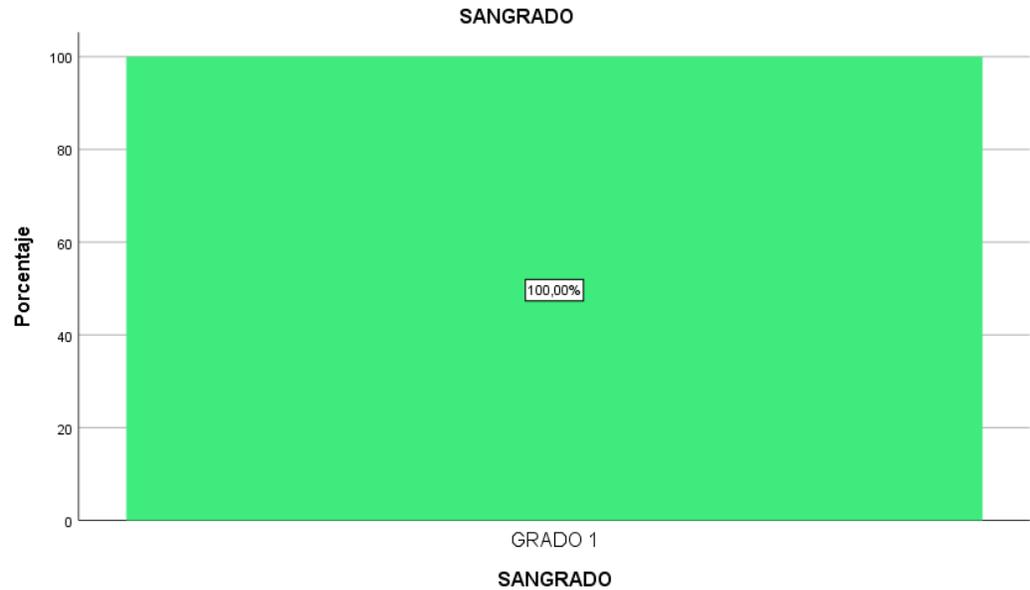
**Figura 15:** *diagnóstico posquirúrgico*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

La figura 16 indica la cantidad de sangrado durante la cirugía tomando en cuenta la escala de shock donde el 100% de los pacientes tuvo un sangrado grado I es decir menos de 750 ml de sangre.



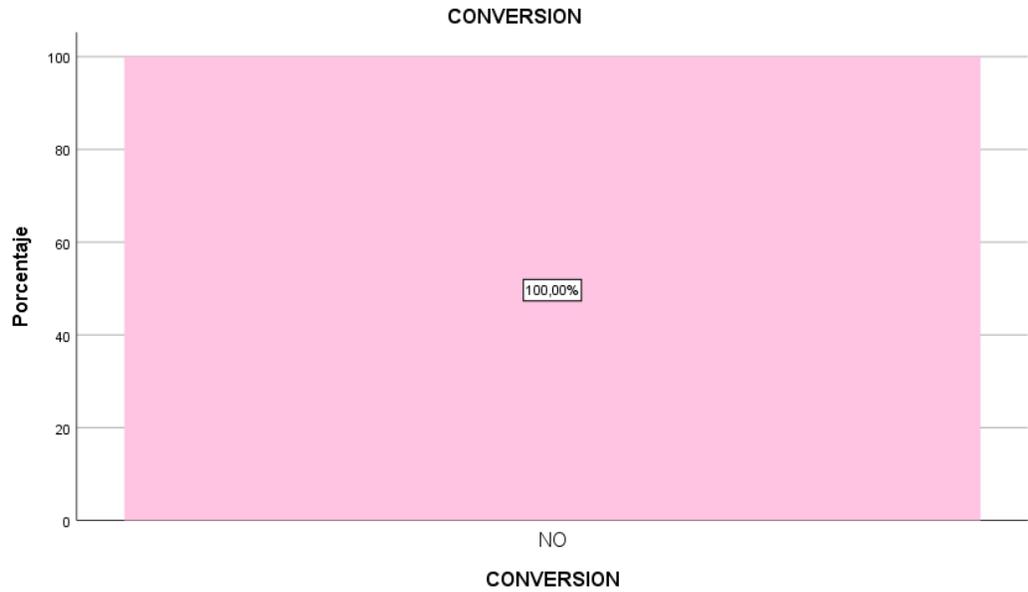
**Figura 16:** *Grado de sangrado durante el procedimiento*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%). Grados de sangrado según la escala de shock, grado I equivale a un sangrado inferior a 750 ml

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

La figura 17 señala la frecuencia con la que la cirugía robótica tuvo que convertirse en cirugía laparoscópica o abierta y muestra que este hecho no ocurrió en ningún caso.



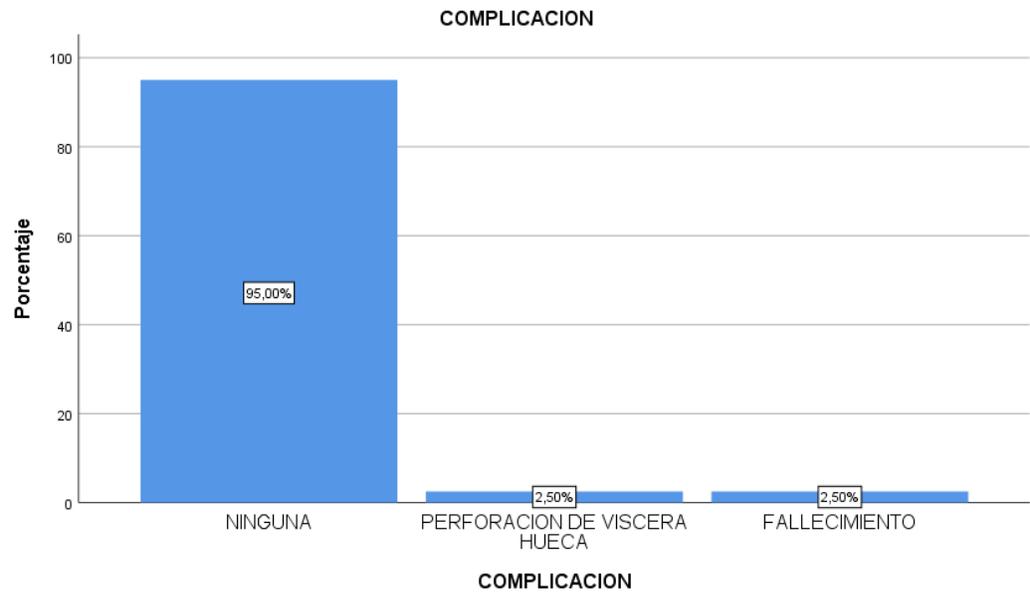
**Figura 17:** *Conversión de tipo de cirugía*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

La figura 18 representa al tipo de complicaciones que pudieron ocurrir durante la cirugía donde el 95% no tuvo ninguna complicación, el 2,5% de los casos tuvo perforación de una víscera hueca y en un 2,5% hubo fallecimiento.



