



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ

T E S I S

“DESARROLLO DE UN SIMULADOR DE
BAJO COSTO PARA REPARACIÓN DE
HERNIA INGUINAL POR
LAPAROSCOPIA, PARA MEJORAR LA
CURVA DE APRENDIZAJE DE LOS
RESIDENTES DE CIRUGÍA
PEDIÁTRICA EN UN HOSPITAL DE 3ER
NIVEL”

PARA OBTENER EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN:

CIRUGÍA PEDIÁTRICA

P R E S E N T A:

Dr. Víctor Rubén Villadózola Molina

TUTOR:

Dr. Ricardo Manuel Ordóñez

Ciudad de México.

Febrero 2023





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

HOJA DE FIRMAS



Dr. Ricardo Manuel Ordoirica Flores
Jefe del Servicio de Cirugía Laparoscópica
TUTOR MÉDICO



Dr. Saibelio Moreno Espinosa
DIRECTOR DE ENSEÑANZA
Hospital Infantil de México Federico Gomez

DEDICATORIAS Y AGRADECIMIENTOS

Porque al parecer el fin de la simulación sólo era el principio...

ÍNDICE

Parte	Página
Título	1
Hoja de firmas	2
Dedicatorias y agradecimientos	3
Índice	4
Abreviaturas, siglas y acrónimos	5
Lista de tablas	6
Lista de figuras	7
Resumen	8
Marco Teórico / conceptual	10
Justificación	24
Planteamiento del problema	25
Objetivos	27
Material y método	28
Análisis estadístico	36
Consideraciones éticas	37
Recursos, financiamiento y factibilidad	39
Cronograma de actividades	41
Resultados	42
Discusión	48
Conclusiones	51
Referencias	53
Anexos	59

ABREVIATURAS, SIGLAS, Y ACRÓNIMOS

<i>Siglas</i>	<i>Descripción</i>
GOALS	Evaluación operativa global de las habilidades laparoscópicas
GRS	Calificación global de rendimiento quirúrgico
LIGHT	Hernia inguinal inguinal laparoscópica
LOIHR	Reparación de hernia inguinal abierta de Lichtenstein
ML	
PIRS	Sutura anular inguinal percutánea laparoscópica
SP	Práctica estándar
TEP	Totalmente extraperitoneal
TSC	Verificación de tareas específicas
VPP	Proceso vaginal permeable
VRS	Simuladores de realidad virtual

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla</i>	<i>Descripción</i>	<i>Página</i>
Tabla 1	Sistema de clasificación de Nyhus	11
Tabla 2	Proporción de residentes con experiencia previa en laparoscopia por año de residencia	41
Tabla 3	Proporción de residentes que completaron el procedimiento en cada intento	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Descripción	Página
Figura 1	Hernias inguinales	10
Figura 2	La vista laparoscópica de la anatomía inguinal	14
Figura 3	Irrigación arterial de testículos y epidídimo	15
Figura 4	Vista del anillo inguinal por fuera	32
Figura 5	Endoscopio Wi-Fi armado	32
Figura 6	Recuperador de hilos	33
Figura 7	Vista endoscópica del canal inguinal	33
Figura 8	Año de residencia de los participantes	41
Figura 9	Proporción de residentes que realizaron correctamente la identificación del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos en cada uno de los 5 intentos	42
Figura 10	Proporción de residentes que identificaron correctamente el conducto deferente y vasos sanguíneos en cada uno de los 5 intentos	43
Figura 11	Proporción de residentes que entregaron y recuperaron la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente en cada uno de los 5 intentos	44
Figura 12	Proporción de residentes que lograron el colapso del saco herniario al anudar en cada uno de los 5 intentos	44
Figura 13	Comparación de las puntuaciones medias globales de desempeño en cada intento	45
Figura 14	Comparación del tiempo medio para completar el procedimiento en cada intento ($p < 0.001$, ANOVA de medidas repetidas).	46

RESUMEN

“Desarrollo de un simulador de bajo costo para reparación de hernia inguinal por laparoscopia para mejorar la curva de aprendizaje de los residentes de cirugía pediátrica en un hospital de tercer nivel”

Introducción. La laparoscopia es la técnica terapeutica de elección para el manejo de hernias inguinales en pacientes pediátricos por sus ventajas y menor tiempo de recuperación. En este sentido, es fundamental que todo cirujano en entrenamiento adquiriera las habilidades y destrezas para el manejo laparoscópico de este tipo de padecimientos.

Objetivo. Evaluar la utilidad de un modelo de simulación de bajo costo para reparación de hernia inguinal por laparoscopia para mejorar la curva de aprendizaje de los residentes de cirugía pediátrica en un hospital de tercer nivel.

Metodología. Se realizó un estudio observacional, transversal, comparativo, prospectivo en residentes de primero, segundo, tercer y cuarto año del Servicio de Cirugía Pediátrica. Una vez aprobado el protocolo, se invitó a residentes de primero, segundo, tercer y cuarto año de Cirugía Pediátrica del Hospital Infantil de México Federico Gómez, y también al Jefe de Laparoscopia. Si aceptaron participar se les explicaron las características y el modo de uso del simulador. El simulador es un maniquí a tamaño de un niño de 5 años de policarbonato que permite enseñar y valorar el desempeño del participante en términos de identificación del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos, identificación de estructuras anatómicas (deferente y vasos sanguíneos), adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente y colapso de la hernia al momento de anudarse. Con estos criterios de desempeño se estimó una puntuación para cada intento de cada uno de los participantes; en un total de 5 intentos. Se compraron también los tiempos del procedimiento y el porcentaje de procedimientos completos de los residentes con los del Jefe de Laparoscopia. El análisis estadístico descriptivo e inferencial se realizó en SPSS v.26 con pruebas descriptivas e inferenciales. Un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo.

Resultados. Se incluyeron 15 residentes de cirugía general, 5 de primer año, 4 de segundo año, 2 de tercer año y uno de 4o año. El 33.3% tenían experiencia previa en al menos un procedimiento laparoscópico. En el primer intento, el 80% lograron realizar correctamente la identificación del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos, al segundo intento el 86.7% y del tercer intento en adelante el 100% lo lograron. En el primer intento el 86.7% de los residentes identificaron el conducto deferente y vasos sanguíneos; al segundo intento el 100%, al tercero, cuarto y quinto intento el 100%. Al primer intento el 73.3% de los residentes lograron pasar y recuperar la sutura a través del peritoneo entre los vasos sanguíneos y el conducto deferente; y a partir del segundo intento el 100%. Al primer intento el 73.3% de los residentes lograron el colapso de la hernia al anudar el saco herniario, en el segundo intento el 86.7% lograron el colapso de la hernia y a partir del tercer intento el 100%. La puntuación global media en el primer intento fue 8.0 ± 2.8 puntos, al segundo intento 9.3 ± 1.1 puntos, al tercer intento de 10.0 ± 0.0 , al cuarto intento de 10.0 ± 0.0 y al quinto intento de 10.0 ± 0.0 puntos. El tiempo medio requerido para completar el procedimiento en el primer intento fue de $5:07 \pm 01:30$ minutos y se redujo a $5:31 \pm 1:30$ en el segundo intento, a $4:42 \pm 0:52$ al tercer intento, a $3:41 \pm 0:56$ al cuarto intento y a $3:17 \pm 0:46$ minutos al quinto intento.

Conclusiones. El simulador de bajo costo diseñado y probado, es un modelo válido para el entrenamiento laparoscópico de la reparación de hernia inguinal, que permite que el residente adquiera habilidades. Se requieren al menos 3 intentos para que el residente adquiera las habilidades.

Palabras clave. Simulador, hernia inguinal, laparoscopia, curva aprendizaje.

MARCO TEÓRICO

Definición y epidemiología de hernias inguinales en población pediátrica

Una hernia se define como una protuberancia anormal de un órgano o tejido a través de un defecto en las paredes circundantes. Los defectos de la hernia pueden ocurrir en varias localizaciones de la pared abdominal, pero ocurren más comúnmente en la región inguinal. Las hernias pueden ocurrir en sitios donde la aponeurosis y la fascia no están cubiertas por músculo estriado. Como resultado, la membrana peritoneal o el saco herniario pueden sobresalir del orificio o el cuello de una hernia(1).

Una hernia inguinal es una abertura en el plano miofascial de los músculos oblicuo y transversal que puede permitir la hernia de órganos intraabdominales o extraperitoneales. Estas hernias se pueden dividir en indirectas, directas y femorales según su ubicación (Figura 1). La mayoría de los pacientes presentan un bulto o dolor en la ingle(2).

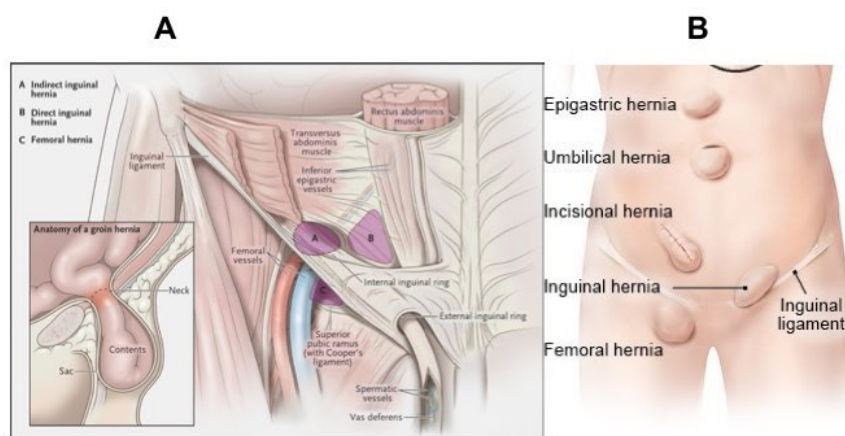


Figura 1. Hernias inguinales; A) tipos y anatomía de hernias desde una perspectiva anterior(3); B) se observa la localización anatómica correspondiente para cada una de las hernias(4,5).

Tipos de hernias

A pesar de que están disponibles varias clasificaciones para las hernias inguinales, actualmente no existe un sistema de clasificación universal. Una clasificación simple y ampliamente utilizada es la de Nyhus, que clasifica los defectos de hernia por tamaño, ubicación y tipo (Tabla 1).

Tabla 1. Sistema de clasificación de Nyhus(2)

Tipo	Descripción
I	Una hernia indirecta; anillo interno de tamaño normal; típicamente en bebés, niños y adultos pequeños.
II	Una hernia indirecta; anillo interno agrandado sin pinzamiento en el piso del canal inguinal; no se extiende al escroto.
IIIA	Una hernia directa; no se tiene en cuenta el tamaño.
IIIB	Una hernia indirecta que ha crecido lo suficiente como para infringir la pared inguinal posterior; las hernias escrotales o por deslizamiento indirecto se asignan regularmente a esta categoría porque a menudo se asocian con la extensión al espacio directo. Este tipo también incluye hernias de pantalón.
IIIC	Una hernia femoral.
IV	Una hernia recurrente; a veces se añaden modificadores A a D que corresponden a directo, indirecto, femoral o mixto respectivamente.