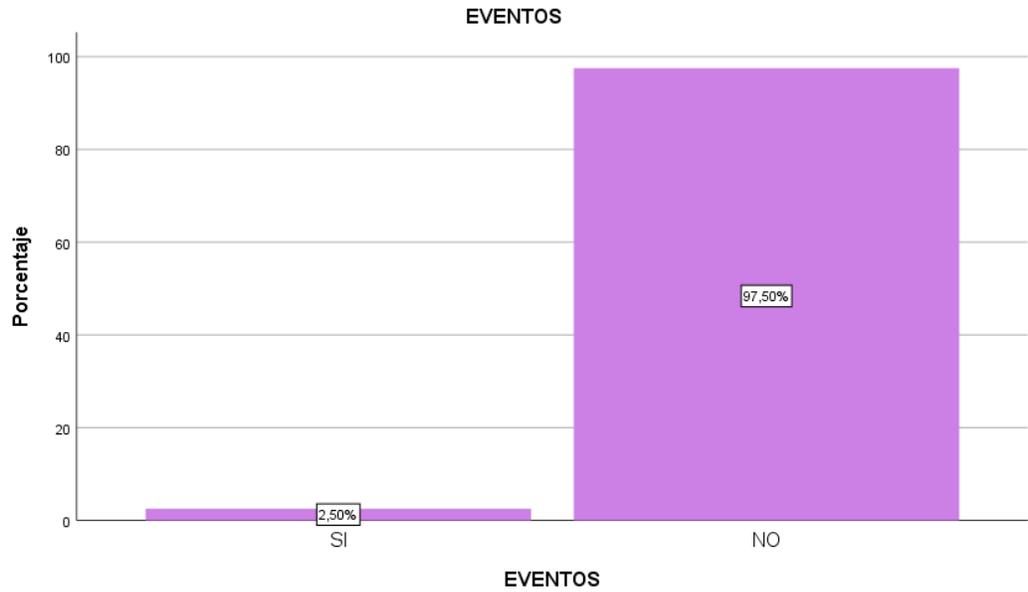
**Figura 18:** *Tipo de complicaciones*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

En la figura 19 se detalla la posibilidad de que hayan ocurrido eventos, en el 97,50% de los casos no los hubo sin embargo el 2,5% de los casos sí.



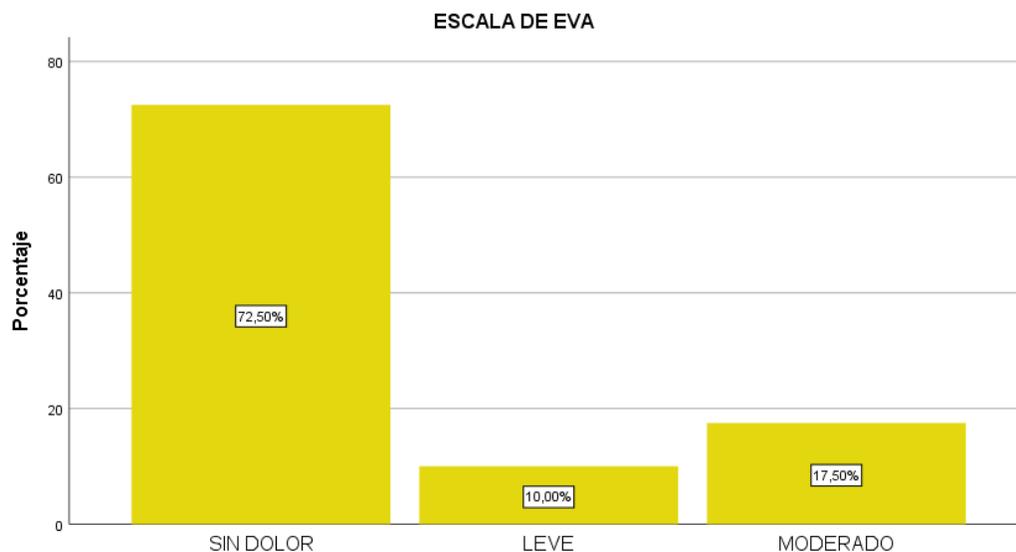
**Figura 19:** *Eventos*

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%).

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

En la figura 20 se detalla el dolor que presentaron los pacientes después de la cirugía mediante la escala EVA se vio que el 72,50% no presentó dolor, el 17,50% tuvo dolor moderado y el 10% dolor leve.



**Figura 20:** Niveles de dolor según la escala de EVA

Nota: Los resultados son expresados en porcentaje (%). Escala Visual Análoga (EVA)

Fuente: Base de datos, Coordinación de planificación HECAM-AS400

Elaborado por: Melissa Badillo

## 5.2 Análisis Inferencial

En el análisis inferencial realizado se encontró que las variables adolescentes, ninguna comorbilidad, cirugía tipo colecistectomía, diagnóstico prequirúrgico gastrointestinal y hepático, diagnóstico posquirúrgico gastrointestinal y hepático, ninguna complicación, no presentan eventos quirúrgicos, sin dolor de la EVA, 37.8 kilogramos, 4 días de estancia hospitalaria, una media de 90 minutos de cirugía total y una media de 17 minutos de docking son estadísticamente significativos ( $p= 0,001$ ) como se presenta en la tabla 2.

**Tabla 2***Variables estadísticamente significativas*

	FRECUENCIA	PORCENTAJE	(p)		
GRUPOS ETARIOS	LACTANTE MENOR	3	7,5	0,001	
	LACTANTE MAYOR	2	5,0		
	PREESCOLAR	9	22,5		
	ESCOLAR	8	20,0		
	ADOLESCENTE	18	45,0		
COMORBILIDADES	NINGUNA	21	52,5	0,001	
	CARDIOVASCULARES	1	2,5		
	ENDOCRINO METABOLICAS	1	2,5		
	INFECCIOSOS	1	2,5		
	RESPIRATORIAS	2	5,0		
	NEUROLOGICAS	1	2,5		
	GASTROINTESTINALES Y HEPATOBILIARES	1	2,5		
	GENITOURINARIOS	4	10,0		
	COMBINADAS	8	20,0		
	TIPO DE CIRUGIA	COLECISTECTOMIA	20	50,0	
ESPLENECTOMIA		2	5,0		
FUNDUPLICATURA NISSEN		2	5,0		
HERNIOPLASTIA		1	2,5		
HIATOPLASTIA		1	2,5		
SIGMOIDECTOMIA		1	2,5		
REIMPLANTE VESICOURETERAL		1	2,5		
PIELOPLASTIA		1	2,5		
PILOTOMIA		2	5,0		
DESCENSO TESTICULAR		6	15,0		
ORQUIDOPEXIA		2	5,0		
COMBINADA		1	2,5		
DIAGNOSTICO PREQUIRURGICO		GASTROINTESTINALES Y HEPATOBILIARES	22	55,0	0,001
		GENITOURINARIOS	12	30,0	
	HEMATOLOGICAS	1	2,5		
	COMBINADAS	5	12,5		