Epidemiología pediátrica

La hernia inguinal es una de las presentaciones quirúrgicas pediátricas más comunes en un entorno de atención primaria. Pueden presentarse de múltiples maneras, desde una emergencia como una hernia estrangulada hasta una hernia reducible menos urgente(6).

La incidencia en bebés nacidos a término se estima en 1-5%, y es seis veces más común en niños(7-9). El intestino delgado es el contenido intraabdominal más comúnmente herniado en los niños. En las niñas, los ovarios son el contenido más comúnmente herniado; sin embargo, después de un año de edad, el intestino se vuelve más común y una hernia de ovario en una adolescente sería extremadamente improbable(10). La incidencia de hernias del lado derecho es más de tres veces mayor que la de las hernias del lado izquierdo(7,8). Hernias bilaterales son más comunes en los bebés prematuros(8,10).

Más del 99 % de las hernias inguinales en niños son indirectas(7). Durante el desarrollo, se forma una evaginación del peritoneo (proceso vaginal) con el descenso testicular hacia el escroto en las niñas o en la formación de los labios en las niñas. Si esto posteriormente no se oblitera, es un proceso vaginal permeable (VPP). Este se encuentra dentro del canal inguinal, junto con el cordón espermático en los niños y el ligamento redondo en las niñas. Una hernia indirecta ocurre cuando el contenido intraabdominal se hernia a través del anillo inguinal interno (profundo) hacia el canal inguinal siguiendo el camino de descenso testicular. Estos contenidos luego salen a través del anillo inguinal externo (superficial) y entran al escroto. Cuando una hernia indirecta ingresa al canal a través del anillo profundo, surge lateral a los vasos epigástricos inferiores. Si el VPP es estrecho, puede desarrollarse un hidrocele. La VPP asintomática ocurre hasta en el 20 % de los lactantes y puede persistir hasta en el 19 % de los adultos(8).

Una hernia directa es extremadamente rara en niños e implica la herniación del contenido intraabdominal a través de una debilidad en la pared posterior del canal, conocida como triángulo de Hesselbach. El borde lateral del triángulo está formado por los vasos epigástricos inferiores, el borde medial es el borde lateral de la vaina del recto y la base es el ligamento inguinal. Una hernia directa se encuentra medial a los vasos epigástricos inferiores, mientras que una hernia indirecta se encuentra lateral a estos vasos(6).

Laparoscopia para hernias inguinales en población pediátrica

La hernia inguinal es una de las enfermedades más comunes en los niños que requieren cirugía. La herniotomía abierta con ligadura alta todavía se considera el estándar de oro para el tratamiento de hernias pediátricas(11). Sin embargo, en la era laparoscópica actual, el uso de la cirugía laparoscópica en la reparación de hernias inguinales pediátricas está aumentando gradualmente. Recientemente, se han realizado muchos estudios sobre la viabilidad y seguridad de varios métodos de reparación laparoscópica, y estos métodos se han convertido en modalidades de tratamiento alternativas a la cirugía abierta(11–15). La reparación laparoscópica de hernia tiene ventajas obvias, que incluyen mejores resultados cosméticos y la identificación del lado contralateral(11,13,15,16). Sin embargo, la evidencia actual es insuficiente para respaldar su uso generalizado en niños(17), y se han planteado preocupaciones en contra de la reparación laparoscópica, particularmente sobre la mayor incidencia de recurrencias, tiempos de operación más prolongados y mayor costo(13).

Anatomía de hernias inguinales en población pediátrica

Durante la reparación laparoscópica de hernia, ésta ya no se ve como una protuberancia de la pared abdominal, sino más bien como una extrusión viscosa de la cavidad peritoneal. Así, las capas de la región inguinal y la pared abdominal se ven en orden inverso o prácticamente se ven desde un punto de vista opuesto. Por lo tanto, durante la reparación laparoscópica de hernia, se deben considerar los siguientes cambios: la anatomía inguinal se visualiza desde adentro con una vista panorámica óptima de la superficie posterior de la pared abdominal. Además, la anatomía inguinal se visualiza con músculos de la pared abdominal paralizados y expandidos. El propio neumoperitoneo distorsiona la anatomía normal, estira los ligamentos, tensa el peritoneo parietal e infla el saco herniario. Este cambio laparoscópico modifica las características de tensión, textura y manejo del

peritoneo y los músculos de la pared abdominal en comparación con sus características normales encontradas durante la laparotomía(18–20) (Figura 2).

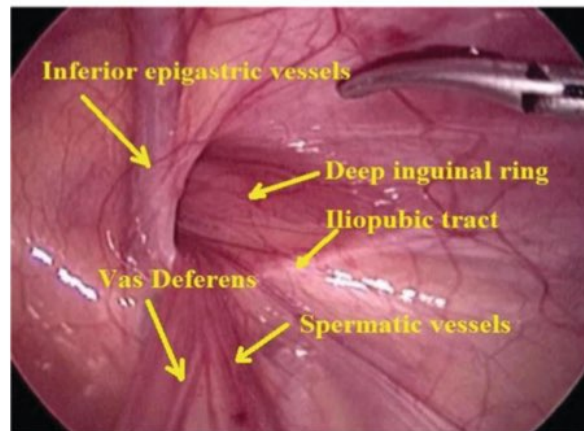


Figura 2. La vista laparoscópica de la anatomía inguinal(18).

Laparoscópicamente, la pared abdominal debajo del ombligo muestra cinco pliegues peritoneales, con tres cordones fibrosos convergentes en el centro y dos haces vasculares en la periferia. En la línea media está el ligamento umbilical mediano, que representa el remanente obliterado del uraco embrionario y se extiende desde el fondo de la vejiga hasta el ombligo. El ligamento umbilical medial consta de un pliegue peritoneal que cubre la porción distal obliterada de la arteria umbilical. El ligamento umbilical lateral consiste en un pliegue de peritoneo alrededor de los vasos epigástricos inferiores junto con una cantidad variable de tejido graso(18,21,22).

El espacio preperitoneal es importante para el cirujano laparoscópico. Contiene una cantidad variable de tejido conectivo, el residuo de la arteria umbilical y los vasos epigástricos inferiores. Los vasos ilíacos externos y los vasos epigástricos inferiores se encuentran libres en este espacio y no tienen una relación anatómica íntima con la fascia transversalis, un hecho que es importante durante la reparación laparoscópica de hernias. La arteria obturatriz que se origina en el vaso ilíaco externo o epigástrico inferior se ha observado en aproximadamente el 30%

de los pacientes. El daño a esta arteria durante la reparación de la hernia inguinal puede causar una hemorragia grave en el espacio preperitoneal. Finalmente, el cirujano pediátrico laparoscópico debe familiarizarse con la anatomía del espacio preperitoneal y su contenido vascular, ya que la lesión vascular durante la reparación laparoscópica de la hernia es fácil y generalmente conduce a la formación de un hematoma grave(18,23–25).

El conducto deferente asciende desde la pared lateral de la pelvis, curvándose hacia arriba alrededor de la arteria umbilical obliterada, por debajo del nivel del pliegue vesical transverso a medida que pasa de medial a lateral a través de los vasos ilíacos externos. Luego, desaparece de la vista cuando se encuentra con los vasos testiculares inmediatamente laterales a la base de la arteria epigástrica. El ligamento redondo solo entra en el anillo inguinal profundo. La arteria del conducto deferente o ligamento redondo acompaña a cada estructura, con varias venas menores, a menudo visibles a través de la delgada cubierta peritoneal. Mientras que el conducto deferente forma solo una cresta debajo del peritoneo, el ligamento redondo tiende a estar más profundo a nivel intraperitoneal. Los vasos testiculares que normalmente no se ven a través del peritoneo desaparecen de la vista laparoscópica cuando se encuentran con el conducto deferente en su cara lateral y entran juntos en el anillo profundo en su borde posteromedial(18,26,27) (Figura 3).

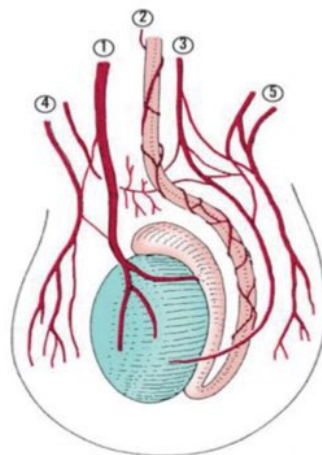


Figura 3. Irrigación arterial de testículos y epidídimo. (1) Arteria testicular. (2) Arteria deferente. (3) Arteria cremastérica. (4) Arteria escrotal posterior. (5) Arteria escrotal anterior(18).

Importancia del entrenamiento y la curva de aprendizaje para manejo laparoscópico de hernias inguinales en población pediátrica

-Importancia del entrenamiento laparoscópico

La cirugía mínimamente invasiva ha ido reemplazando la técnica estándar abierta en varios procedimientos. Se han descrito resultados postoperatorios similares o incluso mejores en procedimientos laparoscópicos o asistidos por robot en comparación con la cirugía abierta. Además, la cirugía mínimamente invasiva ha proporcionado menos dolor posoperatorio, una hospitalización más corta y, por lo tanto, un retorno más rápido a las actividades diarias. Sin embargo, la curva de aprendizaje requerida para obtener experiencia laparoscópica ha sido una barrera en la difusión laparoscópica(28). Las habilidades laparoscópicas no son un comportamiento innato, ni se pueden imitar fácilmente, y solo se pueden adquirir a través del entrenamiento práctico(29).

La curva de aprendizaje hace referencia al número de veces que se debe repetir un determinado procedimiento para lograr la adquisición de las habilidades necesarias para su correcta y segura realización. La inclinación de la curva varía en función de los individuos y procedimientos. En laparoscopia, la curva de aprendizaje es más compleja, lenta y tendente a errores que en cirugía abierta, debido a diversos factores, como son el bajo número de intervenciones que resultan adecuadas para la formación, las dificultades de coordinación vídeo-ojo-mano, la pérdida de la tercera dimensión y del tacto y el efecto fulcrum o palanca del instrumental por el cual se invierte el movimiento y aumenta el temblor. Para mayor seguridad del paciente, la curva de aprendizaje no debería basarse simplemente en la experiencia adquirida mediante “ensayo y error” dentro del

propio quirófano, sino que la formación debe iniciarse fuera de la práctica clínica(30).

Número de cirugías necesarias para adquirir destrezas

El término “curva de aprendizaje” se introdujo en cirugía para hacer referencia al número de cirugías que debe realizar un cirujano para alcanzar un nivel de experiencia con una baja incidencia del rango de complicaciones. Según el tipo de cirugía, se requieren entre 15 y 100 procedimientos para alcanzar la meseta de la curva de aprendizaje. Incluso los cirujanos laparoscópicos experimentados tienen que pasar por la curva de aprendizaje nuevamente cuando se entrenan para nuevas técnicas o instrumentos laparoscópicos(31,32).

Asociación del número de procedimientos y complicaciones

Se han observado tasas más altas de complicaciones con la reparación de hernias recurrentes en comparación con la reparación primaria de hernias. En estudios que comparan la reparación abierta y laparoscópica, la incidencia general de complicaciones es similar; sin embargo, la naturaleza de las complicaciones difiere(33).

Modelos de simulación para aprendizaje de cirugía laparoscópica

Felizmente, la cirugía laparoscópica se presta a otros métodos de entrenamiento, en forma de una variedad de técnicas de simulación. Estas incluyen técnicas de laboratorio "secas", como modelos de caja y simuladores de realidad virtual, y técnicas de laboratorio "húmedas", como modelos de animales o cadáveres (28,34). Se ha demostrado que el entrenamiento con simulación da como resultado la transferencia de habilidades al entorno operativo sin riesgo para los

pacientes. Suaviza la empinada curva de aprendizaje de las habilidades laparoscópicas y permite a los alumnos desarrollar confianza fuera del quirófano(34).

Laboratorio “seco”

Entrenamiento de modelo de caja: los modelos de caja quirúrgica consisten en instrumentos reales utilizados para laparoscopia insertados en una caja con una cámara para simular el abdomen humano. El cirujano manipulará objetivos dentro de la caja que simulan tejidos (por ejemplo, modelos de silicona para imitar intestinos o una vejiga). Las ventajas de estos modelos incluyen bajo costo y alta disponibilidad; los alumnos pueden incluso comprar modelos y practicar en casa. Otro punto fuerte es el uso de instrumentos reales. La validez aparente es una deficiencia de este método, ya que los modelos de caucho o silicona utilizados tienen un realismo limitado con respecto a aspectos como la consistencia y la capacidad para simular el sangrado. Otro inconveniente del método es el repertorio limitado de cirugías y la complejidad de las tareas que puede proporcionar un solo modelo(28).

Simuladores de realidad virtual: Se han lanzado al mercado simuladores de realidad virtual (VRS) de numerosos fabricantes. Estos modelos consisten en softwares sofisticados que generan representaciones de ejercicios laparoscópicos, desde tareas simples hasta cirugías completas (por ejemplo, nefrectomía, colectomía) (28). El alumno manipula instrumentos que imitan a los que se utilizan en la laparoscopia real. Los puntos fuertes de VRS incluyen un mayor realismo y la posibilidad de una amplia gama de procedimientos de diferente complejidad(35). Además, el desempeño de un individuo puede ser registrado, medido contra estándares objetivos y comparado con otros aprendices. Sin embargo, la baja

disponibilidad y los altos precios, son una limitación para el uso generalizado de estos instrumentos(36).

Simuladores de cirugía robótica: De manera similar a los simuladores virtuales de laparoscopia convencional, se han desarrollado y validado simuladores de cirugía robótica que ofrecen representación de las tareas quirúrgicas e incorporan las diferencias técnicas entre las dos técnicas quirúrgicas(37,38). Estos modelos comparten las mismas fortalezas de la laparoscopia VRS convencional, especialmente el realismo y la evaluación estandarizada(28).

Laboratorio “húmedo”

La enseñanza de técnicas mínimamente invasivas en el quirófano se ha vuelto cada vez más difícil debido a preocupaciones económicas y de seguridad del paciente. El entrenamiento quirúrgico laparoscópico incluye entrenamiento con animales vivos, entrenamiento con cadáveres de animales, entrenamiento con el box-trainer y entrenamiento con realidad virtual. El entrenamiento de realidad virtual se ha utilizado principalmente para desarrollar habilidades de componentes, es decir, diatermia, recorte, sutura. Por lo general, no permite que el estudiante realice todo el procedimiento y no tiene en cuenta las posibles variaciones anatómicas que se pueden encontrar. Además, no se utilizan instrumentos laparoscópicos reales, la tecnología actual tiene limitaciones y los altos costos limitan la aplicabilidad generalizada de los simuladores de realidad virtual. Sin embargo, la combinación de entrenamiento virtual y de caja con el entrenamiento en modelo animal podría acortar la curva de aprendizaje(28). La Torre et al.(39) demostraron que la capacidad y el tiempo para anudar podrían reducirse si el cirujano se entrenaba en el simulador virtual antes que en el modelo animal. Más importante aún, si el cirujano está expuesto al entrenamiento repetitivo en modelos animales, el tiempo quirúrgico y las complicaciones intraoperatorias se reducen y el nivel de confianza y experiencia medido por la evaluación operativa global de las habilidades laparoscópicas (GOALS) mejora significativamente. El

entrenamiento con modelos animales y la evaluación del cirujano a través de GOALS podrían usarse para identificar todas las áreas de deficiencia de habilidades que requieren mejoras(28).

Estudios originales previos sobre modelos de simulación para reparación de hernia inguinal por laparoscopia para mejorar la curva de aprendizaje

Algunos estudios previos han evaluado el uso de modelos de simulación para reparación de hernia inguinal por laparoscopia para mejorar la curva de aprendizaje, tal como se muestra a continuación.

Duarte et al.(40) intentaron determinar el número mínimo de sesiones de simulador de tareas laparoscópicas básicas requeridas para elaborar un plan de estudios de formación de realidad virtual ideal. Once estudiantes de medicina sin experiencia previa en laparoscopia se inscribieron en el estudio y se sometieron a sesiones de entrenamiento con simulador a partir del nivel 1, que incluyeron el manejo secuencial de la cámara, el pegado y la transferencia, el clipado y el corte. Cada estudiante entrenó dos veces por semana hasta completar un total de diez sesiones. Mediante un análisis de método de regresión no lineal, los autores encontraron que después de 4.26 sesiones todos los estudiantes alcanzaron la meseta del 80% del conocimiento adquirido estimado. Desde la quinta sesión hasta la última, algunos alumnos pudieron alcanzar el 96% de la mejora esperada, aunque la ganancia de conocimiento no fue significativa.

En otro estudio, Zendejas et al.(41) evaluaron un plan de estudios basado en simulación de aprendizaje de dominio para la reparación laparoscópica de hernia inguinal totalmente extraperitoneal (TEP). Después de realizar un TEP inicial en el quirófano, los residentes de cirugía general asignados aleatoriamente al

aprendizaje de dominio (ML) o la práctica estándar (SP) fueron reevaluados durante los TEP posteriores. El plan de estudios de ML incluía módulos basados en la web seguidos de capacitación en un simulador TEP hasta que se logró un desempeño experto. Cincuenta residentes realizaron 219 reparaciones TEP en 146 pacientes. El tiempo operatorio inicial, el rendimiento y la demografía fueron similares entre los grupos. Para lograr el dominio, los residentes de ML (n = 26) requirieron una mediana de 16 (rango 7-27) reparaciones simuladas. Después del entrenamiento, los TEP realizados por los residentes de ML fueron más rápidos que los de los residentes de SP, con el tiempo corregido por la participación (media \pm SD, 34 \pm 8 minutos vs 48 \pm 14 minutos; diferencia -13; IC del 95%, -18 a -8; p < 0.001). Las puntuaciones de rendimiento operativo (GOALS, escala 6-30) fueron mejores para los residentes de ML (21.9 \pm 2.8 vs 18.3 \pm 3.8; p = 0.001). Las complicaciones intraoperatorias (desgarro peritoneal, conversión del procedimiento), las complicaciones posoperatorias (retención urinaria, seroma) y la necesidad de pasar la noche fueron menos probables en el grupo de ML (odds ratio ajustado 0.14, 0.04 y 0, respectivamente; todos p < 0.05). Un plan de estudios de aprendizaje automático basado en simulación redujo el tiempo operatorio, mejoró el rendimiento de los alumnos y disminuyó las complicaciones intraoperatorias y posoperatorias y las pernoctaciones después de la reparación laparoscópica de hernia inguinal TEP.

Mientras que Ebeling et al.(42) presentaron los resultados de la experiencia de una institución en la capacitación de residentes de cirugía en reparaciones de hernias inguinales preperitoneales transabdominales asistidas por robot. Los residentes que realizaron >30 casos robóticos tuvieron puntajes GEARS modificados medios significativamente más altos (p \leq 0.002). Los residentes que completaron 10 o menos casos robóticos lograron puntajes GEARS y Zwisch modificados medios significativamente más bajos que aquellos que completaron 11 o más (p < 0.001). La competencia y la autonomía de los residentes mejoran con el aumento de la carga total de casos robóticos. Los cirujanos asistentes otorgan más autonomía a los residentes con puntajes de competencia más altos.

Por su parte, Nazari et al.(43) construyeron un modelo económico utilizando tela, fieltro e hilo que simula la anatomía y los peligros de la reparación de hernia inguinal abierta de Lichtenstein (LOIHR). Este estudio examinó la fidelidad y la utilidad percibida del modelo de simulación desarrollado por residentes de cirugía y cirujanos expertos. Se incluyeron un total de 66 residentes de cirugía holandeses y diez cirujanos expertos internacionales. Todos los participantes vieron una demostración en video de LOIHR en el modelo de simulación y posteriormente realizaron ellos mismos la cirugía en el modelo. Posteriormente, evaluaron el modelo calificando 13 declaraciones sobre su fidelidad (seis modelo, tres equipos y cuatro psicológicas) y seis declaraciones de utilidad en una escala de Likert de cinco puntos. La fidelidad fue evaluada como alta por los residentes [modelo 4.00 (3.00-4.00), equipo 4.00 (3.00-4.00), psicológico 4.00 (3.00-4.00); todas $p < 0.001$] y por cirujanos expertos [modelo 4.00 (3.00-4.00), $p = 0.025$; equipo 4.00 (3.00-5.00), $p < 0.001$; psicológico 4.00 (3.00-4.00), $p = 0.053$]. La utilidad fue calificada alta por residentes y expertos, especialmente la utilidad para la formación de residentes [residentes 4.00 (4.00-5.00), $p < 0.001$; expertos 4.50 (3.75-5.00), $p = 0.015$]. El modelo de simulación de LOIHR desarrollado fue evaluado por residentes de cirugía y cirujanos expertos como un modelo con alta fidelidad y gran utilidad potencial, especialmente para la formación de residentes de cirugía.

Asimismo, Coelho et al.(44) mostraron los resultados preliminares del entrenamiento en un modelo de laboratorio seco fácil de construir para la técnica sutura anular inguinal percutánea laparoscópica (PIRS). El modelo de laboratorio seco constó de dos guantes quirúrgicos (siendo el más pequeño dentro del más grande). La entrada del guante se anuda con una goma dejando en su interior un trocar de 5 mm (óptica). El dióxido de carbono se infla a través del trocar a una presión de 8 mmHg. Los cuatro largos dedos del guante simulan cuatro anillos inguinales internos. Se pidió a dieciocho participantes sin experiencia significativa en laparoscopia que visualizaran un video que mostraba una PIRS realizada en una niña de 4 años con una hernia inguinal derecha, seguido de un video que

mostraba la misma técnica realizada en el modelo de laboratorio seco. Luego se les pidió que repitieran el procedimiento en cada uno de los cuatro dedos y se registraron los procedimientos. Dos cirujanos que utilizaron las listas de verificación de tareas específicas (TSC), la escala de calificación global de rendimiento quirúrgico (GRS) y el tiempo para todo el procedimiento evaluaron el rendimiento de forma ciega. Se encontró una mejora significativa en la mediana de TSC ($p < 0.05$) y la mediana de GRS cada vez que se repitió el procedimiento ($p < .005$). Hubo acortamiento significativo cada vez que se repitió el procedimiento ($p < 0.05$), excepto entre el tercer y cuarto dedo ($p = 0.068$). El modelo de laboratorio seco podría ser una buena opción para iniciar el entrenamiento en PIRS.