DIAGNOSTICO POSTQUIRURGICO	GASTROINTESTINALES Y HEPATOBILIARES	22	55,0	0,001
	GENITOURINARIOS	12	30,0	
TIPO DE COMPLI- CACION	HEMATOLOGICAS	1	2,5	
	COMBINADAS	5	12,5	
	NINGUNA	38	95,0	0,001
	PERFORACION DE VISCERA HUECA	1	2,5	
EVENTOS	FALLECIMIENTO	1	2,5	
	SI	1	2,5	0,001
	NO	39	97,5	
NIVELES DE DOLOR SEGÚN LA EVA	SINDOLOR	29	72,5	0,001
	LEVE	4	10,0	
	MODERADO	7	17,5	
	TOTAL	40	100,0	

Fuente: Planificación del HCAM

Elaborado por: Melissa Badillo

## **6. DISCUSIÓN Y RECOMENDACIONES**

La cirugía robótica ha logrado un gran avance a lo largo de los años, se ha desarrollado rápidamente y ha tenido un gran impacto en la medicina, tanto así que actualmente es aplicada para diversos tipos de patologías y en distintos grupos etarios, inclusive en los niños que pese a que inicialmente representaba un gran reto por las características constitucionales de los mismos y aunque hoy no se han superado del todo dichas limitaciones, es mucho más practicada a nivel mundial debido a que se han visto excelentes resultados al aplicarla, probablemente en el futuro se adquirirá más conocimiento respecto a los verdaderos beneficios así como a las desventajas de la robótica de forma que pueda ser practicada con mayor seguridad tanto para el paciente como para el médico cirujano; además ya que el avance tecnológico es contiguo al avance médico es de esperarse que se creen nuevos métodos para superar dichas limitantes para que de esa forma el especialista con la información existente logre discernir lo que es mejor para el paciente tomando consideraciones específicas acerca de las características de cada uno.

Haciendo alusión a los resultados significativos del estudio el **grupo etario** más operado por cirugía robótica corresponde a los adolescentes, es decir a pacientes de entre 12 a 18 años. Según Naomi Denning (Denning, 2019), en su estudio realizado en Meryland en el 2019 de Cirugía Robótica Pediátrica, la principal desventaja de la tecnología quirúrgica está relacionada con el tamaño del robot quirúrgico y sus instrumentos diseñados para adultos, por otro lado, en una serie de casos realizada por Cundy y colaboradores en el 2022 se encontró que las tasas de conversión dependían de la edad y fueron significativamente más altas en

los niños más pequeños, con tasas del 10,0 %, 6,1 % y 4,2 % para los grupos de edad de 0-2, 2- 6 y 6 -18 años, respectivamente ( $p = 0,01$ ). (Cundy, 2022).

Esta información concuerda con este estudio; el instrumental puede ser muy lesivo considerando el tamaño corporal del paciente, esto pese a que hoy en día ya existen instrumentos más pequeños de 8 y 5 mm, los cuales han sido utilizados en niños, no obstante, estudios revelan que no permiten maniobrar de forma libre al médico al ser muy pequeños, por lo cual no todos prefieren este tamaño de instrumental evitando pacientes muy pequeños que necesariamente requieran ser operados con puertos de 5 mm, de esta forma, conforme mayor sea el paciente, será más fácil operarlo. Hay que recordar que los niños cuentan con ciertas diferencias anatómicas y fisiológicas frente a un adulto, las cuales los convierten en más susceptibles ante una intervención médica, además, la introducción de CO<sub>2</sub> para inducir el neumoperitoneo de por sí suele causar cambios fisiológicos en todos los pacientes y estos suelen ser más marcados en el caso de los niños por lo cual requieren de precauciones especiales ya que en cuanto menor es la edad más riesgo hay de complicaciones, eventos y conversiones; estas precauciones ya no se toman en pacientes más grandes con un peso superior a 10 kg ya que tienen menos riesgo de sufrirlas. (Denning, 2019)

La mayoría de los pacientes no presentó **comorbilidades**. Según un artículo de revisión de Hernández (Hernandez, 2018), los pacientes con comorbilidades considerables, problemas médicos o quirúrgicos complejos, extremos de la obesidad o desnutrición, podrían ser menos capaces de compensar los tiempos

quirúrgicos prolongados experimentados durante la curva de aprendizaje. (Rojas, 2018)

Dentro de la evaluación prequirúrgica al paciente es fundamental valorar el riesgo quirúrgico que este presenta, para ello el análisis detallado de las comorbilidades es un paso que no puede dejarse de lado ya que un alto riesgo perioperatorio por comorbilidades, anomalías anatómicas, entre otras, representan contraindicaciones absolutas para que un paciente pueda ser operado por un robot, es por ello que lo más probable es que dentro del grupo de pacientes operados en el HECAM, al ser este un hospital en curva de aprendizaje en robótica en pacientes pediátricos, se hayan evitado pacientes con comorbilidades asociadas como lo demuestra esta investigación, esto con la finalidad de evitar complicaciones.

En cuanto al **tipo de cirugía**, la más frecuente fue la colecistectomía, sin embargo, según Mahida y colaboradores en su estudio de casos realizado en EE. UU. en el 2011, las cirugías robóticas más comunes realizadas fueron de tipo urológicas primero la pieloplastia, seguida del reimplante ureteral y nefrectomía apareciendo después la colecistectomía. (Mahida, 2015). De la misma forma en una revisión de casos de Cundi y colaboradores, los procedimientos gastrointestinales, genitourinarios y torácicos más prevalentes fueron la funduplicatura, la pieloplastia y la lobectomía respectivamente (Cundy T. P., 2013); En un artículo original de Kuri Osorio en el 2020 en el que se sometieron a cirugía robótica general 230 pacientes la cirugía de hiato fue la más realizada con 100 intervenciones (43.5%), seguida por las plastias inguinales con 98 (42.6%), plastias ventrales 13 (5.7%), colectomías 10 (4.3%) y colecistectomías 4 (1.7%) (Osorio, 2020). Liza Denning

en su revista afirma que en niños los procedimientos urológicos son los más realizados y los clasificó según la población considerada de 3688 de 2003 a 2016 y encontró que, con mucho, los más comunes fueron la pieloplastia (1923), seguido del reimplante ureteral (1120); siendo las patologías urológicas las más frecuentemente atendidas por robótica. (Denning, 2019)

Este estudio no concuerda con la información disponible de estudios en otros países en los que se revela que la pieloplastia es el procedimiento más realizado y no la colecistectomía, este hecho podría estar influenciado por el hecho de que en el HECAM los cirujanos se encontraban en curva de aprendizaje que es una etapa en la cual el cirujano que está en formación es monitorizado en su proceso de aprendizaje en una técnica quirúrgica en particular, permitiéndole mejorar habilidades específicas, en este caso es probable que la colecistectomía haya sido la cirugía con la que más afinidad estuvieron los cirujanos en ese momento; adicional a ello esto concuerda con el tipo de patologías más atendidas en este estudio que corresponden a las gastrointestinales y hepáticas.

De las **complicaciones y los eventos** en este estudio la gran mayoría de los pacientes no presentó ni complicaciones ni eventos, de la misma forma en un estudio prospectivo de la Asociación Americana de Cirujanos en el 2022 notó que la cirugía robótica en comparación con la abierta y laparoscópica se asoció con una tasa significativamente menor de complicaciones generales y de eventos en sí. (MD, 2022), sin embargo, de acuerdo con un estudio de cohorte retrospectivo hecho por Zhou y colaboradores en donde se compararon a 52 pacientes que se sometieron a cirugía robótica, 190 a laparoscópicas y 106 a cirugía abierta, la incidencia de

complicaciones en los grupos fue 19,2%, 17,4%, 21,7% respectivamente y la incidencia de eventos fue del 2% para la robótica mientras que tanto la técnica laparoscópica como la abierta presentaron incidencias mínimas (Zhou, 2018). Dentro de las complicaciones posibles en una cirugía, una de las más frecuentes es **la hemorragia**, que en este estudio en todos los casos fue grado I, es decir menor a 750 ml de la escala de shock, un estudio de casos y control indica que las pérdidas hemáticas medias en una cirugía robótica son de 166,7 mL (Andorra, 2021)

Al ser la robótica una técnica mínimamente invasiva lo más lógico es esperar que exista menos riesgo de complicaciones y eventos como perforación de vísceras, hemorragia, fallecimiento u otros, sin embargo al ser la robótica un método que aún puede considerarse novedoso en varias zonas del mundo implica que los cirujanos aun estén en aprendizaje lo cual podría implicar que dentro del proceso se presenten eventos y complicaciones por desconocimiento, es decir que adicionalmente a los riesgos quirúrgicos dependientes de cada paciente de forma individualizada estarán los riesgos dependientes de la experticia del cirujano.

En cuanto al **nivel del dolor** la mayor parte de los pacientes no presentaron dolor. Una revista mexicana de anestesiología menciona que las causas de dolor postoperatorio en cirugía robótica son: el sitio de incisión para los puertos, la distensión secundaria al neumoperitoneo, dolor visceral secundario a la manipulación y disección del objetivo quirúrgico, el dolor asociado a la posición quirúrgica y el dolor de hombro y espalda secundario a la sobre distensión del diafragma y la irritación del nervio frénico por el gas residual al cierre del campo quirúrgico. (Benítez, 2019). Sin embargo, varias revistas concuerdan con que el

dolor que presentan los pacientes es principalmente en la zona de intervención y que al ser la robótica menos agresiva e invadir menos los órganos a la hora de operar resulta lógico asumir que el sitio quirúrgico será más pequeño y por ende el dolor asociado también, concordando con los resultados de este estudio.

Del **peso** la media fue de 37,8 kg. En una revisión europea de Ramnath Subramaniam del 2018 titulada *Current Use of and Indications for Robot-assisted Surgery in Paediatric Urology* se indica que aunque las investigaciones sugerían que la robótica solo era popular para niños mayores verdaderamente el límite inferior está determinado por el peso y no por la edad, poniendo como peso optimo 10 kg (Subramaniam, 2018), adicionalmente en la revista de Denning se afirma que el tamaño del paciente es una consideración en la selección para la cirugía asistida por robot, pero el tamaño pequeño, menos de 10 kg, no es necesariamente una contraindicación, según el paciente y el procedimiento específicos. (Denning, 2019)

Los resultados del estudio concuerdan con la información disponible ya que casi la totalidad de los pacientes tenían un peso superior a los 10 kg por lo que seguramente fue un factor que los cirujanos del HECAM consideraron previo a la toma de sus decisiones. El peso verdaderamente es un factor importante ya que para muchos médicos lo que determinará verdaderamente si un paciente es apto o no para este procedimiento será sobre todo su peso, la referencia es de 10 kg como mínimo no solo para que el paciente sea considerado candidato para un procedimiento robótico sino para esperar que este no presente complicaciones, eventos o conversiones, los 10 kg corresponden con un paciente de mínimo un año,

es decir cuando este ya es lactante mayor, de esta forma se puede afirmar que el peso y la edad de una u otra manera están relacionados debido a que conforme mayor sea el peso se espera que mayor sea la edad en la mayoría de los casos.

La media de los **días de estancia hospitalaria** fue 4 días en esta investigación. Según un estudio prospectivo del Hospital Germans en Barcelona en el 2021 la estancia postoperatoria media es de cuatro días (Andorra, 2021), de la misma forma en un estudio prospectivo de la Asociación Americana de Cirujanos en el 2022, la estancia hospitalaria fue significativamente más larga en cirugía abierta (6 días) y laparoscópica (5 días) en comparación con la cirugía robótica (4 días; todas *P* valores <.001) (MD, 2022), por otro lado en un artículo original de Esteban Cugat Andorrà la estancia postoperatoria media fue de cuatro días (2-14 días). (Andorra, 2021)

Los resultados coinciden con otros estudios existentes (Andorra, 2021), esto se asume ya que al ser la robótica una cirugía mínimamente invasiva implicaría un menor daño al paciente y esto se debería reflejar en los resultados posquirúrgicos y con ello en la necesidad de más o menos días de estancia hospitalaria del paciente, desde esa perspectiva esta técnica si estaría aportando las ventajas que se supone debe brindar; no obstante existen casos esporádicos que contrario a lo que se espera presentan una estancia hospitalaria prolongada, esta podría deberse a características propias del paciente como sus comorbilidades, así como a que haya existido eventos o complicaciones inesperadas durante la cirugía; así mismo podrían relacionarse con la experticia del médico, sea cual sea el motivo es importante informar al paciente la posibilidad de que ello ocurra.

El **tiempo** en promedio de duración de la cirugía fue de 90 minutos y el tiempo en promedio de duración del Docking fue de 17 minutos. Según un estudio prospectivo de la Asociación Americana de Cirujanos en el 2022 la cirugía robótica tuvo tiempos de quirófano significativamente más largos y costos más altos que la cirugía abierta o laparoscópica; de acuerdo con un artículo original mexicano de Eduardo Jafet Ruiz Suárez donde se realizó 102 operaciones de los cuales 46.9% fueron urológicos, 41.8% de cirugía general y 11.2% ginecológicos el tiempo quirúrgico promedio fue de 178 min. (Suárez, 2016)

Varios estudios (Suárez, 2016), demuestran que la cirugía robótica tarda más frente a otras técnicas, sin embargo los mismos estudios detallan que este aumento de tiempo se debe en la mayoría de los casos no al tiempo quirúrgico como tal sino a la suma de este mas el tiempo que requiere montar el carro robótico, también conocido como tiempo Docking; adicional a ello el tiempo siempre variará dependiendo de las habilidades ya adquiridas del cirujano en cualquiera de las técnicas, sin embargo al ser la robótica aun novedosa en varias zonas es de esperarse que el medico aún se encuentre en búsqueda y adquisición de una mayor destreza.