El curso de capacitación sobre hernia inguinal laparoscópica (LIGHT) Ethicon™ es un curso educativo basado en tres días de enseñanza sobre cirugía laparoscópica de hernia. El primer día consiste en conferencias didácticas con tutoriales. El segundo día involucra procedimientos cadavéricos prácticos en cirugía laparoscópica de hernia. El tercer día implica la supervisión directa de un cirujano consultor durante la cirugía laparoscópica de hernia en un paciente real. Light et al.(45) revisaron los resultados de los procedimientos realizados en pacientes reales el último día del curso en busca de complicaciones y resultados tempranos. Se realizó un estudio retrospectivo de pacientes que se sometieron a cirugía laparoscópica de hernia como parte del curso LIGHT de 2013 a 2015. Se identificó una cohorte de control emparejada de pacientes que se sometieron a cirugía laparoscópica electiva de hernia durante el período de estudio. La cirugía de estos pacientes estuvo a cargo de los mismos cirujanos generales consultores involucrados en la impartición del curso. Un total de 60 pacientes se sometieron a una reparación laparoscópica de hernia inguinal y 23 pacientes se sometieron a una reparación laparoscópica de hernia ventral durante el curso. El tiempo operatorio promedio para la reparación laparoscópica de hernia inguinal fue de 48 minutos para los residentes (rango 22 a 90 minutos) y de 35 minutos para los cirujanos consultores (rango 18 a 80 minutos). No hubo lesiones intraoperatorias

ni regresos al quirófano en ninguno de los grupos. Todos los pacientes operados durante el curso se realizaron con éxito como procedimientos de día. El tiempo operatorio medio para la reparación laparoscópica de hernia ventral fue de 64 minutos para los residentes (rango 40-120 minutos) y de 51 minutos para los cirujanos consultores (rango 30-130 minutos). Los resultados de los pacientes operados durante el curso LIGHT son comparables a los procedimientos realizados por un consultor. La operación supervisada por aprendices es un modelo educativo seguro y eficaz en la cirugía de hernia.

JUSTIFICACIÓN

El aprendizaje de las destrezas quirúrgicas es una condición imprescindible para practicar con seguridad y eficiencia el arte y la ciencia de la cirugía. Este mismo precepto sigue siendo válido para la cirugía laparoscópica. Aunque las habilidades quirúrgicas se han enseñado y aprendido tradicionalmente a través de la compañía en el quirófano, este paradigma ha sido desafiado recientemente por preocupaciones legales y éticas sobre la seguridad del paciente, las restricciones de horas de trabajo, el costo del tiempo en el quirófano y el riesgo de complicaciones.

A pesar de las ventajas de los procedimientos laparoscópicos para la reparación de hernia inguinal, aún existen algunas desventajas relacionadas con la complejidad de la técnica quirúrgica. Se considera una intervención más difícil de enseñar y de aprender, por lo que requiere de una curva de aprendizaje más larga con respecto a las técnicas clásicas abiertas.

La disponibilidad de los cursos o de la instrucción tutorial es mucho más escasa que la necesidad de adiestramiento. Ante esta situación, el uso de simuladores laparoscópicos se vuelve una alternativa viable y casi obligada para adquirir y desarrollar las destrezas laparoscópicas indispensables, y de esta manera realizar cirugías con eficiencia y seguridad en los pacientes.

Se ha demostrado que las simulaciones mejoran el rendimiento de la sala de operaciones de los residentes de cirugía, especialmente para la laparoscopia, un procedimiento técnicamente exigente que requiere práctica regular, pues ayudaría a mejorar las habilidades del cirujano antes de enfrentarse a la realización de la cirugía in vivo. Los modelos de simulación de bajo coste constituyen una opción muy interesante para la formación quirúrgica, ya que ofrecen un acceso ilimitado a la formación, se puede usar en cualquier lugar y permiten un uso generalizado, especialmente en entornos de bajos recursos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La reparación de hernias inguinales es una de las operaciones quirúrgicas más comunes realizadas en todo el mundo, aproximadamente 20 millones de personas recurren a esta intervención quirúrgica al año. En la población mexicana, las hernias de la pared abdominal tienen una incidencia de 10%; de estas hernias, las más frecuentes son las hernias inguinales con una prevalencia de hasta 58.5% (46,47).

Las hernias inguinales son unas protuberancias de vísceras o de tejido adiposo a través del canal inguinal, que desaparece con una presión mínima o cuando el paciente está acostado. La mayoría causa molestias de leves a moderadas que aumentan con la actividad y corren el riesgo de irreductibilidad o encarcelamiento, lo que puede resultar en estrangulación y obstrucción (48).

Su aparición a lo largo de la vida es de 27 a 43% en hombres y de 3 a 6% en mujeres; casi siempre, son sintomáticas y la única cura es la cirugía. Una minoría de pacientes son asintomáticos, pero incluso un enfoque de observación y espera en este grupo resulta en cirugía en aproximadamente el 70% dentro de los 5 años (49).

Existen muchas opciones de tratamiento para los pacientes con hernias inguinales, que incluyen conducta expectante, reparación primaria abierta, reparaciones abiertas sin tensión con el uso de prótesis de malla y reparaciones laparoscópicas que normalmente se realizan con prótesis de malla (50).

Se ha demostrado para las hernias inguinales, que el abordaje laparoscópico es ventajoso para la reparación de hernias bilaterales o recurrentes, pero se asocia con una curva de aprendizaje más prolongada y con mayores tasas de recurrencia. La reparación laparoscópica de hernia inguinal se asocia con un dolor posoperatorio menos intenso, menos complicaciones y un retorno más temprano a

las actividades normales en comparación con la técnica abierta. Sin embargo, a pesar de estos beneficios, no ha ganado una amplia aceptación por parte de los cirujanos generales y los programas de capacitación (48,51).

Existen cirujanos que dudan ante la realización de una hernioplastia laparoscópica por no estar familiarizados con la anatomía posterior o no contar con la práctica necesaria para realizarla. El uso de simulación es de suma importancia en el entrenamiento quirúrgico. El valor del entrenamiento por medio de la simulación y la capacidad de transferencia a la sala de operaciones han sido ampliamente demostrados y se ha descrito que la práctica en simulación disminuye la recurrencia una vez que se transfiere al quirófano (52,53).

La introducción de técnicas quirúrgicas de mínima invasión ha generado la necesidad de crear simuladores específicos para cada uno de los procedimientos; sin embargo, el uso de estos simuladores no se ha generalizado y la mayoría de estos dispositivos y tecnologías, han sido desarrollados por la industria y puede ser extremadamente costoso (54).

Pregunta de investigación

¿Es útil un modelo de simulación de bajo costo para reparación de hernia inguinal por laparoscopia para mejorar la curva de aprendizaje de los residentes de cirugía pediátrica en un hospital de tercer nivel?

OBJETIVOS

General

Evaluar la utilidad de un modelo de simulación de bajo costo para reparación de hernia inguinal por laparoscopia para mejorar la curva de aprendizaje de los residentes de cirugía pediátrica en un hospital de tercer nivel.

Específico

1. Conocer las características demográficas y el año en curso de la especialidad de los residentes de cirugía pediátrica participantes.
2. Comparar entre cada intento con el simulador la proporción de residentes que realizan correctamente la identificación del sitio de punción e inserción del recuperador de hilos.
3. Comparar entre cada intento con el simulador la proporción de residentes que identifican correctamente las estructuras anatómicas (conducto deferente y vasos sanguíneos).
4. Comparar entre cada intento con el simulador la proporción de residentes que realizan una adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el conducto deferente.
5. Comparar entre cada intento con el simulador la proporción de residentes que logran el colapso de la hernia al momento de anudar el saco herniario.
6. Comparar entre cada intento con el simulador la puntuación de desempeño durante el procedimiento.
7. Comparar entre cada intento con el simulador el tiempo para completar el procedimiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de la investigación

Se realizó un estudio observacional, transversal, comparativo, prospectivo.

Universo de estudio

Residentes de primero, segundo, tercer y cuarto año del Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

Periodo del estudio

Julio 2019 – Julio 2022

Tamaño de la muestra

El cálculo del tamaño de muestra se realizó con la fórmula de diferencia de medias, esperando una diferencia promedio en el tiempo para realizar cada intento con el simulador de 5.0 minutos, con un intervalo de confianza de 95%, un poder de 80% y una varianza de 4 minutos.

$$n = \frac{(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta})^2 * 2 * \sigma^2}{d^2}$$

Donde,

$Z_{\alpha/2}$ es el valor crítico de una distribución normal a $\alpha/2$ (por ejemplo, para un intervalo de confianza de 95%, α es 0.05 y el valor crítico es 1.96). =1.96

Z_{β} es el valor crítico de una distribución normal a β (por ejemplo, para un poder de 80%)

d = es la diferencia esperada intentos en la duración entre el primero y el último intento con el simulador= 5 minutos.

σ^2 = es la varianza esperada en la duración entre el primero y el último intento con el simulador =4 minutos

n=13 residentes participantes al menos

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Residentes de primero, segundo, tercer y cuarto año de la especialidad en Cirugía Pediátrica, de ambos sexos.
- Del Hospital Infantil de México Federico Gómez.
- Que deseen participar en el estudio mediante firma de consentimiento informado.

Criterios de no inclusión

- Residentes de Cirugía que no se encuentren en el hospital por rotación, enfermedad o permiso al momento de realización del estudio

Criterios de eliminación

- Residentes que se retiren antes de concluir la simulación.

Descripción del estudio

1. Este estudio fue sometido a revisión por el Comités de Bioética e Investigación del Hospital Infantil de México Federico Gómez.

2. Tras su aprobación se pidió invitar a los residentes de primero, segundo y tercer año del Servicio de Cirugía Pediátrica del Hospital Infantil de México Federico Gómez, a participar. En caso de aceptar participar se les pidió la firma de consentimiento informado para ser incluidos en el estudio.

3. Posteriormente, se les explicaron las características y el modo de uso del simulador. El simulador es un maniquí a tamaño de un niño de 5 años de policarbonato que permite enseñar y valorar el desempeño del participante en términos de identificación del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos, identificación de estructuras anatómicas (deferente y vasos sanguíneos), adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente y colapso de la hernia al momento de anudarse. Con estos criterios de desempeño se estimó una puntuación para cada intento de cada uno de los participantes; en un total de 5 intentos.

4. Se compararon también los tiempos del procedimiento y el porcentaje de procedimientos completos de los residentes con los del Jefe de Laparoscopia.

5. Finalmente, los datos fueron capturados en SPSS para realizar el análisis estadístico, obtener resultados del proyecto y realizar una tesis de especialidad.

Descripción del simulador

Simulador de bajo costo para reparación de hernia inguinal por laparoscopia.

Materiales

1. Maniquí prefabricado de niño de 5 años hecho de policarbonato.
2. Arcilla para modelar
3. Plastilina
4. Cámara endoscópica Wi-Fi RedLemon de 7mm
5. Cualquier monitor de dispositivo inteligente (celular, tableta)
6. Recuperador de hilos
7. Caja prefabricada de plástico de 20cc
8. Plástico autoadherible
9. Ligas

10. Recuperador de hilos
11. Foami
12. Cinta adhesiva.
13. Sutura de Prolene 2-0
14. Carril metálico de 8mm

Simulador de bajo costo elaborado con los materiales listados en la parte de arriba. El costo en materia prima para la realización de dicho simulador asciende a los \$1200MXN tomando en consideración que el dispositivo inteligente que fungió como monitor no forma parte de los costos. La cámara endoscópica con precio de \$600MXN y el maniquí de \$300MXN.