De la **conversión** en este estudio en ninguno de los casos hubo conversión. En una serie de casos realizada por Cundy y colaboradores en el 2022 se encontró que la tasa de conversión total fue del 2,5 %, las tasas de conversión fueron significativamente más altas en los niños más pequeños, con tasas del 10,0 %, 6,1 % y 4,2 % para los grupos de edad de 0-2, 2- 6 y 6 -18 años, respectivamente ( $p = 0,01$ ) y el motivo más frecuente de conversión fueron problemas relacionados con la anestesia causados por intestino dilatado y/o relajación muscular inadecuada.

(Cundy, 2022) de la misma forma en un estudio prospectivo de la Asociación Americana de Cirujanos en el 2022 la cirugía robótica en comparación con la abierta y laparoscópica se asoció con una tasa de conversión significativamente menor (MD, 2022).

La conversión debe considerarse como un evento que puede ocurrir en el quirófano, mas no un fracaso en la intervención ya que varios pueden ser los motivos que conduzcan a ella; si bien es cierto que previamente el médico debe analizar de forma individual a sus pacientes para reconocer si este es o no candidato para un procedimiento robótico puede darse el caso en que ciertos detalles no estén a simple vista y pueden pasar por desapercibido, estos detalles podrían ser revelados una vez que el paciente ya esté en quirófano y el cirujano debe ser capaz de identificarlos y de ser necesario convertir la cirugía robótica a laparoscópica o abierta de forma oportuna; además, la conversión a otras técnicas podría presentarse con mayor frecuencia cuando un cirujano ha empezado su aprendizaje ya que podría encontrar mayores dificultades para culminar con el procedimiento robótico al no dominar la técnica para evitar complicaciones con el paciente. (MD, 2022).

De las variables no significativas en este estudio está el sexo donde la mitad de los pacientes fueron hombres y la otra mitad fueron mujeres. De acuerdo con un artículo original mexicano del 2016 de Eduardo Jafet Ruiz Suárez de los pacientes intervenidos por cirugía robótica el 59% hombres y 41% mujeres. (Suárez, 2016)

En este estudio **el sexo** del paciente no es significativo, es decir que ambos sexos se operan con igual probabilidad; esto podría deberse a que los tipos de patologías operadas son variadas y aunque la mayoría de las cirugías fueron

colecistectomías debidas a colecistitis cuya patología es más frecuente en mujeres con una relación 2:1, también se operaron patologías presentes solo en hombres como descenso testicular y orquidopexia, además de otras patologías presentes por igual tanto en hombres como mujeres lo cual pudo igualar las cifras, sin embargo es probable que el sexo del paciente no interfiera con la decisión de si debe o no operarse por cirugía robótica (MD, 2022).

En cuanto **al mes** en el que se realizaron más operaciones fue marzo, lo cual de acuerdo con este estudio este hecho no tendrá influencia en los resultados clínicos de un paciente en específico ya que no importa el número de operaciones que se realicen en el mes para conocer cuáles serán los resultados en su caso. Sin embargo, los datos tienen bastante sentido ya que para este momento lo más seguro es que los médicos ya adquirieron mayor solidez en sus conocimientos y con una mayor experiencia estos pudieron obtener más seguridad para realizar un mayor número de intervenciones; adicional a ello es muy probable que más médicos cirujanos se hayan sumado al equipo quirúrgico robótico, con lo cual se puede operar a más pacientes.

A lo largo del estudio se encontró algunas limitantes una de ellas es que los pacientes del estudio son únicamente del HECAM, sin embargo, para extrapolar la información a pacientes pediátricos del Ecuador se requeriría información de otros hospitales de este país, este pudo ser considerado un sesgo de inclusión o de Berkson que pudo generar falta de representatividad de la población.

Otra limitación fue que al ser Ecuador un país en vías de desarrollado los avances tecnológicos suelen siempre aparecer más tardíamente y aunque la robótica

ya se ha incluido hace algunos años atrás en este país, no fue sino hasta hace poco que se comenzó a realizar estos abordajes en pacientes pediátricos, en el caso del Hospital Carlos Andrade Marín específicamente se dio inicio en agosto del 2021 por lo cual el tamaño de la muestra probablemente es pequeño dado el tiempo de este estudio, esto dificultaría el hecho de que se puedan extrapolar los resultados a poblaciones más grandes, adicional a ello, estando consciente de que la muestra podría ser pequeña se tomó en cuenta a absolutamente todos los pacientes pediátricos intervenidos por cirugía robótica desde agosto a marzo lo cual pudo generar un sesgo de representatividad de muestra.

Por otro lado, en la investigación se mencionó que una de las dificultades es que la cantidad de estudios existentes de cirugía robótica pediátrica es escasa y que si bien es cierto que países como España, Estados Unidos, México, entre otros han incorporado a su práctica habitual a la robótica mucho tiempo antes, incluso estos países cuentan con cantidades considerablemente menores de pacientes pediátricos al compararlas con el número de procedimientos en adultos, lo cual lógicamente implica que exista menos información acerca del tema a nivel mundial y mucho más en Ecuador, sin embargo hay que considerar que el hecho de que no se hayan publicado no implica que no existan numerosos estudios adicionales por lo cual se pudo cometer en este aspecto un sesgo de publicación. (Denning, 2019)

Otro de los problemas encontrados fue que el estudio se inició una vez que las cirugías ya fueron realizadas y los pacientes fueron dados de alta por lo que no se pudo obtener la aprobación en este caso de los padres de los niños a través de consentimientos informados, adicional a ello esto implicó que la base de datos se

genere con la información disponible de las historias clínicas en el sistema AS400 y no directamente de los pacientes o de sus padres por lo cual datos como el nivel de dolor y comorbilidades podrían no ser del todo certeros, además pudieron ser respuestas subjetivas por parte de los niños lo cual pudo generar un sesgo del entrevistado o a su vez los médicos que realizaron las historias clínicas pudieron redactar lo que ellos interpretaron de las respuestas de los pacientes. (Manterola, 2015)

Respecto a las recomendaciones, se debe considerar que este proyecto se centró en aportar información acerca de las características clínicas de los pacientes pediátricos así como de sus resultados quirúrgicos luego de un procedimiento robótico con la finalidad de brindar un panorama general acerca del tema en el Ecuador y aunque se tomó en consideración pacientes de uno de los hospitales más representativos del país, existen algunos otros que introdujeron a su práctica ya estos procedimientos, por lo cual la sugerencia es que los próximos estudios deberían enfocarse en otros hospitales ecuatorianos para que se pueda comparar los resultados a nivel de cada uno y poder obtener información que se pueda extrapolar a la población pediátrica de Ecuador en general.

Aunque hoy se dispone de información que brinda conocimientos acerca de los diferentes tipos de cirugía, tanto de la abierta, como de la laparoscópica y de la robótica que genera la oportunidad a los especialistas a nivel mundial de optar por una o por otra según las características individuales de cada paciente, de momento el Ecuador no cuenta con abundantes publicaciones acerca del tema, por lo que considero importante realizar investigaciones que den al país la misma oportunidad

pero con información más real y más acorde a las características propias de la gente de este país.