Se ensambló el simulador obteniendo los siguientes resultados.

El simulador cumplió con la función de determinar el sitio donde se incidió con base a lo observado de manera directa a través del endoscopio.

La sensación al momento de avanzar el recuperador de hilos fue similar a la que se obtuvo al avanzar por detrás del peritoneo.

Es un simulador 100% funcional en el cual se pudo evidenciar la correcta realización del procedimiento debido a que al anudarse como punto final del procedimiento podemos observar de manera clara el cierre del conducto inguinal por la capa de plástico que representa al peritoneo.



Figura 4. Vista del anillo inguinal por fuera.



Figura 5. Endoscopio Wi-Fi armado.



Figura 6. Recuperador de hilos.



Figura 7. Vista endoscópica del canal inguinal.

Definición y operacionalización de las variables de estudio

A continuación, se definen y operacionalizan las variables de estudio.

VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERACIONAL	ESCALA DE MEDICIÓN	TIPO DE VARIABLE
Edad	Tiempo que ha vivido una persona u otro ser vivo contando desde su nacimiento	Edad del residente participante.	Años	Cuantitativa discreta
Sexo	Diferencia física y de características sexuales que distinguen al hombre de la mujer y permiten denominar al individuo como masculino o femenino.	Clasificación del residente en masculino o femenino; según los registrado por el.	Masculino Femenino	Cualitativa nominal
Año de residencia	Año que el residente participante cursa de la especialidad en Cirugía General	Año actual de residencia de cirugía del participante	Primero Segundo Tercer Cuarto año	Cualitativa nominal
Identificación del sitio de punción e inserción del recuperador de hilos	La elección del punto de inserción del recuperador de hilos es uno de los primeros pasos de la cirugía laparoscópica de hernia inguinal.	Correcta identificación del sitio de punción e inserción del recuperador de hilos. Una correcta identificación del sitio de punción e inserción del recuperador de hilos puntuará 2.5 puntos.	Si No	Cualitativa nominal
Identificación de estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos	La ubicación del conducto deferente y los vasos sanguíneos es vital para una adecuada reparación y evitar lesionar el paquete.	Correcta identificación de las estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos. Una correcta identificación de las estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos puntuará 2.5 puntos.	Si No	Cualitativa nominal

Adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente	La adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el conducto deferente es fundamental en el proceso de reparación de la hernia y por ende una de las acciones clave en el procedimiento.	Adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el conducto deferente. Si esto ocurre se puntuarán 2.5 puntos.	Si No	Cualitativa nominal
Colapso de la hernia al momento de anudarse	El colapso de la hernia al momento de anudar el saco herniario es un indicador de éxito del procedimiento,	Lograr el colapso de la hernia al momento de anudar el saco herniario. Si esto ocurre se puntuarán 2.5 puntos.	Si No	Cualitativa nominal
Puntuación de desempeño del procedimiento	Puntos totales obtenidos en el procedimiento.	Puntuación total al sumar las puntuaciones individuales de los 4 criterios anteriores.	Puntos	Cuantitativa discreta
Procedimiento completo	Completar el procedimiento es el objetivo del entrenamiento y es un importante indicador de éxito	Finalización del procedimiento de entrenamiento laparoscópico.	Si No	Cualitativa nominal
Tiempo para completar procedimiento	Duración del procedimiento laparoscópico en el simulador.	Duración del procedimiento desde el inicio de la identificación del sitio de punción o incisión del recuperador de hilos hasta el anudamiento y colapso del saco herniario	Minutos	Cuantitativa discreta

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el paquete estadístico SPSS v.25 para el procesamiento de los datos. Se realizó un análisis estadístico descriptivo e inferencial. Para las variables cualitativas, el análisis descriptivo se realizó con frecuencias y porcentajes.

Para las variables cuantitativas, se realizó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la distribución de los datos; en caso de una distribución paramétrica el análisis descriptivo consistió en media y desviación estándar. En caso de que las variables cuantitativas tuvieran una distribución no paramétrica, se utilizaron como estadísticos descriptivos la mediana y el rango intercuartilar.

Para determinar si el simulador permitió la adquisición de habilidades laparoscópicas, se comparó el tiempo para completar cada procedimiento y la puntuación de desempeño durante el procedimiento; para determinar si existieron diferencias significativas entre el primero y los intentos subsecuentes se empleó como prueba inferencial la ANOVA de medidas repetidas. Un valor de $p < 0.05$ se consideró significativo.

Se utilizaron tablas y gráficos para presentar la información.

CONSIDERACIONES ÉTICAS

El presente proyecto de investigación se sometió a evaluación por los Comités Locales de Investigación y Bioética en Salud para su valoración y aceptación.

Este estudio se realizó en seres humanos y prevaleció el criterio de respeto a su dignidad y la protección de sus derechos considerando el reglamento de la Ley General de Salud en Materia de investigación para la salud en su artículo 17, ya que ésta investigación se califica **sin riesgo** puesto que se realizó con un simulador.

Este proyecto también se apega a los siguientes documentos y declaraciones:

-Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Que establece los Principios Éticos para las investigaciones Médicas en Seres Humano, adaptada por la 8° Asamblea Médica Mundial, Helsinki Finlandia en junio de 1964.). Así como a la última enmienda hecha por la última en la Asamblea General en octubre 2013, y a la Declaración de Taipei sobre las consideraciones éticas sobre las bases de datos de salud y los biobancos que complementa oficialmente a la Declaración de Helsinki desde el 2016; de acuerdo a lo reportado por la Asamblea Médica Mundial.

-Declaración de Ginebra de la Asociación Médica Mundial que vincula al médico con la necesidad de “velar solícitamente y ante todo por la salud del paciente”.

-Código de Nuremberg. Que en su primera disposición señala “es absolutamente esencial el consentimiento informado o voluntario del sujeto humano”. Aquí lo llevaremos a cabo al obtener el consentimiento informado de los sujetos de estudio quienes aceptan participar de forma libre, sin presiones y de igual forma pueden retirarse cuando así lo decidan.

No se expondrá a riesgos ni daños innecesarios al participante y se requerirá firma de carta de consentimiento informado para incluir al paciente en el estudio. Para obtener el consentimiento, se explicará al paciente en qué consiste el estudio, los riesgo, beneficios de participar, así como el objetivo y justificación del estudio. De la misma manera, se le mencionará que no habrá repercusión negativa alguna en caso de que no quiera participar.

Habrá completo respeto de los principios bioéticos de Beauchamp y Childress, que incluyen: respeto, beneficencia, no maleficencia y justicia.

- La autonomía tiene que ver con el respeto a la autodecisión, autodeterminación, al respecto de la privacidad de los pacientes y a proteger la confidencial de los datos.
- El principio de beneficencia aplica para nuestro estudio dado que, aunque es un estudio retrospectivo consiste en prevenir el daño, eliminar el daño o hacer el bien a otros.
- El principio de no maleficencia consiste, la obligación de no infringir daño intencionadamente, no causar dolor o sufrimiento, no matar, ni incapacitar, no ofender y en no dañar sus intereses.
- Con respecto de principio de justicia, que consiste en«dar a cada uno lo suyo», es decir a dar el tratamiento equitativo y apropiado a la luz de lo que es debido a una persona, de forma imparcial, equitativa y apropiada.

Se hará uso correcto de los datos y se mantendrá absoluta confidencialidad de estos. Esto de acuerdo a la Ley Federal de Protección de Datos Personales, a la NOM-004-SSA3-2012, Del expediente clínico (apartados 5.4, 5.5 y 5.7).

RECURSOS, FINANCIAMIENTO Y FACTIBILIDAD

Recursos materiales

- Se requirió de impresora, hojas, copias, lápices, borradores y carpetas.
- Se requirió el simulador, que fue proporcionado por el investigador Víctor Rubén Villadózola Molina.

Recursos humanos

- Tesista: Dr. Víctor Rubén Villadózola Molina
- Director de tesis: Dr. Ricardo Manuel Ordorica Flores

Recursos financieros

La papelería fue proporcionada por los investigadores y no se requirió inversión financiera adicional por parte de la institución, ya que se emplearon los recursos con los que se cuenta actualmente.

Factibilidad

Este estudio se pudo llevar a cabo porque se tuvo el acceso al simulador, se requirió de inversión mínima, y se tuvo la capacidad técnica para llevarlo a cabo.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

A continuación, se presenta el cronograma de actividades.

Cronograma de actividades																
	Julio 2019			Julio 2020			Diciembre 2020			Marzo – Mayo 2022			Junio - Junio 2022			
1.- Búsqueda bibliográfica	R	R	R													
2.- Diseño del protocolo				R	R	R										
3.- Aprobación del protocolo							R	R	R							
4.- Ejecución del protocolo y recolección de datos										R	R	R				
5.- Análisis de datos y elaboración de tesis													R	R	R	R

R=realizado; P=pendiente.

RESULTADOS

Características generales de los residentes y experiencia previa en el procedimiento de los residentes

En este estudio se incluyeron un total de 15 residentes de cirugía general del Hospital Juárez de México que participaron en el estudio, de los cuales 5 eran de primer año, 4 de segundo año, 2 de tercer año y uno de 4º año [Figura 8].

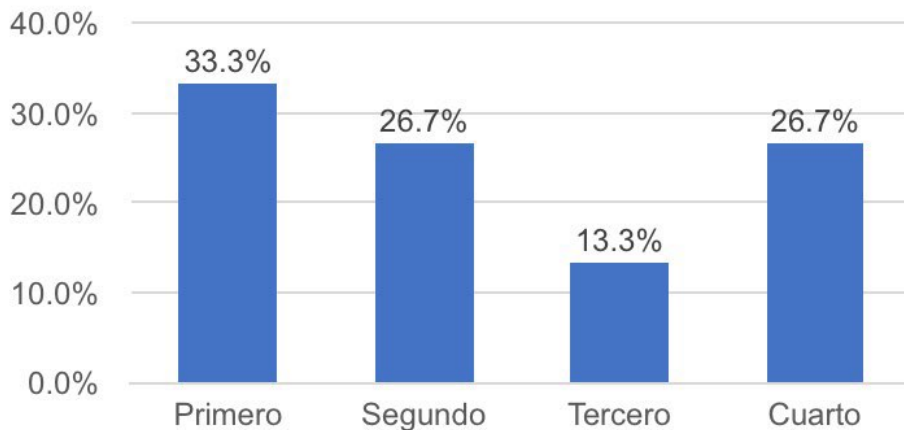


Figura 8. Año de residencia de los participantes.

En cuanto a la experiencia previa en laparoscopia de los residentes, el 33.3% tenían experiencia previa en el procedimiento; y el 66.7% no. El 0% de los residentes de 1er y 2º año tenían experiencia previa en laparoscopia, el 100% de los de 3er año y el 75% de los de 4º año [Tabla 2].