Adicionalmente considero de gran relevancia el hacer un análisis costo-efectividad comparando lo que cuesta este tipo de cirugías con los resultados obtenidos en los pacientes para que de esa forma se pueda determinar que pacientes son verdaderamente beneficiarios de la robótica, ya que al ser Ecuador un país de tercer mundo no es apto por el momento para cubrir gastos innecesarios.

Se espera que en un futuro inmediato gracias a los estudios que se realicen en los próximos años se obtenga el mayor beneficio para los pacientes, al permitirles recibir la atención más adecuada dependiendo de sus condiciones, así como también se espera que los cirujanos del país cada vez se vayan acoplando a la tecnología existente y que gracias al conocimiento que vayan adquiriendo sean capaces de tomar las mejores decisiones en beneficio para sus pacientes.

## **7. CONCLUSIONES**

Las características clínicas de los pacientes con resultados significativos fueron adolescentes, hombres y mujeres por igual, ninguna comorbilidad y diagnósticos tanto prequirúrgicos como posquirúrgicos de tipo gastrointestinal y hepático.

Otros resultados significativos fueron sangrado grado I de la escala de shock, no se realizó conversión a un tipo de cirugía alterno, ninguna complicación quirúrgica, ningún evento, sin dolor de la EVA, colecistectomía como el tipo de cirugía más realizada y 4 días de estancia hospitalaria en promedio

La media de tiempo total de cirugía robótica fue de 90 minutos de manera significativa.

La media de tiempo Docking fue de 17 minutos de manera significativa.

El estudio mostró que las patologías más atendidas fueron de tipo gastrointestinal y hepático.

Con base a los resultados obtenidos, se confirma la hipótesis de que la cirugía robótica se aplica con seguridad en la población pediátrica, respecto a estancia media, morbilidad, tiempo quirúrgico y eventos en los pacientes pediátricos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos en el periodo de agosto del 2021 a marzo del 2022 por cirugía robótica.

## **8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Andorra, E. C. (2021). *Desafío y futuro de la cirugía robótica hepática y pancreática*.

*Análisis de 64 casos en una unidad especializada*. Obtenido de

[https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0009739X21000312.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0009739X21000312.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

Benítez, D. (2019). *Manejo analgésico en cirugía robótica*. Obtenido de

<https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2019/cmas191ag.pdf>

Cedeño, Y. (2022). *Cirugía robótica, la transición de la cirugía en la actualidad*.

*RECIAMUC*. Obtenido de

<https://www.reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/862/1259>

Cirugía, A. E. (2020). *Cirugía robótica*. En C. Moreno. Madrid: Arán. Obtenido de

<https://davinci.imedhospitales.com/img/2020/03/monografias-cirugia-robotica.pdf>

Coello, C. (2020). *El Eugenio Espejo repotencia quirófanos e incorpora el Da Vinci*.

*Edicion Medica*. Obtenido de

<https://www.edicionmedica.ec/secciones/gestion/el-eugenio-espejo-repotencia-quiroyfanos-e-incorpora-el-da-vinci--96463>

Cundy. (2022). *Conversions in pediatric robot-assisted laparoscopic surgery*. Obtenido de

[https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0022346821007685.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0022346821007685.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

- Cundy, T. P. (2013). *The first decade of robotic surgery in children*. Obtenido de [https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0022346813000420.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0022346813000420.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)
- Denning, L. (2019). *Cirugía robótica pediátrica*. Obtenido de <file:///C:/Users/HP/OneDrive/Escritorio/TESIS/EJEMPLOS/CR%20PEDIATRICA%202019%20ESP.pdf>
- Ellis, D. (2022). Anestesia para cirugía robótica . En D. Ellis, *Miller Anestesiología* . Madrid , España : Elsevier . Obtenido de [https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9788491137368000715.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/3-s2.0-B9788491137368000715.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)
- Hernandez. (2018). *Medigraphic*. Obtenido de Cirugia robotica: <https://www.medigraphic.com/pdfs/endosco/ce-2018/ce183b.pdf>
- Hora, L. (2018). *Da Vinci manda en la cirugía robótica en Ecuador*. Obtenido de <https://www.lahora.com.ec/secciones/da-vinci-manda-en-la-cirugia-robotica-en-ecuador/>
- Intuitive. (2022). *da Vinci*. Obtenido de <https://www.intuitive.com/en-us/about-us/company/leadership>
- Jalisco. (2011). *MANUAL DE PROCEDIMIENTOS PARA QUIRÓFANO*. Obtenido de <http://ijc.gob.mx/arc/8/IV/e/ManualProQuirofano.pdf>
- Lendvay. (2021). Principios de la cirugía laparoscópica y robótica en niños. En *Campbell*. Elsevier .

- Lendvay, T. (2022). Principios de la cirugía laparoscópica y robótica en niños. En *Campbell principios de cirugía* . Elsevier .
- Leon, A. (2019). Cambios fisiológicos y consideraciones anestésicas en cirugía robótica . *Medigraphic* . Obtenido de <https://www.medigraphic.com/pdfs/rma/cma-2019/cma191h.pdf>
- Madani, A. (2022). Tecnología emergente en cirugía. En Madani, *Sabiston Cirugía* . Elsevier .
- Mahida, J. B. (2015). *Utilization and costs associated with robotic surgery in children*. Obtenido de [https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0022480415005247.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0022480415005247.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)
- Manterola, C. (2015). *Los Sesgos en Investigación Clínica*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v33n3/art56.pdf>
- MD, B. M. (2022). *El impacto del enfoque quirúrgico en los resultados posoperatorios y la utilización de la atención médica después de la colectomía*. Obtenido de <https://clinicalkey.puce.elogim.com/#!/content/journal/1-s2.0-S0039606021006942>
- medica, E. (2018). *Hospital Carlos Andrade Marín realiza su cirugía robótica número mil*. Obtenido de <https://www.edicionmedica.ec/secciones/gestion/hospital-carlos-andrade-mar-n-realiza-su-cirug-a-rob-tica-n-mero-mil-91503#:~:text=El%20Hospital%20Carlos%20Andrade%20Mar%C3%ADn,intervenciones%20quir%C3%BArgicas%20de%20alta%20complejidad.>

Osorio, K. (2020). *Primeros 230 casos en cirugía general asistida por robot por un solo grupo quirúrgico en México*. Obtenido de

<https://www.medigraphic.com/pdfs/endosco/ce-2020/ce202d.pdf>

Pereira. (2017). Actualidad de la cirugía robótica. La Habana: Scielo. Obtenido de

<http://scielo.sld.cu/pdf/cir/v56n1/cir06117.pdf>

Quiñonez, Y. (2022). Proceso de Acoplamiento de Robots Móviles Modulares mediante comportamientos cooperativos . *Universidad Politécnica de Madrid* . Obtenido de

[https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok\\_es/003/794/3794516.pdf.pdf?X-](https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/003/794/3794516.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220704%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220704T225914Z&X-Amz-SignedHeaders=h)

[Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-](https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/003/794/3794516.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220704%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220704T225914Z&X-Amz-SignedHeaders=h)

[Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220704%2F%2Fs3%2Faws4\\_request&X-](https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/003/794/3794516.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220704%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220704T225914Z&X-Amz-SignedHeaders=h)

[Amz-Date=20220704T225914Z&X-Amz-SignedHeaders=h](https://node1.123dok.com/dt02pdf/123dok_es/003/794/3794516.pdf.pdf?X-Amz-Content-Sha256=UNSIGNED-PAYLOAD&X-Amz-Algorithm=AWS4-HMAC-SHA256&X-Amz-Credential=7PKKQ3DUV8RG19BL%2F20220704%2F%2Fs3%2Faws4_request&X-Amz-Date=20220704T225914Z&X-Amz-SignedHeaders=h)

Quito, H. M. (2022). Primera Cirugía Robótica a la paciente más joven en el Ecuador.