Tabla 2. Proporción de residentes con experiencia previa en laparoscopia por año de residencia				
1er Año	2º Año	3er Año	4º Año	Valor de p
0%	0%	100%	75.0%	0.009

Proporción de residentes que realizaron correctamente la identificación del sitio de punción e incursión del recuperador de hilos y proporción de residentes que identificaron conducto deferente y vasos sanguíneos

Enseguida, se identificó la proporción de residentes que realizaron correctamente la identificación del sitio de punción e incursión del recuperador de hilos en cada uno de los intentos. En el primer intento, el 80% lo lograron, al segundo intento el 86.7% y del tercer intento en adelante el 100% lograron identificar el sitio de punción e incursión del recuperador [Figura 9].

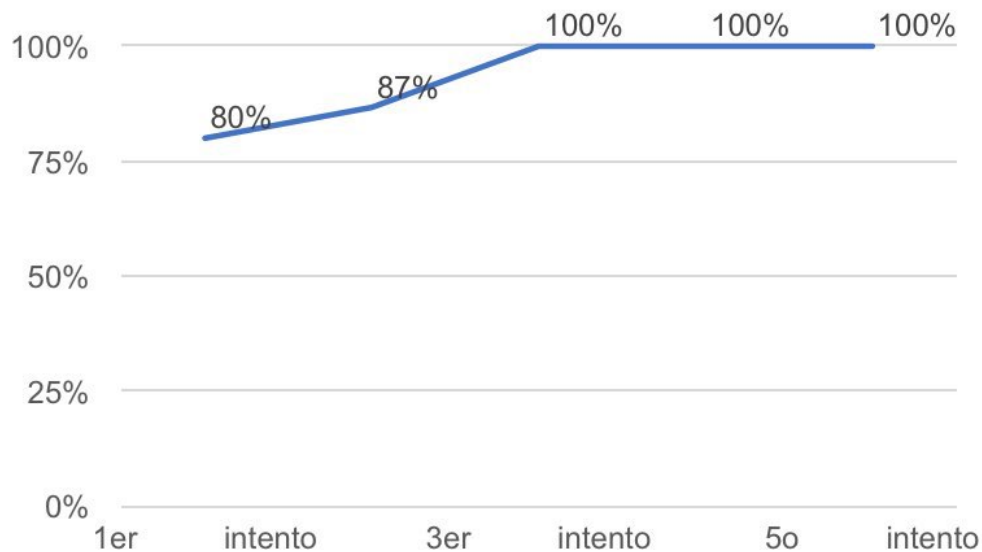


Figura 9. Proporción de residentes que realizaron correctamente la identificación del sitio de punción e incursión del recuperador de hilos en cada uno de los 5 intentos.

Al identificar la proporción de residentes estructuras anatómicas, en el primer intento el 86.7% de los residentes identificaron el conducto deferente y vasos sanguíneos; al segundo intento el 100%; al tercero, cuarto y quinto intento el 100% lograron identificar el conducto deferente y vasos sanguíneos [Figura 10].

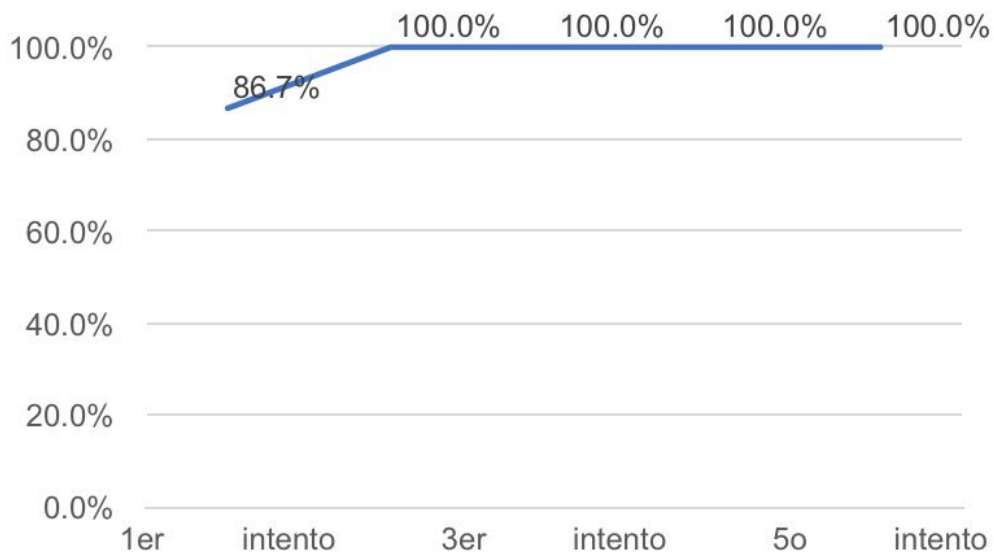


Figura 10. Proporción de residentes que identificaron correctamente el conducto deferente y vasos sanguíneos en cada uno de los 5 intentos.

Proporción de residentes que entregaron y recuperaron la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente y de los que lograron el colapso de la hernia al anudarla

Al evaluar la proporción de residentes que entregaron y recuperaron la sutura a través del peritoneo entre los vasos sanguíneos y el conducto deferente, al primer intento el 73.3% de los residentes lo lograron y a partir del segundo intento el 100% logró pasar y recuperar la sutura a través del peritoneo entre los vasos sanguíneos y el conducto deferente [Figura 11].

Por otro lado, en el primer intento el 73.3% de los residentes lograron el colapso de la hernia al anudar el saco herniario, en el segundo intento el 86.7% lograron el colapso de la hernia y a partir del tercer intento el 100% de los residentes participantes lograron el colapso de la hernia al anudar el saco herniario [Figura 12].

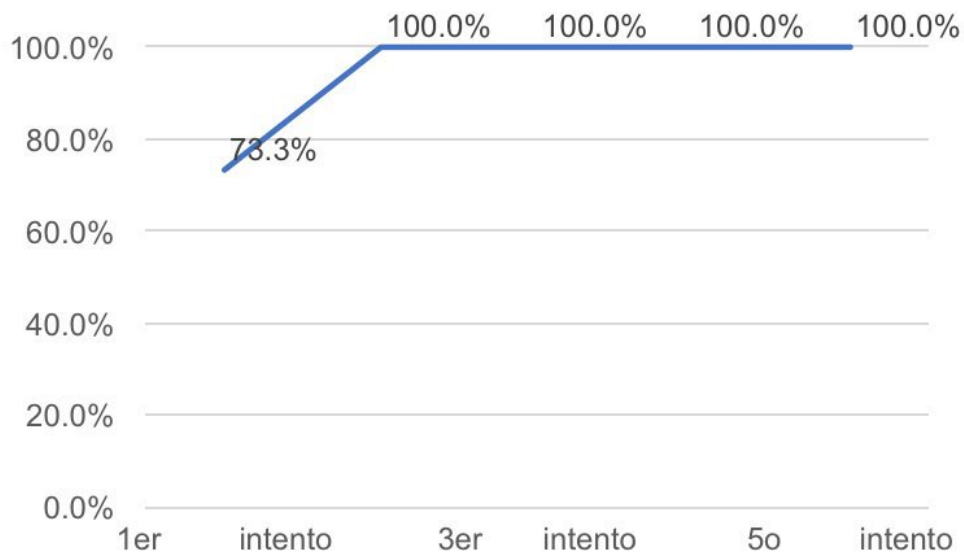


Figura 11. Proporción de residentes que entregaron y recuperaron la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente en cada uno de los 5 intentos.

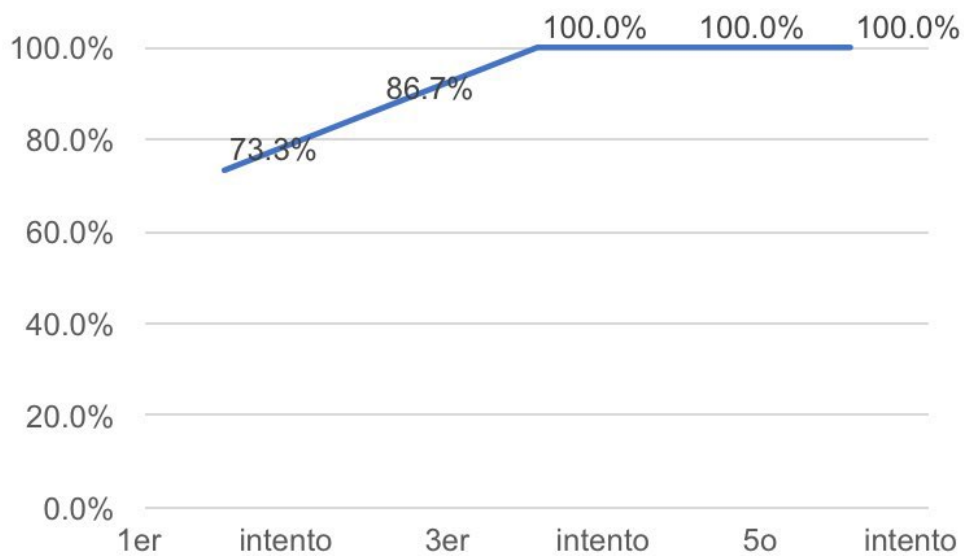


Figura 12. Proporción de residentes que lograron el colapso del saco herniario al anudar en cada uno de los 5 intentos.

Comparación de puntuaciones globales de desempeño y de la duración del procedimiento por intento

Enseguida, se compararon las puntuaciones globales de desempeño del procedimiento y la duración del procedimiento en cada intento.

La puntuación global media en el primer intento fue 8.0 ± 2.8 puntos, al segundo intento 9.3 ± 1.1 puntos, al tercer intento de 10.0 ± 0.0 , al cuarto intento de 10.0 ± 0.0 y al quinto intento de 10.0 ± 0.0 puntos [Figura 13].

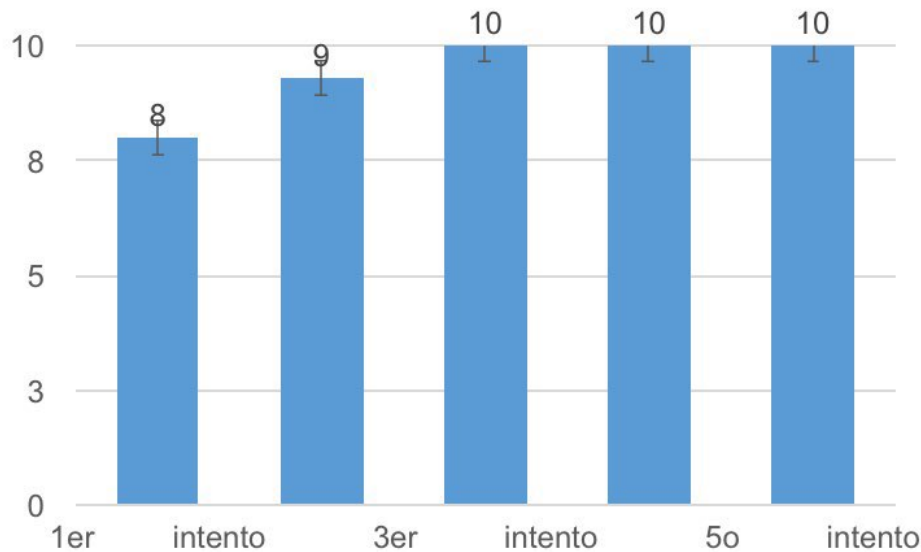


Figura 13. Comparación de las puntuaciones medias globales de desempeño en cada intento.