*HMQ*. Obtenido de <https://www.hospitalmetropolitano.org/es/blog/metro-noticias/general/primera-cirugia-robotica-a-la-paciente-mas-joven-en-el-ecuador>

Rivas. (2020). *Cirugía robótica en ginecología: revisión de la literatura*. Obtenido de

<http://www.scielo.org.mx/pdf/cicr/v88n1/2444-054X-cir-88-1-107.pdf>

Rojas, M. A. (2018). *Cirugía robótica*. Obtenido de

<https://www.medigraphic.com/pdfs/endosco/ce-2018/ce183b.pdf>

Rolston, J. (2022). *Cirugía neurológica de Youmans y Winn Improving Patient Safety*.

Elsevier . Obtenido de <https://clinicalkey.puce.elogim.com/#!/content/book/3-s2.0-B9780323661928000069?scrollTo=%23hI0000299>

Ronald. (2019). Cirugia Robotica Pediatrica. En *Surgical Clinics of North America*.

Elsevier. Obtenido de

[https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0039610919301628.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S0039610919301628.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

Suárez, E. J. (2016). *Experiencia inicial en cirugía robótica mínimamente invasiva en*

*Hospital de Tercer Nivel en México*. Obtenido de

<https://www.medigraphic.com/pdfs/endosco/ce-2016/ce161e.pdf>

Subramaniam, R. (2018). *Current Use of and Indications for Robot-assisted Surgery in*

*Paediatric Urology*. Obtenido de

[https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S2405456918302396.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S2405456918302396.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

Surgical, I. (2022). *EndoWrist*. Obtenido de [https://www.intuitivesurgical.com/test-](https://www.intuitivesurgical.com/test-drive/pages/endowrist-instruments.php)

[drive/pages/endowrist-instruments.php](https://www.intuitivesurgical.com/test-drive/pages/endowrist-instruments.php)

Vergez. (2018). *Principios generales de la cirugía robótica en oncología ORL*. Elsevier .

Obtenido de

[https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/51-s2.0-S1635250518416714.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/51-s2.0-S1635250518416714.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

Yang Hee Woo, Y. F. (2022). *Robotic Surgery* (21 ed.). El Sevier. Obtenido de

[https://clinicalkey.puce.elogim.com/#!/content/book/3-s2.0-](https://clinicalkey.puce.elogim.com/#!/content/book/3-s2.0-B9780323640626000165?scrollTo=%23hl0002336)

[B9780323640626000165?scrollTo=%23hl0002336](https://clinicalkey.puce.elogim.com/#!/content/book/3-s2.0-B9780323640626000165?scrollTo=%23hl0002336)

Zhou. (2018). *The Comparative Study of Robotic Surgery, Laparoscopic Surgery and*

*Traditional Laparotomy*. Obtenido de

[https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S1553465018305260.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

[S1553465018305260.pdf?locale=es\\_ES&searchIndex=](https://clinicalkey.puce.elogim.com/service/content/pdf/watermarked/1-s2.0-S1553465018305260.pdf?locale=es_ES&searchIndex=)

## **9. ANEXOS**

**Anexo 1. Institución Participante**

<b>Nombre de la institución</b>	<b>Pública/ Privada</b>	<b>Dirección postal</b>	<b>Persona de contacto</b>	<b>Correo electrónico persona contacto</b>	<b>Teléfono persona de contacto</b>
Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín	Publica	Avenida Ayacucho y avenida 18 de septiembre Quito, Ecuador	Dr. Freud Cáceres	<a href="mailto:Caceres905@puce.edu.ec">Caceres905@puce.edu.ec</a>	0983411142

**Anexo 2. Matriz De Recolección De Datos**

Historia clínica

Fecha de cirugía:

Edad:

Sexo:

Peso:

Comorbilidades

Cirugía realizada

Diagnóstico prequirúrgico

Diagnóstico posquirúrgico

Cantidad de sangrado intraoperatorio

Conversión

Complicaciones

Eventos

Estancia hospitalaria

Dolor posquirúrgico

Tiempo de cirugía

Tiempo de robot-docking

## Anexo 3: Resumen de las pruebas de hipótesis

## Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	Las categorías de MES_CIRUGIA se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,333 <sup>1</sup>	Retener la hipótesis nula.
2	Las categorías de GRUPOS ETARIOS se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
3	Las categorías definidas por SEXO = FEMENINO y MASCULINO se producen con las probabilidades 0,5 y 0,5.	Prueba binomial para una muestra	1,000 <sup>1</sup>	Retener la hipótesis nula.
4	Las categorías de COMORBILIDAD se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
5	Las categorías de CIRUGIA se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
6	Las categorías de DIAGNÓSTICO_PREQUIRURGICO se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
7	Las categorías de DIAGNÓSTICO_POSQUIRURGICO se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
8	Las categorías de COMPLICACION se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
9	Las categorías definidas por EVENTOS = NO y SI se producen con las probabilidades 0,5 y 0,5.	Prueba binomial para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
10	Las categorías de ESCALA DE EVA se producen con probabilidades iguales.	Prueba de chi-cuadrado para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
11	La distribución de KILOGRAMOS es normal con la media 37,8 y la desviación estándar 20,364.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,036 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
12	La distribución de DIAS es normal con la media 4 y la desviación estándar 3,206.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
13	La distribución de MINUTOS CIRUGIA es normal con la media 90 y la desviación estándar 52,442.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.
14	La distribución de MINUTOS DOCKING es normal con la media 17 y la desviación estándar 10,708.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra	,000 <sup>1</sup>	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