Al valorar el tiempo medio requerido para completar el procedimiento el tiempo medio se redujo de $5:07 \pm 01:30$ minutos en el primer intento a $5:31 \pm 1:30$ en el segundo intento, a $4:42 \pm 0:52$ al tercer intento, a $3:41 \pm 0:56$ al cuarto intento y a $3:17 \pm 0:46$ minutos al quinto intento, por lo que hubo un reducción significativa en el tiempo requerida para completar el procedimiento [Figura 14].

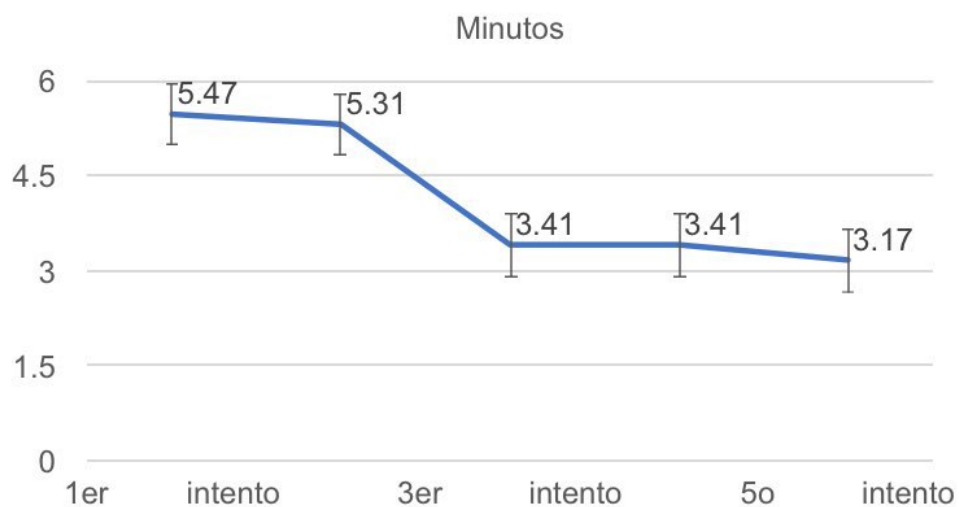


Figura 14. Comparación del tiempo medio para completar el procedimiento en cada intento ($p < 0.001$, ANOVA de medidas repetidas).

Proporción de residentes que completaron el procedimiento por intento

Finalmente, al estimar la proporción de residentes que completaron el procedimiento por intento, solo en el primer intento el 40% no completaron el procedimiento por perforación del peritoneo. Pero a partir del 2º intento todos completaron el procedimiento ($p < 0.05$) [Tabla 3].

Tabla 3. Proporción de residentes que completaron el procedimiento en cada intento

1er Intento	2º Intento	3er Intento	4º Intento	Valor de p
60%	100%	100%	100.0%	<0.05

DISCUSIÓN

La adquisición de habilidades y destrezas para la laparoscopia es fundamental en los cirujanos en formación, pues cada día se extiende mas el uso de laparoscopia para diversos procedimientos quirúrgicos por las bondades de la laparoscopia, que incluyen una convalecencia más rápida, una estancia hospitalaria reducida y una vuelta a la actividad normal más rápida, e incluso menor tasa de complicaciones que las modalidades abiertas (55).

Además, dado que la laparoscopia requiere familiarización con el instrumental, movimientos finos, conceptos y normas básicas, el uso de modelos de simulación ha ganado popularidad. De hecho, la simulación es una herramienta de aprendizaje complementaria en cirugía laparoscópica, mediante el entrenamiento en un ambiente seguro, controlado y estandarizado, sin poner en riesgo la seguridad del paciente. El objetivo de la simulación es que las habilidades adquiridas sean trasladadas al quirófano, permitiendo reducir las curvas de aprendizaje(56).

En este estudio, diseñamos y probamos un simulador para costo para reparación de hernia inguinal por laparoscopia con la finalidad de mejorar la curva de aprendizaje de los residentes de cirugía pediátrica en un hospital de tercer nivel. Este simulador tiene la ventaja de ser de bajo costo y poderse producir en serie en poco tiempo con la posibilidad de diseminar su uso en los servicios de laparoscopia pediátrica. A continuación, se analizan los principales hallazgos de este estudio.

Primero, participaron todos los residentes presentes en el hospital al momento de realización del estudio para valorar la utilidad en individuos con diverso nivel de experiencia; de hecho solo el 33% de los residentes tenían experiencia previa habiendo participado en al menos un procedimiento laparoscópico y los residentes de 1º y 2º año no tenían experiencia previa, solo los de 3er y 4º año. Ello pudiera

deberse a la pandemia de COVID-19 en la cual fue frecuente la cancelación de cirugías no urgentes para hacer frente a la pandemia y evitar desenlaces adversos o contagios intrahospitalarios. Ya que a pesar de que aunque las rotaciones por laparoscopia empiezan desde el primero y segundo año de la residencia, los R1 y R2 han estado en época de pandemia desde su ingreso al hospital.

Segundo, el simulador diseñado y empleado reproduce los aspectos esenciales a considerar para el éxito de una reparación de hernia inguinal, que son: i. La identificación correcta del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos, ii. La identificación del conducto deferente y vasos sanguíneos, iii. La recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente, y iv. Lograr el colapso de la hernia al anudarla. Por tanto, se identificó la proporción de residentes que lograron realizar estas acciones de manera correcta encontrando que para cada una de estas acciones, en el primer intento no todos los residentes lograron identificar correctamente el sitio de punción e incisión del recuperador de hilos, ni identificar el conducto deferente y vasos sanguíneos, ni recuperar la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente ni lograr el colapso de la hernia al anudarla. Sin embargo, a partir del segundo intento se incrementó la proporción de residentes que realizaron correctamente estas maniobras básicas en el simulador y a partir del tercer intento, todos los residentes lograron realizar correctamente cada una de las acciones. Además, en el primer intento no todos los residentes completaron el procedimiento, pero a partir del 2º intento todos lo completaron. Por lo que es evidente que el modelo desarrollado permite adquirir habilidades y destrezas para corrección laparoscópica de hernia inguinal.

En este sentido, otros estudios con simuladores para reparación de hernia inguinal han encontrado hallazgos compatibles con nuestros resultados pero distintos. Duarte et al. encontraron que a partir de la quinta sesión algunos alumnos pudieron alcanzar el 96% de la mejora esperada (40). Zendejas y cols. simularon la reparación laparoscópica de hernia inguinal totalmente extraperitoneal reportando que los residentes requirieron una mediana de 16 (rango 7-27)

reparaciones simuladas para lograr habilidades suficientes (41). Ebeling et al. encontraron que en un simulador robótico los residentes requieren 11 o más pruebas para ser competentes y lograr resultados adecuados (42). Por lo que, es evidente que nuestros residentes lograron dominar de manera más rápida la técnica que con otros simuladores. Lo cual, puede indicar que es un modelo simple de hernia inguinal o que su diseño es adecuado para la adquisición de habilidades.

Tercero, con cada intento que realizaron los residentes se logró una disminución del tiempo necesario para completar el procedimiento indicando que, este simulador es útil para mejorar la curva de aprendizaje de reparación inguinal laparoscópica. De hecho, es esperado que haya una reducción de la duración del procedimiento con cada intento cuando el modelo de entrenamiento es adecuado. Zendejas y cols. por ejemplo encontraron que los residentes entrenados con simulador tuvieron una reducción promedio de 13 minutos en la reparación de hernias inguinales por laparoscopia (41). Coelho y cols. reportaron una reducción de la duración del procedimiento cada que se repitió (44). Por lo que, nuestro modelo es útil como otros simuladores reportados en la literatura.

En futuros estudios deberá valorarse si este simulador ofrece alguna ventaja como entrenamiento para la reparación laparoscópica de hernias inguinales a través de la comparación del desempeño de los residentes entrenados y no entrenados con nuestro simulador en pacientes reales. Lo cual es una asignatura pendiente y que escapa al objetivo del estudio, pero que sería valioso probar en el futuro.

CONCLUSIONES

El simulador de bajo costo diseñado y probado, es un modelo válido para el entrenamiento laparoscópico de la reparación de hernia inguinal, que permite que el residente adquiera habilidades.

El entrenamiento en este modelo reduce el tiempo necesario para completar el procedimiento, incrementa rápidamente las habilidades para: i) identificar el sitio de punción e incisión del recuperador de hilos, ii) identificar las estructuras anatómicas (conducto deferente y vasos sanguíneos), iii) pasar y recuperar la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el conducto deferente, y iv) colapsar la hernia al momento de anudar el saco herniario.

Es importante, realizar estudios posteriores para determinar si la adquisición de estas habilidades se correlaciona con una mejoría en las destrezas y en la duración del procedimiento en casos reales de reparación laparoscópica de hernias inguinales.

Por el momento, con los resultados aquí obtenidos y dado que el simulador puede producirse en serie a un bajo costo, proponemos el uso de este simulador en otros hospitales para el entrenamiento de residentes de cirugía pediátrica.

REFERENCIAS

1. Goethals A, Azmat C, Adams C. Femoral Hernia. [Updated 2021 May 5]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535449/>.
2. Hammoud M, Gerken J. Inguinal Hernia. [Updated 2021 Jun 29]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513332/>.
3. Fitzgibbons RJ, Forse RA. Groin Hernias in Adults. *New England Journal of Medicine*. 2015 Feb 18;372(8):756–63.
4. Gorgues J, Bragueros. *Offarm*. 2007;26(4):136–40.
5. InformedHealth.org [Internet]. Cologne, Germany: Institute for Quality and Efficiency in Health Care (IQWiG); 2006-. Hernias: Overview. 2016 Sep 21 [Updated 2020 Jan 30]. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK395554/>.
6. Yeap E, Nataraja RM, Pacilli M. Inguinal hernias in children. *Australian Journal of General Practice*. 2020;49(1/2):38–43.
7. Bowling K, Hart N, Cox P, Srinivas G. Management of paediatric hernia. *BMJ*. 2017;359.
8. Öberg S, Andresen K, Rosenberg J. Etiology of inguinal hernias: a comprehensive review. *Front Surg*. 2017;4:52.
9. Weaver KL, Poola AS, Gould JL, Sharp SW, Peter SDS, Holcomb III GW. The risk of developing a symptomatic inguinal hernia in children with an asymptomatic patent processus vaginalis. *J Pediatr Surg*. 2017;52(1):60–4.
10. Panabokke G, Clifford ID, Craig SS, Nataraja RM. Reduction of paediatric inguinal hernias. *Emerg Med Australas*. 2016;28(2):224–7.
11. Abd-Alrazek M, Alsherbiny H, Mahfouz M, Alsamahy O, Shalaby R, Shams A, et al. Laparoscopic pediatric inguinal hernia repair: a controlled randomized study. *Journal of Pediatric Surgery*. 2017;52(10):1539–44.
12. Schier F, Montupet P, Esposito C. Laparoscopic inguinal herniorrhaphy in children: a three-center experience with 933 repairs. *J Pediatr Surg*. 2002;37(3):395–7.