## Anexo 4 Operacionalización De Variables

<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN</b>	<b>DIMENSIÓN</b>	<b>INDICADOR</b>	<b>ESCALA</b>
<u>Edad</u>	<u>Cantidad de años que ha vivido una persona u otro ser vivo desde su nacimiento.</u>	<u>Edad del participante</u>	<u>Número de días, meses o años cumplidos</u>	-Recién nacido: 0-28 días de edad=0 -Lactante menor: 12 meses=1 -Lactante mayor: 12-24 meses=2 -Preescolar: 2-6 años=3 -Escolar: 6-11 años=4 -Adolescente: 11-18 años=5
<u>Sexo</u>	<u>Conjunto de características de una especie dividiéndolos en masculinos y femeninos</u>	<u>Sexo del paciente</u>	<u>Sexo</u>	-Masculino=0 -Femenino=1
<u>Peso</u>	<u>Medida de masa corporal</u>	<u>Kilogramos del paciente</u>	<u>Libras, kilogramos del paciente en el triaje preoperatorio</u>	<u>Numero real</u>
<u>Comorbilidades</u>	<u>Presencia de dos o más enfermedades al mismo tiempo en una persona, o morbilidad asociada.</u>	<u>Enfermedades asociadas</u>	<u>Diagnósticos definitivos del paciente asociados al diagnóstico por el que se le realizó la cirugía. CIE 10</u>	Ninguna=0 Cardiovasculares= 1; Endocrino metabólicas= 2; Infecciosas=3; Respiratorias=4; Neurológicas=5; Gastrointestinales y hepatobiliares =6; Genitourinarios=7; Psicológicas=8; Hematológicas=9; Autoinmunes=10, Cromosomopatías=11, Combinadas=12
<u>Diagnostico prequirúrgico</u>	<u>Proceso en el que se identifica una enfermedad, afección o lesión por sus signos y síntomas antes de la cirugía</u>	<u>Diagnostico por el cual ha sido intervenido el paciente</u>	<u>Diagnostico por el cual ha sido intervenido el paciente</u> <u>CIE 10</u>	Ninguna=0 Cardiovasculares= 1; Endocrino metabólicas= 2; Infecciosas=3; Respiratorias=4; Neurológicas=5; Gastrointestinales y hepatobiliares =6; Genitourinarios=7; Psicológicas=8; Hematológicas=9; Autoinmunes=10,

				<i>cromosopatías=11; Combinado=12</i>
<i>Diagnostico posquirúrgico</i>	<i>Proceso en el que se identifica una enfermedad, afección o lesión por sus signos y síntomas después de la cirugía</i>	<i>Resultados luego de la cirugía</i>	<i>Diagnóstico del paciente luego de la cirugía. CIE 10</i>	<i>Ninguna=0 Cardiovasculares= 1; Endocrino metabólicas= 2; Infecciosos=3; Respiratorias=4; Neurológicas=5; Gastrointestinales y hepatobiliares =6; Genitourinarios=7; Psicológicas=8; Hematológicas=9; Autoinmunes=10, cromosopatías=11; Combinado=12</i>
<i>Cantidad de sangrado intraoperatorio</i>	<i>Volumen de sangre perdida durante una cirugía</i>	<i>Cantidad de sangrado</i>	<i>Mililitros de sangre perdidos durante la operación</i>	<i>Grado I: -15% =0 Grado II: 15-30%=1 Grado III: 30-40%=2 Grado IV: +40%=3</i>
<i>Conversión</i>	<i>Cambiar un procedimiento quirúrgico por otro en el momento en el que se está realizando el mismo.</i>	<i>Cambio de tipo de cirugía</i>	<i>Tipo de cirugía a la que convirtió la cirugía robótica</i>	<i>Si=0 No=1</i>
<i>Complicaciones</i>	<i>Alteración del curso previsto tanto de la respuesta local como sistémica del paciente quirúrgico y que pone en riesgo la vida del paciente</i>	<i>Situación adversa ocurrida secundaria a la cirugía</i>	<i>Tipo de efecto adverso secundaria a la cirugía</i>	<i>Ninguna= 0; Hemorragia= 1 Infección del sitio quirúrgico= 2 Perforación de víscera hueca= 3 Fallecimiento = 4</i>
<i>Eventos</i>	<i>Suceso imprevisto, resultado de la atención médica y otra situación considerada como centinela</i>	<i>Situación centinela ocurrida</i>	<i>Tipo de situación ocurrida</i>	<i>Si No</i>

<i>Estancia hospitalaria</i>	<i>Periodo de tiempo que un paciente permanece internado en un hospital</i>	<i>Días del paciente internado por motivo de la cirugía</i>	<i>Número de días del paciente internado por motivo de la cirugía</i>	<i>Media</i>
<i>Dolor posquirúrgico</i>	<i>Sensación algica luego de un procedimiento quirúrgico</i>	<i>Escala de EVA</i>		<i>Sin dolor: 0-1=0; Leve: 2-3=1; Moderado: 4-6=2; Severo: 7-10=3</i>
<i>Tiempo de cirugía</i>	<i>Periodo de tiempo transcurrido desde que inicia la cirugía hasta que esta termina</i>		<i>Minutos</i>	<i>Mediana y rangos</i>
<i>Tiempo de robot</i>	<i>Tiempo desde que el cirujano está en la consola hasta que finaliza</i>		<i>Minutos</i>	<i>Mediana y rangos</i>
<i>Mes en que se realizó la cirugía</i>	<i>Período del año en el que se le hizo la intervención quirúrgica al paciente</i>		<i>Mes en el que se operó la cirugía</i>	<i>Agosto=0; Septiembre=1; Octubre=2; Noviembre=3; Diciembre=4; Enero=5; Febrero=6; Marzo=7</i>

**Anexo 5. Cronograma de Trabajo**

Actividades	MAYO. 2022	JUNIO 2022	JULIO 22	AGOSTO 2022	SEPTIEMBRE 2022
<b>Presentación del Protocolo</b>	x				
<b>Aceptación del protocolo</b>	x				
<b>Recopilación de la información</b>		x			
<b>Tabulación de datos y resultados</b>		x	x		
<b>Análisis de resultados</b>			X	x	
<b>Responder el objetivo general: Describir las características clínicas y resultados quirúrgicos obtenidos en los pacientes pediátricos del Hospital de Especialidades Carlos Andrade Marín que fueron intervenidos en el periodo de agosto del 2021 a marzo del 2022 por cirugía robótica</b>				X	X
<b>Responder objetivos específicos</b>				X	X
<b>Obtención de conclusiones</b>				x	x
<b>Finalización y presentación del trabajo de investigación completo</b>					x

**Anexo 6. Recursos Humanos**

<b>Investigador Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>	<b>Funciones/Código de participación</b>
<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>	a) Concepción y diseño del trabajo.
<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>	b) Recolección/ obtención de resultados.
<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>	c) Análisis e interpretación de datos.
<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>	d) Redacción del manuscrito.
<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>  Dr. Freud Cáceres Aucatoma	e) Revisión crítica del manuscrito
Dr. Freud Cáceres Aucatoma  Unidad de titulación de PUCE	f) Aprobación de su versión final
<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>  <b>Biblioteca de la PUCE</b>	g) Aporte de material de estudio.
<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>	h) Obtención de financiamiento.
Dr. Freud Cáceres Aucatoma	i) Asesoría estadística.
Dr. Freud Cáceres Aucatoma	j) Asesoría Técnica o Administrativa.

<b>Melissa Carolina Badillo Pazmiño</b>	k) Rendición de cuentas (ICMJE)
Dr. Freud Cáceres Aucatoma	I) Otras: director de trabajo de titulación

**Anexo 7. Recursos Materiales**

<b>RUBRO</b>	<b>COSTO</b>
Papelería	50
Internet	80
Movilización	50
Informe final	20