13. Shalaby R, Ismail M, Samaha A, Yehya A, Ibrahim R, Gouda S, et al. Laparoscopic inguinal hernia repair; experience with 874 children. *J Pediatr Surg*. 2014;49(3):460–4.
14. McClain L, Streck C, Leshner A, Cina R, Hebra A. Laparoscopic needle-assisted inguinal hernia repair in 495 children. *Surg Endosc*. 2015;29(4):781–6.
15. Lee SR, Choi SB. The efficacy of laparoscopic intracorporeal linear suture technique as a strategy for reducing recurrences in pediatric inguinal hernia. *Hernia*. 2017;21(3):425–33.
16. Bharathi RS, Arora M, Baskaran V. Pediatric inguinal hernia: laparoscopic versus open surgery. *JSLs: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2008;12(3):277.
17. Dreuning K, Maat S, Twisk J, van Heurn E, Derikx J. Laparoscopic versus open pediatric inguinal hernia repair: state-of-the-art comparison and future perspectives from a meta-analysis. *Surg Endosc*. 2019;33(10):3177–91.
18. Helal AA. Inguinal hernia in infancy and children. *Hernia*. 2017;8:59.
19. Chang YT, Wang JY, Lee JY, Chiou CS. A simple single-port laparoscopic-assisted technique for completely enclosing inguinal hernia in children. *The American Journal of Surgery*. 2009;198(1):e13–6.
20. Chang YT. Technical refinements in single-port laparoscopic surgery of inguinal hernia in infants and children. *Diagnostic and Therapeutic Endoscopy*. 2010;2010.
21. Chan KL, Chan HY, Tam PKH. Towards a near-zero recurrence rate in laparoscopic inguinal hernia repair for pediatric patients of all ages. *Journal of Pediatric Surgery*. 2007;42(12):1993–7.
22. Chinnaswamy P, Malladi V, Jani K V, Parthasarathi R, Shetty RA, Kavalakat AJ, et al. Laparoscopic inguinal hernia repair in children. *JSLs: Journal of the Society of Laparoendoscopic Surgeons*. 2005;9(4):393.
23. Chow A, Purkayastha S, Paraskeva P. Appendicectomy and cholecystectomy using single-incision laparoscopic surgery (SILS): the first UK experience. *Surgical Innovation*. 2009;16(3):211–7.
24. de Armas IAS, Garcia I, Pimpalwar A. Laparoscopic single port surgery in children using Triport: our early experience. *Pediatr Surg Int*. 2011;27(9):985–9.
25. Dorsey JH, Sharp HT, Chovan JD, Holtz PM. Laparoscopic knot strength: a comparison with conventional knots. *Obstetrics & Gynecology*. 1995;86(4):536–40.

26. Ein SH, Njere I, Ein A. Six thousand three hundred sixty-one pediatric inguinal hernias: a 35-year review. *J Pediatr Surg.* 2006;41(5):980–6.
27. El-Gohary M. Laparoscopic ligation of inguinal hernia in girls. *Pediatric Endosurgery & Innovative Techniques.* 1997;1(3):185–8.
28. Torricelli FCM, Barbosa JABA, Marchini GS. Impact of laparoscopic surgery training laboratory on surgeon's performance. *World J Gastrointest Surg.* 2016 Nov 27;8(11):735–43.
29. Emken JL, Mcdougall EM, Clayman R V. Training and assessment of laparoscopic skills. *JSL.* 2004;8(2):195–9.
30. Peláez Mata D, Herrero Álvarez S, Gómez Sánchez A, Pérez Egido L, Corona Bellostas C, de Agustín Asensio JC. Curvas de aprendizaje en laparoscopia. *Cir Pediatr.* 2021;34:20–7.
31. Guerrero-Hernández AJ, Palacios-Zertuche JT, Reyna-Sepúlveda FJ, Muñoz-Maldonado GE. Laparoscopic training by use of a physical simulator and its application in the general surgery residency. *Medicina Universitaria.* 2016;18(73):189–93.
32. Aggarwal R, Black SA, Hance JR, Darzi A, Cheshire NJW. Virtual reality simulation training can improve inexperienced surgeons' endovascular skills. *European journal of vascular and endovascular surgery.* 2006;31(6):588–93.
33. Brooks D. Overview of complications of inguinal and femoral hernia repair. *UpToDate.* 2022;
34. Westwood E, Malla B, Ward J, Lal R, Aryal K. The Impact of a Laparoscopic Surgery Training Course in a Developing Country. *World Journal of Surgery.* 2020;44(10):3284–9.
35. Torricelli F, Guglielmetti G, Duarte RJ, Srougi M. Laparoscopic skill laboratory in urological surgery: tools and methods for resident training. *International braz j urol.* 2011;37(1):108–12.
36. Ikonen TS, Antikainen T, Silvennoinen M, Isojärvi J, Mäkinen E, Scheinin TM. Virtual reality simulator training of laparoscopic cholecystectomies—a systematic review. *Scandinavian Journal of surgery.* 2012;101(1):5–12.
37. Gavazzi A, Bahsoun AN, Van Haute W, Ahmed K, Elhage O, Jaye P, et al. Face, content and construct validity of a virtual reality simulator for robotic surgery (SEP Robot). *Ann R Coll Surg Engl.* 2011 Mar;93(2):152–6.

38. Lee JY, Mucksavage P, Kerbl DC, Huynh VB, Etafy M, McDougall EM. Validation study of a virtual reality robotic simulator—role as an assessment tool? *J Urol*. 2012;187(3):998–1002.
39. La Torre M, Caruso C. The animal model in advanced laparoscopy resident training. *Surgical Laparoscopy Endoscopy & Percutaneous Techniques*. 2013;23(3):271–5.
40. Duarte RJ, Cury J, Oliveira LCN, Srougi M. Establishing the minimal number of virtual reality simulator training sessions necessary to develop basic laparoscopic skills competence: evaluation of the learning curve. *International braz j urol*. 2013;39:712–9.
41. Zendejas B, Cook DA, Bingener J, Huebner M, Dunn WF, Sarr MG, et al. Simulation-Based Mastery Learning Improves Patient Outcomes in Laparoscopic Inguinal Hernia Repair: A Randomized Controlled Trial. *Annals of Surgery*. 2011;254(3).
42. Ebeling PA, Beale KG, Van Sickle KR, Al-Fayyadh MJ, Willis RE, Marcano J, et al. Resident training experience with robotic assisted transabdominal preperitoneal inguinal hernia repair. *The American Journal of Surgery*. 2020;219(2):278–82.
43. Nazari T, Simons MP, Zeb MH, van Merriënboer JGG, Lange JF, Wiggers T, et al. Validity of a low-cost Lichtenstein open inguinal hernia repair simulation model for surgical training. *Hernia*. 2020;24(4):895–901.
44. Coelho A, Mendes L, Correia-Pinto J, Moreira-Pinto J. Preliminary Assessment of a Dry-Lab Model for Laparoscopic Percutaneous Inguinal Ring Suture Training. *Journal of Laparoendoscopic & Advanced Surgical Techniques*. 2018 Mar 13;28(9):1121–4.
45. Light D, Bawa S, Gallagher P, Horgan L. Outcomes of an innovative training course in laparoscopic hernia repair. *The Annals of The Royal College of Surgeons of England*. 2017;99(8):614–6.
46. Kingsnorth A, LeBlanc K. Hernias: inguinal and incisional. *Lancet*. 2003 Nov;362(9395):1561–71.
47. Carrera Laureán N, Camacho López MR. Tipo de hernia inguinal encontrado en la población general, según la clasificación de Nyhus. *Cirujano general*. 2018;40(4):250–4.
48. Jenkins JT, O'dwyer PJ. Inguinal hernias. *Bmj*. 2008;336(7638):269–72.
49. The hernia surge group. *International guidelines for groin hernia management*. Vol. 22, *Hernia*. Springer; 2018.

50. Hope WW, Pfeifer C. Laparoscopic Inguinal Hernia Repair. In: StatPearls [Internet]. StatPearls Publishing; 2020.
51. Kurashima Y, Feldman L, Al-Sabah S, Kaneva P, Fried G, Vassiliou M. A novel low-cost simulator for laparoscopic inguinal hernia repair. *Surg Innov*. 2011;18(2):171–5.
52. Molina A, Zárata A, Villarreal F, López A, Farell-Rivas J, Osorio V. Improving a surgeon’s learning curve for transabdominal preperitoneal (TAPP) hernia repair using a new model for laparoscopic simulation. *Revista Hispanoamericana de Hernia*. 2020 Jan 1;
53. Matsumoto S, Hayakawa T, Kawarada Y, Uchida K, Eguchi T, Wada H, et al. Proper training in laparoscopic hernia repair is necessary to minimize the rising recurrence rate in Japan. *Asian J Endosc Surg*. 2018 May;11(2):151–4.
54. de Montbrun SL, Macrae H. Simulation in surgical education. *Clin Colon Rectal Surg*. 2012 Sep;25(3):156–65.
55. Buia A, Stockhausen F, Hanisch E. Laparoscopic surgery: A qualified systematic review. *World Journal of Methodology* [Internet]. 2015 Dec 12 [cited 2022 Jun 8];5(4):238. Available from: </pmc/articles/PMC4686422/>
56. León Ferrufino F, Varas Cohen J, Buckel Schaffner E, Crovari Eulufi F, Pimentel Müller F, Martínez Castillo J, et al. Simulation in laparoscopic surgery. *Cirugia espanola* [Internet]. 2015 Jan 1 [cited 2022 Jun 8];93(1):4–11. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25039039/>

ANEXOS

**ANEXO 1. HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MÉXICO
HOSPITAL INFANTIL DE MÉXICO FEDERICO GÓMEZ**



“DESARROLLO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DE BAJO COSTO PARA REPARACIÓN DE HERNIA INGUINAL POR LAPAROSCOPIA PARA MEJORAR LA CURVA DE APRENDIZAJE DE LOS RESIDENTES DE CIRUGÍA PEDIÁTRICA EN UN HOSPITAL DE TERCER NIVEL”

Edad: _____ años **Sexo:** _____ **Año de residencia:** () 1° () 2° () 3°
() 4°

<p>Intento 1 Identificación del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Intento 2 Identificación del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Intento 3 Identificación del sitio de punción e incisión del recuperador de hilos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>		
<p>Identificación de estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Identificación de estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Identificación de estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>		
<p>Adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>		
<p>Colapso de la hernia al momento de anudarse <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Colapso de la hernia al momento de anudarse <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Colapso de la hernia al momento de anudarse <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>		

<p>Intento 4 Identificación del sitio de punción e incursión del recuperador de hilos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Intento 5 Identificación del sitio de punción e incursión del recuperador de hilos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>			
<p>Identificación de estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Identificación de estructuras anatómicas conducto deferente y vasos sanguíneos <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>			
<p>Adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Adecuada entrega y recuperación de la sutura a través del peritoneo entre los vasos y el deferente <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>			
<p>Colapso de la hernia al momento de anudarse <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>	<p>Colapso de la hernia al momento de anudarse <input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No</p>			